

# 浅谈射频电路抗高功率微波技术研究

发布时间：2018-07-25T17:24:10.580Z 来源：《基层建设》2018年第18期 作者：范中建1 陈啸力2 于群宁3

**【导读】摘要：高功率微波技术具有在高频段窄带上相对集中且有效的电磁波能力，波长一般以厘米波和毫米波两种为主，对于电子设备中已经采取相对比较严密的保护措施也可以产生破坏或干扰作用。**

1、南京大桥机器有限公司 江苏省南京 211101；2、陆军南京军事代表局 江苏省南京 211101；3、中国人民解放军驻南京大桥机器厂军事代表室 江苏省南京 211101

摘要：高功率微波技术具有在高频段窄带上相对集中且有效的电磁波能力，波长一般以厘米波和毫米波两种为主，对于电子设备中已经采取相对比较严密的保护措施也可以产生破坏或干扰作用。

关键词：射频电路；高功率微波技术；研究

## 一、微波信号光学概述分析

微波信号光学其实就是在微波信号频段分析研究和应用光子学器件，也就是对微波以及光波的相关学科内容进行研究。最开始的研究技术主要是对光源的调剂、介质的传输以及光学的可控和探测技术。近些年来，电子工程、军事领域以及光通信领域中开始广泛的应用微波信号光波，微波光子学实现了集成化、高频化以及低成本的发展。光纤传播射频微波信号的损耗比较小，宽带大，在对信号进行处理时，能够给射频信号提供很长的时间，保证光纤中，射频微波信号能够为信号处理提供采样率，使抗电磁干扰的能力得到提升。特别是在射频微波信号变频处理、滤波处理以及转换数据时，出现的ROF传输微波信号，能够使信号传输技术以及系统实现更加成熟的发展。

## 二、射频微波信号光学处理分析

### 1、ROF传输系统

光纤无限ROF传输系统能够将优秀的交互式宽带多媒体服务提供给移动互联以及无限介入网络，这种系统主要包括三部分，即复杂射频微波信号处理中心站，传输射频微波信号光纤网络以及光电转换和接受发射无线基点。这种系统与软件工程“云”的原理极为类似，ROF传输系统中，射频微波信号通过中心站将信号传输到不同基点中，不同基点利用光纤网络实现信号的无线接收与发射。基点接收与发射时不需要转变频率，一般在中心站对信号进行处理，并实现不同基点共享信号，中心站与基点能够相互联系，并实现共享，使不同速率数据间的传输得以实现，使网络资源的使用频率得到提升，对资源进行动态化管理，减少网络的维护、安装成本支出，实现网络的有效升级更新。这种技术在未来将有很好的发展前景，如宽带接入、车载通信以及移动通信等方面。

### 2、光纤传输中射频微波信号的优势分析

射频微波信号光纤传输是光纤无限系统中最为直接的系统链路结构，并且不会受到光纤色散效应，双边带调制技术满足系统应用需要。射频微波信号光纤传输技术能够将射频微波与光纤通信的优势结合起来。射频微波信号能够进行信息的远距离传输，使天线与中心数据相分离，减少损耗，使得通信增强。宽带能够使各种通信以及电子信号真实的远距离传输。90dB信号范围中，这种射频信号光纤传输技术能够同时顾及到系统的灵敏度，不会因为信息的远距离传输而造成信息的损失。最为重要的就是光纤传输能够更加安全，信号不会出现泄露的问题，不会受到周边电磁环境的干扰和影响，其稳定性和可靠性是比较高的。此外，当前西方发达国家使用的MMF网络和成熟的微波器件技术，使得射频微波信号光纤传输技术得以有效地实施。

