2015年 11/12月

Microwave JournalChina 微波杂志



horizon house®
Founded in 1958
mwjournalchina.com

NI AWR Design Environment

即将上线



Microwave Office | Visual System Simulator | Analog Office | AXIEM | Analyst

NI AWR Design Environment 的 V12 版本为 MMIC、RF PCB、模块以及更多的设计人员重新定义了“用户生产力”一词。新增了用于放大器和天线的特定功能、拓展了用于 EM、稳定性分析和 DRC/LVS的第三方流程，加上更快的速度和易于使用的增强功能。让您更轻松地简化设计流程，提高最终产品性能并加快上市脚步。今天就将 NI AWR Design Environment 显示在您的桌面。请到 awrcorp.com/tryawr 开始体验。

>> 请到 ni.com/awr 了解更多详情

©2015 National Instruments. All rights reserved. Analog Office, AXIEM, AWR, Microwave Office, National Instruments, NI, and ni.com are trademarks of National Instruments. Other product and company names listed are trademarks or trade names of their respective companies.

NATIONAL INSTRUMENTS™

安全问题，使用最新技术



电磁辐射正日益成为人们关注的一个安全问题。专用RF安全表和传感头对测量这些领域变得非常重要，而你获得的测量是判断你使用的仪器好坏的关键。AR的安全产品系列包括重要功能和优点，并在其标准配置中提供了必要的项目，其他厂商则没有。AR树立了一个具有以下特点和优势的新标准：

- 使用一只表执行时域、频域和宽带测量
- 频率覆盖范围从DC至40 GHz，测量电场强度0.2–20,000 V/m，磁场强度从20nT至15T
- 内部GPS模块——决定测量场合实现的精度和快速分析
- 用户友好的远程控制接口

你不必为所有这些功能付出更多的钱，它们都是标配的。AR安全产品给你更详细、有用的信息——以比其他厂商更低的操作成本。

使用更智能的安全仪器难道毫无意义吗?

要了解更多信息，请在我们的网站*www.arworld.us/safety*下载#68应用笔记。

在中国，请拨打电话 *400-007-3336*

ISO 9001:2008
认证

rf/microwave instrumentation

其他 ar 部门：射频模块 • 接收机系统 • ar欧洲

美国 +1-215-723-8181

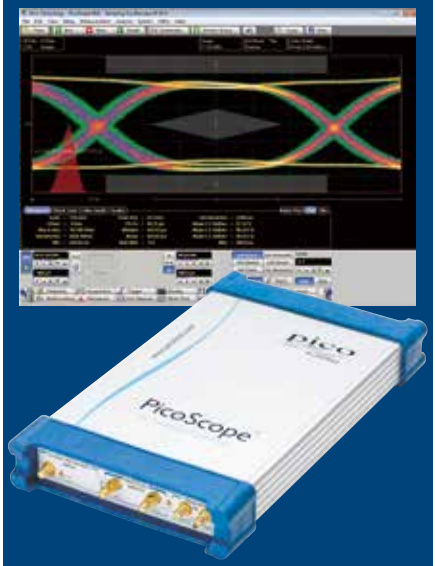
www.arworld.us

下载AR RF/微波移动App：*www.arworld.us/arapp*

版权所有 © 2015 AR。
AR产品橙色条纹是
注册.美国专利.&TM.Off

pico®
Technology
英国公司出品

20GHz带宽
采样示波器



- 17.5ps上升时间
- 40ps差分TDR/TDT
- 11.3Gb/s时钟恢复
- 行业最快的1MS/s捕获速率
- 光纤输入9.5GHz (4.5Gb/s) 典型

性价比
全球用户给我们五星级评价

详细？请现在通过sales@hkaco.com联系我们

广州：400-999-3848 | 上海：021-6728 2707
北京：010-5781 5040 | 西安：029-8187 3816

hkaco.com/ps600
扫一扫加微信

HongKe 虹科
广州虹科电子科技有限公司
电脑示波器 | 信号开关模块 | 培训
华南理工大学国家大学科技园2-504

Microwave Journal China 微波杂志

11/12月 Nov/Dec 2015

目录 1
Contents 1

06 **编辑寄语 Note From Editor**
每个人的 RF 能量
RF Energy for Everyone
作者：Patrick Hindle《微波杂志》编辑

封面专题 Cover Feature

08 **RF SOI：引起射频系统设计的革命**
RF SOI: Revolutionizing RF System Design
作者：Peter A. Rabbeni, Alvin Joseph, Theodore Letavic，Anirban Bandyopadhyay GlobalFoundries 公司

技术文章 Technical Feature

20 **工程化衬底：满足当前和未来射频需求的基础**
Engineered Substrates: The Foundation to Meet Current and Future RF Requirements
作者：Eric Desbonnets，Christophe Didier Soitec 公司

28 **电路板材料在毫米波波段的应用**
Managing Circuit Materials at mmWave Frequencies
作者：John Coonrod 罗杰斯公司

34 **借助商业最佳实践成就 NewSpace 未来**
Utilizing Commercial Best Practices for Success in NewSpace
作者：Gregg Peters 是德科技公司

42 **宽带功率放大器设计中的简便综合谐波控制匹配方法**
Simple Synthesized Harmonic Matching Strategy in Broadband PA Design
作者：孙引进 朱晓维 孟凡 东南大学

52 **太空应用的微波谐振器和滤波器的温度补偿**
Temperature Compensation of Microwave Resonators and Filters for Space Applications
作者：Dr. ing. Marco Lisi 欧洲航天局欧洲空间研究与技术中心

特色产品 Product Feature

60 **FEKO将集成于HyperWorks 14.0**
FEKO Integrated in HyperWorks 14.0
Altair Engineering公司供稿

64 **高 IIP3 14GHz 混频器把易用性带到了微波无线电设计中**
A High IIP3 14GHz Mixer Brings Ease of Use to Microwave Radio Design
作者：Bruce Hemp 凌力尔特公司应用部门负责人
James Wong 凌力尔特公司产品市场经理



提升您的混合器

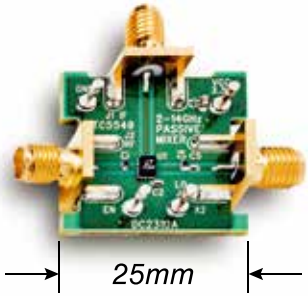
2GHz–14GHz，0dBm LO 驱动

LTC®5549 微波混频器可提升您的发射器和接收器性能，在 12GHz 时具有 +22.8dBm IIP3。其 0dBm LO 驱动和一个片内倍频器免除了对外部 LO 功率放大器的需要，并且允许使用常用的低频 PLL / 合成器，从而降低了功耗和解决方案成本。所有特点都在纤巧的 3mm x 2mm 封装中，保持了小的解决方案尺寸。

特点

- 在 12GHz 时 IIP3 为 +22.8dBm
- 0dBm LO 驱动
- 上变频或下变频
- –30dBm LO 泄漏
- 纤巧 3mm x 2mm 封装

演示板



查询详情

www.linear.com.cn/product/LTC5549

免费样品：www.linear.com.cn

LT、LTC、LTM、Linear Technology 和 Linear 标签是凌力尔特公司的注册商标。所有其他商标均为各自拥有者的产权。

凌力尔特 Linear Technology www.linear.com.cn
香港电话：(852) 2428-0303 深圳电话：(86) 755-2360-4866 上海电话：(86) 21-6375-9478 北京电话：(86) 10-6801-1080 成都电话：(86) 28-8555-9725 武汉电话：(86) 27-8665-9231 西安电话：(86) 29-6851-8978

艾睿电子 Arrow Electronics components-asiapac.arrow.com
香港电话：(852) 2484-2484 深圳电话：(86) 755-8836-7918 上海电话：(86) 21-2215-2000 北京电话：(86) 10-5606-4000

科通集团 Comtech Group www.comtech.com.cn
香港电话：(852) 2730-1054 深圳电话：(86) 755-2698-8221 上海电话：(86) 21-5169-6680 北京电话：(86) 10-5172-6678

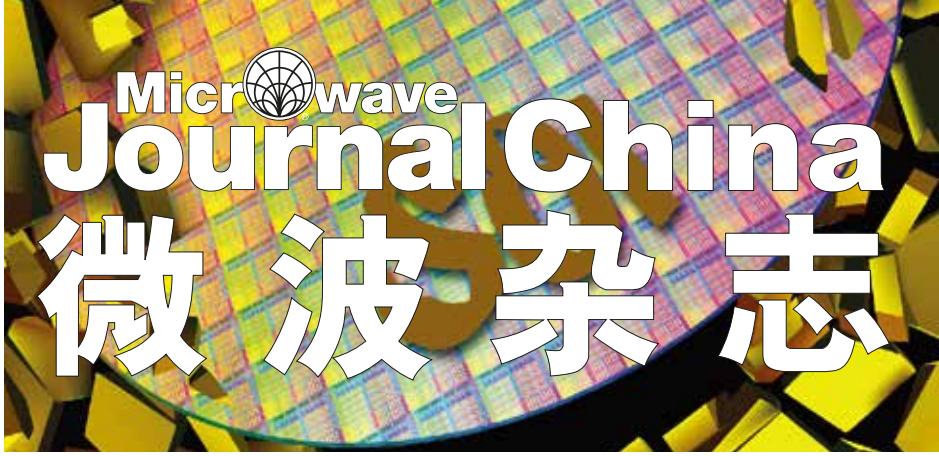
骏龙科技 Cytech Technology www.cytech.com
香港电话：(852) 2375-8866 深圳电话：(86) 755-2693-5811 上海电话：(86) 21-6440-1373 北京电话：(86) 10-8260-7990

俊科 SHX
华湘射频器件
毫米波
衰减器负载
40G
1-50W

俊科 SHX
上海华湘20年专业研发生产衰减器、负载、方向耦合器、功分器、检波器、功率计、高功率电阻、测试子系统。
转鼓步进可调
衰减器
0-110/1dB
DC-18GHz
1-100W

微波射频器件
测试子系统

欲了解更多信息，请随时和我们联系
上海华湘计算机通讯工程有限公司
电话：021-54451395
网址：www.shx-sh.com
邮箱：shx@shhuaxiang.sina.net



11/12月 Nov/Dec 2015

目录 2
Contents 2

68 **首款 50 GHz 手持式分析仪加快现场工作进度**
First 50 GHz Handheld Analyzer Speeds Field Work
是德科技公司供稿

70 **一种高兼容性快速锁紧射频同轴连接器**
High Compatibility and Quick Lock RF Coaxial Connector
作者：陈国华 梁国 江苏吴通通讯股份有限公司

74 **Intersil 推出飞行时间信号处理IC**
Intersil TOF Signal Processor

访问 Interview

76 **IDT进军无线充电消费市场**
IDT Moves into Wireless Charge Consumer Marketing

76 **Mouser全球总部扩容25万平方英尺仓库**
Mouse Headquarter Expands 250k ft Warehouse

技术简讯 Tech Brief

78 **Maury推出高功率双定向耦合器**
High Power Couplers Offer Breakthrough Performance

78 **频率范围宽至DC~46GHz的机电式开关**
1M Life Cycle Electromechanical Switches Cover DC to 46 GHz

80 **新闻 News**
82 **新产品 New Products**
04 **展会计划 Coming Events**
84 **广告索引 Advertisement Index**

展会计划 Coming Events

11月 November

高交会电子展
China Hi-Tech Fair
日期: Nov 20-25
地点: 深圳, 中国

2016年4月 April,2016

电子设计创新会议
EDI CON
日期: Apr. 19~21,2016
地点: 北京，中国

FieldFox 50GHz！

现在开始，是德科技正式推出全新一代 FieldFox 分析仪。使用该款坚固可靠的单台便携式仪表即可完成精密的、实验室级测量，测量频率最高可达 50GHz。FieldFox 分析仪还集成了电缆和天线测试仪（CAT）、矢量网络分析仪（VNA）和频谱分析仪等工具，重量仅为 3.2 公斤。这意味着您能够全面、深入地了解系统在更高频段上的性能。作为业界首款适用于 Ka 频段的手持式综合分析仪，通过简单的升级和丰富的配置，您将会体验仪器前所未有的强大功能 — 不论是现在，还是将来。

Keysight FieldFox 手持式分析仪
6 款型号，频率可到 32/44/50GHz
坚固性达到 MIL-PRF-28800F 2 级标准
无风扇设计且测量性能可与台式仪器相媲美
天馈线分析仪 + 网络分析仪 + 频谱分析仪

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

Unlocking Measurement Insights





探索 FieldFox 的无限可能
获得应用指南、在线网络课程等。
www.keysight.com/find/KaAndBeyond

是德科技中国客服热线 : 800-810-0189/400-810-0189

© 是德科技，2015 年。照片由 INTELSAT 提供。

安捷伦电子测量事业部已经启用新公司名称 – Keysight Technologies（是德科技）

Microwave Journal China 微波杂志

Administration 行政管理

Publisher (US): Carl Sheffres
Editor (US): Patrick Hindle
Technical Editor (US): Gary Lerude
Managing Editor (China): Katie Huang (黄莺)
Managing Editor (US): Jennifer DiMarco
Multimedia Staff Editors: Barbara Walsh and Leslie Nikou
Traffic Manager (US): Edward Kiessling
Lead Designer & Production Coordinator (US): Janice Levenson

International Editor (UK): Richard Mumford

Corporate Staff
CEO: William M. Bazzy
President: Ivar Bazzy
Vice President: Jared Bazzy

China Offices (中国办事处)
Hong Kong (香港)
ACT
ACT International (雅时国际商讯)
香港九龙长沙湾青山道478号百欣大厦13楼B室
Unit B, 13/F, Por Yen Building, No.478 Castle Peak Road, Cheung Sha Wan, Kowloon, HK
President 总裁
Adonis Mak (麦协林) adonisM@actintl.com.hk
Vice President 副总裁
Mark Mak (麦协和) markM@actintl.com.hk

Editorial Board (编委会)
Deng Jie 邓杰
Feng Keming 冯克明
Jin Zhi 金智
Liang Guochun 梁国春
Liu Guangyi 刘光毅
Liu Wei 刘伟
Song Junde 宋俊德
Wang Zhancang 王占仓
Wu Ke 吴克

Mainland China (中国大陆)

Shenzhen (深圳)
中国广东省深圳市福田区彩田路彩虹新都海鹰大厦18C
Unit 18C, Caihongxindu Haiying Building, Caitian Road, Futian CBD, Shenzhen 518033, China.
Tel: 86-755-2598 8571
General Manager 总经理
Michael Tsui (徐旭升) michaelT@actintl.com.hk
Tel: 86-21-6251 1200
China Sales Director 中国区销售总监
Linda Li (李承珍) lindaL@actintl.com.hk

Shanghai (上海)
Tel: 86-21-6251 1200
Sales Manager 销售经理
Hatter Yao (姚丽莹) hatterY@actintl.com.hk
Judy Huang (黄作美) judyH@actintl.com.hk

Beijing (北京)
Tel: 86-10-6748 4833
Sales Manager 销售经理
Oasis Guo (郭镜园) oasisG@actintl.com.hk

Wuhan (武汉)
Tel: 86-27-6885 2360
Sales Manager 销售经理
Sky Chen (陈燕) skyC@actintl.com.hk

Executive Editorial Office
685 Canton Street, Norwood, MA 02062
Tel: (781) 769-9750
Fax: (781) 769-5037
e-mail: mwj@mwjournal.com

horizon house

每个人的RF能量

RF Energy for Everyone

在过去的一年中，《微波杂志》一直在跟踪 RF 能量联盟（RFEA），它致力于推广作为一种清洁、高效、可控的热和电力来源的固态 RF 能量的可能性。他们设想了一个围绕这一可持续发展技术建立的快速发展的、创新的市场，从而促进许多应用的生活质量。这个非营利科技协会由 E.G.O. Elektro-Gerätebau GmbH、Huber+Suhner、ITW、恩智浦半导体、罗杰斯公司和惠而浦公司于 2014 年 9 月成立，之后有其他公司加盟。与其他成员一起，这些公司标准化、促进和教育固态 RF 能量系统中的目标受众，如加热和发电。

能够从固态 RF 电源获益的一个最大的市场是烹饪 / 干燥行业，这些行业目前使用低效率和不可靠的磁控管。全球每年销售 7000 万台微波炉，这是一个非常大的市场。采用固态 RF 电源的微波炉可精确地控制输送到腔室不同部分的能量，并动态调整功率，使不同类型的食物在腔室内均匀地一起烹调。它的设想是，这些新型烤箱甚至将连接到互联网，并可下载食谱，而作为物联网（IoT）一部分的各种类型膳食的烹饪时间可自动到达我们的电器。每年也有 1100 万台以上工业烘干机的销售，所以这是类似烹饪需求的另一个大市场。

其他可能受益于固态技术的行业是汽车、医疗和照明。对于汽车，汽车点火和照明可能会受益于固态 RF 技术，作为更有效的方式来实现这些节省金钱的功能。在医疗应用中，RF 技术已经用于磁共振成像和组织消融，预计在未来几年中，这些市场将显著增长。工业照明可以转换为 RF 等离子照明，它比最新的照明技术更加高效，更加适合工业应用。

实现这些变化的一个关键技术是设计一个高效率、低成本的固态 RF 放大器。RFEA 已经有了一个目标，使用 2.54 GHz 作为一个标准频率，开发具有 300 W（CW）输出功率的放大器，其效率优于 65%，每个模块的价位在 12 美元。这是一个艰巨的任务，但 LDMOS 和 GaN 技术的改进可能在不久的将来实现这些技术目标。随着不久 GaN 走向 6（可能 8）英寸晶圆和新的高功率塑料封装的开发，我们可以看到高功率 RF 模块价格的大幅下降。RFEA 预计，今年年底和明年第一季度将制定一个 RF 放大器规范和系统集成指南。我们将继续关注这些事态发展，因为我们可能很快就用上 RF 固态技术。■

Solid-state microwave oven video demonstration



主编：Patrick Hindle

HUBER+SUHNER

Excellence in Connectivity Solutions



Analog Test & Measurement

模拟信号的测试和测量



- 110GHz柔性电缆组件
- 仪器仪表配套的标准测试组件：SUCOTEST™ & SUCOFLEX®
- 真正的超柔性低互调测试电缆组件，LowPIM优于-120dBm
- TVAC测试解决方案，CW>500@18GHz
- 全系列的衰减器和负载等器件，频率>40GHz, 功率>300W
- 提供一站式、定制化的测试解决方案

hubersuhner.com

china.marketing@hubersuhner.com

Shanghai: 021-51901069 Beijing: 010-65819105 Chengdu: 028-85289078



RF SOI:引起射频系统设计的革命

RF SOI: Revolutionizing RF System Design

作者：Peter A. Rabbeni, Alvin Joseph, Theodore Letavic, Anirban Bandyopadhyay
GlobalFoundries 公司

最近，在帮助解决一系列挑战（保证用户的无缝链接，无论何时何地都可访问到互联网等）的过程中，RF SOI 也在移动射频世界掀起了一场风暴。云计算的引入使用户的期待更高。RF SOI 的良好定位，使其成为一个创新的平台，它可以改进性能，降低整个系统成本（实现这些不断提升的期待，领先于不断革新的网络需求）。本文介绍了一些业界的发展状况和未来趋势以及 RF SOI 是如何提高射频系统性能的，等等。

无线环境

过去五年间，发送给用户的内容呈现指数增长。在发达国家，在互联网上，通过一些服务（比如 Netflix 和 Hulu）发送高清视频已经是非常的普遍。随着人们对高质量信息内容的需求，他们会想到需要更大的带宽，但将来，这让位于真实非压缩 1080p 和 4K 的视频传输。Cisco 预测，到 2019 年，全球互联网信息传输将是 2014 年水平的 3 倍，上升为每月 168 艾字节（EB,Exabyte），每年累计上涨超过 23%。

云计算应用的增多使得人们可以在任何地方访问这些内容丰富的数据，更为重要的，可以通过移动通信来访问。对经验丰富的用户来说，传输这些内容只有通过高数据率来进行（在可获得的频谱限制范围内尽可能地减少等待时间）。对高数据率的需求是当前无线通信标准向前发展的主要驱动因素之一。最近五年间，无论是蜂窝电话还是 Wi-Fi 都在以史无前例的速度向前发展着。蜂窝标准已经从 2G/2.5G 过渡到 3G/4G，目前已有 4G/

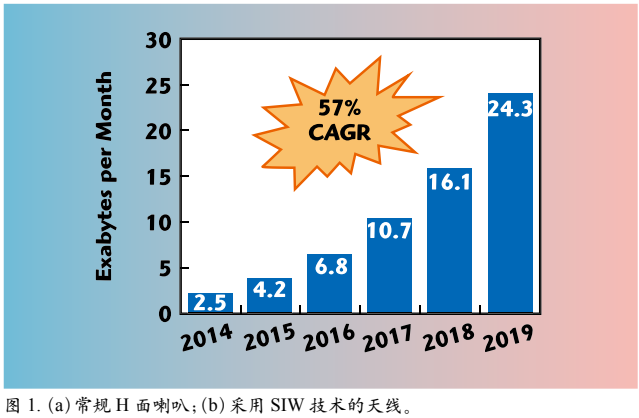


图 1. (a) 常规 H 面喇叭；(b) 采用 SIW 技术的天线。

精纯 & 准确
速度 & 简便
Rohde & Schwarz FSW

用于无线收发电路的先进信号与频谱分析仪

第一款拥有
2 GHz分析带宽
的信号与频谱分析仪

极大的带宽、超低的相位噪声、宽大的触摸屏保证了简洁的用户界面和众多新工具的运用。R&S® FSW是用于各类射频收发信号测试的理想分析仪。可以非常简便地实现复杂的测量，看到之前检测不到的信号。

- 频率范围可达85 GHz
- 相位噪声可达-137 dBc (1 Hz)，适用于分析振荡器和频综
- 8 GHz以下，总测量不确定度 〈0.4 dB
- 分析带宽可达2 GHz，适用于测量多标准无线信号
- 实时分析带宽达160 MHz，适用于诊断各种杂散信号
- 支持所有主流通信标准信号的快速测量
- 多角度的模式可支持脉冲、杂散和调制的同时测量
- 大型触摸屏更快地显示更多的结果

R&S® FSW. **开创未来**
www.rohde-schwarz.com/ad/fsw

罗德与施瓦茨（中国）科技有限公司
www.rohde-schwarz.com.cn, 800-810-8228, 400-650-5896



扫描此二维码
观看精彩视频

ROHDE&SCHWARZ

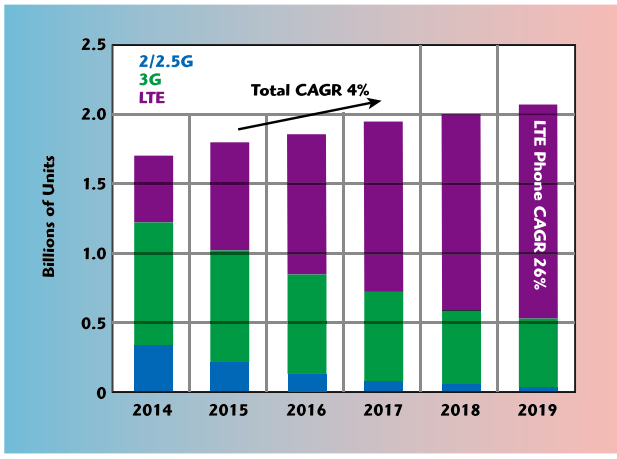


图 2. 全球手提无线设备预测。

LTE。Wi-Fi 标准也是一样，已从开始的 802.11a/b/g（作为 56 Kbps 无线猫的替代）发展到今天的 802.11ac，与 CAT6 无线以太网联接标准形成竞争，展望了 Gbps 的无线通信速度。

无线数据消费的发展与这一转变同时进行着。Cisco 还预测，在 2014 到 2019 年间，全球总的移动数据信息传输量将增长 10 倍，将超过每月 24EB（图 1），增长率几乎是全球总的数据传输的翻倍。打一个比方，这样的数据量相当于每个月将国会图书馆的所有文本和多媒体内容发送 7 万次。

假如在移动电话领域能够快速推广 LTE 的话，这些预测就不难理解了（(2014~19 CAGR = 26%）。尽管整个移动电话市场增长已开始趋于稳定（CAGR = 4%），但人们对 LTE 手机的实际需求将会维持整个移动终端市场的增长速度。设备不断从支持老旧的标准进一步向能够提供丰富用户体验的设备发展，这清晰地表明了这种转变，如图 2 所示。

在移动设备中，能够实现数据率的增长并不容易。蜂窝频谱在各种领域的分配是面临的挑战，已浮出了水面，一些零碎的频带像个大杂烩，载体必须作为网络部署的一部分进行处理。作为一种蜂窝标准，LTE 的出现使得这更为明白；LTE 目前已定义了超过 40 个频段，它们中的许多是不连续的，目前覆盖了 700 MHz~2.6 GHz，有人建议在这一范围的上下再增加更多的频谱。通过采用各种技术（包括高阶正交频分多址（OFDMA）和载波聚合），标准条款可以使高数据率（下载 >300 Mbps，上传达到 75 Mbps）得以实现。这些条款能够实现尽可能高的频谱效率，从而在给定的区域频率规划范围内获得尽可能高的目标数据吞吐量和服务更多的用户。

在 Wi-Fi 网络中，有关数据率扩展的类似条款不仅使用户在丰富数据内容下有更好的用户体验，而且可以通过卸载电信级 Wi-Fi 访问点的潜在方法来增加蜂窝网络容量。例如，IEEE 802.11ac Wi-Fi 标准自公布以来已得到广泛采用（在 2014~20 年间预计 CAGR 为 13%），Wave 2 规范展望认为，通过采用多输入多输出（MIMO）和信道绑定技术，数据率可达到 3.5 Gbps。

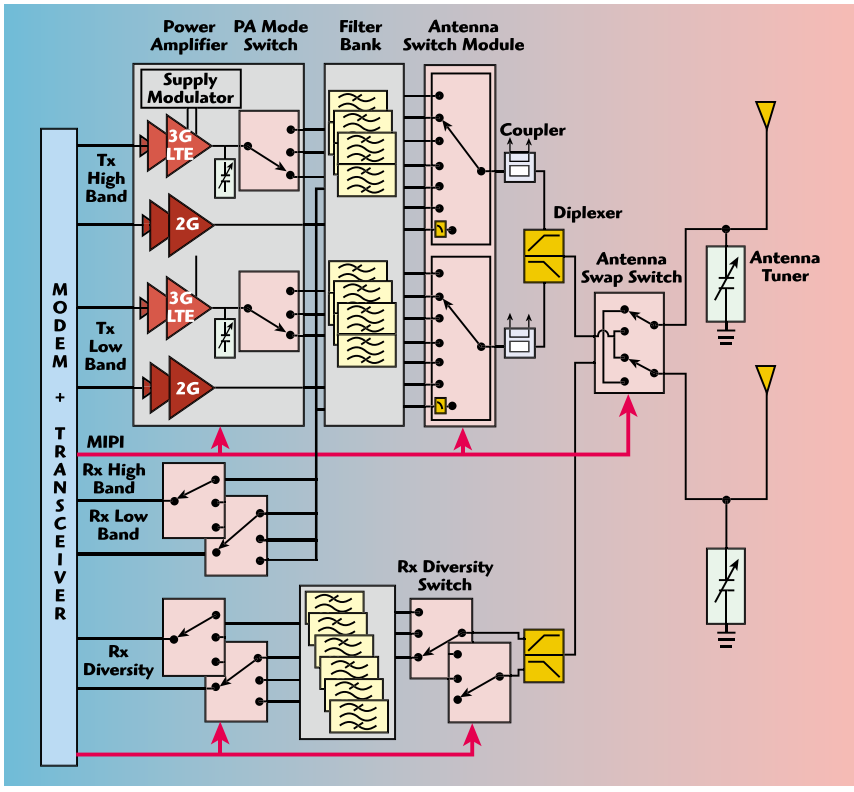


图 3. 4G/LTE 射频 FEM 结构。

我们不能都成为朋友吗?

LTE 要想实现高数据率，则射频接口（前端模块，FEM）的所有部分都要增加复杂性，而且尤其是射频收发机和基带处理器。FEM 复杂性主要来源于以下 4 个方面：

（1）每个手提设备支持的频带数量不断增加(除了原有的2G/3G 频带，还有 2 到 18 个 LTE 频带)。

（2）引入了高频频带（2.5 GHz 及以上有 6 个频带）。

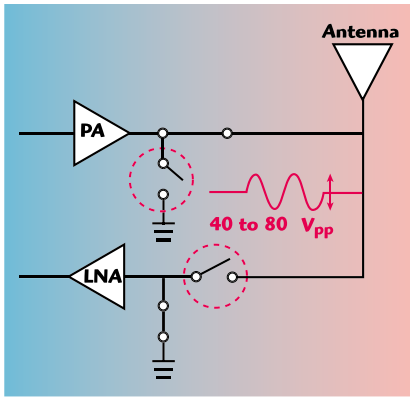


图 4. 具有高的天线 VSWR 的峰间电压。

（3）OFDM（也用在其它 UMTS 技术和 Wi-Fi 中）较高的峰均功率比 (PAPR)。这里 PAPR 达到 11.5 dB。

（4）由于手提终端天线的尺寸受限，从而带来低效率，而且对电池长寿命的需求，载波聚合也进一步提高了这种复杂性。

一种先进的 LTE 智能电话结构展示了这种复杂性，如图 3 的示例框图所示。在移动设备中，要想支持多个频带，需要有一组复杂的滤波器和开关（具有较高掷数），可以将信号在天线与主射频收发机 / 基带之间来回传送以进行收发处理。在这组滤波器和开关中，必须仔细考虑路径损耗、隔离度、阻带抑制以及线性度，以确保被处理信号的保真度。

通过在“开”信道和“关”信道间提供高的电气隔离，射频开关在这一结构中扮演着重要角色，同时保护高灵敏度接收信道免受大功率发射信号的伤害。由于信号路径中任何 FEM 元器件的非线性，LTE 发射机的高峰值功率（达到 1W 或以上）还会产生谐波频率分量和非谐波互调频率分量。这些包括射频开关和其它有源无源元器件，比如调谐器、低噪声放大器（LNA）、功率放大器（PA）和滤波器。这些非理想的频率分量会从理想的基础信号吸收功率，而且还可能在接收机低噪声放大器中引起饱合，这取决于功率电平。

调制 LTE 信号的高峰值平均比要求所有 FEM 元器件要有高的线性度特性。考虑到器件的平均功率入射，信号链中任何地方的线性度降低要求信号“减轻”以使整个信号路径保持在线性工作范围内。降低的线性度天生地转变为移动设备向发射基站发送的低功率信号，这种低功率然后由接收基带处理器进行处理。两种情形都可能引起通话中断。

尽管无法马上凭直觉获知，但

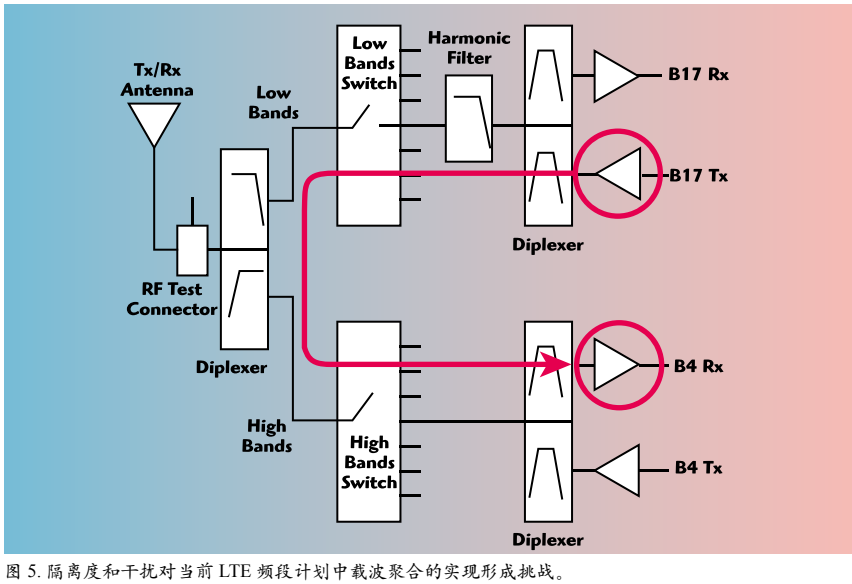


图 5. 隔离度和干扰对当前 LTE 频段计划中载波聚合的实现形成挑战。

产品
到解决方案
毫米波
放大器
Ducommun有超过45年设计、测试和制造毫米波放大器的经验。
Ducommun
• 高功率、单DC电源/内部时序偏置

32 至 36 GHz 功放
• AHP-34043530-01
• 增益：30 dB (最小)
• 增益平坦度：±2.0 dB (最大)
• P-1dB：34 dBm (典型)、33 dBm (最小)
• 宽带、低噪声及高增益

26.5至40.0 GHz低噪声放大器
• ALN-33144030-01
• 增益：30 dB (最小)
• 增益平坦度：整个频段±1.0 dB
• 噪声系数：4.0 dB (典型)
欲了解更多信息，
请联系我们的销售团队
+1 (310) 513-7256
rfsales@ducommun.com
微信 ID: rfsalesducommun
联系方式

信号“减轻”还是会影响电池的寿命的。当工作在饱和功率电平时，功率放大器常常是最为有效的；但是，对线性度来说，这些条件是最坏的。因此，对线性传输，需要减轻功率电平，从而会使放大器效率低些。一些特殊技术（比如平均功率跟踪（APT）和包络跟踪（ET））已被采用，从而根据被调制输出波形的包络实时地调整 PA 偏置，因而功率放大器总是工作在接近最佳效率。这些技术已经成功地实现了利用。从基带 / 应用处理器向 PA 偏置控制器发送所需的控制指令来精确跟踪调制信号包络，它需要额外计算周期。为提高 PA 的线性度，数字预失真（DPD）技术也已用于移动应用。这些 DPD 和 ET 技术也正兴起在 Wi-Fi 功率放大器应用领域，一些重要挑战需要加以解决。

当今移动设备形状因子的物理限制也对今天无线标准的不断变化有着影响。Wheeler 极限将天线结构的物理尺寸与其所得的增益和带宽联系起来。在所有 40 多个 LTE 频带上，要想从一部天线获得平坦的宽带增益和方向性，想不大于一片口香糖是非常困难的。此外，在这一频率范围内，天线提供给前端元器件（开关或滤波器 / 双工器）的阻抗不是恒定的，而且变化很大，导致 VSWR 很高，达到达 20：1。这使得出现在主要天线射频开关上的天线反射信号高达 80 Vpp（图 4）。高反向击穿在可靠地处理这些情况时至关重要。在一些无线电结构中，新近引入的一些技术，比如天线阻抗调谐和孔径调谐可以解决这些问题。

阻抗调谐器一般一般在主天线射频开关组件的天线端口处，用来调节提供给 PA 的阻抗，通过将一些能量耦合到检波器来测量来自天线的反射电压。通过采用在基带实现的有源反射功率测量技术，可以采用固定调谐器设置在频带上（开环）或实时地（闭环）调节阻抗。孔径调谐器一般放置于天线输入端，用来主动调节天线辐射方向图，以在给定的方向上获得最大的 EIRP。两种方法都可用来提高移动设备的灵敏度，并在基站和用户之间提供可能最好的信号。

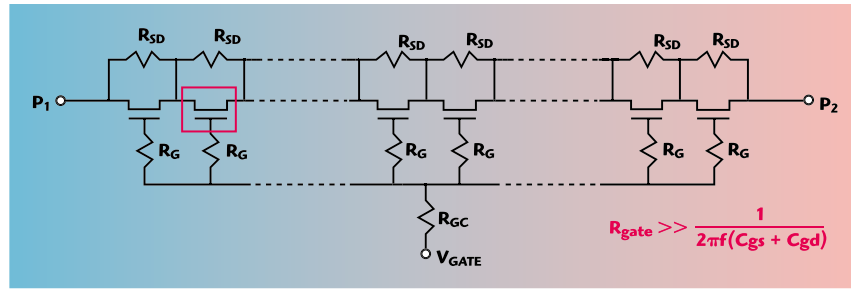


图 6. RF SOI 器件堆叠。

蜂窝 FEM 中讨论的所有复杂性（插入损耗、隔离度、非线性度、天线带宽和失配）由于载波聚合的引入变得更为糟糕。载波聚合同时将两个或两个以上的频道同时捆绑在一起，从而增大信号的有效带宽，提高整个数据率。在当今的光纤网络中，类似技术也得到采用，其中将多个高速信道组合在一起，产生一个超高速数据流。能够支持下行载波聚合的手提设备已经推向了市场。未来，LTE 标准可以使手提设备支持上行载波聚合。支持这些需求的手提设备必须能有效地工作，并具有良好的接收特性。这只有通过进一步提高一些品质因数（插入损耗、线性度）才能获得。

与 CA 相关的复杂性可以从频带 4 和频带 17 间的一个特殊聚合示例可以明显地看到，当人们发现 B17 发射 (700 MHz) 的第三个谐波落在 B4 接收 (2.1 GHz) 的位置时，几年之前人们提出了一个问题，对射频开关隔离度、带外干扰抑制和路径线性度提出了更严格的约束条件，从而减轻了这一问题（图 5）。即便接收频率不是发射频率聚合频带的多倍，还是会对载波聚合频率对组合产生干扰，这里，接收频率与发射频带的一个互调频率相一致。有许多载波聚合频带对属于这一类型。

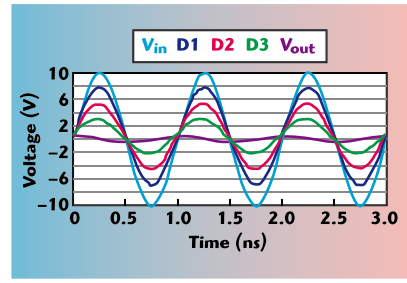


图 7. 一个 4 堆叠 SOI FET 上的 10V 峰间输入，在每个 FET（D1，D2 和 D3）的漏极节点有几乎相同的压降。

Wi-Fi怎么样?

FEM 结构的类似复杂性可以在标准 802.11ac Wi-Fi 中看到。采用 MIMO 通道绑定和波束形成技术，可以使信号保真度达到最佳，这些技术中的每一个在实现时都有其自身挑战。与蜂窝系统相比，Wi-Fi 工作在较低的信号功率电平（相比于 LTE 的 23 dBm 来说，其最大用户设备发射功率为 20dBm），因为其覆盖范围更近一些。但是，这些系统采用复杂的调制来支持高数据率（在 802.11ac 中达到 256 QAM）和高的载频（5.8 GHz），这些需要仔细进行系统设计。由于高 PAPR 和 EVM 需求（对 256

Farran Technology

mmWave & Terahertz Solutions, Made Simple



矢网扩展至500GHz



全频带下变频器至325GHz



爱尔兰整机出品，原厂工程师全程技术服务
(2015 EDI CON北京展会现场)



信号源扩展至500GHz



安检、成像，FOD核心模块



大功率功放至250GHz



客户定制产品至3THz

雷达和卫星

- 光纤关节
- 空管雷达关节
- 接触式、非接触式射频旋转关节
- 动中通、静中通旋转关节
- 数据传输旋转关节



SPINNER

指定代理商













扭矩扳手



Easy Snake



4合1校准件



万向电缆

德国原装正品

原厂工程师全程技术服务

MegaWave

mmWave & Terahertz Solutions, your "local" partner

上海明惟电子科技有限公司

地址：上海市松江区中山中路79弄9号平高世贸中心1102室
电话：021-6767 8786
传真：021-67678786*8007
E-mail：sales@megawave.com.cn
网址：www.megawave.com.cn

Farran Technology　SPINNER　millitech

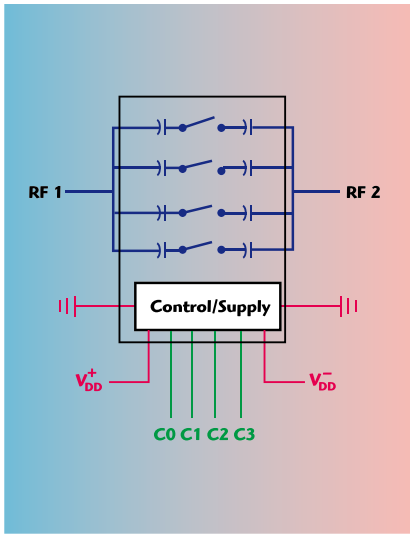


图 8. 16 种状态可变电容组。

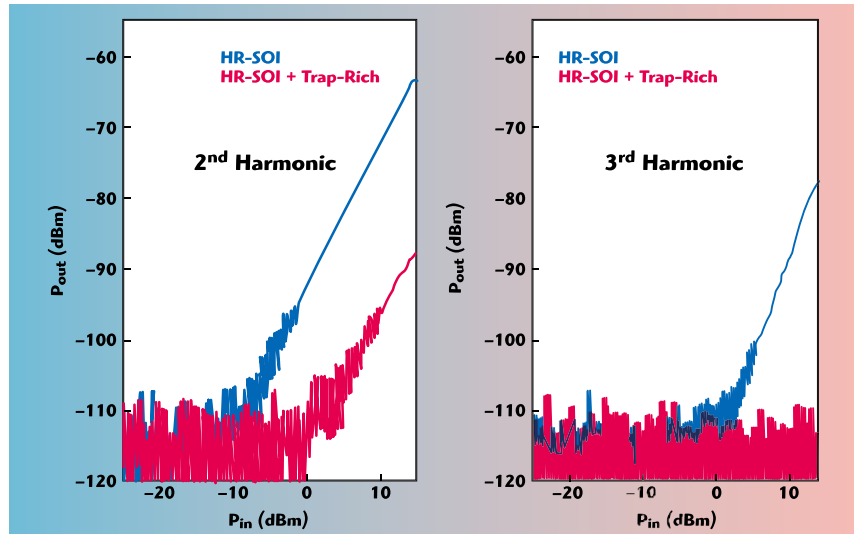


图 9. 共面传输线的谐波失真，HR SOI 与有一个多陷阱层的 HR SOI 之间的比较。

QAM 星座密度，发射要小于 1.8%），Wi-Fi 802.11ac 功率放大器的线性度要求非常严格。由于重叠通道的干扰水平高，尤其在 2.5 GHz 频段，所以对 LNA 噪声系数和线性度的要求（对射频开关也是如此）也是非常严格的。这些需求对整个前端性能形成很大压力，其目的是要最大限度地降低功率损耗，并获得良好的接收性能。

在一个访问点，802.11ac 保证有 6.7 Gbps 的峰值数据率，有带宽 160 MHz 和一个 8 × 8 的 MIMO 结构，同时兼容性终端设备将争取 2 × 2 的 MIMO 结构有 1 Gbps。这些需求对 PA 效率和整个方案尺寸（它喜欢硅集成）形成了很大的压力。将来，为驱动大于 10Gbps 的数据率，今天这里讨论的标准将推向改进频谱效率的 802.11ac 传输（正在 802.11ax 中提出）或走向更高的频段（802.11ad）。在可以预见的未来，Wi-Fi 数据率要求将对整个前端效率施加很大的压力，从而最大限制地降低功率损耗和组件尺寸。

为什么是RF SOI和为什么是现在?

众所周知，在许多领域，RF SOI 已经成为蜂窝和 Wi-Fi 射频开关适用的技术。在 3G/4G 应用的早期，人们需要一种新型技术可以来获得相同或类似性能（考虑到 Ft、机动性和击穿电压），有足够的生产能力满足理想的市场需求（低廉的成本）。基于这一点，GaAs PHEMT 和 PIN 二极管技术常用于射频开关。RF SOI 固化在移动 FEM 中的主要特征包括：

（1）对更高的电压，设备具有堆叠能力；

（2）对低插入损耗，有低的导通电阻 (Ron)；

（3）对高隔离度和高的 Q 值，有低的低关闭电容 (Coff) 和衬底寄生；

（4）逻辑和控制集成；

（5）采用 III-V 技术，有低成本和改善的经济价值；

（6）主流硅制造。

已有文献报导认为，高电阻率衬底（具有足够高的栅极电阻）上的 RF SOI 允许终端体漂浮，并允许多个 FET 设备堆叠以便处理高电压、大功率情况（图 6）。

将 RF SOI 这些固有特性与适当的偏置网络设计结合起来，可以获得关闭状态下堆叠上的正确的分压和开启状态下 (Ron) 很低的电阻，从而获得低的插入损耗（图 7）。通过降低通道长度，本征器件 Ron 的降低基本上是可以获得的，但这必须与相应的 BVdss 的降低进行仔细平衡。为了维持高电压处理能力，BVdss 的降低要求有较大的器件堆叠高度和芯片面积。关闭状态电容 (Coff) 是开关设计中另一个关键性度量标准，决定着器件所能获得的关闭状态隔离度。通过降低 Coff 而获得大的隔离度是一项挑战，必须采用一系列技术，包括枢纽工程、器件设置布局和金属堆叠优化。Ron Coff 乘积不断减少的同时维持合理的 BVdss，允许设计出复杂的开关产品。

通过能够处理大功率电平，并可以获得高隔离度、低插入损耗的高质量射频开关，人们可以设想一下其它一些应用（这些器件可以用上）。通过将射频开关和电容串联或并联到一个阵列中，可以产生一个可选的或可调的高 Q 电容器组（图 8），它可以用作动态或可变调谐单元。当前许多 RF SOI 技术拥有高质量金属绝缘层金属 (MIM) 和金属 -



微信购买 轻松快捷

现货商城 即时送达





扫码关注微波超市

微波超市
MWSTORE.COM

"微波超市"是由北京微波网超科技有限公司打造的国内首家互联网+微波的技术服务平台。平台致力于推动行业内产品、资讯及人等相关资源的匹配及互动。平台网址：www.mwstore.com

Performance Metric	GaAs	SiGe	RF SOI	CMOS
Insertion Loss	+	+	+	–
Linearity	+	+	+	–
Passives Q	+	+	+	–
Breakdown Voltage	+	+	+	–
Thermal Conductivity	–	+	+	+
Digital Integration	–	+	+	+
Cost	–	–	+	+

图 10. 关键 FEM 技术的比较。

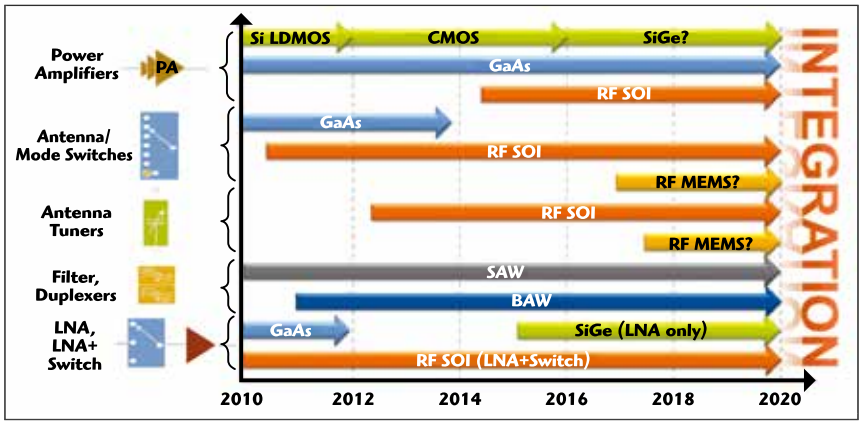


图 11. RF FEM 技术发展趋势。

氧化物 - 金属（MOM）电容，具有合理的高密度 (>2 fF/ μ m^2) 和高的击穿电压，从而支持大的驻波信号。MIM/MOM 电容和射频开关的组合使调谐器成为可能，从而使得 RF SOI 可以用于其它一些应用中，比如天线阻抗匹配或天线孔径调谐，从而解决天线带宽和阻抗变异性的问题。

所描述的两种应用都要求一个数字控制单元来选择给定的开关结构或调谐器状态。在 GaAs 或其它 III-V 技术中，这一般要求有一个独立的 CMOS 控制芯片与 GaAs 器件搭配，从而根据来自基带处理器的指令动态地调整器件状态。RF SOI 允许将控制单元和射频功能集成到单个芯片中，从而降低成本、空间以及整个系统的复杂性。

为了最大限度地降低大功率、多载频条件下畸变产物的产生，考虑到功率电平问题，所描述的每个应用要求很高的线性度和低的谐波响应。在今日的 LTE 系统中，技术指标要求射频开关产生任何谐波在主载波信号下应大于 70 dB。提高后的 FET 击穿电压允许降低堆叠的高度，改进插入损耗和相关的谐波振荡。但是，非线性度的另一个分量与衬底中表面电荷复合有关，这里，大功率射频信号会在 SOI 硅衬底 / 隐埋氧化物 (BOX) 界面上感应生成寄生导电层。射频信号可能会耦合到这一寄生导电层，并调制其导电特性。通过各种衬底处理，比如电荷陷阱注入（charge trap-injection），这种动态变化已得到处理，它最大限度地减少了在界面上产生寄生导电层的可能。与没有经过这些处理的标准高电阻率衬底相比，器件的线性度性能得到 15 dB 的改善（图 9）。

RF SOI 能让 FEM 的另外两个关键元器件（LNA 和 PA）进行集成。LNA 的噪声系数和增益性能受到 ft、fmax 和 FET 栅极电阻的影响。SOI 提供了一个极低电容器件，因此有助于 ft 和 fmax。自从 RF SOI 引入初期，Wi-Fi FEM 已广泛用于开头和 LNA（集成单个芯片上）。随着载频聚合在 LTE 蜂窝应用中的发展，无论对主发射 / 接收，还是分集接收天线路径，人们都期待 LNA 性能得到改善。这为 RF SOI 提供了一个机会，允许优化的开关和 LNA 在蜂窝 FEM 中进行集成。另一方面，功率放大器需要高的 ft 和击穿电压。文献中，FET 堆叠概念已在高电阻率（HR）衬底 RF SOI 器件上得到验证，从而能够提供可接受的蜂窝 PA 性能。HR SOI 还允许改善的无源元器件支持片上匹配。许多挑战（与 SOI 上 PA 集成有关），比如热和衬底耦合，随着时间推移已得到了解决，而且产品已得到演示验证。在使这些解决方案成为主流的过程中，RF SOI 电路和结构创新是重要的驱动因素。今天，在解决 FEM 应用问题的所有技术中，在满足关键性技术和经济需求的过程中，RF SOI 能够提供独特的平衡（图 10）。

RF SOI的未来

随着智能电话、平板电脑以及其它移动消费应用的快速兴起，这对基于 RF SOI 技术的芯片产生了机会，但也提出了更高的需求，尤其是对天线接口和射频前端元器件，比如射频开关和天线调谐器。相比于 GaAs，作为一个低成本、更为灵活的备选方

强强联合！

罗杰斯+雅龙天线层压板

卓越稳定的 PIM 性能

罗杰斯公司具有广泛的针对基站天线应用的系列产品。并具有低损耗，低 PIM，成本优势，介电常数范围为2.5 – 3.5 等特点。雅龙在天线领域处于领导地位的产品——基于 PTFE/玻纤布的AD系列™板材，与罗杰斯公司开创性产品 RO4000® 系列热固型/玻纤布板材相结合，我们将提供满足基站天线不同设计需求的完美解决方案。无论从多频段低PIM天线，到 4G 中分布式有源天线阵列，还是新兴的 5G 技术应用，罗杰斯公司都将在两类板材中提供优质的产品以满足您的天线材料要求。

材料	介电常数
AD 系列	**2.5 to 3.2**
RO4700JXR™ 系列	**2.55 to 3.0**
RO4500™ 系列	**3.3 to 3.5**

AD系列材料是基于玻纤布陶瓷填充的PTFE材料，AD255C™ 和 AD300C™ 板材在基站天线应用中处于行业领导地位。

RO4700JXR 材料是基于玻纤布的较硬质的热固型树脂材料，其利用独特微球填充技术实现了低Dk和低PIM。

RO4500系列板材是基于RO4000 材料的玻纤布陶瓷填充的热固树脂材料，是诸如有源天线阵列等多层板天线设计的理想首选。

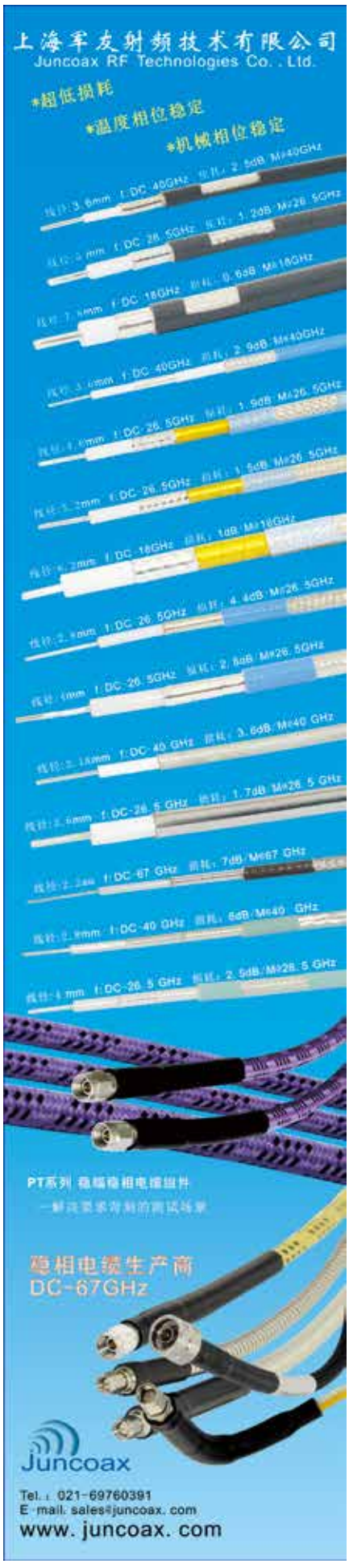
想了解关于天线级板材的更多信息，
请访问 www.rogerscorp.com/antenna



ROGERS CORPORATION

Advanced Connectivity Solutions

中国电话: +86-21-62175599 • 美国电话: +1 480-961-1382
欧洲比利时电话: +32 9 235 3611 • www.rogerscorp.cn



案，RF SOI 被认为是目前为移动设备制造的大多数射频开关和天线调谐器的选用技术。

随着无线标准的进一步发展，整个 RF SOI 价值链（包括手提设备供应商、射频元器件制造商、SOI 生产厂家以及衬底供应商）将面临更为艰巨的挑战。下一个 3GPP LTE 标准 (Rel. 13) 的发布将为上行载波聚合铺平道路。这一需求将对所有 FEM 元器件（尤其是射频开关）提出线性度要求，比今日的要求更进了一步（估值在 85~90 dBm IIP3 间变化）。

对在未授权频带上的 LTE 应用也将定义技术指标，并要求与 Wi-Fi 和谐共存。与此同时，在 Wi-Fi 发展的下一阶段，人们将会应用 1024 QAM 调制（将进一步对 Wi-Fi FEM 元器件中的线性度和相位噪声提出要求）。在减轻线性度和接收机灵敏度要求时，所有这些标准的动态都将对蜂窝和 Wi-Fi FEM 制造商提出一个有趣的挑战。

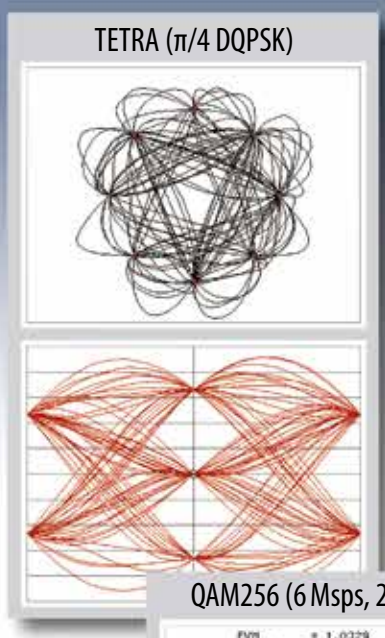
为解决这些极为复杂的多频带和多标准设计，射频前端组件将要求进一步集成多个射频功能（像功率放大器、天线开关和收发器以及数字处理和功率管理），以减化结构和降低成本。今天，这些功能已通过不同的技术得以解决，但发展趋势倾向于可以获得真正集成的硅方法（图 11）。

采用 RF SOI 实现射频前端组件功能的移动设备能够从高度集成化（线性度和插入损耗得到改进，从而具有更好的发射效率和更长的电池寿命，能够享有更长的通话时间（更低功率）和更好的用户体验）中受益。高度集成还导致射频电路和结构的革新，这些技术的好处与数字信号处理结合起来，从而产生一个灵活的动态解决方案，以适应给定的环境条件。这些就是硅基技术明确的好处。对 RF SOI 能力的开发利用，这仅仅是个开端。■

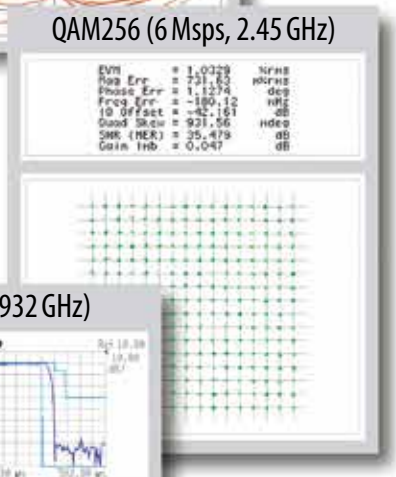
参 考 文 献

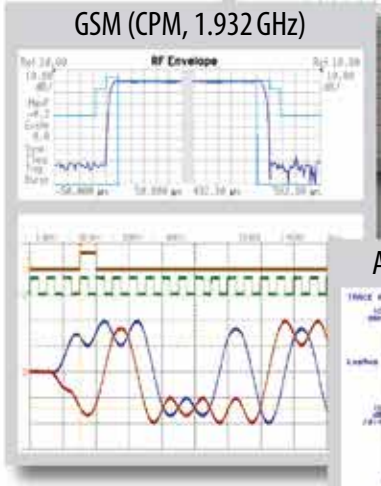
1. Cisco White Paper: Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2014-2019, May 2015.
2. Cisco White Paper: Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic, 2014-2019, February 2015.
3. iHS smartphone-electronics-design-intelligence-data base, Q2 2015.
4. “Cisco Will Ride the 802.11ac Wave,” http://blogs. cisco.com/wireless/cisco-will-ride-the-802-11ac-wave2.
5. Sassan Ahmadi, “LTE-Advanced: A Practical Systems Approach to Understanding 3GPP LTE releases 10 and 11 Radio Access Technologies,” Chapter 13, Aca demic Press, 2014.
6. SOITEC White Paper, February 2013.
7. Ali Tombak, “Silicon on Insulator (SOI) Switches for Cellular and WLAN Front End Applications,” IMS 2012 Workshop.
8. “Recent Advances in RF Front End for D/L Carrier Aggregation,” muRata, IWPC, Lund, Sweden, June, 2013.
9. M.B. Shifrin, P.J. Katzin and Y. Ayasli, “Monolithic FET Structures for High Power Control Component Applications,” IEEE Transactions on Microwave Theo ry and Techniques, Vol. 37, Issue 12.
10. J. P. Raskin et al., “RF SOI CMOS Technology on Commercial Trap-Rich High Resistivity SOI Wafer”, 2012 International SOI Conference.
11. S. Pornpromlikit et al., “A Watt-Level Stacked-FET Linear Power Amplifier in Silicon-on-Insulator CMOS,” IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, 2010.

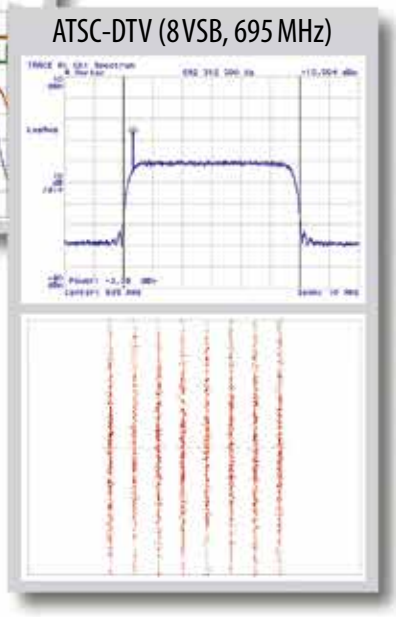
只需轻触按钮，即获矢量信号











- 2 GHz, 4 GHz 和 6 GHz 机型
- 双基带任意波形发生器
- 矢量与模拟调制
- I/Q 调制输入 (300 MHz 射频带宽)
- ASK, FSK, MSK, PSK, QAM, VSB 和定制 I/Q
- 预置GSM, EDGE, W-CDMA, APCO-25, DECT, NADC, PDC, ATSC-DTV 和 TETRA
- GPIB, RS-232 和以太网接口

SG390系列**矢量信号发生器** — 将通讯测试带至新高。

该SG390系列具有出色的性能特征：完整的矢量和模拟调制，双基带任意波形发生器，300MHz射频带宽的 I/Q 输入，低相位噪声，以及OCXO时基一应俱全。

我们亦使通信测试快速容易 — 仪器前面板有你所需一切。脉冲成形滤波器，TDMA门控信号，加性白噪声，和事件标记应有尽有。使用内置信号码型或PRBS发生器来创建数据，或上传你自己的符号数据。将你的符号映射到任何星座图上并以高至6 Msps速率传输 — 就这么简单。

定价 (全球通)

SG392 (2 GHz) ... $5,950
SG394 (4 GHz) ... $7,260
SG396 (6 GHz) ... $9,240

SRS Stanford Research Systems
联系电话: (408)744-9040 • www.thinkSRS.