## 三、射频电路抗高功率微波技术

### 1、微波前门注入受损研究

在实际应用当中，针对前门注入损伤问题高功率微波所具有的效应需要使用理论建模来进行深入的分析研究，同时需要结合实验才能系统全面的评价高功率微波损伤效应。

用于评价高功率微波对于前门注入效应的实验平台由八个部分组成，不但包括微波源、隔离器、功率放大器、定向耦合器，也包括环形器、测试设备、待测设备和连接电缆。

(1) 在连接实验仪器时，前门注入平台的搭建是首要的操作步骤；(2) 测试实验样品时得到其小信号，同时会获得小信号的噪声、参数特性和出现两极漏极情况时的仪器的工作电压值，根据得到的数据可以建立小信号样品的数据库，同时不断完善使其更具有参考价值；(3) 对于所使用的智能控制平台的软件进行优化处理，包括软件的漏极电参考数值、信号起始的电平值等各种指标；(4) 对于低噪声的放大器，使用15分钟的脉冲功率进行持续的注入操作，同时对于两极漏极电压应用软件来进行监测，记录该放大器产生的试剂输出功率；(5) 软件是设置门限的，达到这个限值就会自主关闭输出功率。拆下低噪声放大器；整个过程中除了进行以上操作，还要使用矢量网络分析设备和噪声分析设备等测定所使用的低噪声放大器的噪声系数和增益值，判断放大器是否发生损伤。达不到门限的时候，在常温环境中进行掉电放置然后对增益和噪声进行测定，对设备状态进行监测；对功率值进行适当提升，对下一组进行功率的注入；(6) 设备拆卸，对数据进行处理。在实验中需要注意样品之间的个体差异，所以当进行到退化实验的最初阶段时，触发门限应尽量设低，这样才能对噪声退化阈值进行准确的捕获。

### 2、前门通道（接收机）抗损实验

对于高功率微波对通讯设备注入能量耦合时，载荷系统是通过前门和后门通道为主要途径。从前门途径到达雷达接收机时，会产生实际功率非常强的电磁脉冲，可能影响接收机里的电子元件。在实际应用中，为避免干扰和损伤，使用电磁加固。防护过程里，除了避免损伤外还需要全面防护系统性能；不但要从理论上分析防护措施、对工程试验进行测试；同时也需要整机配套，对高功率前门注入的可靠性进行有效测试，防止高功率的攻击。为保证在HPM压制下的通讯系统能建立正常的通信链路，需设计可对HPM产生抑制作用的双通道限幅接收模块。经过测试和仿真后发现这种接收模块能够很好的

起到保护通信链路和抵抗HPM压制的作用。在实际应用时进行进一步研究，确定设备指标受到的影响与否以及程度，要进行接收机前门通道抗损上研究，保证防护措施的可靠性。综合以上因素设计一种功分器，其具有正无穷的功分比、便捷的不等分操作和接地电阻；进行仿真操作后测试实物，两种结果吻合。

### 3、无源电路

实践中可以看到，虽然传统的功分器功率容量比较大，而且可以有效应用在高功率，但是对于不等分设计而言，需高阻抗线才能实现，这在一定程度上限制了加工、高功率的实际应用。因此，笔者认为在传统的功分器基础上，可以有效应用新型的片状传输结构，对高功率微带功分器的宽带化进行优化设计；因片状传输结构与普通微带线电场分布情况存在着一定的区别，所以可以采用弯曲传输路径形式来实现功分器设计的小型。在该种结构基础上，功分器自身的优势体现在无需高阻抗线就能进行准确的不等分功分比；无需考虑高阻抗线功率容量，并且在一定程度上还可以确保改进之后的系统能够有效应用在高功率之中。通过电磁仿真、实物测试可知，功分器宽带比原来增加了大约30%，而且尺寸也因此而减小了大约一半，从而有效地实现了不等分功分比之目的。

### 结束语

总的来说，研究高功率微波技术和效应和工程建设是密不可分的，尤其是建设高科技工程项目，因为电磁、高功率微波电力和电热效应三者之间相互影响，因此传统的单纯模拟数值的方法不符合实际。本文以实验为基础，对这一问题进行了详细分析，同时结合了模拟数值和试验，这将变成未来研究方向的主流。

### 参考文献

- [1]吴刚, 张新刚, 刘波.有孔矩形金属腔体屏蔽效能的估算[J].强激光与粒子束, 2011 (03).
- [2]柴常春, 张冰, 任兴荣等.集成Si基低噪声放大器的注入损伤研究[J].西安电子大学学报, 2010 (05).
- [3]张磊.射频微波信号在光纤中传输及处理技术探讨[J].电子技术与软件工程, 2016, 16: 44.
- [4]赵尚弘, 李勇军, 朱子行, 赵卫虎, 侯睿, 楚兴春.星上微波光子技术应用研究进展[J].空间电子技术, 2012, 04: 14-27.
- [5]王旭, 韩海燕, 聂奎营, 袁素芳, 冯志荣, 胡总华.光纤干涉器中的微波频率响应[J].河南师范大学学报(自然科学版), 2010, 02: 63-66.