工程化衬底：满足当前和未来射频需求的基础

Engineered Substrates: The Foundation to Meet Current and Future RF Requirements

作者：Eric Desbonnets，Christophe Didier Soitec 公司

随着与用户移动经验相关的多媒体应用的广泛使用，它将智能电话 I C 器件推向了庞大的半导体市场。智能电话前端模块（FEM，电话与外界的接口，如图 1 所示）是移动电话的关键功能，其设计直接影响到蜂窝网络和关键手机的性能：距离、数据传输速率、声音质量和电池寿命[1]。FEM 的经济价值和宽广的使用范围比得上电话处理器和内存，从而使其成为电话行业关注的焦点。

FEM 由许多功能器件构成，比如滤波器、开关、功率放大器、低噪声放大器、耦合器、双工器、天线调谐器和天线。这些功能器件所需的数量和要求随着智能电话所要支持的频段数量的增加而增加。在 FEM 中，功能器件的每一个要求有一个专用的工程衬底以达到系统的最佳成本和性能目标要求。例如，根据主流技术，滤波器是基于压电材料的：氮化铝 (AlN)、钽酸锂 (LiTaO3)、铌酸锂 (LiNbO3) 的。功率放大器是基于砷化镓 (GaAs), 开关是基于绝缘体 (HR SOI) 上的高阻值硅的，天线和 FEM 组件依赖于先进的聚合物、陶瓷和金属材料结构。

工程衬底工具盒

工程衬底是基于一个如图 2 所示的通用工具盒而设计的。第一个工具称为 Smart Cut™ 技术，能使向承载基底上的一个薄（从 10 几个 nm 到 2 μm）而均匀的单晶层传输成为可能。第二个工具称为 Smart Stacking™ 技术，能使承载基底上的经过部分或全部处理的层进行堆叠。第三个工具称为外延附生（epitaxy），这一技术是用于扩充承载基底上的半导体材料的。采用这一工具盒，所设计的工程衬底一般由三个层组成。顶层用于安装电子元器件（晶体管、无源元器件等），中间层，即绝缘界面一般由称为隐埋氧化物（BOX）的氧化物构成，底层提供结构的机械支撑，常称为操作衬底。值得注意是的，这些层还会对特性有一些影响，比如散热性、反射特性以及信号衰减，所以它们需要仔细选择和设计。

线性度挑战

根据 Cisco 的说法[2]，2013 年到 2018 年间，移动数据的传输将以 61% 的复合年均增长率（CAGR）增长，主要是由于多媒体应用推动的，尤其是视频交换。蜂窝网络的发展方向是通过改善频谱效率，扩展可获得的频谱，提高网络单元密度来达到解决数据流量暴涨这一难题。提高容量的关键技术是载波聚合和 MIMO（多输入多输出）。为了

产品组合

随我们的产品起飞

同轴连接器
DC至71 GHz

和适配器
DC至71 GHz



多端口
组件
DC至40 GHz



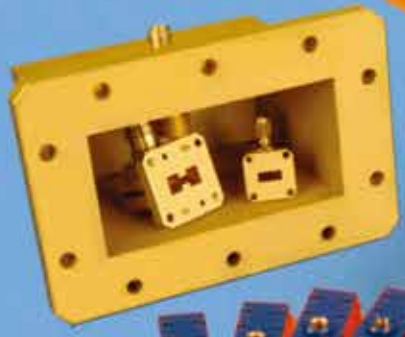
Spectrum
Elektrotechnik GmbH
所需质量之处

适配器
DC至71GHz

同轴
延迟线
DC至40 GHz



电缆组件
DC至71 GHz



波导管到
同轴适配器

相位调节器
DC至63 GHz



增益幅度
均衡器



电话: +49-89-3548-040
传真: +49-89-3548-0490
电子邮件: Sales@Spectrum-et.com

www.spectrum-et.com

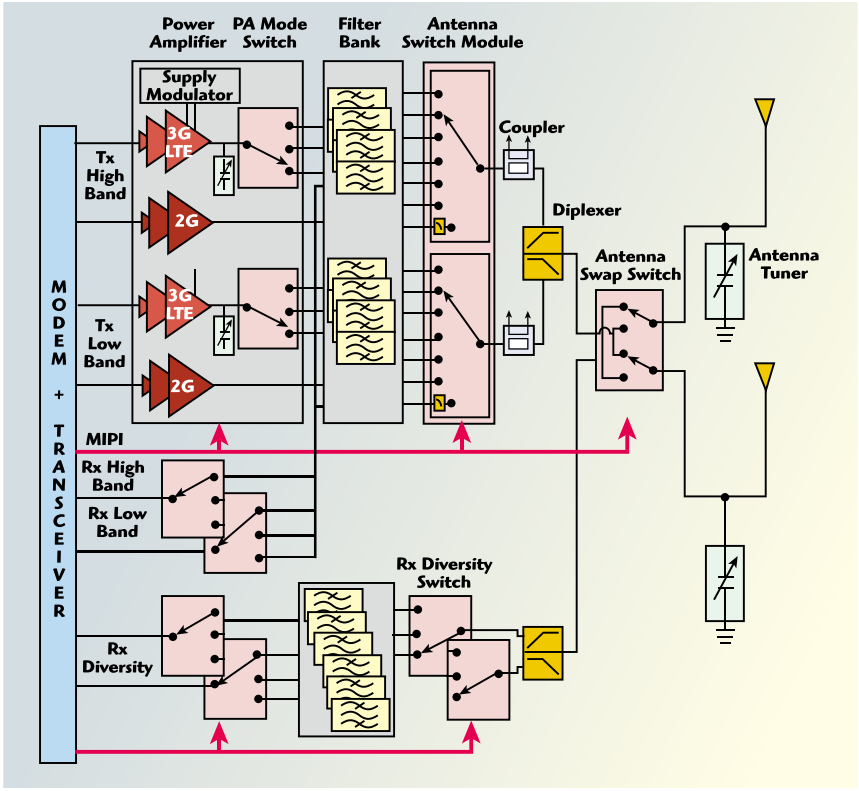


图 1. FEM 框图。

使效率更高，这些传输技术对 FEM 提出了一些额外要求，比如较高的线性度，如表 1 所示。

整个产业链，从 FEM 制造商、加工工厂、衬底供应商到研制中心都一起行动起来，以满足产品的线性度要求。工程化衬底提供商正努力提供能够提供更好射频性能的衬底，从而不会成为这些器件的限制因素。图 3 示出了对线性度的贡献。

射频SOI衬底

根据 FEM 的结构和划分，从一个元件到另一个元件，器件线性度要求豪华很大。根据经验法则，靠近天线的器件，或者处于较强信号路径上的器件要求有较高的线性度。射频 SOI 是一种工程化衬底，它包含顶层上能与 CMOS 完全兼容的单晶硅薄膜、绝缘层上的氧化物和衬底上的高阻衬底。衬底电阻率可以是几个 kΩ-cm，当没有射频损耗的情况下，它可以考虑高达 10 个 kΩ-cm。如表 2 所示，射频 SOI 为 FEM 提供了一个总体设计平台，这相比于其它选择来说有一些好处（CMOS 兼容、工厂提供、射频性能、集成和费用效益）。

表1

每代蜂窝网络对线性度的要求

网络	线性度（IIP3，单位dBm）
2G	55
3G	65
4G LTE	72
4G LTE+CA	达到90

射频 SOI 包括两种不同的衬底：标准高阻 SOI (HR SOI) 和提高型信号整体性 SOI (RFeSI™ SOI)。在射频 SOI 产品中，绝缘体 BOX 的氧化物还包含正电荷（在 10E10 cm^2 范围）。来自 Université Catholique of Louvain (UCL) 大学的 Raskin 教授的研究表明，这些电荷会在 BOX 和高阻操作衬底之间的界面上产生寄生表面传导[3, 4]，一般会使其电阻率下降 10。为恢复操作衬底原有的电阻率，UCL 和 Soitec 已经发明了一种方法，在操作晶圆顶端增加一个 Trap-rich 层，它会冷却这些载体，如图 4 所示。根据不同的线性度要求，设计人员可以选择一个或其它衬底，这要根据所需应用的射频性能来定。他们甚至可以采用相同的设计，在价格和性能之间做到最好的平衡。

就体硅、HR SOI、RFeSI 以及石英衬底间的比较结果，UCL 和 Soitec 已广泛发表了大量的研究成果[5, 6, 7]。总之，RFeSI 衬底解决了 FEM 的一些关键性需求：较高的线性度、降低

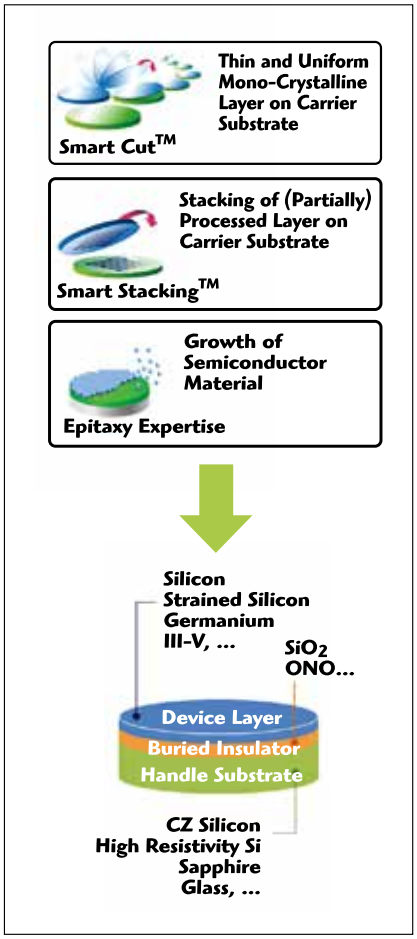


图 2. 工程化衬底工具盒。

SKYWORKS®

超宽带低噪声放大器

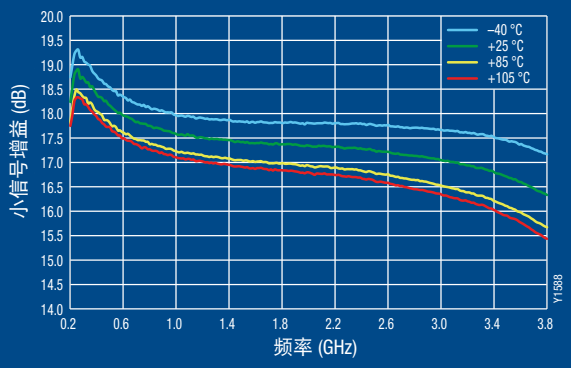
增益平稳度一流，噪声系数低

| 200 至 3800 MHz 低噪声放大器

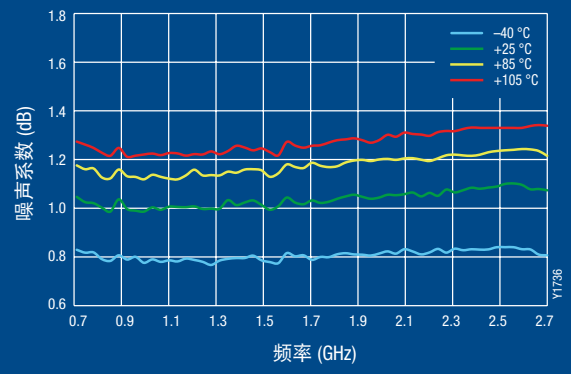
SKY67159-396LF

适用于 FDD 和 TDD 2G/3G/4G LTE 小型基站、陆地移动无线电 (LMR)、微波通讯和广泛的市场应用

- 电压变化时 IP3 性能提高
- 适合频段为 200-3800 MHz 的单一匹配电路
- 电流可在 30 至 100 mA 之间调节
- 灵活的偏置电压：3 至 5 V
- 适用于 TDD 应用的快速上升 / 下降时间“启用”功能
- 温度和工艺稳定的有源偏置，工作温度高达 105 °C
- 封装：微型 DFN 8 针脚 2 x 2 x 0.75 mm



温度变化时窄频带增益与频率的关系



温度变化时评估板噪声系数与频率的关系

立即扫描加入我们的客户电子邮件计划！

有关详细信息，请访问我们的网站 *www.skyworksinc.com*



sales@skyworksinc.com | 纳斯达克代码：SWKS | 美国：781-376-3000 | 亚洲：886-2-2735 0399 | 欧洲：33 (0)1 43548540 |

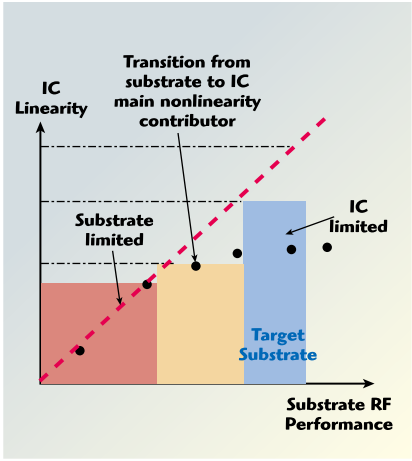


图 3. IC 线性度与衬底射频性能的比较。

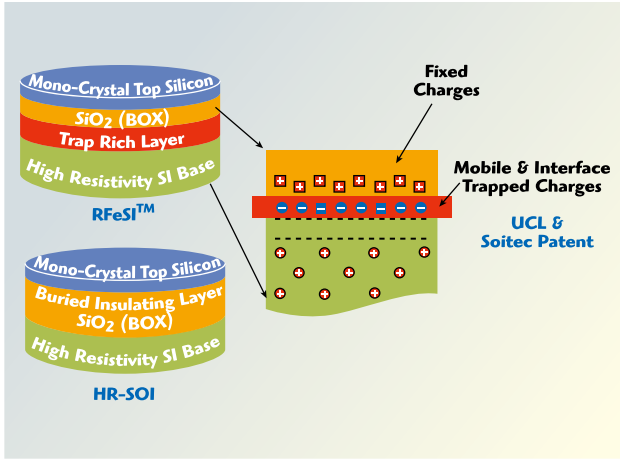


图 4. RF SOI 类型：HR-SOI 和 RFeSI ™ 。

表2

RF-SOI: 最好的前端组件开发平台

工艺品质因数	RF SOI	GaAs	SoS	Bulk	MEMS
CMOS兼容性	++	– –	+	++	=
铸造能力	++	+	–	++	–
射频性能（线性度等）	+	++	+	–	++
全FEM 集成/SoC	++	–	+	++	– –
成本	+	=	–	++	–

串扰、较低的插入损耗、更好的无源器件品质因子、某种程度上，还要有更高的散热性。RF SOI 衬底已成为开关的主流衬底，在天线开头模块中[8]，它占据的市场份额超过了 85%。第一代 RFeSI 衬底生产出来后的几年，为满足市场对线性度的需求，第二代衬底（称为 RFeSI90 衬底）在今年已经诞生。如图 5 和图 6 所示，相比于 RFeSI 衬底来说，RFeSI90 衬底的线性度具有 10 dB 的优势。这使其能够适用于新型 LTE-A 智能电话中的最为先进的电路，同时 RFeSI Gen1 还在继续供应市场。提高操作衬底的电阻率和 trap-rich 层的重新设计，将这两项措施结合起来取得了一些成果。BOX 的厚度下降到一半，提高可制造性的同时，没有影响到射频器件的性能。

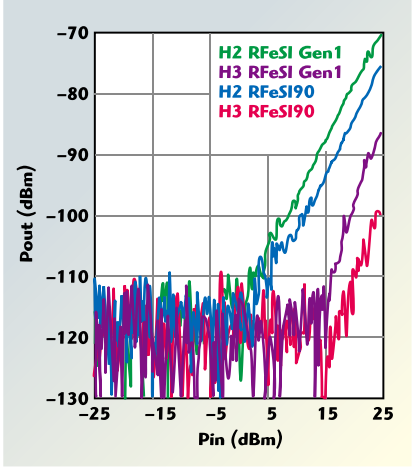


图 5. 在 RFeSI Gen1 和 RFeSI90 上测量得到第二个 (H2) 和第三个 (H3) 谐波。

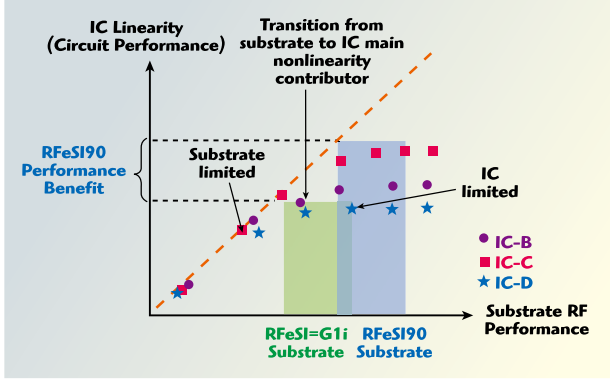


图 6. 线性度的性能优势取决于 IC 类型和 RFeSI 衬底。

射频计量学——谐波品质因子

如图 7 所示，在衬底业界和射频设计业界间有一些认知的不同：我们谈论的是沾染物质、含氧量、掺杂物、层厚以及更多的是面向材料的概念，而射频设计人员更为关注的是射频线性度、损耗、功耗、IC 面向设计概念。当选择一种工程化射频衬底时，如何在工程化衬底的技术特性与 IC 线性度特性间架起一座桥梁是所有制造商和 RFIC 设计人员所关心的一个问题。

材料工程和射频工程是两个不同的领域，在衬底的背面采用欧姆表电阻测量的方法来规定操作衬底的电阻率，这种方法无法保证晶圆的射频特性。多种参数会改变 RFeSI 晶圆的射频性能：trap-rich 层材料及其特性、掺杂物在层间界面上会发生移动，在智能切割铸造过程温度周期间热施主的激活，不同层的掺杂分布和厚度等。为了测量晶圆的电阻率，一种称为展阻量测分析仪 (Spreading Resistance Profile) 的技术常被采用。为量化材料线性度的水平，传统上，制造商测量注入共面波导 (CPW) 上的一个信号所产生的谐波水平。Soitec 公司开发出了一种专用算法，它对 SPR 分析仪进行一体化设计（通过电场深度进行加权），与 CPW 产生的第二个

4205系列衰减器

USB/ TTL 控制器

可提供0–31.5、
63.5和95dB产品



DC-6 GHz
可编程衰减器



8320、8321、8331系列

以太网控制

最多可配置12个通道

机电和固态设计

3G/4G 测试测量步入固态时代

固态可编程衰减器将测试测量系统带入数字时代。

Weinschel 是API 公司的子公司，拥有60 年的行业开发经验，提供DC–6 GHz MMIC 数字衰减解决方案，包括USB / TTL控制衰减器和以太网控制的机架式系统。

产品可提供优越的射频特性，适用于多种自动测试平台，如无线回程、衰减仿真和其他高性能无线应用场合。

- **优良的固态可重复性**
- **衰减值改变时射频信号保持连续**
- **包括基于USB的Labview控制软件**

301-846-9222 | 800-638-2048 | weinschel-sales@apitech.com | weinschel.apitech.com

api technologies corp.
WEINSCHEL

Weinschel 归属于API公司

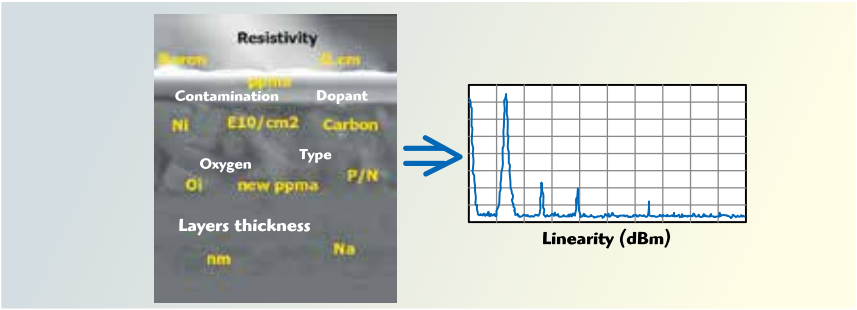


图 7. 想改进射频性能需要明白晶片参数是如何影响线性度的。

谐波进行匹配，如图 8 所示。这一参数称为谐波品质因子（HQF），包含在 RFeSI 衬底技术指标中。

RF SOI以外的开关

集成更多的 FEM 器件对业界是当前面临的一项挑战。RF SOI 是拓展这一发展方向的一种理想平台。RF SOI 已是各种不同设备（天线、天线交换、功率放大模式、分集、天线调谐器）中开关的主流技术。有源器件（比如低噪声放大器）和无源器件（比如耦合器）也在单个模块上与开关集成。采用 RF SOI 的功率放大器于 2013 年推向市场，它解决了 LTE 和 LTE-A 市场的问题，已由一些公司（比如中兴集团公司）先行接受和选择。部分或全部集成在 RF SOI 上的可调滤波器正在研究开发中。在与当前的压电滤波器（拥有数千的品质因子）竞争过程中，其困难在于如何处理典型的离散和片上电感（拥有一百或更低的品质因子）。第一步是要通过在芯片上进行部分滤波从而降低材料的滤波器代价。

一些 RF SOI 供应商已开始提供直径 300mm 的晶圆。我们期待未来的工艺节点超过 90nm，则通过将先进的数字处理与模拟 SOI 的优势结合起来，从而解决当前 FEM 技术无法解决的一些应用问题：相比于块状硅，在相同的节点具有更快的工作频率，降低电源电压到 0.4 V，高压处理，远远超过 150℃的工作温度，极低灵敏度的软错误率等等。最近开关技术的发展历史表明，在大容量、竞争剧烈的消费电子市场，新的技术可能会迅速替代当前的技术，GaAs 便是例证。工程化的衬底工具盒极为强大，它使得为动态生态系统（准备采用新型衬底）而改进的大多数衬底的生产成为了可能，而且性能和成本得到了保证。■

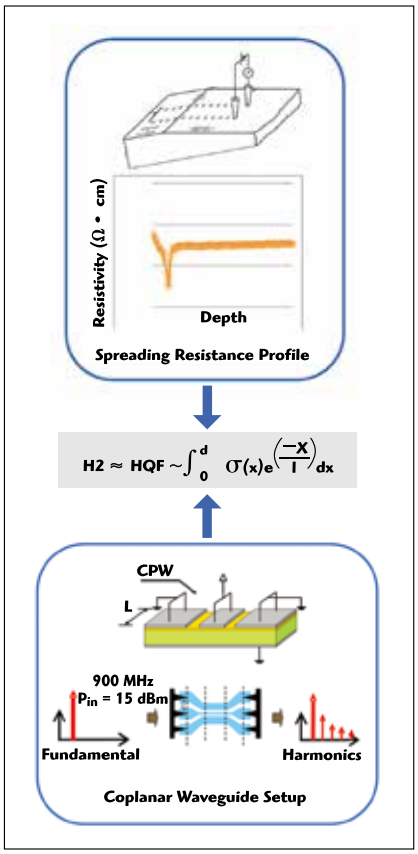


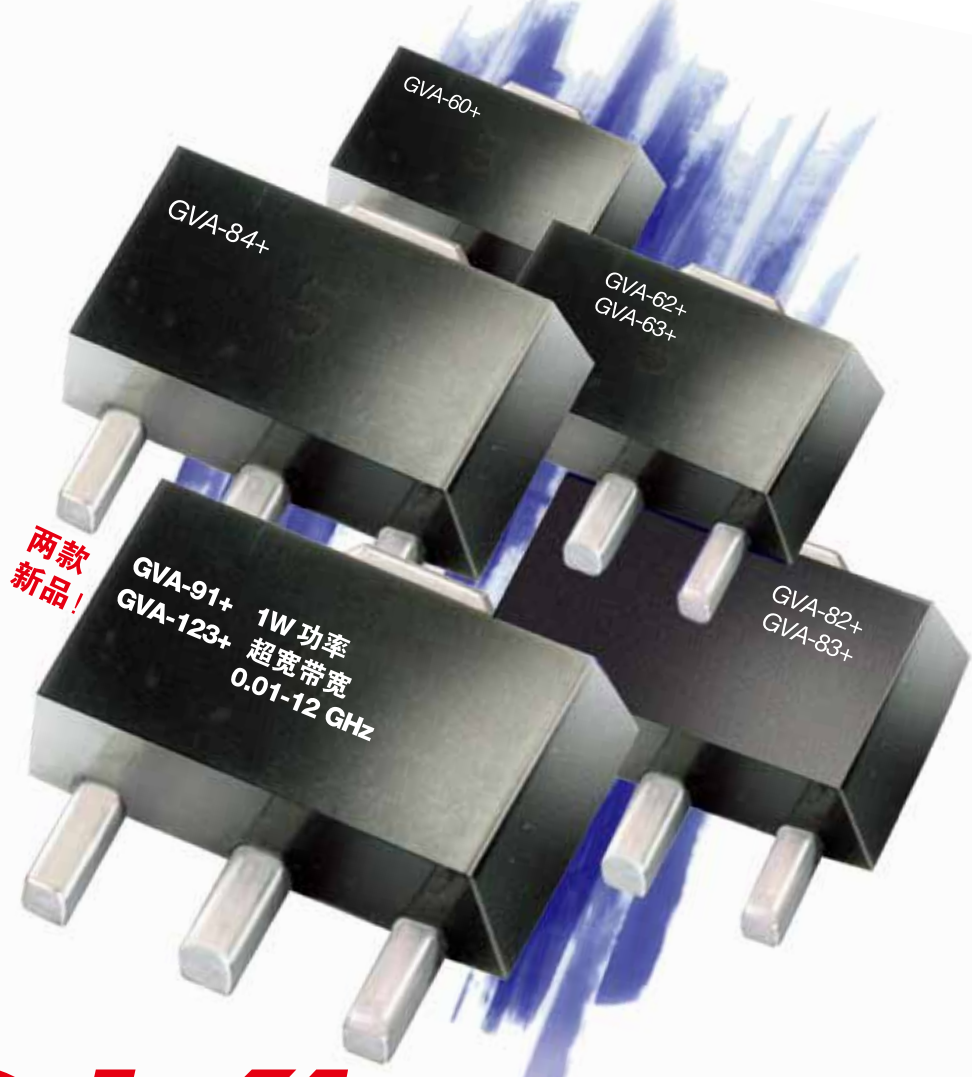
图 8. 可以对 SRP 和测得的二次谐波找出对应关系的 HQF。

参 考 文 献

1. E. Desbonnets, S. Laurent, “RF Subs trate Technologies for Mobile Applica tions,” Soitec White Paper, 2011.
2. Cisco VNI Mobile, February 2014
3. D. Lederer and J.P. Raskin, “Effective Resistivity of Fully-Processed SOI Sub strates,” Solid-State Electronics, Vol. 49, No. 3, 2005, pp. 4912496.
4. D. Lederer and J.P. Raskin, “New Sub strate Passivation Method Dedicated to HR SOI Wafer Fabrication with In creased Substrate Resistivity,” IEEE Electron Device Letters, Vol. 26, No. 11, 2005, pp. 8052807.
5. K. Ben Ali, C. Roda Neve, A. Gharsal lah, and J.P. Raskin, “RF Performance of SOI CMOS Technology on Commercial 200 mm High Resistivity Silicon Trap- Rich Wafers,” IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. 61, No. 3, March 2014., pp. 7222728.
6. C. Roda Neve and J.P. Raskin, “RF Har monic Distortion of CPW Lines on HR-Si and Trap-Rich HR-Si Substrates,” IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. 59, 2012, pp. 9242932.
7. Yonghyun Shim, J.P. Raskin, C. Roda Neve and M. Rais-Zadeh, “RF MEMS Passives on High-Resistivity Silicon Sub strates,” IEEE Microwave and Wireless Components Letters, Vol. 23, No. 12, December 2013, pp. 6322634.
8. Sapphire Applications & Market: from LED to Consumer Electronic, Yole, 2014.

飞思卡尔与中芯携手打造40nm i.MX应用处理器

飞思卡尔半导体与中芯国际宣布，双方将采用 40nm 低功耗（LL）工艺技术和晶圆生产工艺合作生产 i.MX 应用处理器。中芯国际的 40nm LL 逻辑工艺可实现低功耗、高性能和成本优化。飞思卡尔其在中国的市场和研发投入包括 3 个微控制器设计中心、1 个封装和测试中心、16 个销售代表处，员工总数超过 3800 人。



GVA 放大器

现在 **DC* ~ 12 GHz，输出功率高达 1 W**

单价从 **94¢** 起（数量1000）

GVA系列放大器现在可提供多种选择以满足您的不同需求。新推出的**GVA-123+**在0.01~12GHz超宽带范围内具有良好的增益平坦度；**GVA-91+**可提供输出功率高达1W，电源附加效率更是高达47%！这些新的MMIC放大器是蜂窝、卫星通讯及其他各种应用的极佳解决方案！GVA系列产品现在可以覆盖频率范围DC~12GHz，各自具有不同的增益、P1dB, IP3及噪声系数以满足您的不同需求。

*低频截止频率由耦合电容值决定。
对于GVA-60+, GVA-62+, GVA-63+及GVA-123+，低频截止频率为10MHz。
对于GVA-91+, 低频截止频率为869MHz。

说明：GVA-62+可用于替代RFMD的SBB-4089Z。
GVA-63+可用于替代RFMD的SBB-5089Z。
详情请参阅各型号具体指标。

由于采用了高性能的InGaP HBT技术，该系列放大器具有无条件稳定的性能，单路5V供电，外形为极小的SOT-89封装。所有型号均备现货！详细的技术指标、性能数据，出口信息、**免费X参数**等您所需要的信息，请访问我们的网站www.minicircuits.com或联系伟博电讯！

美国专利号 6,943,629

ADS免费X参数
非线性仿真模型！
Modelithics®
http://www.modelithics.com/mvp/Mini-Circuits.asp

Mini-Circuits… 我们重新定义价值所在！

Mini-Circuits®
ISO 9001 ISO 14001 AS 9100 CERTIFIED
www.minicircuits.com
P.O. Box 350166, Brooklyn, NY 11235-0003
(718) 934-4500 sales@minicircuits.com

Mitron Inc.
Authorized Mini-Circuits Rep in China
伟博电讯—— 把最好的微波射频产品带给中国
总部地址：福建省福州市349信箱 邮编：350003
全国市话服务热线：400-887-3088 传真：0591-87870011
E-mail：sales@mitron.cn 网址：www.mitron.cn

IF/RF MICROWAVE COMPONENTS

电路板材料在毫米波波段的应用

Managing Circuit Materials at mmWave Frequencies

作者：John Coonrod 罗杰斯公司

在短距离通信和高速近场通信 (NFC) 应用中，毫米波波段 (mmWave) 正被广泛使用。毫米波集成电路 (IC) 供应商也正通过提供高性价比和性能卓越的元器件以支撑这种增长。对于高频集成电路设计者来说，了解印刷电路和电路材料在毫米波波段的缺陷与性能是非常重要的。插入损耗、色散、杂散波模式抑制、信号的有效过渡以及加工方式等诸多 PCB 的问题都能影响毫米波电路的性能。本文将简要阐述 PCB 的一些重要参数以及毫米波波段选用 PCB 材料需要考虑的因素。

微带线和接地共面波导

毫米波电路利用高级调制方式实现信号发送和接收可能是相当复杂的，而且对于短距离通信中频率超过 77GHz 的应用也被频繁使用。然而，所有高频电路都需要传输线来实现毫米波集成电路与供电电源、天线、输入和输出端口及其他电路的信号传输与连接。微带线、带状线以及接地共面波导等传输线技术常用于高频电路中。通常，微带线和带状线技术只适用于 30GHz 以内的高频电路，而接地共面波导可用于 30GHz 以上的电路。图 1 比较了单介质层，信号线导体与接地面分别在介质上下面的双层板微带线和接地共面波导传输线结构。实际应用中的 PCB 通常是多层结构，微带线和接地共面波导电路通常位于多层结构的最外层。

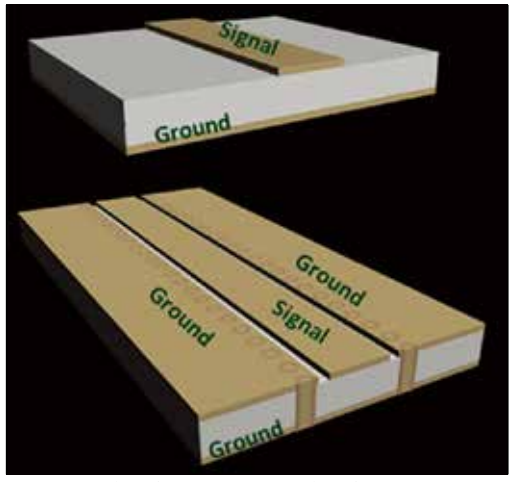
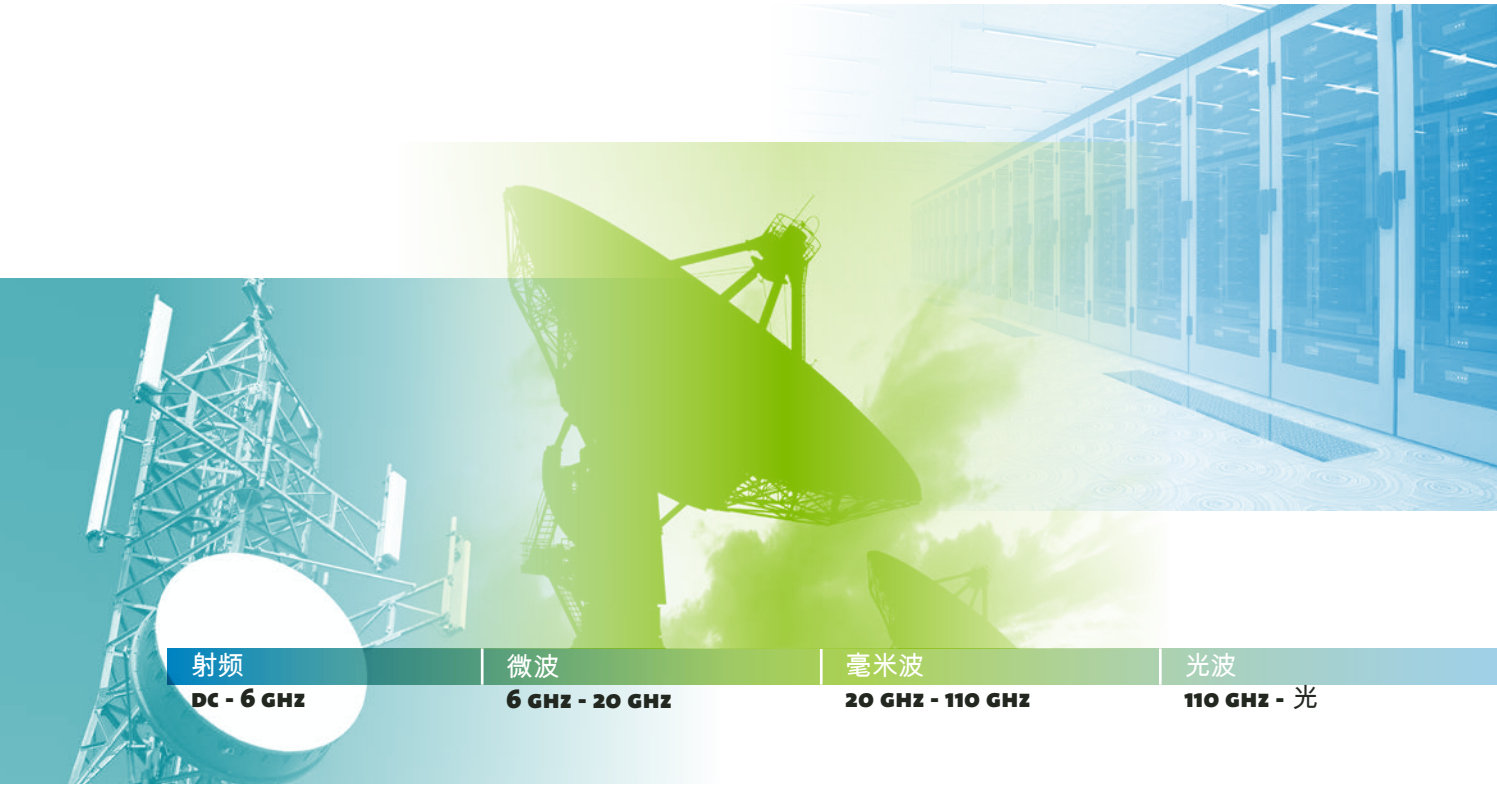


图 1. 微带线（上方）和接地共面波导（下方）传输线电路结构。

总的来说，微带线电路在毫米波波段产生的辐射更多，而设计良好的接地共面波导电路发生辐射或者产生辐射损耗的可能性更小。然而，微带线电路性能受 PCB 加工误差的影响比接地共面波导电路更低。当然，加工误差对性能的影响和频率也有关。相比于 77GHz 车载雷达中的传输线，60GHz 通信回传应用中使用的传输线受加工误差的影响更小（频率越高，尺寸精度要越高）。

有效介电常数

这些应用中的差别很少是由于频率不同造成，主要还是由于 PCB 加工造成了不同电路的关键性能差别。相比于微带线，共面波导的有效介电常数更容易受 PCB 加工工艺影



射频	微波	毫米波	光波
DC - 6 GHz	6 GHz - 20 GHz	20 GHz - 110 GHz	110 GHz - 光

丰富的产品系列+深入的专业知识 =解决应用中的挑战

MACOM 拥有丰富的产品系列可满足客户复杂多样的从 DC到光的应用需求

我们采用包括GaN, GaAs, InP和SiGe在内的多种最新的技术，帮助客户解决从航空航天到汽车电子，从通信工程到工业应用，从国防安全到医疗系统等广泛的、复杂的系统中的技术挑战。

经验丰富的技术团队和灵活的生产能力驱动的改革和创新在最大程度地满足客户的特定需求，让其产品更具竞争力。

拥有3000多个产品型号和日益丰富的产品类型使我们能更好的服务于：

- 光纤通讯
- 无线接入
- 业内最先进的宽带开关
- 广播和有线电视的功放系统
- 军用通信和电子对抗
- 预判控制系统

订购样品和了解更多信息，请访问：
www.macom.com

MACOM™

Partners from RF to Light

响而改变。所谓有效介电常数是指电磁场沿着基底介电材料（介电常数大于 1）和周边空气（介电常数等于 1）组成的混合空间传播时的介电常数。有效介电常数的差异会影响电路中的信号相位，进一步导致相位差异。相比于 60GHz 的通信回传应用，传输线相位差异是重要的但对 77GHz 车载雷达的影响更大。这也是 77GHz 车载雷达采用微带传输线结构的一个原因。

镀铜厚度差异是导致电路有效介电常数差异和相位响应差异的一个重要 PCB 加工参数。例如，当 PCB 使用电镀通孔实现接地时，这些通孔都是从 PCB 的顶层到底层。通孔中需要连通的电镀铜将导致不同批次和不同板子上的镀铜厚度产生差异。厚度差异对微带传输线有效介电常数的影响很小。然而，因为接地共面波导具有耦合特性，电镀厚度差异也会导致耦合能量产生巨大差异。[1] 当考虑共面波导共面层间的电场时，薄铜层共面波导的邻近接地导体和信号导体之间的电场能量更低。相反，铜层越厚，电场强度将越大。根本原因是因为厚铜层电路的耦合导体侧壁高度比薄铜层电路更大。此外，邻近接地导体和信号导体的间隙越小（强耦合），耦合区域的电场强度将越大；邻近导体的间隙大（弱耦合），耦合区域的能量将更低，如图 2 所示。

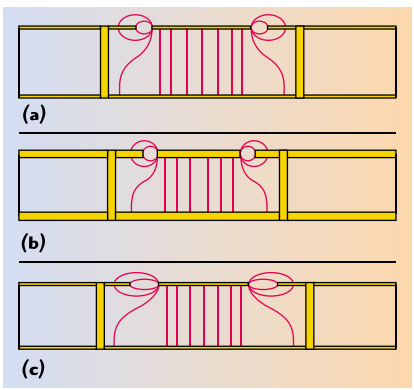


图 2. 接地共面波导电场强度（a）薄铜层邻近接地导体和信号导体间隙小（强耦合）（b）厚铜层强耦合（c）薄铜层弱耦合，电场耦合强度最弱。

本文基于 10mil（0.254mm）罗杰斯 RO4835™ 层压板，对不同铜层厚度的的微带线和接地共面波导传输线电路进行了实验研究。实验分别设计强耦合和弱耦合的不同铜箔厚度的接地共面波导电路。所有电路都是在同一材料同一张大的板材上加工完成。该张板材通过裁剪分为两半，一半所镀铜层厚度小，另一半所镀铜层厚度大。这样做的目的是最大程度地减小电路材料差异对所加工的电路性能的影响。电路的总铜层厚度是层压板铜基材的厚度和加工工厂的电镀铜层厚度总和，其中薄铜层的电路总铜厚为 1mil，厚铜层总厚度为 4.1mil。

图 3a 和 3b 分别展示了强耦合电路中薄铜层和厚铜层的横截面图。对于厚铜层电路，它的邻近接地面与信号导体的侧壁间的电场强度更大。空气对厚铜层电路有效介电常数的影响更明显，从而导致厚铜层电路的有效介电常数比薄铜层电路小。对于弱耦合电路，薄铜层弱耦合电路的有效介电常数受空气影响最小。

使用 Keysight N5251A 毫米波矢量网络分析仪 (VNA) 对加工的电路进行 10MHz~110GHz 的宽带测量。有效介电常数通过差分相位长度方法计算。[2] 不同电路的介电常数基本保持一致，仅仅因回波损耗的好坏引起一点波动。图 4 展示了四组电路毫米波波段内的特性，且所有电路的回波损耗均很小。图 4 中的标注指电路的导体宽度（w）和邻近共面间隙（s）。举例来说，强耦合厚铜接地共面波导标记为“w18s6 Thick Cu”，指其导体宽度为 18mil，间隙为 6mil。这四组电路中，w18s6 厚铜电路因其强耦合和厚铜结构，其在耦合区的电场强度最大。它的有效介电常数最低也验证了这点。由于空气的介电常数近似为 1，接地共面波导耦合区在空气中传播的电磁场越多，有效介电常数就越低。反之，弱耦合薄铜电路“w21s12 Thin Cu”的电场强度最小，有效介电常数最大。

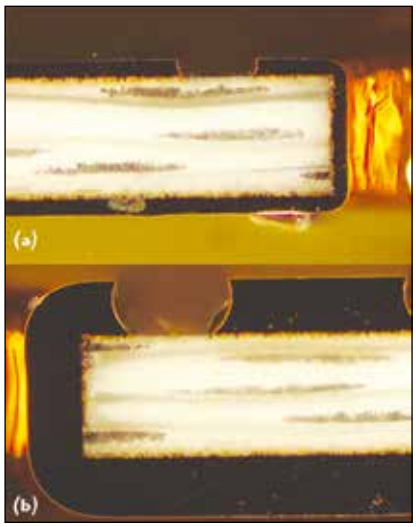


图 3. 基于 10mil 罗杰斯 RO4835 层压板的强耦合共面波导电路（a）薄铜层和（b）厚铜层。

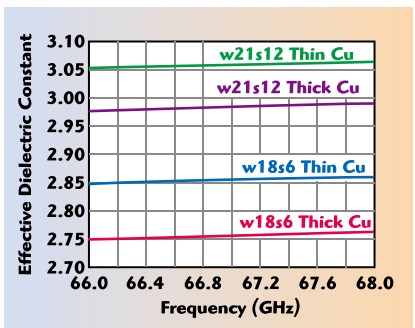


图 4. 四组接地共面波导有效介电常数与频率关系，分别包含强耦合（s6）、弱耦合 (s12) 和厚、薄铜层。

图 4 中没有包含本实验中的微带线结果，薄铜层和厚铜层微带线电路在 67GHz 时的有效介电常数差值为 0.011。相比较，强耦合薄铜层和厚铜层的接地共面波导的有效介电常数差值则达到 0.100 左右；弱耦合薄铜层和厚铜层接地共面波导的差值为 0.075。图 4 结果表明，PCB

PASTERNACK®
工程师的RF来源





60GHz系统和模块 | 电缆组件 | 放大器 | 功分器 | 开关 | 连接器 | 衰减器 | 转接头

+
成千上万种更多产品
今天就可提供

卓越品质 来自美国 源自1972年

多达48个类别，超过4万种射频、微波产品。

高达99.4%的现货库存，可当天发货，无最小订单要求。

1 扫描二维码或访问以下网址
http://www.pasternack.cn/get-the-pasternack-catalog.aspx

2 致电以下号码
400 007 3336

均可免费获得一本《射频产品指南》



12 MONTH WARRANTY | UL | IPC Certified IPC/WHMA-A-620 Application Specialist

访问我们的网站 **www.pasternack.cn** 您的RF产品超级市场

7天24小时客户支持

中国代理商嘉兆科技有限公司
电话：(86)400 007 3336
网站： www.tnm-corad.com.cn
电子邮件：pesales@tnm-corad.com.cn

美国地址
17802 Fitch Irvine, CA 92614 USA

© 2015 PASTERNACK (SHANGHAI) COMMERCIAL COMPANY LIMITED ALL RIGHTS RESERVED

加工过程中电镀铜层厚度差异对强耦合电路的影响比弱耦合电路更显著。而且相比于接地共面波导电路，电镀铜层厚度差异对微带传输线的影响很小。

电镀铜层厚度差异对有效介电常数的影响会进一步影响电路的相位响应。对于一些电路，相位响应差异可以忽略，部分电路则不能忽略。

插入损耗

镀铜厚度差异对电路的影响除了相位和有效介电常数外，还会对插入损耗产生影响。空气作为损耗最小的传输介质，利用更多空气作为传输路径的电路比利用电路材料传输的电路的损耗更低。图 5 比较了 4 组接地共面波导电路的插入损耗，其中损耗最高的电路是“w18s6 Thin Cu”薄铜层电路。该电路的导体宽度最小（18mil）且因为最薄的铜层结构，它利用空气作为传输路径最少。而损耗最低的电路是“w21s12 Thick Cu”厚铜层电路，一方面其宽导体结构降低了导体损耗，另一方面厚铜层结构使电路可利用更多空气作为路径传输电磁能量，也降低了损耗。

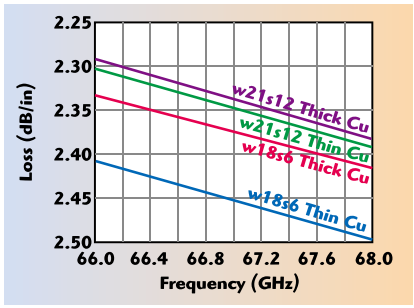


图 5. 不同耦合强度和铜层厚度的接地共面波导电路的插入损耗。

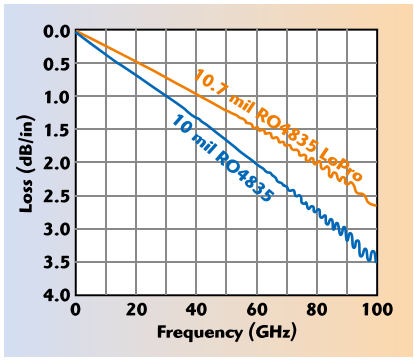


图 6. 标准 RO4835 和 LoPro 层压板不同铜箔粗糙度对插入损耗的影响。

铜表面粗糙度也会影响插入损耗和相位传播，需要注意的是铜表面粗糙度是指介质和层压板的铜层所接触的铜表面粗糙度。[3] 铜表面越光滑，所产生的导体损耗就越低，进而电路材料的插损也越低。许多毫米波设备对插入损耗非常敏感，前文中使用的 10mil RO4835 电路材料是相对粗糙的铜表面的电路层压板（尽管也可以使用更光滑的铜表面）。标准 10mil 的 RO4835 层压板铜表面粗糙度均方根值（RMS）大约为 2.8 μm，该值和铜箔供应商提供的

Microwave Journal China 微波杂志 欢迎到 @ mwjournalchina.com

白皮书
WHITE PAPER

下载白皮书 扫描白皮书

小型化Wilkinson功分器

该功分器基于DLI专利的温漂稳定的陶瓷材料，并应用了低损耗导体和集成式电阻。该产品性能卓越，尺寸很小，并兼容标准的表贴式焊接技术。产品的整体尺寸为0.185 x0.160x 0.020(英寸)，即4.7mm x4.06mm x0.5mm。该款功分器在所有端口均提供非常好的回损值，并且其输出端之间的隔离度也表现出色。在6-18GHz的工作频段下，典型回损值优于20dB，隔离度优于 25dB。PDW05758 功分器在 18GHz下的附加损耗达到最大，为 0.7dB（在 3.01dB 的名义功分值之外）。

knowles
www.knowles.com

可扩展的经济型射频频谱监控和管理

随著频谱分析和管理扩展到了更新和更有挑战的新领域，传统的台式频谱分析仪的短板越来越显现：难以适应如今极其注重外场应用的模式。此外，传统频谱仪由于把所有的功能集于一身，使得其成本居高不下，这导致了传统频谱仪在如今外场部署的应用场合实用性很差，因为这样的应用需要大量的经济型分析仪以监控远端设备或者信号。

这份白皮书展示了应对这些挑战的全新方案，这套方案充分发挥了便携式频谱仪的能力，有可扩展的开源软件，用笔记型电脑通过API可以非常容易地完全控制分析仪，不但降低了总成本，还提高了灵活性。

Signal Hound
https://signalhound.com

参数 Rq 是一致的。10.7mil RO4835 LoPro® 层压板和标准 RO4835 层压板使用相同的介质材料，但 RO4835 LoPro® 层压板的铜导体表面粗糙度更平滑，约为 0.8 μm RMS。图 6 展示了铜表面粗糙度对插入损耗的影响，RO4835 LoPro 的铜表面粗糙度更低，其插入损耗也更小。插入损耗的波动是由于接口信号过渡影响和杂散干扰造成的。

杂散波模式抑制是设计者在较高频段采用薄介质基板的一个原因。尽管较薄的层压板利于减小辐射损耗，但付出的代价是总的损耗增加。较薄的层压板的损耗主要来自导体损耗，因此在薄的层压板上降低铜表面粗糙度带来的好处比厚层压板更大。77GHz 高频电路通常使用 5mil 的 RO3003TM 层压板。对如此类的高频电路应用，薄电路材料比厚电路材料的电路具有更低的辐射损耗，更好的杂散抑制，和更易优化的信号接口有效过渡。然而，薄电路材料电路受导体影响更显著，比如铜导体表面粗糙度和表面处理引起的损耗影响。

前面的讨论都是基于裸铜结构的电路，实际电路通常都采用表面处理工艺。当铜导体表面有添加表面处理工艺时，通常会增加铜的导体损耗，最终导致插入损耗提高。表面处理工艺对导体损耗的增加也取决于材料介质的厚度，电路越薄，受到的影响越显著。

图 7 展示了毫米波波段不同铜箔粗糙度在薄介质厚度的电路上损耗情况。电解铜层的表面粗糙度为 1.8 μm RMS，压延铜的表面粗糙度为 0.3 μm RMS。两种不同铜箔表面粗糙度的电路插入损耗差值也非常明显；表面处理工艺的使用会影响插

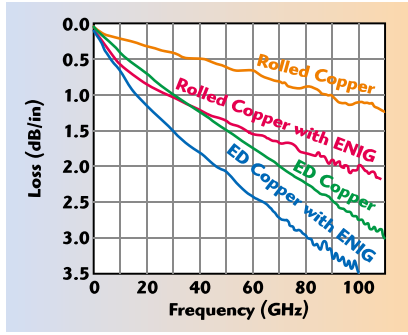


图 7. 5mil RO3003 层压板电路的插入损耗受粗糙度和 ENIG 的影响。

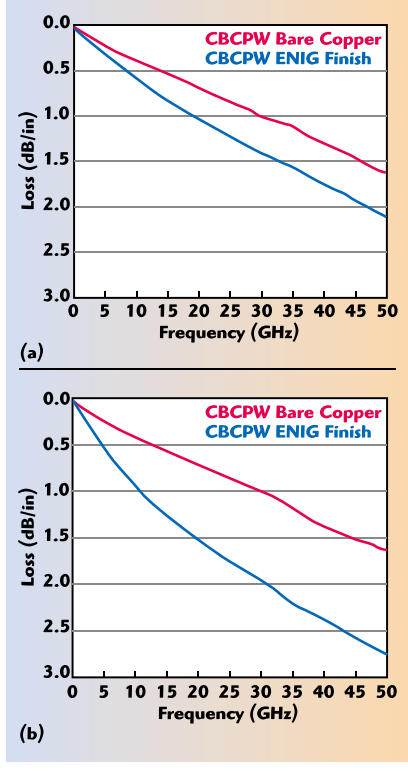


图 8. 8mil RO4003CTM 层压板 ENIG 对插入损耗的影响（a）微带线电路（b）接地共面波导。

入损耗。使用化学镍金（ENIG）表面处理工艺时，因镍的电导率只有铜的 1/3，从而会增加导体损耗。相较于厚介质厚度的电路，ENIG 的使用对薄介质厚度的电路的损耗增加更显著。由于微带线导体边缘具有很高的电流密度，ENIG 表面处理工艺也会增加微带线的导体损耗。而接地共面波导电路，其耦合场会经四层 ENIG 表面处理工艺传输，因此接地共面波导电路经过更多的 ENIG 表面处理工艺层，使得其插入损耗值比微带线电路增加更多。图 8 比较了使用裸铜和 ENIG 表面处理工艺的微带线电路和接地共面波导电路的插入损耗。可以看出 ENIG 表面处理工艺对接地共面波导电路损耗的增加比微带线电路更高。图 8 中的损耗曲线均是 50 ohm 传输线电路的损耗曲线，且接地共面波导的耦合为强耦合。对于弱耦合接地共面波导传输线电路，由于耦合区的电流密度更小，ENIG 表面处理对电路损耗的影响也更小。

结论

在毫米波波段，某些标准电路加工参数会对电路设备的性能产生或多或少的影响。例如，铜层厚度的变化会影响接地共面波导传输线电路的性能。接地共面波导的接口处或者间隙耦合等小面积耦合区域的性能也受此的影响。此外，电路介质厚度、铜箔表面粗糙度以及铜箔表面处理工艺等均会影响电路的插入损耗。了解这些参数以及如何对电路性能的产生影响对毫米波电路性能的优化十分有益。■

参考文献

1. John Coonrod, “Comparing Microstrip and CPW Performance,” Microwave Journal, July 2012.
2. John Coonrod, “Methods for Characteriz ing the Dielectric Constant of Microwave PCB Laminates,” Microwave Journal, May 2011.
3. Allen F. Horn, III (Rogers Corp.), John Reynolds (Rogers Corp.) and James C Rautio (Sonnet Software), “Conductor Profile Effects on the Propagation Con stant of Microstrip Transmission Lines,” IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques Symposium, June 2010.

借助商业最佳实践成就 NewSpace 未来

Utilizing Commercial Best Practices for Success in NewSpace

作者：Gregg Peters　是德科技公司

太空产业正处于激动人心且巨大的变革中。NewSpace 一词被用来形容这种变革。根据 NewSpace Global（www.newspaceglobal.com）官方介绍，NewSpace 是一个新兴的全球产业，它是由以商业客户为服务对象并受风险资本支持的私营企业与企业家构成，通过研发创新的太空产品或服务来谋求投资回报和利润。虽然 NewSpace 的出现对于太空产业意味着一次激动人心的时刻，但与此同时，它也会引发太空产业动荡不安，因为自二十世纪六十年代以来从未出现过类似 NewSpace 的太空竞赛。新的 NewSpace 商业模式给电子设计、测试策略及流程带来了巨大的挑战，随即引发了行业动荡。要想达到 NewSpace 提出的更高产量、更低成本和确保产品质量的要求，就必须妥善应对这些挑战。以下是详细介绍。

NEWSPACE 101

如今，各方企业正大量涌入太空产业。NewSpace Global 于 2011 年成立，当时业内大约有 125 家企业入驻。现在，NewSpace Global 可以追踪到有超过 800 家企业进入太空产业，其中包括 700 家私营企业。透过 SpaceX、OneWeb、Google 和 Facebook 的相关新闻报道可知，它们正在掀起太空变革的浪潮。这些企业必将推动太空产业发生大规模和颠覆性的改变，但它们并不是唯一这样做的企业。数百个其他家企业也正在进入太空产业，随之带来了各种各样的商业模式和任务类型—从通信、地球成像和气象预报再到小行星采矿和人类星际生存探索等。NewSpace 运动并不局限于市场新进入者。许多老牌的太空公司和组织正在适应并致力于研究如何更好地利用 NewSpace 带来的机遇。市场新进入者与老牌企业之间的联盟已经形成，并将继续巩固发展下去。

这对电子设计和测试有着重要的意义。为了更好地理解这些意义，我们有必要突出强调 NewSpace 区别于传统太空的特征。与老牌太空企业不同的是，NewSpace 企业主要服务的对象是商业企业，也就意味着他们要遵循商业原则。因此，NewSpace 大部分工作是在投资水平、持续的成本结构和收入来源（企业盈利）的基础上构建商业模式。NewSpace 的活动基金来源并不是太空产业（例如风险投资、众筹融资、天使投资），这一点与以往不同。NewSpace 最引人注目的一个属性是其风险承受能力。以前的太空投资企业认为，风险是一个不利因素，他们需要投入大量的时间、精力和费用去消除风险。但是，NewSpace 企业认为风险是可以被衡量、评估和管理的一个因素，无需费劲全力消除。

MiCable inc

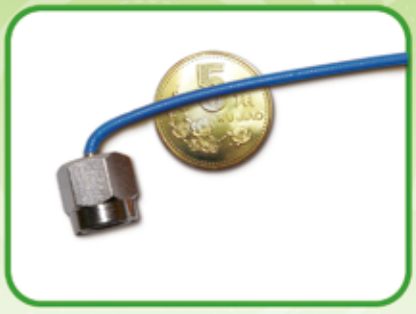
通过 ISO9001:2009 质量管理体系认证

通过国军标质量管理体系认证

C25超细、超柔软047电缆组件



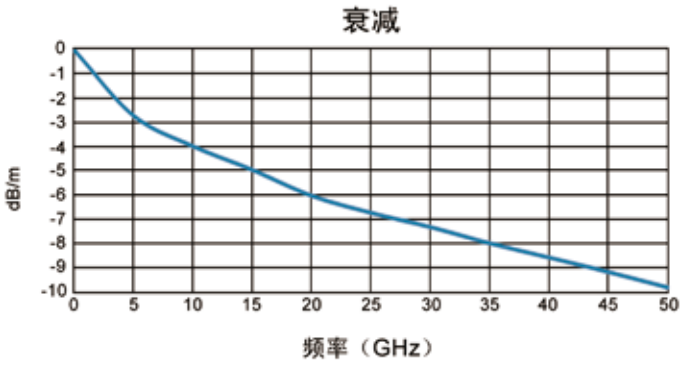


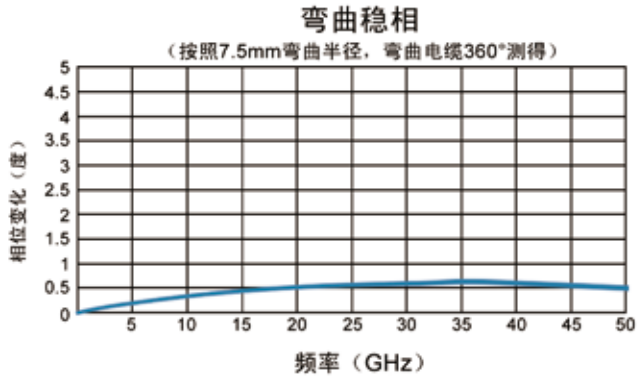


特点和优势：

- 适合非常紧凑空间的应用安装
- 适合对重量、体积有要求的各种高频应用
- 优越的弯曲稳相性能
- 大于100dB的屏蔽效率
- 优异的回波损耗性能
- 满足客户端到端信号集成化应用要求
- 动态应用环境下优越的电气性能稳定性

可选接头			
代码	型号说明	工作频率 GHz	组件驻波比 (双端同一接头)
01	SMA Str Male	26.5	<1.25
27	MCX Str Male	12	<1.25
37	SMP Str Female	40	<1.45
38	SMP RA Female	26.5	<1.40





迈可博可为您提供高质量、低成本的组件方案和快速服务！

销售热线：0591-87382861　邮箱：sales@micable.cn　网址：www.micable.cn

实施 NewSpace 后的一个主要趋势是降低了发射成本。共乘技术、可重复使用的助推器以及小型运载火箭的应用可以降低发射成本，小型运载火箭可实现小载荷发射、低成本和高发射频率。成本相对低的小卫星（SmallSats）的迅速增长则是 NewSpace 发展的另一个驱动力。SmallSats 的重量介于非常小到 500 公斤之间（例如 PocketQube 的重量只有 150 克），并根据表 1 显示的子类别进行分类。商业模式会因子类别的不同而发生重大变化。另外，NewSpace 众多商业模式 / 任务所使用的卫星数量远远高于传统空间范数。实际上，许多 SmallSat 业务正在计划部署大型星座—需要几十、几百甚至几千颗卫星—其中大多数卫星在近地轨道（LEO）上。SmallSat 的既定任务寿命非常短暂，大概是 2 到 5 年或更短的时间，而传统卫星的任务寿命是 15 年。星座部署的企业数量非常多，再加上星座的规模更大、轨道寿命更短，这些因素结合到一起，推动了 SmallSat 的批量生产。预计到这个十年末期将有 2500~4000 颗新的 SmallSats 绕轨道运行。

由于设计要求略有放松，许多的 SmallSat 设计现在非常倚重商用现货（COTS）部件。这些部件主要用于地面产业，它们的价格低廉，可用性很高，性能一般要比太空级部件先进。尽管使用这类部件的确会带来风险，但是 NewSpace 开发商通常会对 COTS 部件进行鉴定，确保与它们的任务类型、风险预测和商业模式一致，使它们成为“太空级”部件。汽车及工业零件相比消费类电子产品更会接受非常严格的鉴定，这些零件的应用也非常广泛，而且比太空级部件便宜得多。与传统的空间开发不同，

表1
小卫星子类别

子类别	质量范围（公斤）
MiniSat	100 to 500
MicroSat	10 to 100
NanoSat	1 to 10
PicoSat	0.1 to 1
FemtoSat	<0.1

一部分 NewSpace 企业还会采用敏捷方法，航天器的开发周期不再以年为单位衡量，而是月份。一些企业采用了更为敏捷的方法—发射一个卫星原型，然后观察原型的轨道性能，最后把收获的心得反馈到下一个版本。

警告：当前的挑战

NewSpace 在为我们带来极好的机遇的同时，也使太空产业面临一些重要的业务挑战。例如，风险承受能力要求企业采取有效的措施去应对风险，包括风险规避计划和应急计划。NewSpace 企业也面临提前部署卫星的压力。在某些情况下，进度压力来自多个方面，不仅有瞬息万变的市场形势和激烈的竞争，而且还与客户提出的特定发射期限、尽快将卫星送上轨道并替换陨落卫星的需求有关，但不会对企业的收益流造成影响。另一个挑战是企业要扩大 NewSpace 的卫星产量并维持产品质量。为了实施 NewSpace 商业模式，成本目标必须实现。

成本目标促使企业去控制开发成本、产品和部署成本。最后，为了维持稳健的商业模式和保持竞争力，NewSpace 企业必须不断创新，控制成本和保持进度。如果太空的环境很艰苦，那么这个任务就非常艰巨。要想应对这些挑战并持续创新，企业需要得到一大批专业技术人才的智力支持，所以吸引和留住经验丰富的技术专家和新毕业生成为了重中之重。

电子设计和测试是航天器开发与部署的不可或缺部分。NewSpace 在产量、成本和进度方面带来的挑战推动了业内变革，电子设计、开发、生产、测试与测量相关的原理、策略、流程和要求也必须随之改变。充分利用商业电子业务的最佳实践，并与太空的独特需求有效地保持一致，这样就能确保构建一种成功的、可持续发展的 NewSpace 商业模式。电子产品开发周期的基本建设与其他行业的类似，参见图 1。区分电子产品开发与其他行业的关键因素包括各阶段的定义、产品在各阶段之间过渡的标准、整个流程确保的精度。传统的太空行业产量极低，开发、验证与生产之间的界限往往模糊不清。然而，考虑到 NewSpace 多项业务的产量，各阶段之间的界限必须定义明确，以便高效地提升产量。随着产量上升，制定产品投产上线的标准显得尤为重要。调试生产中的设计问题会影响成本和进度，并

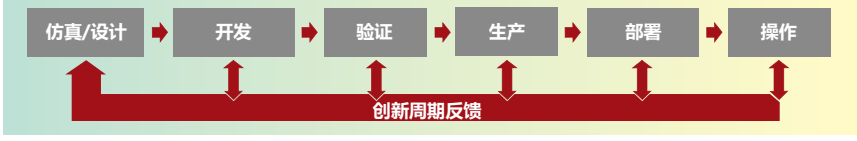


图 1. 典型电子产品开发周期。



图 2. 设计和测试流程定义流。

CERNEX&CERNEXWAVE

射频，微波，毫米波和系统（可达500GHz）元器件生产领域著名厂商

放大器(频率可达110GHz)
倍频器及分频器(频率可达160GHz)

变频器(频率可达110GHz)
天线(频率可达 500GHz)

耦合器(频率可达220GHz)
铁氧体产品(隔离器和环行器)
(频率可达160GHz)

滤波器,双工器及振荡器
(频率可达160GHz)

开关(频率可达160GHz)
移相器(频率可达160GHz)

转换器(频率可达325GHz)
波导产品(频率可达325GHz)

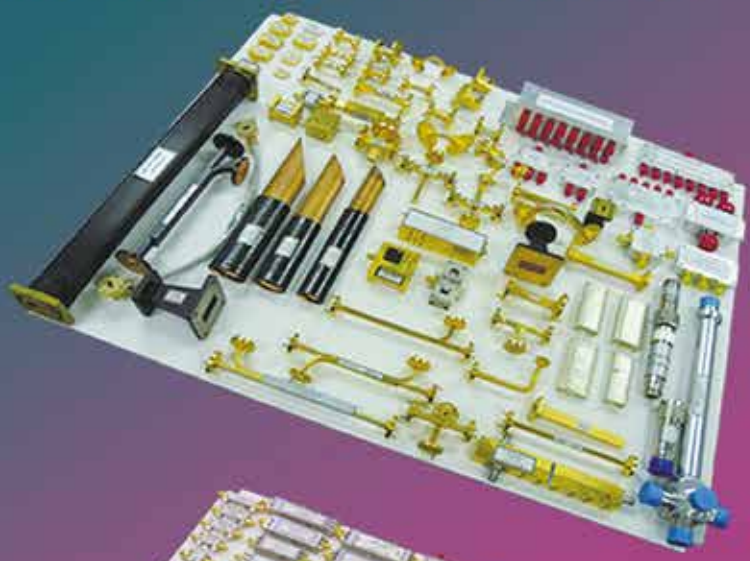
负载(频率可达160GHz)
混频器(频率可达110GHz)

衰减器(频率可达160GHz)
检波器(频率可达160GHz)

限幅器(频率可达160GHz)
偏置器(频率可达100GHz)

功率合成器，功率分配器，均衡器

电缆
电缆组件/连接器 (频率可达100GHz)
系统 (频率可达100GHz)







网址:www.cernex.com 邮箱:cernex@cernex.com 地址:766 San Aleso Avenue, Sunnyvale, CA 94085, USA 电话:+1-408- 541-9226 传真:+1-408-541-9229
网址:www.cernexwave.com 邮箱:cernexwave@cernexwave.com 地址:1185 Bordeaux Drive, suite A. Sunnyvale CA 94089. USA 电话:+1-408-773-8855 传真:+1-408-773-8858

减慢生产线主要功能的速度，即成品出货速度。另外，不同的行业和企业在利用创新周期反馈上的方法各有不同。创新周期反馈对企业应对持续创新挑战是不可或缺的。支持这个反馈机制的仿真和测量工具也是关键因素。

走向成功的最佳实践

NewSpace 想要取得业务成功，需要明确的电子设计和测试策略及流程，并与您的商业模式和现实经营情况一致。业务考虑因素是制定设计和测试目标的原动力，它要求设计与测试流程的所有属性都应满足这些目标，并最终得到一个具体的实施方法（参见图 2）。与设计和测试策略相关的关键考虑因素包括：

- 功能、性能和物理要求
- 时间轴和市场窗口
- 成本要求
- 产量和吞吐量要求
- 风险预测
- 未来规划
- 核心部分与非核心部分

尽管大部分的因素看起来显而易见，但另一些因素就没那么明显了，尤其在复杂的进度和成本约束环境中可能经常被忽视。归档和跟踪要求就是一个很好的例子，它们在非常看重进度的开发流程中会被忽视。这会使设计人员与测试开发人员产生混淆，从而导致进度推迟。

取得业务成功的关键部分是构建设计与测试流程并与您的风险预测保持一致。过去，太空产业采用的设计、验证和测试方法与商业电子行业有着很大不同。传统太空产业的最优先任务是去除风险，通常以牺牲进度和成本为代价—意味着事无巨细地去测试。不过，NewSpace 能够承受一定程度的风险。因此，NewSpace 测试策略的关键是规定何为可接受风险和和不可接受风险，譬如风险预测的成立和归档。举个例子，假设您可以接受两年期 5% 的故障率，通过计划来减轻系统设计的风险。详细的风险评估将有助于您推动测试策略和流程的实施。测试流程把故障率设在 5% 和设在 1% 或 20%，情况是截然不同的。故障率设在 1% 的测试流程同样可以实现 5%，但是它会超出成本和进度目标。

表2
主要目标、属性和实施要素

目标	属性	实施要素
从提案到操作的预测性能	产品和系统性能的有效建模	在早期完成建模和测量，以便认识到薄弱环节
尽可能在流程的早期识别和消除问题	可制造性设计、测试和成本（DFx）	提前开始测试——电路试验板和早期原型
尽早识别和认识到薄弱环节或潜在故障点	在整个过程中贯彻一致、统一、可重复的测量科学	详尽的 DFx 检验
可持续发展	数据一致性可支持趋势分析和预测	利用加速测试的方法，快速、有效地搜寻薄弱环节
持续过程改进	有明确的“生产就绪”标准	聚焦您最关注的领域的测试资源
尽可能地减少测试系统设置时间	稳固的验证测试	充分的测试——而不是过度测试
最大化提升良率	有效的生产测试	避免在正向流程中返工
最大化延长运行时间	尽量减少使用手工制品	及时移除故障件到反向流程
确保达到吞吐量目标	正向和反向流程之间有一个清晰的描述	自动化
	尽可能减少操作失误概率	并行测试
		外包

您的未来规划作为流程定义中的一部分，也是必须要考虑的因素。评估短期、中期和长期目标。您是否计划要提高产量、扩大产品组合或增加复杂度？如果您的需求在今后发生变化，您应当现在做好决策，积极地适应变化并随时升级。核心部分与非核心部分是流程定义中经常被忽视的一个概念。核心部分是指一个组织独有的内容，执行效果比外包更好、更快、成本更低。非核心部分是除核心部分以外的其他内容，是取得业务成功的必备条件。您把非核心部分外包出去，更多地去关注核心部分，就越可能构建一种成功的、可持续发展的商业模式。当然，核心部分与非核心部分的概念会随着时间而变化，所以您有必要定期对其审核；这会帮助您在业务条件变化时能够一直关注组织的主要优势。

考虑到这些因素，NewSpace 企业可以有许多种方式实现更高的产量、更低的成本，使产品的质量始终如一。具体包括：

流程目标、属性和实施：设计与测试流程的目标、属性和具体实施方法（参见表 2）彼此关系紧密，界限容易变得模糊。重要的是，属性要与目标一致，实施方法要与属性一致并最终达到目标。一种实施方法不可能

适合所有的 NewSpace 商业模式。不过，这里谈到的几点可以构成非核心部分，帮助您针对特定商业模式做出最好的实施方法选择。表 2 中显示的所有项对商业模式都会产生一些影响，对以下三大类有主要影响：设计稳健性、产量实现和成本管理。

设计稳健性：有效和精确的建模可使客户增强对某一产品或系统的信心，确保产品或系统满足要求并与商业模式保持一致。仿真工具应支持裕量分析，并能合并测量数据。不正确的裕量管理可导致一项计划的成本和风险明显增加。如果裕量太紧张，不必要的成本就会下推到子系统和元器件。如果裕量太宽松，成本就会叠加，导致系统性能不良或出现故障。仿真和模型可帮助正确地管理裕量，实现最佳的性能和成本平衡。仿真数据和测试数据在整个过程中保持一致性，可随时进行趋势分析，改进预测。关键的一点是，测量科学在每个阶段是可重复的，并与其他阶段保持一致。建模可以提早发现问题区域和潜在的设计薄弱环节。越早发现问题，成本也就越低（包括资金和进度），好过于在流程后期才找出问题；尽早开始测试。构建电路试验板和早期原型组件，然后执行严格的测试。硬件在环应集成到您的仿真软件和模型中，可提高您的系统仿真的保真度。这样做将能确保系统在首次启动时正常运行。

高加速生命测试（HALT）或高加速应力测试（HAST）也是有效的方法，可以尽早检测出设计问题和早期故障。HALT/HAST 的水平和正规程序应与产品和商业模式一致。例如，为了测试电气连接的寿命和质量，可通过热和振动环境测试来完成，以增加额外的应力。这样能够检测出疲劳或断裂问题，通常情况下这要在几年之后才会以故障的形式出现。通过执行快速测试（构成了预期周期的连接寿命的一部分），无需经过漫长的测试周期，就能够发现问题。

产量实现：可制造性设计、一体化设计、测试设计、质量设计和成本设计是商业模式盈利的关键。这些 DFx 技术密切相关，所以必须在流程早期予以考虑和检验。检验工作应包



虚位以待

EDICON 2016

电子设计创新会议

研讨会与展示会

9月20–22日

美国 马萨诸塞州 波士顿
Hynes会议中心

www.EDICONUSA.com

一个驱动行业的盛会

服务射频、微波、EMC/EMI和高速设计行业发展

首席赞助商：KEYSIGHT TECHNOLOGIES

钻石赞助商：ROHDE&SCHWARZ

特别合作伙伴：NATIONAL INSTRUMENTS

主办方

horizon house®

Microwave Journal

括所有的关键利益相关者（研发、测试工程、生产和质量）。对 DFx 问题进行及早反馈，可使生产的吞吐量和良率得到改善。还必须提供明确、一致的“生产就绪”标准。在开发和验证阶段，重心应放在对设计执行严格并宽泛的测试与调试。

当进入生产阶段时，应聚焦最关注的领域。不要考虑对那些几乎没有引起关注的领域进行测试或样本测试，而是在与风险预测一致的前提下进行测试，并发现潜在的故障模式。在生产测试流程中，清晰划定正向流程和反向流程对于实现吞吐量目标是很有必要的。如果某个部件在正向流程中出现故障，就必须移除它，发送到反向流程。因为如果这个部件停留在正向流程中接受调试，就会引起很大的问题，可能减慢甚至终止产品出货。

流程自动化是产量测试流程中的有力工具，具有明显的优势，它缩短了测试系统设置和测量时间、降低了测试人员操作失误的风险、能够最大程度地利用固定设备。它还能改进良率，减少返工和重复测试，以及缩短人为测试时间。但是，自动化通常也会招致额外的前期费用，增加初始设置时间。合理的自动化程度将根据几个因素来决定。评估和确定自动化的程度，以交付最佳的目标指标。并行测试的形式有好几种，例如多通道、多种测量类型和多个被测单元(UUT)测试。它的主要目标是确保您达到吞吐量和资产利用目标。

成本管理：外包广泛应用于商业电子行业。对于那些属于非核心部分的领域，外包是一种可行的替代方案，可提高流程的效率和降低总体成本。外包也是吸引技术人才的有效方式，它可以使用合同资源，而企业内部员工则不能。虽然外包肯定是不容忽视的解决方案，但它应被视为有效商业模式的一部分。

在根据商业模式的要求去调整设计与测试流程时，外包对成本的影响是一个主要考虑因素。成本的主要来源包括良率、测试时间和吞吐量、利用率和设备成本。在计算设备的成本时，有必要计算流程的总体拥有成本（TCO）和交付的相关价值。TCO 是指购置一台设备，并在设备的生命周期内完成操作所发生的成本之和。通常，在初次购买时可以了解到设备成本。TCO 是了解真实成本及其对商业模式的影响的关键。■

FFC1000A系列全频带微波宽带上/下变频器

将微波宽带测试领域推进至50GHz+



盛铂科技的FFC1000A系列宽带变频器基于盛铂科技创新的OBT-HU一体化仪表平台和成熟微波毫米波上下变频技术，实现宽带上变频功能。
盛铂科技FFC1000A系列宽带变频器利用先进的IF直接多级上变频技术，有效的克服了传统利用I/Q上变频技术带来的本振泄露和镜像杂散等问题，使得载波信号轻松达到50GHz，调制带宽更是高达5GHZ。
具有以下典型特征：

- 全频带覆盖能力：10MHz~50GHz
- 灵活的中频信号选择：200MHz~4GHz
- 大动态范围：输出-120~30dBm；输入-70~30dBm
- 大瞬时带宽：全频带2GHz，最高可达5GHz
- 低相位噪声，200ns快速跳频，1mHz频率分辨率
- 仪表化操作界面，便于实验室和外场使用
- GPIB、LXI和USB远程控制接口，SCPI标准指令集

Sample 盛铂科技（上海）有限公司
Sample Technology(Shanghai) Co., Ltd
驱动创新 提供方案

Website: www.samplesci.com E-mail: marketing@samplesci.com
免费热线：400-621-8906 总部：上海市桂平路418号A区906室
分支机构： 北京 香港 南京 成都 西安 深圳

宽带功率放大器设计中的简便综合谐波控制匹配方法

Simple Synthesized Harmonic Matching Strategy in Broadband PA Design

作者：孙引进 朱晓维 孟凡 东南大学

这篇文章提出了一种基于简易实频技术 (SRFT) 的谐波控制功率放大器设计方法。为了验证这种设计方法，利用它研制出一款工作在 1.7GHz~3.0GHz 的紧凑型宽带功率放大器。在所设计的 1.7GHz~3.0GHz 频段内，功率放大器具有 42.8dBm 的最大输出功率和 55%~70% 的输出效率。此外，在 100MHz 带宽的 LTE-Advanced 信号激励下，对功率放大器利用数字预失真进行线性化处理。改善之后的功率放大器在输出功率 33dBm，1.95GHz，2.15GHz，2.55GHz 三个频段测得的输出 ACLR 分别为 -47.0/-48.5 dBc, -47.0/-47.7 dBc 和 -47.6/-46.4 dBc。

宽带功率放大器作为通信系统中的重要组件，必须覆盖非常宽的频带并且要求自身失真特性很小才能适应复杂的信号调制技术。常用的宽带功率放大器设计方法如 J 类、连续 F 类、E 类等 [1-5]，它们主要采用磁耦合网络，多级阶梯电路以及多节阻抗传输线 (SRFT) 等结构来实现宽带匹配。然而，前两种设计方法只能实现实数到实数的阻抗匹配，对于功率放大器所需的复数输出阻抗匹配还需要大量的调试。而另一方面，SRFT 方法则能够实现实数到复数阻抗的匹配，无需调试，对于实际设计而言更加方便。

在功率放大器的高效率设计中，谐波控制是一种非常有效的措施。[6-8] 传统的 SRFT 方法在基波范围内综合出宽带传输网络来满足宽带要求。这种设计方法大大简化了宽带功率放大器的设计，但是它却并不包含谐波阻抗的有效控制。

这里对 SRFT 方法进行改进，将 50Ω 负

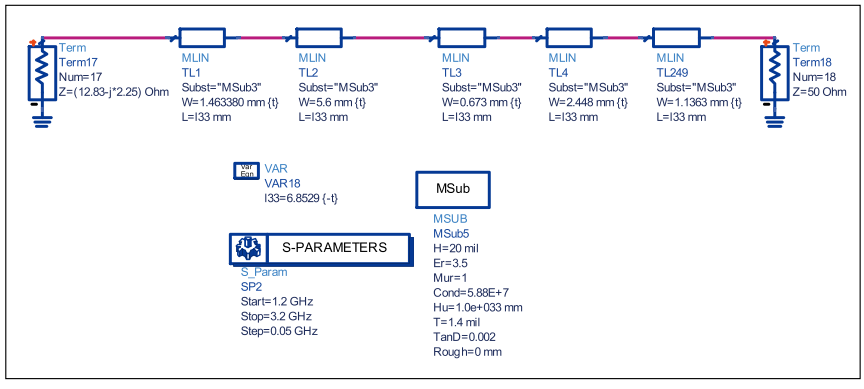


图 1. 输出匹配电路的仿真电路结构。

滤波器解决方案

DC~21GHz



腔体滤波器

柱状线

微带

陶瓷

新!

无反射滤波器

集总元件

LTCC滤波器

超过900个现货型号...即刻发货!

单价从 $1.99 起（数量20）

多样的技术满足您不同的需求，Mini-Circuits射频/微波滤波器产品线拥有超过900个目录型号。我们拥有低通带插损和高阻带抑制的高通、低通、带通及带阻滤波器，通带可覆盖DC-18GHz频率范围。丰富的滤波器产品线（包含同轴与表贴封装）可供您选择，一定会有满足您需求的解决方案。

请访问www.minicircuits.com并使用我们的专利搜索引擎Yoni2®，通过性能参数，在我们的海量数据库中搜索您所需的产品。只要输入您要的产品指标，所有满足条件的型号便会一一呈现！

还没有找到心仪的产品吗？现在，只需一个电话或邮件，您即可以目录型号价格享受极速客户定制产品服务。快联系我们吧！我们的工程师会为您提供高效的低成本定制解决方案和仿真结果分析。

登录我们的网站www.minicircuits.com或联系伟博电讯，您将会获得详细的性能参数、曲线、高精度仿真、大数量价格信息以及您所需要的一切。今天订购，最快明天您就可以获得所需器件！

Yoni2™ 设计师搜索引擎...即刻找到您所需的产品

美国专利 7739260 7761442

Mini-Circuits... 我们重新定义价值所在!

免费、高精度ADS仿真模型 Modelithics®

www.modelithics.com/mvp/Mini-Circuits.asp

Mini-Circuits®

ISO 9001 ISO 14001 AS 9100 CERTIFIED

www.minicircuits.com

P.O. Box 350166, Brooklyn, NY 11235-0003

(718) 934-4500 sales@minicircuits.com

Mitron Inc.

Authorized Mini-Circuits Rep in China

伟博电讯—— 把最好的微波射频产品带给中国

总部地址：福建省福州市349信箱 邮编：350003

全国市话服务热线：400-887-3088 传真：0591-87870011

E-mail：sales@mitron.cn 网址：www.mitron.cn

IF/RF MICROWAVE COMPONENTS

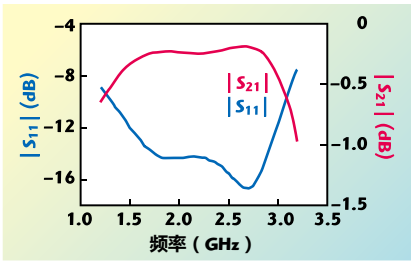


图 2. SRFT 仿真结果。

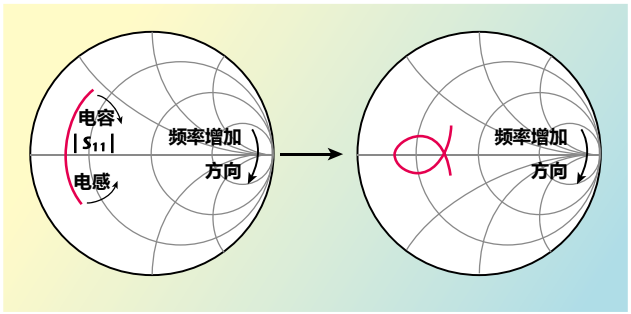


图 3. 输入匹配电路中谐振网络的带宽拓展作用示意图。

ADS 软件中采用负载牵引得到功率放大器的在 1.7~3.0GHz 的基波输出阻抗和 3.4~9GHz 的谐波阻抗。[6-8] 这些仿真得到的功率放大器输出阻抗将会被带入 SRFT 算法中，计算匹配网络的传输功率增益函数 (TPG)。在综合过程中，限定输出匹配网络的拓扑结构为五段传输微带线结构以实现低通特性。对输出网络进行初始化，将网络的 TPG 目标函数设为 0.95。截止频率的扫描范围设为 0.6GHz ~ 6.6GHz，然后对电路参数进行优化以得到最佳解。在对截止频率参数进行扫描的同时，利用谐波阻抗计算匹配网络的在谐波频率处的 TPG 传输函数值，并将二次谐波和三次谐波的值相加取平均值，对不同截止频率下得到的输出匹配网络的谐波阻抗 TPG 传输函数值进行检测和比较，从而确保匹配网络能够在谐波频率处实现功率放大器所需要的谐波阻抗。最后，根据最佳的谐波阻抗匹配情况，我们选取截止频率为 5.85GHz 作为设计参数。

输出匹配网络的每段传输微带线的特性阻抗可以通过 SRFT 算法的归一化和理查德提取得到。具体参数值如表 1 所示。使用介电常数 ε_r=3.5 的板材对电路进行设计和加工。

表1

带有谐波控制功能的SRFT算法对截止频率参数进行扫描得到的匹配网络参数

k=5	TPG	Harmonic TPG	TL1(Ω)	TL2(Ω)	TL3(Ω)	TL4(Ω)	TL5(Ω)
f_e=2.1	0.93799	0.73375	26.42	85.07	198.7	165.9	79.35
f_e=2.85	0.95375	0.64246	14.63	24.78	58.92	84.51	65.01
f_e=3.6	0.95085	0.71468	13.27	6.899	8.910	15.39	37.84
f_e=4.35	0.95220	0.68085	28.75	20.34	48.61	35.33	54.35
f_e=5.1	0.95200	0.63995	35.76	17.40	58.07	31.09	52.42
f_e=5.85	0.95193	0.59042	41.89	15.07	65.82	29.21	49.15

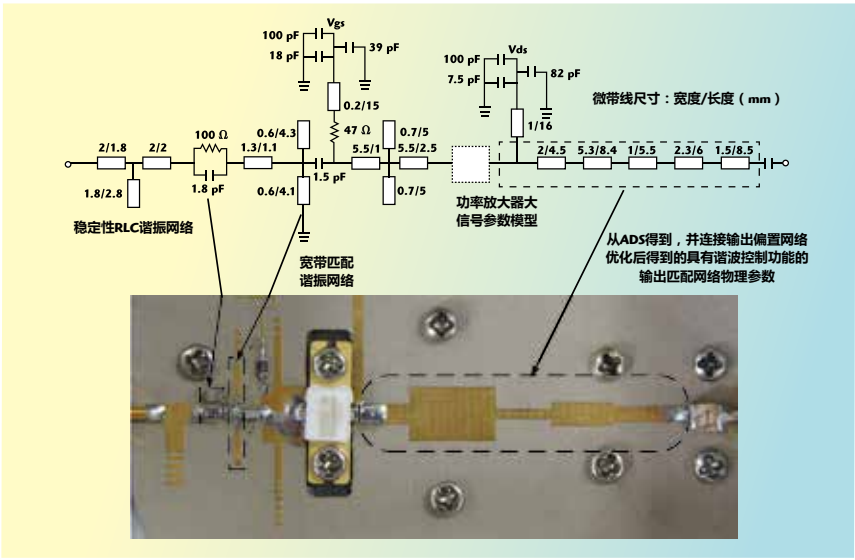


图 4. 紧凑型宽带功率放大器实物。

载到复数输出阻抗的匹配过程和谐波控制相结合。在改进过程中，将截止频率参数从单值设定变为频率范围内的样点扫描，在 SRFT 综合过程中对谐波阻抗进行匹配。从算法可以直接得到匹配网络物理尺寸，用于功率放大器设计而不需要像其他算法还要进一步优化到复数阻抗匹配。对于功率放大器的输入阻抗，由于它的实部较小，虚部较大，电路 Q 值太高而无法采用常用的宽带匹配策略，故这里使用具有开路和短路枝节的谐振网络来展宽输入匹配电路带宽。

利用 Cree 公司生产的 10W GaN HEMT 器件 CGH40010，研制出一款工作在 1.7GHz~3.0GHz 的紧凑型宽带功率放大器设计，电路尺寸为 50mm × 60mm，并对它进行加工和测试。实验结果表明，仿真和测试结果非常吻合，验证了所提出的改进型 SRFT 算法的有效性。

设计和加工

使用 Cree 公式提供的 CGH40010 器件的大信号模型，在

win SEMICONDUCTORS

Leading Global Communications



PD50-32/42

New Generation ED Technology

- Highly Integrated Process for WiFi FEM
- Superior Noise and Linearity Performance

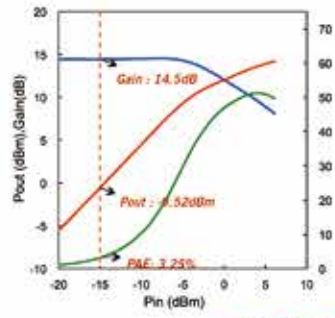


ED-mode Related Technology Overview

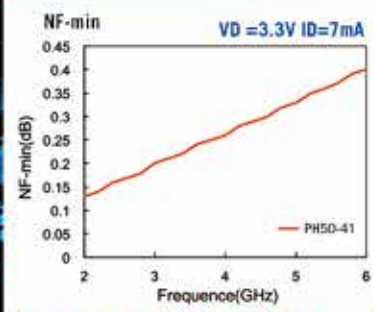
	PD50-02 (ED2)		PD50-10 (ED3)		PD50-32/42 (ED2A)		PD25-00 (ED4)	
Mode	E-mode	D-mode	E-mode	D-mode	E-mode	D-mode	E-mode	D-mode
Lg (Gate length)	0.5 μm	0.5 μm	0.5 μm	0.5 μm	0.5μm	0.5 μm	0.25μm	0.5 μm
Max Drain Bias (V)	3.3	3.3	8	8	5	Switch	5	Switch
Idmax (mA/mm)	320	345	425	410	430	460	530	460
Peak Gm (mS/mm)	530	330	640	340	680	430	830	430
Vto (V)	0.27	-0.9	0.32	-1.2	0.25	-1	0.3	-1
Ron (ohm-mm)	--	1.6	--	1.5	--	1	--	1
BVGD (V)	14	16	20	20	13	20	12.5	20
Ft	34 GHz	27 GHz	30 GHz	22 GHz	40 GHz	--	75 GHz	--
Fmax	81 GHz	54 GHz	120 GHz	85 GHz	90 GHz	--	180 GHz	--
NFmin (DUT : 8*50um @ 3GHz, 1.8V, 50mA /mm)	0.34dB	--	0.27dB	--	0.25dB (*)	--	0.19dB	--

Power Performance

- *DUT : CPW 4 X 50 um @ VD=3.3V ,ID =8mA, 5.8GHz*
- *NFmin of PD5032/42 → 0.18dB@ 2.4GHz ; 0.44dB@ 5.8GHz*
- *Input Impedance @ NFmin, Output Impedance @ Highest TOI. (10MHz Separation)*



Noise Figure



WIN SEMICONDUCTORS CORP.
稳懋半导体股份有限公司
Tel:+886-3-270-7308
E-mail: mayachai@winfoundry.com
Fax:+886-3-397-5069
http://www.winfoundry.com

MEDs
TECHNOLOGIES
Your Preferred Partner in ASIA

MEDs Technologies focuses on creating values for our partners. With our professional technical sales team and in-house design team, we will be a valuable resources to your company. Our aim is to provide the best value added services in the industry we served.

Processes Provided through MEDs

2016 GaAs MPW Fabrication Schedule
Scheduled multi-project wafer fabrication runs

Process	January	February	March
0.15μm LNA	15th		15th
0.15μm PA		15th	
0.10μm PA	20th		20th
0.25μm PA		20th	

Process	April	May	June
0.15μm LNA		15th	
0.15μm PA	15th		15th
0.10μm PA		20th	
0.25μm PA	20th		20th

Process	July	August	September
0.15μm LNA	15th		15th
0.15μm PA		15th	
0.10μm PA	20th		20th
0.25μm PA		20th	

Process	October	November	December
0.15μm LNA		15th	
0.15μm PA	15th	15th	
0.10μm PA		20th	
0.25μm PA	20th	20th	

1. MPW size is 4 x 5 mm, 20 tiles will be supplied.
2. If singular die is needed, layout in the 4x5mm area should be in grid form. Additional cost may apply for Pick & Place into gelpak.
3. The date shown is the Tapeout date and GDSII needs to be submitted 1 week ahead.
4. Interested customers need to book the space one month in advance. Term and conditions apply.

2016 TSMC CyberShuttle Service Plan
Processes: RF HPC Plus (0.9/1.8V, 0.9/2.5V); RF HPC (0.9/1.8V, 0.9/2.5V); RF LP (1.05V/1.8V); RF HPL (1.0/1.8V, 1.0/2.5V)
Schedule: Jan-20/Feb-17/Mar-16/Apr-20/May-18/Jun-15

2016 AMS MPW Shuttle Service

Process	Technology	Schedule	Schedule
H18	0.18 μm HV-CMOS	Feb-29	May-30
C18	0.18 μm CMOS	Feb-29	May-30
H35	0.35 μm HV-CMOS	Feb-22	May-9
C35	0.35 μm CMOS	Feb-1	Jun-20
C35	0.35 μm CMOS Fraunhofer IIS	Apr-18	Aug-1
S35	0.35 μm SiGe-BiCMOS	Mar-7	Jun-13

Process	Technology	Schedule	Schedule
H18	0.18 μm HV-CMOS	Aug-29	Dec-5
C18	0.18 μm CMOS	Aug-29	Dec-5
H35	0.35 μm HV-CMOS	Aug-22	Nov-7
C35	0.35 μm CMOS	Oct-3	
C35	0.35 μm CMOS Fraunhofer IIS	Nov-21	
S35	0.35 μm SiGe-BiCMOS	Sep-19	Dec-19

Other Available Processes
GlobalFoundries 0.13μm / 0.18μm 7SW SOI processes are available upon request.

上海玏仕电子有限公司 (MEDs上海辦事處)
Website: http://www.meds-tech.com
Email:Zhangxh.cn@meds-tech.com
Tel: +86-21-5674-8687 | Mobile: +86-137-0189-7519

计，通过等式 1 可以计算得到每段微带传输线的长度为 6.85mm。

$$L = v\tau = \frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}} \cdot \tau = \frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}} \cdot \frac{1}{4f_{stop}} \qquad (1)$$

其中 $\mu = \mu_r \mu_0$ 和 $\varepsilon = \varepsilon_r \varepsilon_0$ 分别代表介质基板的磁导率和介电常数。τ 代表每段微带传输线的延时。

由于较高的截止频率参数，得到的输出匹配电路的尺寸非常小。利用 ADS 负载牵引到的基波负载阻抗对匹配网络进行测试，仿真电路如图 1 所示。

从图 2 的仿真结果可以看出，在 1.7GHz~3.0GHz 频段内，匹配网络的带内最大损耗为 0.4dB。

出于稳定性考虑，在输入电路中加入 100Ω 并联 1.8pF 电容的 RC 并联结构。这里我们在两者之间加入细小的微带线结构以产生电感效应，从而获得 RLC 并联谐振效果。此外，在输入电路中还采用并联开路和短路枝节的谐振网络结构以拓宽匹配带宽，它能够使得输入反射系数 S_{11} 围绕中心频率打结，具体作用如图 3 所示。使用了这样的谐振网络之后，就可以很方便的将打结的输入反射曲线匹配到 Smith 圆图上的 10dB 回波损耗系数圆之内。

制作和测试

紧凑型宽带功率放大器电路和实物如图 4 所示，它的电路尺寸只有 50mm × 60mm。利用改进的 SRFT 算法得到的输出匹配网络的具体物理参数如表 2 所示。

将输入输出偏置网络和设计得到的宽带输入输出匹配网络连接在一起，并对得到的功率放大器电路进行优化。对得到的电路使用 TACONIC 的 RF35 介质基板进行加工制作，微带线的表面进行镀金处理。为了降低损耗，并得到准确的仿真结果，这里使用 ATC 公司生产的 100B 和 600S 系列电容进行仿真。使用连续波 (Continuous Wave:CW) 信号和调制信号同时对功率放大器的特性进行测试。

连续波测试

功率放大器的工作偏置点选为漏极电压 V_{ds}=28V，静态电流 I_{ds}=120mA(栅极电压 V_{gs}=-3.2V)。使用矢量网络分析仪对设计得到的功率放大器电路的小信号 S_{11} 和 S_{21} 进行测试，仿真和测试的对比结果如图 5 所示。得到电路在 1.6GHz~3.1GHz 频带内的增益为 12.1~16dB，最大回

EDI CON

2016

Electronic Design Innovation Conference

电子设计创新会议

连接
工程师及应用行业的桥梁

2016年4月19–21日
中国，北京

北京

征 文 启 事

2016年4月，有关射频、微波、EMC / EMI和高速电子产业的重大技术会议及展会将再次来到北京，在EDI CON的技术会议中你可以以演讲者的身份与同行技术人员分享你的专业技能。

EDI CON 所收集的技术论文，将会依据微波杂志的择优标准，通过专家评审，给每位参会代表提供高品质、公正、实用的技术内容。

会议主题

- 设计
- 测试测量及建模
- 系统工程
- 商业应用

请在线提交您的论文，
更多消息访问网站
www.ediconchina.com/papers2016
截止时间：2015年11月30日

虚 位 以 待

www.EDICONCHINA.com

波损耗为 10dB。仿真和测试结果非常吻合。

大信号测试使用 Keysight 的 E4426 信号发生器和 E4445 频谱仪进行测量。图 5 中测得输出功率和效率曲线显示，所设计的宽带功率放大器在 1.7GHz~2.9GHz 频段内的输出功率大于 42dBm，效率处于 55%~70% 之间。

调制信号测试

使用 100MHz 带宽的 LTE-Advanced 信号对功率放大器的调制信号特性进行测试，信号峰均比为 7.5dB。在 1.95GHz，2.15GHz 和 2.55GHz 分别进行测试，并进行数字预失真线性化处理。宽带数字预失真平台如图 6 所示。对功率放大器数字预失真前后的输出功率，效率和 ACLR 指标进行测试，具体结果如表 3 所示。

在进行数字预失真处理时，需要在所设计的功率放大器输入端加入隔离器或者 3dB 衰减器，用来降低反射波对数字预失真的影响。在平均功率 33dBm，工作频率 1.95GHz 测得的线性化处理之后的输出信号功率谱密度函数如图 7 所示。从表 2 可知，所设计的功率放大器在三个测试频段均具有良好的线性化结果。

表 4 对比了几种紧凑型宽带和多带功率放大器指标特性，可以看出，所设计的紧凑型宽带功率放大器设计具有最小的尺寸，最佳的线性度和良好的效率特性。

结论

基于 SRFT 算法研制出一款带有谐波控制功能的紧凑型宽带功率放大器。对设计得到的单管功率放大器电路进行仿真和加工，并在 1.7GHz~3.0GHz 频段内进行测试。仿真和测试结果十分吻合。文章提出的改进型 SRFT 匹配方法能够简化功率放大器设计流程，由此得到的紧凑型电路结构在很多方面都具有实用价值。■

表2

输出匹配结构物理参数

长度 (mm)	每段微带传输线的宽度(mm)				
	TL0	TL1	TL2	TL3	TL4
6.85	1.46	5.60	0.67	2.45	1.14

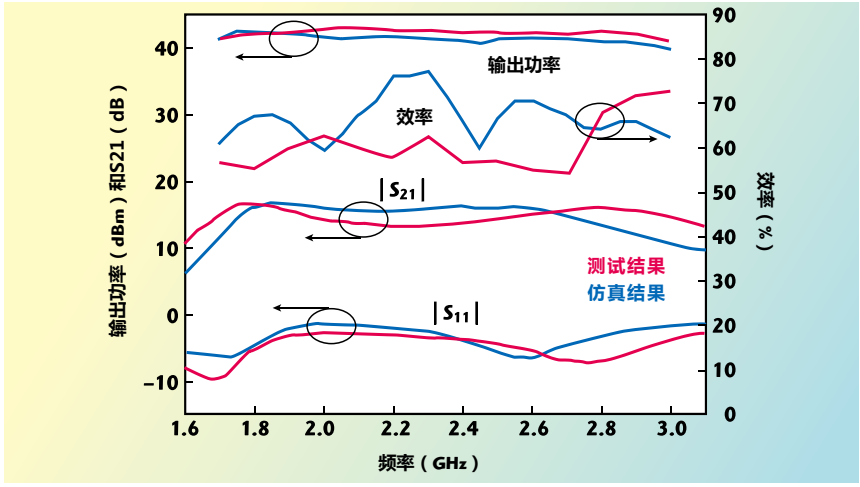


图 5. 仿真和测试结果。

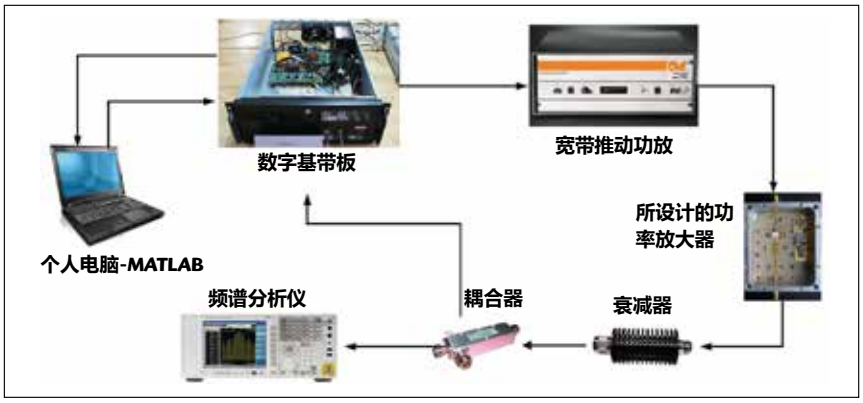


图 6. 宽带数字预失真测试平台。

参考文献

[1] V. Carrubba, J. Lees, J. Benedikt, P. J. Tasker, S. C. Cripps "A Novel Highly Efficient Broadband Continuous Class-F RFPA Delivering 74% Average Efficiency for an Octave Bandwidth," in IEEE MTT-S Int. Microw. Symp. Dig., Baltimore, MD, Jun. 2011, pp. 1-4.

[2] P. Wright, J. Lees, J. Benedikt, P. J. Tasker, and S. C. Cripps, "A methodology for realizing high efficiency Class-J in a linear and broadband PA," IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 57, no. 12, pp. 3196–3204, Dec. 2009.

[3] N. Tuffy, L. Guan, A. Zhu, and T. Brazil, "A simplified broadband design methodology for linearized high-efficiency continuous class-F power amplifiers," IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 60, no. 6, pp. 1952–1963, Jun. 2012.

[4] P. Wright, J. Lees, P. J. Tasker, J. Benedikt, and S. C. Cripps, "An efficient, linear,



图片来源于
美国军方和美国国家航空航天局

超可靠® 10 MHz ~ 6GHz
MMIC陶瓷放大器

噪声系数低至0.5dB　高 IP3直达+37dBm　低直流电流65mA

单价从 $4.95 起（数量20）

失效将再也不会出现！ CMA系列 MMIC陶瓷放大器提供了令人难以置信的性能！它们采用了异常可靠的充氮气的全密封LTCC设计，且高度仅为1.143mm！这些型号具有非常高的可靠性，它们通过了美军标的认证条件测试：

宽带内牢固的性能 使它们非常理想地适合使用于仪器和那些将长期可靠性视为根本价值的地方。请即刻访问我们的网站www.mini-circuits.com或联系伟博电讯获得详细资料，最快明天您就可以将它们拿到手中！

满足 RoHS 要求

美军标认证条件 （详细列表和细节，请参考网站）

粗和精检漏	高温使用寿命测试（+105°C, 1700小时以上）
机械冲击	热冲击
振动	蒸汽老化
加速度	焊接耐热性
PIND	高压灭菌（及更多）



3 x 3 x 1.14 mm

电气性能 (-55 ~ +105°C)

	型号	频率 (GHz)	增益 (dB)	输出功率 (dBm)	IP3 (dBm)	NF (dB)	直流电压 (V)	单价$ (数量 20)
	CMA-62+	0.01-6	15	19	33	5	5	4.95
	CMA-63+	0.01-6	20	18	32	4	5	4.95
	CMA-545+	0.05-6	15	20	37	1	3	4.95
新	CMA-5043+	0.05-4	18	20	33	0.8	5	4.95
新	CMA-545G1+	0.4-2.2	32	23	36	0.9	5	5.45
新	CMA-162LN+	0.7-1.6	23	19	30	0.5	4	4.95
新	CMA-252LN+	1.5-2.5	17	18	30	1	4	4.95

Mini-Circuits... 我们重新定义价值所在！

Mini-Circuits®
ISO 9001 ISO 14001 AS 9100 CERTIFIED
www.minicircuits.com
P.O. Box 350166, Brooklyn, NY 11235-0003
(718) 934-4500　sales@minicircuits.com



Mitron Inc.
Authorized Mini-Circuits Rep in China
伟博电讯—— 把最好的微波射频产品带给中国
总部地址：福建省福州市349信箱　邮编：350003
全国市话服务热线：400-887-3088　传真：0591-87870011
E-mail：sales@mitron.cn　网址：www.mitron.cn

IF/RF MICROWAVE COMPONENTS

表3

三个频段的数字预失真线性化改善前后的输出功率，效率和ACLR

Frequency (GHz)	Average Output Power (dBm)	Efficiency (%)	ACLR without DPD (dBc)	ACLR with DPD (dBc)
1.95	33.6	24.8	-38.4/-36.8	-47.0/-48.5
2.15	33.1	22.1	-38.2/-36.4	-47.0/-47.7
2.55	33.0	23.4	-35.1/-32.0	-47.6/-46.4

表4

10Watts 宽带功率放大器指标特性对比

Reference	工作频带 (GHz)	效率 (%)	尺寸 (mm)	信号带宽 (MHz)	数字预失真效果 (dBc)
[9]	0.7 to 1.5	33 to 38	–	–	–
[10]	2.0 to 2.5	53 to 66	11 × 16	–	–
[2]	1.4 to 2.2	60 to 70	70 × 50	–	–
[3]	1.45 to 2.45	70 to 81	*120 × 60	40	-52.1/-52.3
[11]	2.0 to 4.0	57 to 72	65 × 65	20	-42.0/-42.0
This work	1.7 to 3.0	55 to 70	60 × 50	100	-47.0-48.5

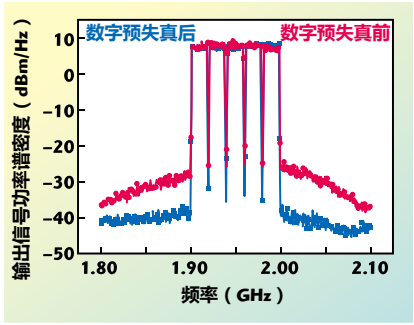


图 7. 所设计的功率放大器在 1.95GHz 的数字预失真结果对比。

broadband class-J-mode PA realized using RF waveform engineering," in IEEE MTT-S Int. Microw. Symp. Dig., Boston, MA, USA, Jun. 2009, pp. 653–656.

[5] J. H. Kim, S. J. Lee, B. H. Park, S. H. Jang, J. H. Jung, and C. S. Park, "Analysis of high-efficiency power amplifier using second harmonic manipulation: Inverse class-F/J amplifiers," IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 59, no. 8, pp. 2024–2036, Aug. 2011.

[6] B. S. Yarman, Design of Ultra Wideband Antenna Matching Networks via Simplified Real Frequency Technique, 1st ed. Germany, B:Springer, 2008.

[7] B. S. Yarman, Design of Ultra Wideband Power Transfer Networks, 1st ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2010.

[8] K. L. Chen and D. Peroulis, "Design of Broadband High-Efficiency Power Amplifier using in-Band Class-F-1/F Mode-Transferring Technique," in 2012 IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Dig., Jun. 2012 , pp. 1-3

[9] S. Azam, R. Jonsson, and Q.Wahab, "Designing, fabrication and characterization of power amplifiers based on 10-Watt SiC MESFET and GaN HEMT at microwave frequencies," in Proc. 38th Eur. Microw. Conf., Oct. 2008, pp. 444–447.

[10] M. van der Heijden, M. Acar, and J. Vromans, "A compact 12-Watt high-efficiency 2.1–2.7 GHz class-E GaN HEMT power amplifier for base stations," in IEEE MTT-S Int. Microw. Symp. Dig., Jun. 2009, pp. 657–660.

[11] P. Saad, C. Fager, H. Cao, H. Zirath, and K. Andersson, "Design of a highly efficient 2–4-GHz octave bandwidth GaN-HEMT power amplifier," IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 58, no. 7, pp. 1677–1685, Jul. 2010

是德科技新推出Type C测试夹具

是德科技公司日前推出提供高信号完整性的 Type C 测试夹具，用于通用高速差分总线探测。Keysight N7015A 高速测试夹具支持高达 30 GHz 的带宽性能，使工程师能够顺利地验证和调试 USB 3.1 10Gbps 、DP Alt 、MHL Alt、TBT Alt 的设计。

N7015A TYPE C 高速测试夹具 N7015A 将接口信号以四对同轴电缆形式将高速信号引出，以方便信号测量，并引出一根 TYPE C 线缆接到 N7016A 低速信号夹具（次级夹具），用来发送低速的电源线和控制线信号。这种夹具套件实现了信号完整性，让工程师能够探测 USB 3.1 器件和主机的上行和下行端口。N7016A 低速 TYPE C 夹具用来管理来自 N7015A 的电源线和控制线，支持端接要求和测试配置，并能连接到任何一台 PD(电源供给) 控制器。N7015A 夹具支持正反插，插头翻转 180 °，对测试不会产生影响。夹具的耐用设计确保夹具经过多次连接和断开也不会出现故障，即使测试环境经常变换也没有问题。

苏州瑞贝斯电子科技有限公司—射频微波解决方案专业供应商

Planar Monolithics industries,inc.

CUTTING-EDGE

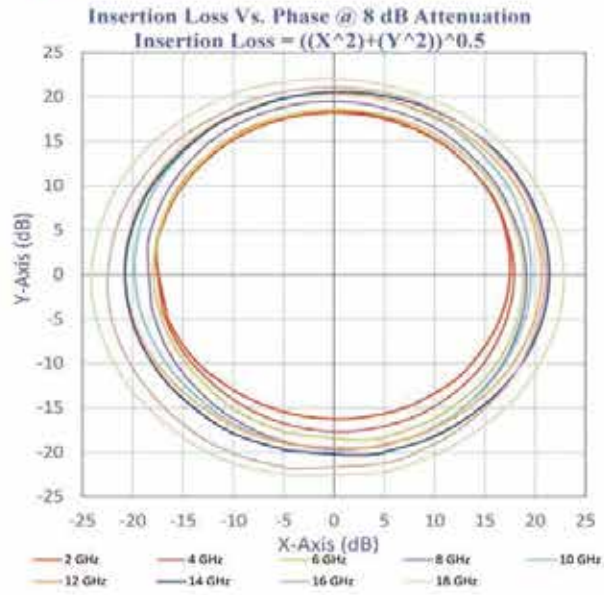
2.0-18.0 GHz IQ 调制矢量器

- 放大器
- DLVA
- 数控压控移相器
- 数控压控衰减器
- 固态开关
- 开关滤波器
- 鉴频器
- IQ矢量调制器
- 限幅器
- 检波器
- 对数放大器
- 脉冲调制器
- 单边带调制器
- 接收机/收发器

PMI MODEL NO:PIQ-2G18G-360-16-CD-1

- 16dB & 360° Dynamic Range
- RF Input Power 1 Watt max.
- 16.0 dB max.Insertion Loss
- 2.2:1 max.VSWR
- Attenuation vs.Frequency
  ±1.17dB@0 dB Attenuation
  ±2.72.dB@16dB Attenuation
- Phase vS.Frequency
  ±8.28° @0 dB Attenuation
  ±19.92 @16 dB Attenuation
- ±12V to±15V@+95mA,-78mA
- 2X12 Bit(I&Q)TTL Control
- Linear Control Slopes
- 500 nsec max.Switching Speed
- Size:4.25"X3.5"X1.00"

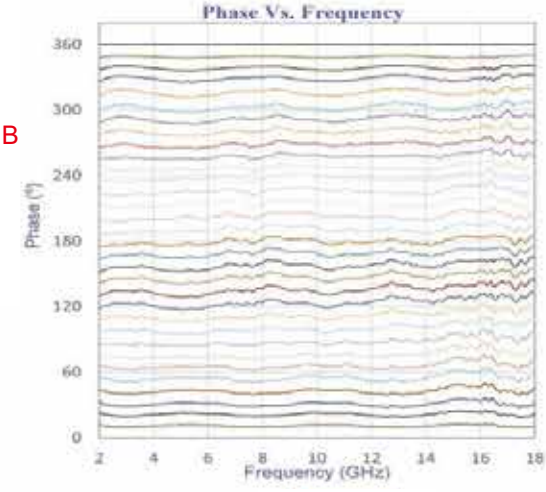




2-18G数控移相器 (PS-2G18G-360-8D)

- 360° Phase Range
- RFinput Power 1Watt max.
- 16.0dB max.Insertion Loss
- 2.2:1max.VSWR
- Amplitude vs.Phase(PM/AM)±1.17dB
- Phase vs.Frequency±8.28°
- ±12V to±15V@+95mA,-78mA
- 8-Bit TTL Compatible
- 500 nsec max.Switching Speed
- Size:4.25X3.50"X1.00"





更多产品信息请查询 PMI 官网：http://www.pmi-rf.com

PMI 中国区总代理-苏州瑞贝斯电子科技有限公司

电话 :0512-62657975　邮箱 :sales@rebes.net　网址 :www.rebes.net

太空应用的微波谐振器和滤波器的温度补偿

Temperature Compensation of Microwave Resonators and Filters for Space Applications

作者：Dr. ing. Marco Lisi 欧洲航天局欧洲空间研究与技术中心

微波谐振器和由数个级联谐振器组成的滤波器的温度表现是一个值得重视的设计目标。对于卫星上的应用尤其如此，因为太空中温度偏移更大而温度控制技术难以实现。其他温度补偿必不可少的场合包括高功率容量和窄滤波器带宽。

从概念上讲，有三种不同的方法可以处理温度稳定性。

1. 设计微波谐振器或滤波器时，使用在物理尺寸和电特性（如介电常数）两方面都具有高温度稳定性的材料。

2. 通过某种方法实现对该部件所处环境的温度的控制，从而移除温度漂移。

3. 根据所使用的物理上不同的和 / 或温度表现特性上不同的材料，将其设计为具有内置补偿技术的部件。

第一种方法通过使用高温度稳定性的材料让电特性对温度的灵敏度降低（见表 1）[1]。铝是一种非常适合太空应用场合的谐振腔和滤波器的材料，因为它密度相对较低，热导率良好，机械加工性良好以及成本较低。不幸的是，铝的热膨胀系数（CTE）相当高，达到 23ppm/℃。相反，从机械稳定性角度来看，不变钢（invar）是一种近乎理想的材料，其 CTE 仅为 1.6ppm/℃（或更小，取决于合金成分）。但是作为一种铁镍合金（某种不锈钢），不变钢也有一些缺点：如密度过高（8050kg/m^3，而铝密度仅为 2700kg/m^3），机械加工性差，导热性差（与铝相差一个数量级以上）和导电性差（为了达到高 Q 值，不变钢腔体必须镀银）。

用不变钢代替铝导致的重量增加不应被忽视，尤其是在卫星应用中。考虑到两种材料的密度比值（约为 3），一个 30 千克的不变钢多工器如果用铝制成则仅为 10 千克重。假设同步卫星轨道发射费用为 15000 欧元 / 千克（亚利安 V 号运载火箭），采用铝制多工器将节省大约 300000 欧元。尽管有缺点，不变钢仍然是实现温度性能稳定的星载滤波器的常用解决方案。

表1
常用金属典型温度膨胀系数（CTE）

材料	CTE（ppm/℃）
不变钢	<1.3
钛	8.5
不锈钢410	10.2
不锈钢316	16.0
铜	16.8
铍铜	16.7
黄铜	18.4
铝7075-T6	23.4
铝6061	23.6

BARRY

WWW.BARRYIND.COM

TV0402HA-50R0JN-96

RoHS COMPLIANT

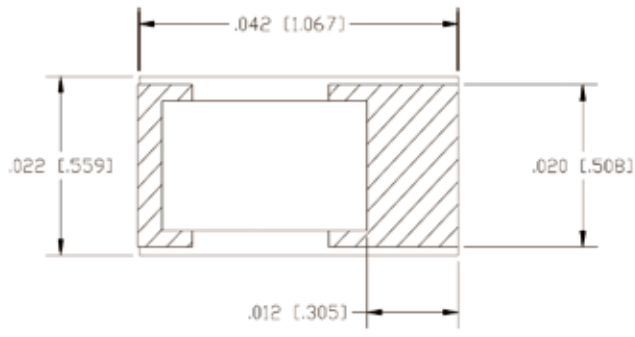
BeO 芯片负载

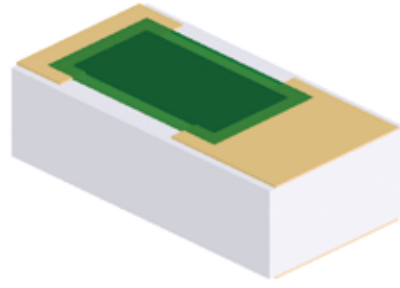
特点：

- 氧化铍材质
- DC-26GHz频率范围
- 2.5W输入功率
- 管脚端口材质：铂镀金

描述：

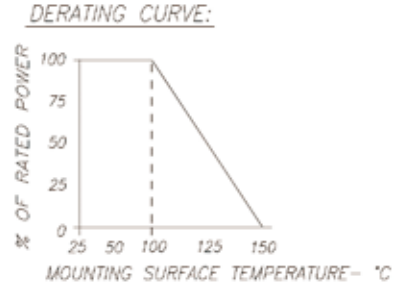
TV0402HA-50R0JN-96是50欧姆BeO负载，
在安装面100℃时可以承受2.5W的输入功率，
其工作频率范围覆盖DC-26GHz。







Dimensions in inches [mm]
Tolerance ± .005 [.127]
unless otherwise stated



Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units
Frequency Range	DC		26	GHz
Return Loss	15	25		dB
Input Power			2.5	Watts
Mounting Surface Temperature			100	°C
Operating Voltage (DC)			50	Volts

Mitron 伟博电讯 把最好的微波射频产品带给中国

销售热线：400-887-3088 传真：0591-87870011 E-mail：sales@mitron.cn 网站：www.mitron.cn

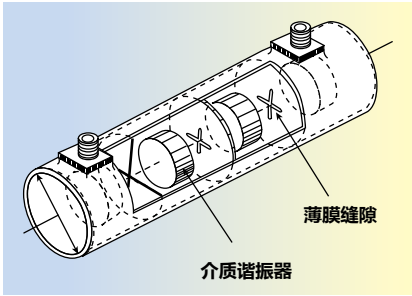


图 1. 介质加载双模滤波器。

用于缩小微波器件所处环境的温度变化范围的有源和无源温度控制技术能很好的适用于地面应用，但却不太适合星载应用。基于导热管 2 甚至高温超导体材料的花哨技术也被提出了，但在实践中很少实现。

几个有希望的不变钢替代品尽管采用不同的技术，但都是以获得部件级高温度稳定性为目标，同时采用低温度稳定性但适合太空应用的材料。最广泛采纳的方法是基于使用两金属和三金属的温敏材料或形状记忆合金（shape memory alloys，SMA）。总的来说，微波谐振器和滤波器的温度补偿技术通常结合了某种程度的新颖设计以及对谐振器电磁建模和材料物理特性的熟悉。

微波介质谐振器和印制电路滤波器

介质谐振器

基于微波陶瓷材料的介质谐振器常用于频率稳定振荡器（DRO）或者作为微波滤波器和天线的谐振器。它们的采用是在具有高介电常数、高品质因数、低温度系数和低加工成本的新型介质化合物的成熟之后迅速流行起来的。介质谐振器也用于加载双模滤波器的腔体，从而减小尺寸（见图 1）[3,4]。

一个介质谐振器的谐振频率的温度系数，τ_f，由下式给出：

$$\tau_f = \frac{1}{f_0}\frac{\Delta f}{\Delta T}\left[\text{ppm/°C}\right] \quad (1)$$

其中 f_0 是谐振频率，Δf 是和温度漂移 ΔT 相关的总的频率变化。温度系数 τ_f 是其他三个温度系数的函数：介电常数的温度系数 τ_ε，包围介质谐振器的腔体的温度系数 τc 和介质材料的热膨胀系数的温度系数 α_L。通过适当设计，可以实现非常低的 τ_f。

微波印制电路滤波器

用于微波介质谐振器的材料也经常用于实现微波印制电路板薄膜滤波器。高介电常数陶瓷基片可以带来实质性的尺寸缩减（对于低微波频段尤其有用，例如 L 和 S 波段），同时也在很宽的温度范围（典型值 -55℃到 +125℃）获得优秀的温度稳定性（仅数 ppm/℃）。

根据微波应用基片的材料不同，其大体可分为诸如石英、氧化铝、钛酸钡的非有机（硬）材料和诸如 FR-4、石英聚酰亚胺和所有基于 PTFE 的材料（例如 Duroid）的有机（软）材料[5]。表 2 总结了一些常用材料的特性。

介电常数 ε_r 范围在 2 到 10 的软基片根据其化合物成分而表现出不同的温度性能。传统编织的和非编织的“玻纤强化 PTFE”材料（ε_r=2-2.5）的 ε_r 具有的典型温度系数约为 -150ppm/℃（但在某些情况下会达到 -350ppm/℃）。更近期出现的微波基片如玻璃、PTFE 和微粒分散陶瓷，能够获得更好的性能，其 ε_r 的温度系数可低至 -10 ppm/℃。

微波腔体谐振器和滤波器

腔体谐振器的谐振频率基本上都会随着温度漂移而变化，其原因是腔体尺寸发生了变化。已经有多种用于补偿这种偏移的方法被提出了。最直接的方法是使用具有低温度膨胀系数的不变钢或类似材料制造谐振器，然而不变钢价格不菲、密度大、难以

表2
非有机和有机基片的电特性

材料	成分	ε_r	$Tg\delta$ (10^{-4})	TC (ε_r) (ppm/°C)
非有机介质基片				
石英	SiO_2	3.75	1.5	+0.5
氧化铝(96%)	Al_2O_3	10.2	2	+7.5
钛酸钡	$BaTiO_3$	85	3	+8
有机介质基片				
Standard FR-4	玻纤	4.5	260	+200
Rogers Duroid 5870	PTFE任意玻纤	2.33	12	-115
Rogers 4003	编织玻璃强化碳水化合物/陶瓷	3.38	27	+40
Rogers Duroid 6002	陶瓷填充PTFE	2.94	12	+12
Arlon CLTE-XT	微粒陶瓷填充编织微玻纤强化PTFE	2.94	12	-9

苏州瑞贝斯电子科技有限公司——射频微波解决方案专业供应商

Planar Monolithics industries,inc.

全球领先的固态开关供应商

- 放大器
- DLVA
- 数控压控移相器
- 数控压控衰减器
- 固态开关
- 开关滤波器
- 鉴频器
- IQ矢量调制器
- 限幅器
- 检波器
- 对数放大器
- 脉冲调制器
- 单边带调制器
- 接收机/收发器



0. 8 to 18.0 Ghz
Absotptive Sp7T Radial Switch
P7T-OR8G18G-60-T-SFF-SMC

- 0. 8 to 18.0 Ghz
- +20dBm Operating input Power
- 4.0dB Insertion loss
- 70dB Isolation
- 50nsec Switching Speed
- +5v,285mA&-5V,45mA
- TTL control with SMC Connectors
- 1.5"Diameter.0.7"Height



12MHz to 18.0 Ghz
Reflective Sp8T Switch
P8T-20M18G-80-R-512-SFF

- 12MHZ to 18.0 Ghz
- +23dBm Operating Input Power
- 4.5dB Insertion Loss
- >80dB Isolation
- 125nsec Switching Speed
- independent TTL Control
- +5V,300mA&-12V,75mA
- 2.835"X2.126"X0.192"

INSERTION LOSS PLOT



INSERTION LOSS PLOT



ISOLATION PLOT



ISOLATION PLOT



更多产品信息请查询 PMI 官网：http://www.pmi-rf.com/

PMI 中国区总代理-苏州瑞贝斯电子科技有限公司

电话 :0512-62657975　邮箱 :sales@rebes.net　网址 :www.rebes.net

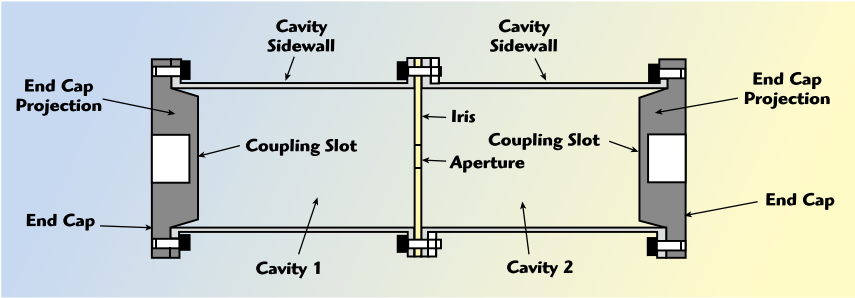


图 2. 温度补偿腔体滤波器。

加工而且很容易产生无源交调分量（PIM）。

一种替代方法是用介电常数的温度系数能够补偿谐振频率变化的介质材料来填充一部分腔体。另一种方法是使用具有不同温度膨胀系数的材料构造腔体。这种方法已经用于同轴凹腔式腔体谐振器，但它们在频率高于10GHz 时表现出相对较差的品质因数。使用具有与腔体金属的温度膨胀系数不同的调谐螺钉的方法也被提出了[6,7]。一种“蛮力”方法也许能将谐振器的腔体设计成温度变化引起的几何形变可被强制限制住或者可被“事实地”抑制住这种形式。这类谐振器又被叫做“强制腔体”谐振器。

一些温度补偿腔体滤波器在末端具有由更容易膨胀的比腔体侧壁 CTE 更高的材料做成的盖子。这使得末端盖子能在温度上升时向滤波器内弯曲。这样，腔体体积的净变化被降低了，或者经过适当设计后被实际地补偿掉了。图 2 是这种方法的一个例子[8]。

许多方法将腔体因热膨胀产生的形变想象成在腔体中加入了一个（或多个）调谐螺钉或活塞。调谐元件经常牢固地与温度敏感的驱动器（通常是双金属）连在一起。某些温度补偿腔体滤波器具有的双金属或三金属末端盖子能够在温度上升时向内弯曲。

双金属是一种平面部件具有两层（或更多）CTE 差别很大的金属材料。温度变化时，在平面尺寸上的差别形变会导致大的超出平面的弯曲。双金属在商业上用于廉价的恒温控制器和温度感应器（例如用于电热炉中）。

作为双金属补偿技术的一种替代，弹簧支撑 SMA 驱动器被提出了。SMA 是当加热到超过阀值时能够恢复记忆形状的一种材料。两种主要类型的形状记忆合金是铜铝镍和镍钛合金（NiTi）。这些材料的一个潜在缺点是滞后效应，在更高温度时它将导致更多形变而不是缓解形变[9]。

同轴腔体谐振器的温度补偿

同轴腔体谐振器是梳状滤波器的主要单元（见图 3）。通过合适地选择腔室和内导体的材料，能够达到完美的对谐振频率的温度补偿。同轴腔体谐振器的谐振频率为：

$$\omega_0 C = \frac{1}{Z_0 tg\upsilon} \quad (2)$$

其中 ω_0= 温度为 T_0 时的谐振频率

C= 缝隙 L1 的电容

Z_0= 同轴线的特性阻抗

υ = 内导体的电长度

如果 L_1 很小，那么：

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{\pi D^2}{4L_1} = \frac{k}{L_1} \quad (3)$$

当温度为 T 时，缝隙电容变为：

$$(L_1 + L_2)(1 + \alpha_1 T) - L_2(1 + \alpha_2 T) \quad (4)$$

其中 α_1 和 α_2 分别是外壁和内导体温度膨胀系数。可以看出：

$$\frac{\omega_{0T}}{\omega_0} \cong \frac{(1+\alpha^*)tg\upsilon}{tg\left[\upsilon(1+\alpha_2 T)\right]} \quad (5)$$

其中：

$$\alpha^* = \alpha_1 + \frac{L_2}{L_1}(\alpha_1 - \alpha_2)$$

为了实现对谐振频率关于温度的良好补偿，如下条件必须被确认：

$$(1+\alpha^*)tg\upsilon = tg\left[\upsilon(1+\alpha_2 T)\right] \quad (6)$$

Yao 和 Atia 报道了这种补偿技术的一个例子[10]，他们设计和测试了一个温度补偿 8 极点梳状线椭圆函数滤波器，达到了 -2.8 ppm/℃ 的等效

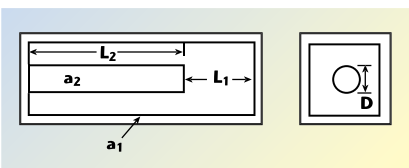


图 3. 同轴腔体谐振器的几何结构。

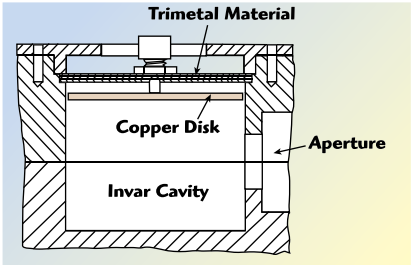


图 4. 工作于 TE011 模式的温度补偿腔体谐振器。

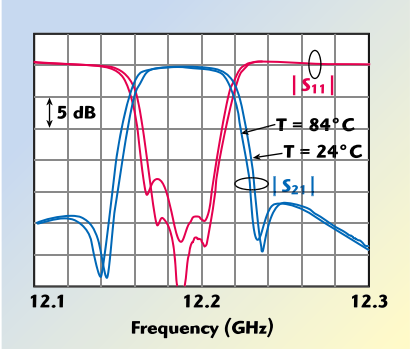


图 5. 温度补偿滤波器在 +24℃和 +84℃ 的表现。

温度系数。

一个 Ku 频输出滤波器的内建温度补偿

图 4 展示了一个温度补偿技术的例子，它使用了一个活塞片调节一个工作于 TE_{011} 模式的腔体谐振器。活塞本身严格固定在一个用温度可膨胀材料做成的圆盘上，使得温度变化可以引起腔体壁的轴向移动并调谐谐振频率。这个温度补偿腔体是一个完整的准椭圆四极点滤波器的一部分，若采用提取极点结构，则可以用作一个 12GHz 电视广播卫星有效载荷的输出多工器（OMUX）的一部分 [11]。

在这个应用中采用不变钢特别的不利。由于高功率容量要求（450W 连续波）和不变钢的低导热率，滤波器在某个局部（热点）能产生能高于环境的几十倍的温度。该设计利用了 TE_{011} 模谐振腔的特性优点，即没有电流流经腔体上下壁和侧壁，从而允许使用一个非接触的活塞来形成一个端墙而不会恶化腔体性能。

已知谐振频率 F_0 和腔体长度 L 的关系：

$$F_0 = c\sqrt{\left(\frac{1}{2L}\right)^2 + \left(\frac{R_m}{\pi D}\right)^2} \qquad (7)$$

其中：L= 腔体长度；

D= 腔体直径；

R_m=TE_{011} 模的贝塞尔根；

就可以计算出用于补偿由温度变化引起的任何频率偏移所需的活塞位移量。

温度敏感驱动器是一个能进行温度调节的三金属材料构成的圆盘，固定在腔体结构中并连接至作为腔体上壁的铜质圆盘上。这个温度调节三金属由三层金属叠在一起构成并占据了整个界面，每一层具有不同的 CTE。当加热时，这个复合金属圆盘改变它的曲率，其改变规律是在很宽的温度范围随着温度线性变化。由此导致的在 Z 方向的位移量能够被计算出用以补偿腔体因温度变化产生的频偏。

图 5 展示了该补偿滤波器在普通环境温度和较高温度下的测试性能。测试结果显示 60℃ 的温漂 ΔT 的频偏为 2MHz，对应等效 CTE 仅 2.3ppm/℃。这个值已经非常接近不变钢的温度膨胀系数（1.3ppm/℃），比铝的温度膨胀系数（23ppm/℃）低了一个数量级。

结论

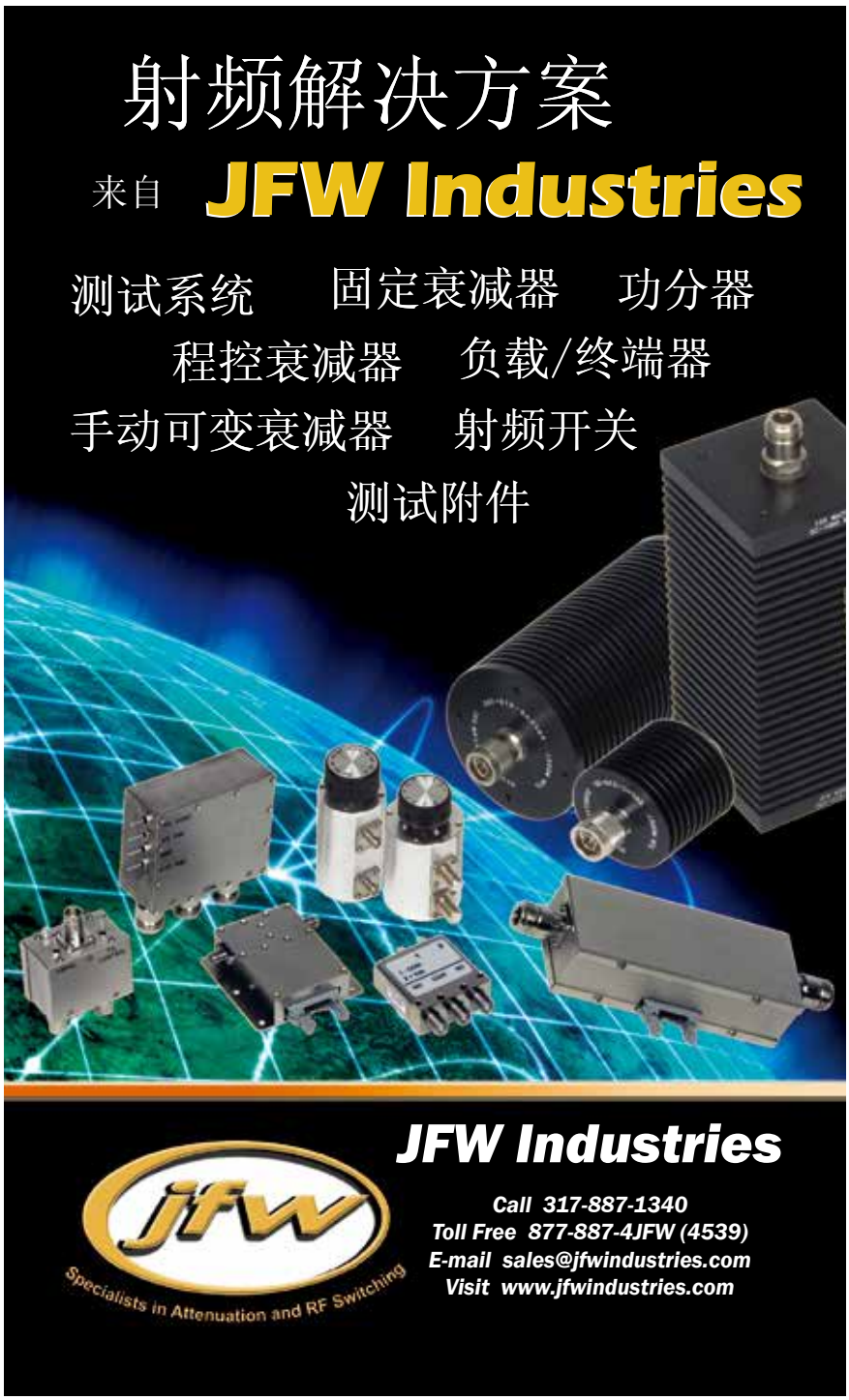
本文综合性地讨论了用于卫星



应用的微波结构（主要是谐振器和滤波器）的温度稳定性。温度补偿技术往往是精巧和创造性的设计结合对电磁结构和材料的物理特性的充分了解。■

参考文献

1. C. Wang, "Temperature Compensations for Microwave Resonators and Filters," IEEE International Microwave Sympo sium, June 2005.
2. B.F. Keats, "Bimetal Temperature Com pensation for Waveguide Microwave Fil-ters," Ph.D. Thesis at University of Water loo, Waterloo, Ontario, Canada, 2007.
3. C. Kudsia, R. Cameron and W.C. Tang, "Innovations in Microwave Filters and Multiplexing Networks for Communica tions Satellite Systems," IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 40, No. 6, June 1992, pp. 113321149.
4. S.J. Fiedziuszko, "Miniature Dual-Mode, Dielectric-Loaded Cavity Filter," US Pat ent 4489293 A, 1984.
5. Alcatel Alenia Space, "Microwave Organic PCBs for Space Applications," 3rd CTB WG Hybrids Technical Presentation Day, ESTEC, May 2006.
6. R.V. Basil, L. Ondrups and J. K. Shimizu, "Thermally Compensated Microwave Res onators," US Patent 4,057,772, November 1977.
7. R. E. Jachowski and L. E. Brown, "Com pensating Device for Tuned Cavities," US Patent 4,423,398, December 1983.
8. S.B. Lundquist, "Temperature Compen sated Filter," US Patent 5,867,077, 1999.
9. B.F. Keats, R.B. Gorbet and R.R. Mansour, "Design and Testing of SMA Temperature-Compensated Cavity Resonators," IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 51, No. 12, December 2003, pp. 228422289.
10. H.W. Yao and A.E. Atia, "Temperature Characteristics of Combline Resonators and Filters," IEEE International Micro wave Symposium Digest, Vol. 3, May 2001, pp. 147521478.
11. R. Cameron, M. Lisi and S. Strijk , "Reso nateur à Cavitès avec Dispositive de Com pensation Thermique," Brevet d' invention n. 8607497, 16 May 1986, ESA Patent.





现在！
功率高达
2W

USB & 以太网 可编程

衰减器

*0 –120 dB　0.25 dB步进 *　1 MHz ~ 6 GHz †*

从 $395 起

Mini-Circuits可编程衰减器现在可支持更高功率的需求！
最新型号RCDAT-3000-63W2+频率覆盖50-3000MHz，衰减范围0-63dB，输入功率高达2W，给您带来更多的选择和可能性。我们全系列的可编程衰减器提供业内最大的电平控制范围，从30dB到120dB，步进最小至0.25dB，是衰落模拟器、切换评估系统、自动化测试及更多应用的最佳选择。通过USB、以太网（HTTP和Telnet）、RS232控制选项，您可以方便的建立及遥控测试系统。附带提供的用户友好图形界面（GUI）控制软件，具备衰减跳变和扫描功能，您可以存储及调用特定的衰减模型配置文件，以节约时间，避免误操作。同时，我们也提供全套的DLLs††文件及程控指令，方便您自行编程。请访问Minicircuits.com网站或联系伟博电讯，以获得更多的关于指标、应用等详细信息！今天下单，最快明天就能得到所需器件！

满足 RoHS 要求

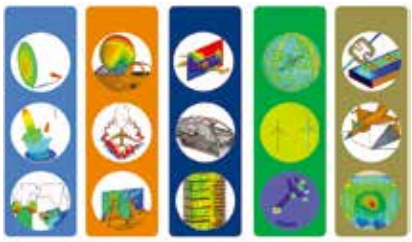
Mini-Circuits… 我们重新定义价值所在！

	型号	衰减范围	衰减精度	步进	USB控制	以太网控制	RS232控制	单价(美元) 数量(1-9)	
新！	RCDAT-3000-63W2+	0 – 63 dB	±0.4 dB	1 dB	✓	✓	-	$895	*功率高达2W*
	RUDAT-6000-30	0-30 dB	±0.4 dB	0.25 dB	✓	-	✓	$395	
	RCDAT-6000-30	0-30 dB	±0.4 dB	0.25 dB	✓	✓	-	$495	
	RUDAT-6000-60	0-60 dB	±0.3 dB	0.25 dB	✓	-	✓	$625	
	RCDAT-6000-60	0-60 dB	±0.3 dB	0.25 dB	✓	✓	-	$725	
	RUDAT-6000-90	0-90 dB	±0.4 dB	0.25 dB	✓	-	✓	$695	
	RCDAT-6000-90	0-90 dB	±0.4 dB	0.25 dB	✓	✓	-	$795	
	RUDAT-6000-110	0-110 dB	±0.45 dB	0.25 dB	✓	-	✓	$895	
	RCDAT-6000-110	0-110 dB	±0.45 dB	0.25 dB	✓	✓	-	$995	
	RUDAT-4000-120	0-120 dB	±0.5 dB	0.25 dB	✓	-	✓	$895	
	RCDAT-4000-120	0-120 dB	±0.5 dB	0.25 dB	✓	✓	-	$995	

* RCDAT-3000-63W2程控步进1dB
† RCDAT-3000-63W2频率50～3000MHz，120dB衰减范围的衰减器频率1-4000MHz
†† 无需安装驱动，动态链接库对象可用于Windows® 32/64位系统，运行环境为ActiveX® 和.NET® Frameworks

Mini-Circuits®
ISO 9001 ISO 14001 AS 9100 CERTIFIED
www.minicircuits.com
P.O. Box 350166, Brooklyn, NY 11235-0003
(718) 934-4500　sales@minicircuits.com

Mitron Inc.
Authorized Mini-Circuits Rep in China
伟博电讯—— 把最好的微波射频产品带给中国
总部地址：福建省福州市349信箱　邮编：350003
全国市话服务热线：400-887-3088　传真：0591-87870011
E-mail：sales@mitron.cn　网址：www.mitron.cn



FEKO将集成于HyperWorks 14.0

FEKO Integrated in HyperWorks 14.0

Altair Engineering 公司供稿

HyperWorks 是 Altair 推出的用于仿真驱动设计的计算机辅助工程（CAE）仿真软件平台，包括建模、可视化、分析和优化技术及解决方案，可用于结构、碰撞、电磁、热、流体、系统和制造业应用。全面的电磁场分析软件 FEKO 属于 HyperWorks 的电磁求解器套件，用于解决范围广泛的电磁问题。FEKO 包含一整套混合求解器，可为求解复杂和电大尺寸电磁问题提供多种可能的混合方法，所有的求解器都包含在同一个包里。

FEKO 开发者 EMSS-S.A. 公司于 2014 年 6 月被 Altair 收购，2015 年初开始，FEKO 即可从 Altair 已获得专利的按需取用软件口令体系中获得。在这种机制下，用户可以同时运行包括 FEKO 在内的多个 HpyerWorks 应用程序以及 Altair 其他软件产品，而无需对每个口令单独付费。作为 Altair 产品的一部分，FEKO 版本号也将从 FEKO 7.0 直接升级为 FEKO 14.0，与 HyperWorks 的下一个版本 HyperWorks 14.0 保持一致。

FEKO 14.0产品特性

早在 FEKO 6.3 版本即开始支持曲面三角形网格，通过使用更大的网格单元可在不牺牲精度的情况下明显降低计算资源要求。此次新版本中，FEKO 将新增支持矩量法（MoM）和多层快速多级子法（MLFMM）的曲线线单元网格划分，这个扩展将继续降低计算资源要求，以更少的曲线线单元网格实现与直线线单元网格相同的精度。这个功能将给关注线型建模的用户带来好处，包括螺旋结构或医用导线。图 1 显示了使用曲线线单元网格划分获得了与直线线单元网格相同的精确度，同时单元数量从 397 降低至 153。

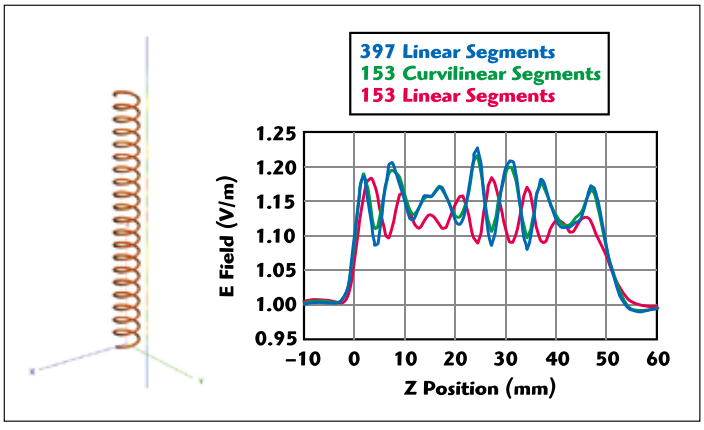


图 1. 在 7.4 GHz 平面波照射下，一个 20 圈螺旋线距离轴线 5mm 处的近场电场计算（半径 2.5mm、高度 50mm、导线半径 0.2mm），分别使用直线和曲线线单元网格的结果比较。

高阶基函数（HOBF）使得用户可以使用更大的三角形剖分网格，并获得同样的精准度。从 FEKO 6.2 开始，MoM 和 MLFMM 可支持 HOBF；在 FEKO 14.0，用户使用 MoM 与一致性绕射理论（UTD）或射线循迹几何光学（RL-GO）混合算法时，可在 MoM 区域里使用 HOBF，以更加高效地分析电大尺寸问题。根据不同情况，此项新功能可以减少 MoM 区域的三角形网格数量至 1/70，或者更多。

FEKO 在 7.0 版本加入的时域有限差分（FDTD）求解器主要用于解决非均匀介质和宽带问题，包括电磁脉冲辐射的影响。新版本中，又增加了单一模型的多种求解，理想磁导体（PMC）边界、多核机器 OpenMP 并行和其他一些功能。

应用自动化和LUA脚本

FEKO 14.0 的 CADFEKO 实现了应用自动化，CADFEKO 的任何手动操作都可通过脚本完成，同时支持脚本记录。此过程的工作流程非常简单：开始记录、执行动作和停止记录。一旦记录，用户可以重新运行（re-run）脚本以避免重复动作，亦可通过修改脚本实现高级定制化操作（见图 2）。

用户常常对模型创建或可视化有些具体要求，无法在用户界面直接操作。这种情况下，可使用 LUA 脚本来完成。在 14.0 版本中，改进的参数扫描脚本可

Frontlynk®
Bridging Gaps

空间受限

客户的信任

防水功能

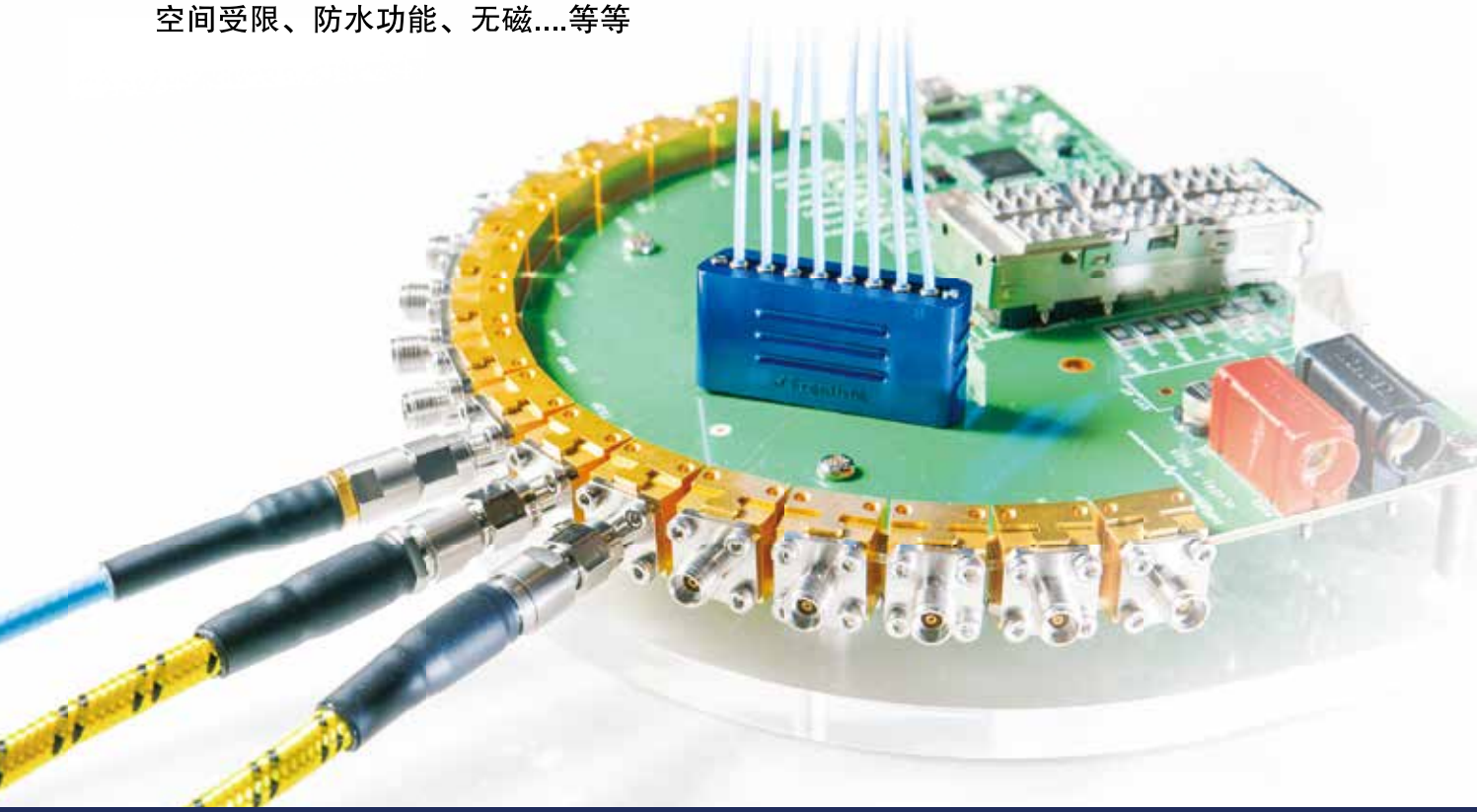
电气性能

无磁

RF/微波同轴连接器&电缆组件

联合设计制造

满足您的多种需求，如电气性能、
空间受限、防水功能、无磁....等等



Frontlynk Technologies Inc. www.frontlynk.com
Tel: +886-6-356-2626 Fax: +886-356-6268 E-mail: info@frontlynk.com
German Speaking: bsw TestSystems & Consulting AG/ Tel: +49-7031-41008928
E-mail: info@bsw-ag.com

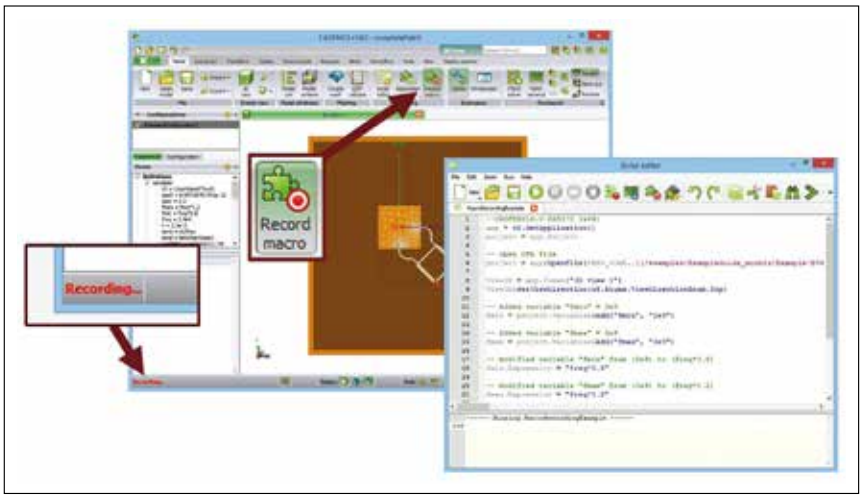


图 2. CADFEKO 中新的脚本录制功能执行重复操作（记录脚本一次，即可使用这个脚本重复整套操作）和高级定制操作（记录和扩展脚本）。

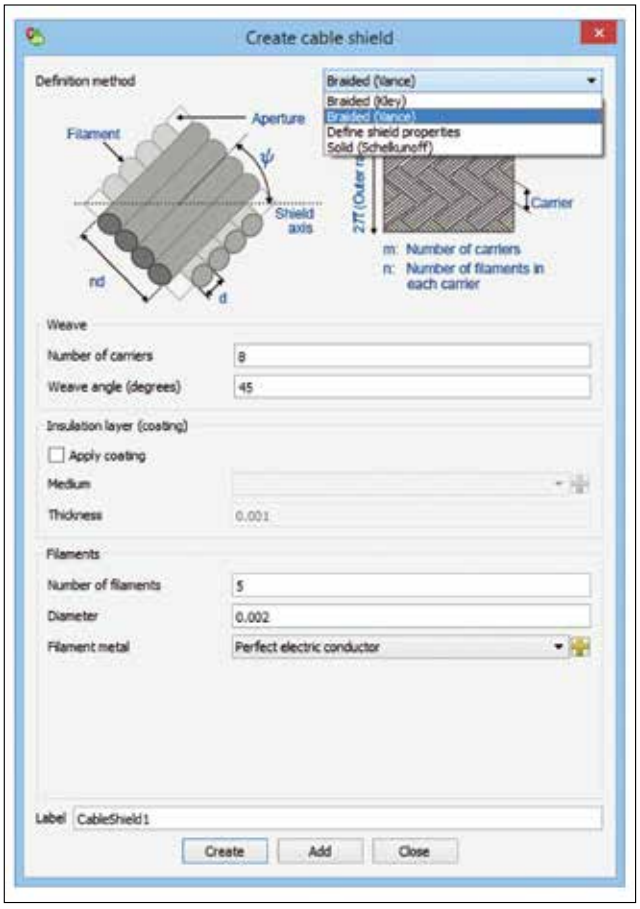


图 3. 在 CADFEKO 创建电缆屏蔽对话框，下拉菜单中增加万斯（Vance）编织屏蔽（Braided shield）类型。

用于研究变量变化带来的影响。FEKO 界面上新增 Optenni Lab 插件，用于自动匹配电路生成，包含一个新的工作流程选项和更加先进的自动化集成。一个新的脚本也被创建，用户可以用它来实现多收多发平台的同址干扰分析。

EMC、PCB建模与RCS

电磁兼容（EMC）是 FEKO 广泛应用的一个重要方向，在新版本中，综合线缆建模工具增加了万斯（Vance）编织屏蔽类型（见图 3）。鉴于越来越多的用户对 PCB 建模产生兴趣，一些新功能也有所增加，例如可以在 Gerber、ODB++、3Di 或 AutoCAD 文件中选定或者取消选定的板层（见图 4）。支持有源 RCS 计算，在分析模型中除了包含平面波激励之外，还同时支持其他源激励。

FEKO 14.0 还有其他一些和 CAD 处理及可视化相关的新功能和改进。

HyperWorks 学生版将支持更大规模的模型，取代之前的 FEKO LITE。

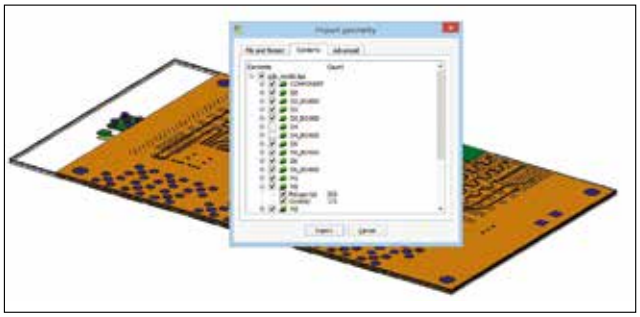


图 4. 在 CADFEKO 输入图形对话框，可以选择输入 Gerber、ODB++、3Di 或 AutoCAD 文件的板层和元件。

FEKO融入HyperWorks

FEKO 14.0 实现了 FEKO 和 HyperStudy 的融合，HyperStudy 是一款融多学科设计探索、优化和随机分析的工具。此外，FEKO 支持从 Altair 高性能有限元前处理工具 HyperMesh 生成的网格导入。

FEKO 还可与 Altair 的 PBS Works 联合，PBS Works 的功能包括计算管理、基于 Web 的应用程序提交以及管理和监控 HPC 环境下的任务。FEKO 可用于 Altair 的云解决方案，包括私有云解决方案 HyperWorks Unlimited，其具有全面配置的硬件与软件，可提供对设备中所有 Altair 软件的无限制使用。■

Altair Engineering Inc.
Troy, Mich.
www.altairhyperworks.com/FEKO

KRATOS | General Microwave
Microwave Electronics Division

控制器件和源的世界首选之源



产品特点：

- 高可靠
- 高性价比
- 一致性好
- 批量供货能力强

开 关(0.2–40GHz)

- 高可靠性，MTBF 超过 500,000 小时
- 宽带高速、低插损、高隔离
- 相位及幅度匹配
- 低视频泄漏

数控衰减器(0.2–40GHz)

- 高可靠性，MTBF 超过 500,000 小时
- 衰减范围到80 dB
- 宽带高速、低插损
- 11比特精确衰减控制
- 衰减单调性和高重复性

移相器/IQ矢量调制器(0.5–24GHz)

- 高可靠性，MTBF 超过500,000小时
- 10比特高精度移相步进
- 宽带高速、低插损
- 单调性和高重复性

高速频综(0.5–18GHz)

- 高速，小于 1μ Sec建立时间
- 宽带
- 低相位噪声
- 高分辨率
- 小尺寸

数字调谐振荡器(0.5–18GHz)

- 高可靠，MTBF 超过 40,000小时
- 宽带高精度
- 快速置频
- 宽调制带宽
- 单调性调谐

Mitron 伟博电讯 把最好的微波射频产品带给中国

销售热线：400-887-3088 传真：0591-87870011 E-mail：sales@mitron.cn 网站：www.mitron.cn

高 IIP3 14GHz 混频器把易用性带到了微波无线电设计中

A High IIP3 14GHz Mixer Brings Ease of Use to Microwave Radio Design

作者：Bruce Hemp 凌力尔特公司应用部门负责人
James Wong 凌力尔特公司产品市场经理

在下一代无线接入应用中带宽将迅速拓展，以应对不断增长的互联网流量。与此同时，目前可供使用的频谱完全无法支持所需的带宽。因此，人们正在对更高的频谱进行适用性评估。有多种选项被纳入了考虑的范畴，从免执照的 5.8GHz 地面站到覆盖地球的低轨道卫星群等均在其列。提高带宽之路存在于可履行该承诺的更高和新的频率。这将需要具备改善性能的混频器。由凌力尔特推出的一款新型混频器 LTC5549 可为此项努力提供支持。

LTC5549 是一款无源双平衡混频器，其能够充当一个上变频器或下变频器。该器件具有一个 2GHz 至 14GHz 的非常宽 RF 工作频率范围。LTC5549 提供了异常高的线性度（在 5.8GHz 为 28.2dBm IIP3，而在 12GHz 则为 22.8dBm IIP3），从而改善了发送器和接收器等的动态范围。LTC5549 凭借其仅需 0dBm 驱动功率的集成型 LO 缓冲器（因而实际上免除了增设外部高功率 LO 驱动器电路的需要）实现了高效的微波发送器和接收器设计。此外，LTC5549 还集成了一个用于 LO 信号的片内、可旁路倍频器，从而使得该器件能够在有益的场合中采用成本较低的常用低频合成器。LTC5549 运用了专为扩展 LO 和 RF 频率带宽而优化的宽带集成型平衡 - 不平衡变压器，同时实现了单端运作。而且，其 IF 端口能够支持 0.5GHz ~ 6GHz 的宽带宽。所有三个端口均为 50Ω 匹配，并具有卓越的端口至端口隔离指标，最大限度地减少了不希望的 LO 泄漏，从而降低了外部滤波要求。

改善微波收发器性能

大多数微波混频器是采用分立式 GaAs 二极管或 FET 以混合模块的形式构建的。与此相反，LTC5549 则是采用一种非常高频的先进 SiGe BiCMOS 工艺制作的。该器件实现了很高的集成度，内置了片内 LO 缓冲器和微波平衡 - 不平衡变压器。对单片式晶片进行了倒装并安装到一个具引线框架的纤巧型 3mm x 2mm 塑料表面贴装式封装上。免除了键合线以极大地提升器件的微波频率性能，并不会引入键合线电感。其固有的小封装再加上极少的外部电路有助于实现非常小巧的解决方案占板面积。

对于接收器而言，当存在邻近的高功率干扰时，不管它来自于带外非故意发送器源抑或是自感应（从多分区系统中的另一个发送器渗漏），较高的 IIP3 都将提升坚固性。较大动态范围接收器可提供附加的设计余量，因此在处理高障碍物时更具宽容性——这是因为随着无线电部署的日益增多，电波将随着时间的推移持续减弱。

同样，对于发送器来说，IIP3 较高 (OIP3 因此也较高）的混频器有助产生较少的杂散分量，从而实现改善的频谱纯度和更好的 ACPR 性能。这对于那些采用较高阶调制的无线电设备特别有用，其能够推升至超过 1024 QAM 或更高。改善的线性有助于生成更好的构象准确度定义。此外，较高的 IIP3 还允许混频器在高输出功率下运作，因而可提供更加稳健的输出

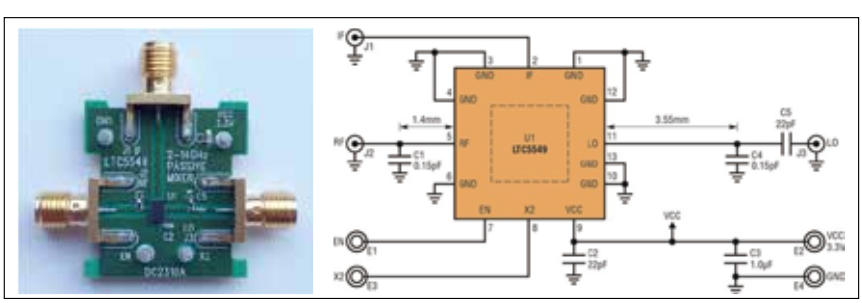


图 1. LTC5549 评估板和原理图。

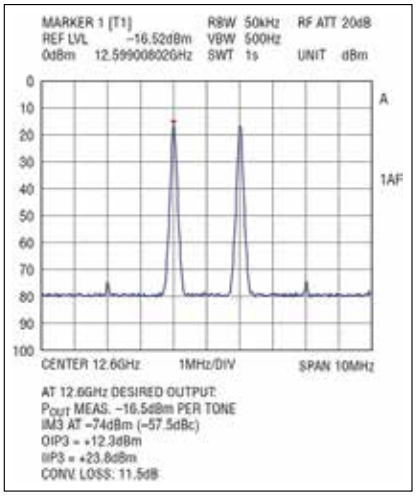


图 2. 三阶互调杂散的测量值为 -74dBm，建议在 12.6GHz 频率条件下具有一个 +23.8dBm 的 IIP3。

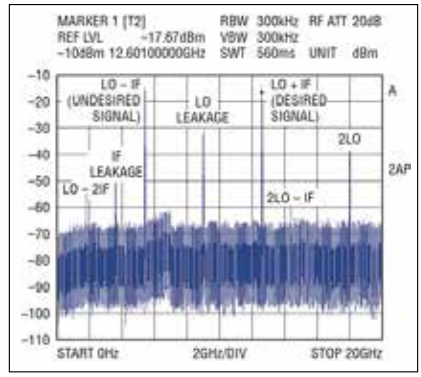


图 3. 宽带输出频谱示出了所有影响输出滤波器要求的杂散分量。

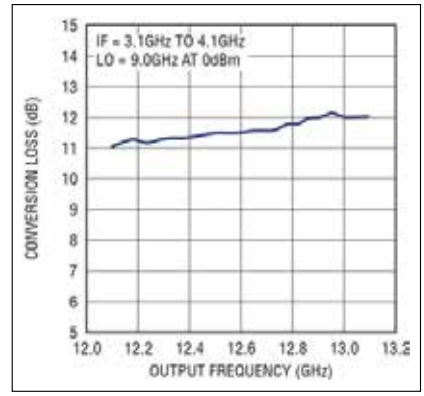


图 4. 上变频混频器的转换损耗为 12dB，但是在 12.6GHz 载频条件下，其于 1GHz 带宽内具有 1dB 的平坦度。

功率级别。额外的设计余量有助放宽设计约束条件，从而提供灵活性。

低 LO 驱动简化了设计

LTC5549 的集成型 LO 放大器实际上免除了驱动传统微波无源混频器通常所需的 +10dBm 至 +17dBm LO 放大器。于是，其 0dBm LO 驱动使得能够直接采用一个 PLL / 合成器来驱动 LO，并不需要进行缓冲。除了节省成本之外，低 LO 功率所产生至 IF 或 RF 端口的 LO 泄漏天生就要低得多，因此，抑制与此类高功率源相关的任何带外辐射所必需的外部滤波较少。另一个好处是在 PC 板上未布设一个高功率辐射源。这意味着可显著地节省成本，因为它降低了 RF 抑制屏蔽的要求，而对于许多具有这种高功率 LO 信号的设计来说，满足此项要求是一件很麻烦的事情。

改善带宽

LTC5549 运用了平面平衡 - 不平衡变压器设计中正待专利审议的最新技术进展，从而使单片式混频器能够在极宽的带宽内工作。实现了前所未有的对称性，产生了异常平衡的操作，并在非常宽的带宽内获得了最优的杂散抵消和平坦的频率响应。例如：50Ω 匹配的 RF 端口及其内置的变压器和一个 0.15pF 外部电容器在 2GHz 至 14GHz 频率范围内持续提供了优于 10dB 的回程损耗。同样，通过在 LO 输入端上连接一个 0.15pF 并联电容器和一个串联电容器，端口在 1GHz 至 12GHz 频率范围内是 50Ω 匹配。在整个频率范围内回程损耗指标优于 10dB。

5G 数据速率增加，带宽也将增加

5G 无线通信预计可提供 1Gbps



EDI CON 2016

Electronic Design Innovation Conference

电子设计创新会议

连接工程师与行业

2016年4月19–21日

国家会议中心

中国,北京

北京

首席赞助商:

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

钻石赞助商:

ROHDE&SCHWARZ

企业赞助商:

NATIONAL INSTRUMENTS

EDI CON 2016新亮点:

- EMC/EMI展示
- 物联网展示
- 5G Demo展示
- 雷达展示

中国电工技术学会
EMC大会将与
EDI CON 2016
同期同地举行

虚位以待

www.EDICONCHINA.com

的数据速率。为了实现这样的速度，将需要把带宽提高至 1GHz 或更高。可以肯定的是，必需开拓新的频谱。LTC5549 具有出色的带宽，可支持超过 1GHz 的平坦响应。

微波测试设备也可从 LTC5549 等紧凑型高线性度混频器获益。随着 RF 测试设备的频率不断攀升，其线性和带宽性能也必须改善，以跟上被测器件性能进步的步伐。

设计示例

我们来看一个把 3.6GHz 信号转换为 12.6GHz 载波的应用示例。采用了一个低压侧 LO。工作条件如下：

- IF 端口 (输入) = 3.6GHz
- RF 端口 (输出) = 12.6GHz
- LO (输入) = 9GHz (在 0dBm)
- 双音调输入，间隔 2MHz 的输入，在 IF 输入端上各为 -5dBm

性能测量采用一块 LTC5549 评估板 (图 1) 来进行。内部 2X LO 被旁路，于是采用一个干净的实验室信号发生器直接注入一个 9GHz LO 信号。由于评估板的组件已经是宽带匹配，因此可以直接使用，无需改动 (见图 1 中的原理图)。

图 2 示出了该混频器的线性性能，在 12.6GHz 频率上对间隔 2MHz 的两个音调进行测量。测得的输出三阶互调失真杂散下降了 -57.5dBc。这对应于一个 +23.8dBm 的 IIP3。图 3 示出了 RF 输出的完整频谱曲线图。未使用外部滤波器，因此我们可以看到所有杂散分量均下降的地方。LO 泄漏在 12.6GHz 载频以下降低了大约 14dB，但是离开了 3.6GHz。所以，滤波应该不是一个大问题。最靠近的杂散实际上是 2LO-IF，其出现在距离载频 1.8GHz 之处。好消息是，其剩余功率在载频以下优于 -40dBc。

在 12.6GHz，该混频器的输出于 1GHz 带宽内表现出 1dB 的平坦度 (见图 4)，可支持下一代的宽带无线电设备。■

Qorvo 推出四款高度集成的多工器解决方案

Qorvo公司推出四款多工器解决方案采用公司专有的 LowDrift BAW 滤波器技术，提供良好的插入损耗和收发通道的高度交叉隔离性能，优化了接收灵敏度，延长了智能手机的电池寿命。高性能滤波器满足或超过日益严苛的技术要求，如收发频段的狭窄缝隙，确保温度性能一致性，提升射频前端的性能。

QM25005 多工器用于 FDD-LTE 频段 1 和 3，尺寸为 3.0 × 2.0 mm，产品启用下行链路 CA，兼容 LTE 芯片组，性能经优化，改进插入损耗、高隔离度、接收灵敏度和覆盖范围。

QM25001、QM25011和 QM25012 用于TDD-LTE频段39和41，QM25001 采用 2.5 x 2.0 mm 尺寸，设计用于全球智能手机，支持全球范围所使用的全频段 41 频谱。QM25011和 QM25012 设计用于中国国内智能手机市场，针对中国的频段 41 窄带配置进行了优化。QM25011 包括初级收发滤波器，1.7 × 1.3 mm 封装，互补性 QM25012 提供多样性接收滤波器，尺寸仅 1.5 × 1.1 mm。两款产品在分立元件方面均达到节省空间至少 60% 的优势。

产品
到解决方案



Ducommun有超过45年设计、测试和制造同轴开关和集成系统的经验。

Ducommun

同轴开关
- 400 MHz 至 8 GHz
- 低插入损耗
- 高隔离
- 适用于所有热真空室



手动控制
- DC 至 18 GHz
- 提供 SPDT、DPDT、多掷类型
- 非常适合实验室测试



超宽带固态开关
- SP1T 至 SP8T
- 隔离：
  反射式：最小 25 dB
  吸收式：最小 40 dB
- 完整的固态解决方案
- 0.05 GHz 至 67 GHz



欲了解更多信息，
请联系我们的销售团队
+1 (310) 513-7256
rfsales@ducommun.com
微信 ID: rfsalesducommun

联系方式



首款 50 GHz 手持式分析仪加快现场工作进度

First 50 GHz Handheld Analyzer Speeds Field Work

是德科技公司供稿

工程师和技术人员在安装、维护雷达与卫星系统以及故障排查时面临棘手的挑战和各种麻烦的妥协。挑战通常来自于物流或环境上的一些问题，譬如工程师在偏远地区工作（在轮船上或飞机上作业），还要应对潜在的恶劣天气条件。工程师做出的妥协与现场使用的设备有关。获得足够的精度通常意味着使用台式仪器级别的工具，进行必要的全面测量意味着运输不止一台笨重仪器。

如今，更好的选择是使用 Keysight FieldFox 系列手持式分析仪。是德科技于本月推出了 6 款 FieldFox 手持式毫米波分析仪。其中，旗舰型号是业界首款 50 GHz 手持式微波（组合）分析仪。新产品扩大了分析仪产品线，包括是德科技于 2008 和 2012 年推出的射频和微波分析仪。新型 FieldFox 分析仪的重量仅为 7.1 磅（含内置电池），可在稳固和便携的仪器中提供实验室级的频谱分析、矢量网络分析、电缆和天线测试（CAT）能力。FieldFox 凭借这些功能可以替代 3 或 4 种单一功能的仪器（不论是台式还是手持式），通常用于对那些在 Ka 频段或以上频段运作的系统进行维护和故障诊断。FieldFox 具有前所未有的功能和价值，成本仅为同等台式仪器的一半。

FieldFox 分析仪针对现场测试进行了优化。FieldFox 采用完全密封、无风扇或通风孔的外壳设计，既达到了 US MIL-PRF-28800F 2 类标准，又符合 MIL-STD-810G Method 511.5 Procedure I 要求，适用于爆炸性环境（被测类型）。FieldFox 分析仪也能符合 IEC/EN 60529 IP53 防尘和防水要求（被测类型）。

其中 3 个组合分析仪分别覆盖了 32、44 或 50 GHz 的频率范围，另外 3 个频谱分析仪具有相同的频率范围。这 6 款新型分析仪的频谱测量速度比同类产品快了 8 倍。显示平均噪声电平（DANL）在 50GHz 时为 -135dBm/Hz，9 kHz ~ 50 GHz 频率范围内的幅度精度为 ± 0.6 dB。在矢量网络分析模式中，50 GHz 时的动态范围是 90 dB、轨迹噪声是 ±0.008 dB。

FieldFox 手持式分析仪通过软件升级可提供更为广泛的功能，可以让用户选择当前所需要的功能，并在今后需求改变时增加新的功能。例如，矢量电压表、TDR 电缆测量、内置功率计、脉冲测量、频谱分析仪时间选通、干扰分析仪（带有谱图）和 GPS 接收机。

雷达应用

雷达的应用非常广泛，涵盖了交通执法、天气预报、民用航空空中交通管制和军事防空等领域。为提高系统正常运行时间和确保利好结果，日常维护、临时故障诊断和临时维修是必不可少的。工程师在现场进行雷达组件和系统维护时，常常需要测量系统在各种测试条件下的时域和频域性能。现在的雷达系统已达到非常复杂的程度，维护人员还必须在时域和频域中协调与比较波形。他们甚至需要对雷达系统中的不同功能块或现场可更换单元（LRU）进行测试与调谐。

覆盖所有必要的测量通常需要三种或四种独立的仪器。例如，峰值功率计是用来测量发射机绝对幅度随时间的变化关系，频谱分析仪是用来测量绝对幅度随频率的变化关系。当执行相对测量时，峰值功率计可以测量波形的相对时间和幅度，矢量网络分析仪（VNA）或矢量电压表可用来测量幅度和相位随频率的变化关系。FieldFox 综合分析仪提供与上述四个仪器相同的测量功能。通过添加一个峰值功率传感器，工程师可以轻松地把 FieldFox 分析仪带到现场，用来测量雷达系统在时域和频域中的性能。综合分析仪也具备测试 LRU 的能力。支持的测量包括：使用峰值功率传感器分析高达 40 GHz 的脉冲信号，以及发射机主脉冲至辅助脉冲的相对时序测量。FieldFox 分析仪也可通过矢量电压表模式可支持稳定本地振荡器的相位调整。

快速、精确地表征电缆、波导和元器件，有助于提高系统正常运行时间和降低任务风险。只需要购买、掌握使用和维护一台仪器，可以改进工作效率，降低拥有成本。

卫星应用

卫星系统可用于广播、双向数据、导航、遥感和移动通信。每个系统都有地面和空间部分。典型地面部分细



图 1. FieldFox 手持式分析仪可以让现场工作人员使用单台仪器对复杂的卫星地面站进行全面的表征。照片由 INTELSAT 提供。

分为三个子类：卫星控制系统、网关和集线器、以及用户终端。控制系统提供跟踪遥测和控制（TT&C）。通信包括在网关、集线器与用户终端之间进行语音、视频和数据通信。

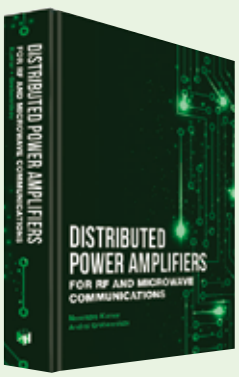
卫星地面站的有效维护和故障诊断需要测试几个关键元素—天线、传输线、发射机和接收机—以及整个系统。所需的测量包括：天线回波损耗、传输线故障位置、发射机的大功率放大器（HPA）性能、接收机的低噪声放大器（LNA）性能、以及系统载噪比测量。完成这些测量需要另一组设备：功率计、频谱分析仪、矢量网络分析仪、线性扫描仪、射频和直流源。FieldFox 综合分析仪经过配置可在单个仪器中提供上述所有的功能。单台分析仪能够通过对上行链路和下行链路信号进行快速、细致地分析，验证系统性能（参见图 1）。经过校准的 VNA 和 CAT 测量可帮助维护人员持续高效地维护电缆、波导和天线系统。网络分析、频谱分析、功率测量等功能的组合可使维护人员更快速地进行故障诊断。

研发配套工具

性能极高的台式 VNA 和信号分析仪的价格一般也很高。研发实验室可能只拥有一台或两台这样的仪器，并由工程技术人员合用。有限的资源利用率可能意味着技术人员对新设计或最新电路板制作进行表征、调试和故障诊断会出现延迟。FieldFox 是经济实惠的解决方案，可为工程师配备频率高达 50 GHz 的必要测量功能。当其他人使用共享的高性能台式仪器时，FieldFox 帮助设计人员和开发人员保持高效率。用户可充满信心地进行测量，因为 FieldFox 的测量结果与可信赖的是德科技 / 安捷伦 / 惠普仪器的测量结果一致。另外，由于 FieldFox 具备便携式外形和电池供电模式，工程师能够轻松把分析仪带到需要测试的独特或固定装置的所在位置。

在雷达和卫星应用中，FieldFox 可提供实验室级的测量能力，避免了携带多个台式仪器到条件艰苦的偏远地区的麻烦。凭借高达 50 GHz 的频率覆盖范围，FieldFox 可针对 K 和 Q 频段系统提供频谱分析、矢量网络分析和额外测量。■

微 波 设 计 的 最 新 力 作



射频和微波通讯分布式功率放大器

Narendra Kumar 和
Andrei Grebennikov

精装 · 372页 · 2015版
ISBN: 978-1-60807-831-8
179美元 / 129英镑



射频定位：原理、应用及工具

Rafael Saraiva Campos 和
Lisandro Lovisolo

精装 · 320页 · 2015版
ISBN: 978-1-60807-816-5
179美元/ 125英镑



射频和微波无源器件介绍

Richard Wallace 和
Krister Andreasson

精装 · 400页 · 2015版
ISBN: 978-1-63081-008-5
149美元/ 99英镑

美国： **致电：**1-800-225-9977（在美国或加拿大），或1-781-769-9750, 分机4030
传真：1-781-769-6334
电子邮件：artech@ArtechHouse.com

英国： **致电：**+44 (0)20 7596 8750
传真：+44 (0)20 7630-0166
电子邮件：artech-uk@ArtechHouse.com

完整的描述及订购信息，请访问网站：
ArtechHouse.com
所有定价均包含运费及应付税款。

ARTECH HOUSE
BOSTON I LONDON

685 Canton Street, Norwood, MA 02062 美国
16 Sussex Street, London SW1V 4RW 英国

一种高兼容性快速锁紧射频同轴连接器

High Compatibility and Quick Lock RF Coaxial Connector

作者：陈国华 梁国 江苏吴通通讯股份有限公司

射频连接器是微波传输系统中重要的连接与分断元器件，同时，也是微波传输系统中各种射频电路的接口（或端口）元件，必须能全球通用、互配互换才有生命力。而现有的IEC国际标准同轴连接器的型谱经过近一个世纪的延续与发展，已经制定和编制有上百种标准接口（或端口）界面—也称标准型号，其衍生的非标准型号更是无计其数。随着全球范围内无线通信事业的不断发展，特别是近几十年来的突飞猛进；其射频同轴连接器也伴随了不断的发展和升级；然而，通信设备的技术改造是持续性的，即老设备循序渐进的被升级改造，新设备循序渐进的在更新；而作为无线通信微波传输系统中的连接与分断元器件—射频同轴连接器，其电气性能、机械性能和耐环境性能都史无前例的提出了新的技术要求（即旧的技术指标不能适应新设备的技术要求），同时，也提出了承前启后兼容性升级设计的挑战。因此，满足新要求的射频同轴连接器与将要淘汰的射频同轴连接器，其端口界面的兼容性升级设计就义不容辞的落在了国内外射频互连元器件的行业臂上。

现有IEC国际标准的射频同轴连接器较为典型的标准接口界面结构如图1所示：

插座1由插座外导体11、插座内导体12和插座绝缘支承13组成；插头由插头外导体21、插头内导体22、插头绝缘支承23、插头密封圈24和螺套25组成。插座与插头连接时，是依靠螺套25上的内螺纹251与插座外导体11上的外螺纹110相互拧紧而连接的；其机械和电气基准面1212设置在插头外导体21轴端面和插座外导体11孔底面，其密封圈24被压缩后仍保持间隙1010a。然而，此类结构的射频同轴连接器就现代通信设备的新要求而言存在以下缺陷和不足：

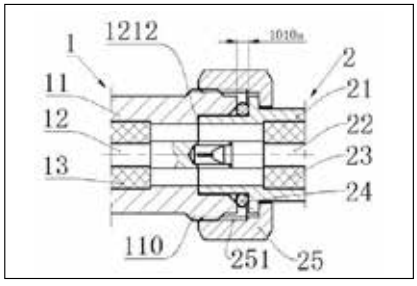


图1. 现有IEC国际标准的射频同轴连接器较为典型的标准接口界面结构图。

1. 不能实现连接快插与分断快拆，使施工安装与调试、以及生产与测试造成了诸多弊端和损害。

2. 现代通信设备所要求的重要互调指标，需要足够的螺纹预紧力，方可保持互调指标良好状态；而预紧力不足或者螺纹稍有松懈则互调干扰却随机发生；另外，过度的预紧力又常常将接触区域，即机械和电气基准面上的镀银层被损伤（电镀层被压断/裂），损坏了射频电信号的接触电阻和电连续性，导致接触非性的产生或加重，使互调指标反而变坏。同时，也降低了产品的使用寿命。

3. 现有技术中对外导体之间虽然也有将机械基准面与电气基准面分离的设计，但其外导体仅为开槽的分体式设计，使其制造成本增加同时，对外导体之间的对接面未作间隙的设计；然而在振动的环境下，其卡锁式的射频连接器其电气接触区域也会随机发生漂动（信号电流路径发生紊乱）；从而，导致了电信号的漂动而使互调性能和回波损耗性能动荡不稳。

4. 由于插座一般安装在设备端口，插头则与射频电缆连接；在施工安装时具有相当长度的射频电缆难免会被旋转，这时已经被螺套拧紧的射频插头则不能跟随转动；其后果是已经拧紧的螺套可能会被松懈，或者射频电缆可能会被扭伤甚至扭坏。

解决方案

本文要介绍的是一种高兼容性快速锁紧射频同轴连接器：与现有技术产品相比，具有螺纹与快插连接的双重功能；具有与旧版本兼容耦合的特点；具有稳定可靠的动态互调指标和回波损耗指标的优点；具有插头随机跟转防止螺纹松懈或射频电缆扭伤（扭坏）的特性。同时，实现简单可靠的结构设计，达到有效降低制造成本和提高制造精度的目的。

所述的一种高兼容性快速锁紧射频同轴连接器，可以有多种的升级方



机箱式
测试解决方案

为您定制，2周内完成生产！

产品测试、研发及更多应用场合中的机箱式可编程衰减器和机电开关组件！

Mini-Circuits新推出的ZTM系列射频测试组件针对大范围测试应用的需求提供了无与伦比的定制化解决方案。从我们拥有的超长寿命单刀四掷、单刀双掷及转换开关到具有从0~30、60、90、110或120dB不同衰减值的可编程衰减器中选择合适的器件，我们就可根据您的需求定制您所需的产品，并在2周内完成生产。

就这么简单！现在就致电联系我们吧！我们的工程师将与您一起用Mini-Circuits的ZTM系列定制属于您的机箱式测试解决方案，帮助您提高测试效率，增加测试数量及节省成本！

Mini-Circuits… 我们重新定义价值所在！

特点：

- *牢固的19”机箱*
- *可定制前面板*
- *重量轻*
- *USB及以太网可控*
- *用户友好图形界面（GUI）软件，包含DLL*
- *开关使用寿命高达1亿次*
- *优惠的价格*
- ***两周内完成生产***

众多配置可供选择！



单刀双掷
DC – 18 GHz



单刀四掷
DC – 18 GHz



单刀六掷
DC – 12 GHz



转换开关
DC – 18 GHz



0~30、60、90、110或120dB
可编程衰减器
1 MHz – 6 GHz

在线配置您的系统
获得快速报价

Mini-Circuits®
ISO 9001 ISO 14001 AS 9100 CERTIFIED
www.minicircuits.com
P.O. Box 350166, Brooklyn, NY 11235-0003
(718) 934-4500 sales@minicircuits.com



Mitron Inc.
Authorized Mini-Circuits Rep in China
伟博电讯—— 把最好的微波射频产品带给中国
总部地址：福建省福州市349信箱 邮编：350003
全国市话服务热线：400-887-3088 传真：0591-87870011
E-mail：sales@mitron.cn 网址：www.mitron.cn

IF/RF MICROWAVE COMPONENTS

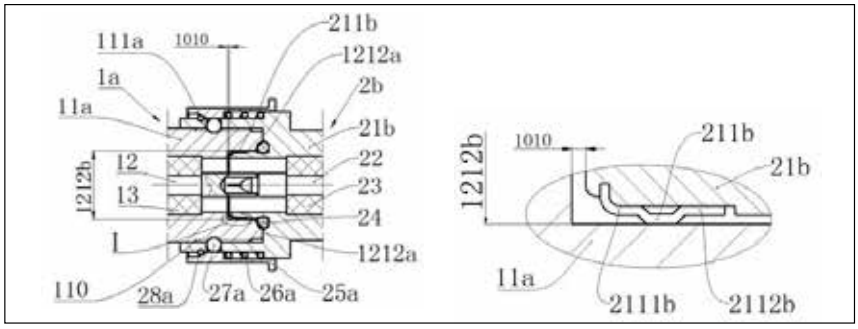


图 2. Ⅰ方案示意。

图 2a. Ⅰ处局部放大。

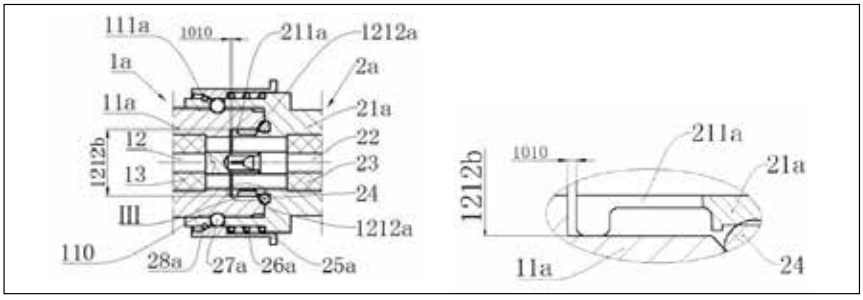


图 3. Ⅲ方案示意。

图 3a. Ⅲ处局部放大。

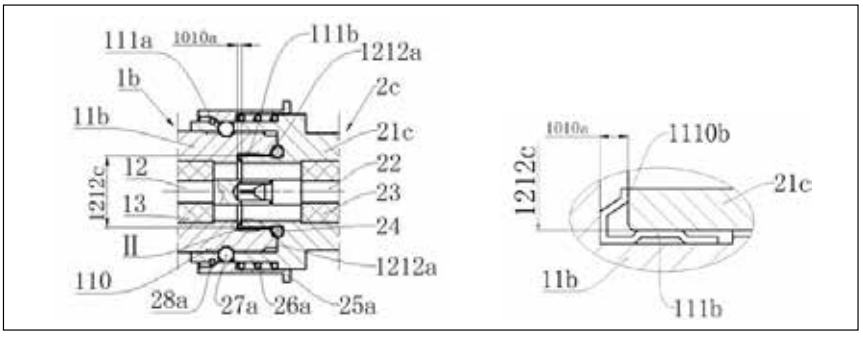


图 4. Ⅱ方案。

图 4a. Ⅱ处局部放大。

案，为了叙述方便，我们定义为Ⅰ方案、Ⅱ方案、Ⅲ方案和Ⅳ方案；其共同特点是插座 1a、1b 包括有外导体 11a、11b；内导体 12；绝缘支承 13。而Ⅰ方案、Ⅱ方案、Ⅲ方案中其特点是插头 2a、2b、2c 包括有外导体 21a、21b、21c；内导体 22；绝缘支承 23；密封圈 24；解锁套 25a；压缩弹簧 26a；钢珠 27a；卡簧 28a。而Ⅳ方案中其特点是插头 2d 包括有外导体 21d；内导体 22；绝缘支承 23；密封圈 24；螺套 25b。

所述Ⅰ方案、Ⅱ方案、Ⅲ方案和Ⅳ方案其共同特点还在于，其电气基准面 1212b 和 1212c 的电信号导通，是包括有弹性接触件 211b、111b、211a 和 111c 的接触而使其导通的。

所述外导体 11a、11b 其共同特点还在于外圆上设置有外螺纹 110；在外螺纹 110 中段设置有 V 形槽 111a。

所述插座 1a、1b 中的外导体 11a、11b 耦合孔的前端面，所述插头 2a、2b、2c 中的外导体 21a、21b、21c 耦合轴的底端面，其共同特点还在于，该前端面和该底端面设置为机械基准面 1212a。

参见图 2 和图 3：所述Ⅰ方案和Ⅲ方案其共同特点是，外导体 11a 耦合孔的径向面设置为电气基准面 1212b；同时，插座 1a 与插头 2b、2a 耦合连接后，其外导体 11a 与外导体 21a 轴向对接面设置有一个间隙区域 1010。所述Ⅰ方案其特点还在于，其弹性接触件 211b 为径向弹性的外腰鼓形簧片，轴向开有若干个空槽；弹性接触件 211b 设置在外导体 21b 轴的舌径段。所述Ⅲ方案其特点还在于，其弹性接触件 211a 为径向弹性的凸缘形弹性臂，轴向开有若干空槽，弹性接触件 211a 设置在外导体 21a 的轴前端。

参见图 4 和图 5：所述Ⅱ方案和Ⅳ方案其特点是，外导体 21c 耦合轴的径向面设置为电气基准面 1212c。另外，Ⅱ方案其特点是，插座 1b 与插头 2c 耦合连接后，其外导体 11b 与外导体 21c 轴向对接面设置有一个弹性接触区域 1010a，如图 3 所示；而Ⅳ方案其特点是，其外导体 11b 与外导体 21c 轴向对接面设置有一个间隙区域 1010。

所述Ⅱ方案其特点还在于，其弹性接触件 111b 为径向与轴向复合型的弹性簧片，其轴向为开槽的碟形，其径向为开槽的内腰鼓形；弹性接触件 111b 设置在外导体 11b 与外导体 21c 耦合孔的径底段。所述Ⅳ方案其特点还在于，其弹性接触件 111c 为径向弹性的内腰鼓形簧片，轴向开有若干个空槽；弹性接触件 111c 同样设置在外导体 11b 与外导体 21c 耦合孔的径底段。

参见图 5：Ⅳ方案其特点是，其螺纹式连接的螺套 25b 与插头 2d 中的外导体 21d 轴颈之间为小间隙配合的设置；在螺套 25b 上设置有两个轴向止档面 1010ba 和 1010bb；当螺套 25b 被拧紧时，其中的前端止档面 1010ba 与插座 1b 中的外导体 11b 上的机械基准面 1212a 设置为轴向过盈预紧；而后端止档面 1010bb 与插头 2d 中的外导体 21d 轴颈设置为小间隙转动配合。

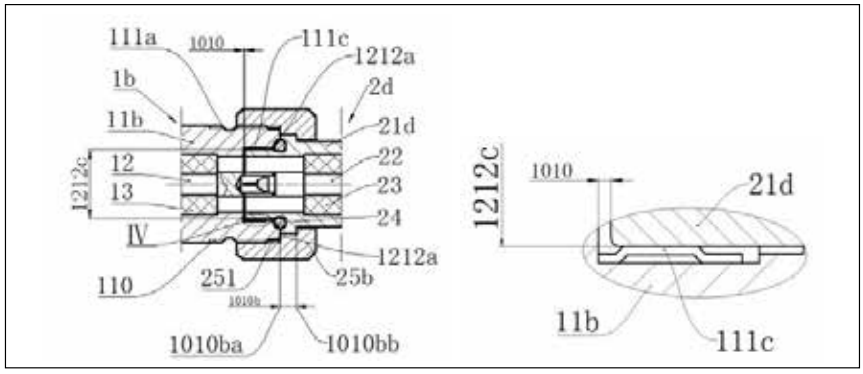


图 5. Ⅳ方案。

图 5a. Ⅳ处局部放大。

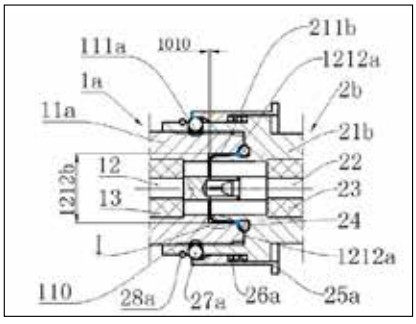


图 6. Ⅰ方案解锁状态示意。

因此，实现了当插头 2d 上受到较大外力扭矩的作用时，该插头 2d 与插座 1b 会随机跟转，从而有效地预防了螺套可能会被松懈，或者射频电缆可能会被扭伤甚至扭坏的事故发生。

现场操作的快捷性说明

参见图 2 和图 6：对本快插连接（锁定）与解锁（分离）具体步骤作一个分解性的描述：

1）快插连接（锁定）：徒手握住插头 2b 将外导体 21b 的孔口对准外导体 11a 上的外螺纹前端随即插入；此时，机械基准面接触，松手后则插座 1a 与插头 2b 被连接（锁定）。

2）快速解锁（分离）：徒手握住解锁套 25a 向后拔出即可。

结束语

1. 本技术方案实现了机械基准面与电气基准面分离设计的同时，使插座与插头中的内外导体间的接触均为弹性接触；克服了现有技术产品外导体间的硬接触所产生的缺陷；其弹性接触件的质量控制，仅需要在产品制造过程中控制好标准规保持力，就能轻松地控制好电气基准面的接触正压力，并且是一个恒定的力；从而，本产品具备更低和稳定的动态的互调特性值，而不受螺套扭矩大小，以及振动环境下的影响。

2. 本技术方案实现了快插连接与螺纹连接的双重功能；具备与旧版产品的螺纹连接的兼容性，迎合了现代通信设备所需求的快插特性；也顺应了通信设备更新改造的资源低消耗要求。

3. 本技术方案实现了插座与插头连接后，其插头具备与射频电缆跟转的特点；有效地预防了螺套可能会被松懈，或者射频电缆可能会被扭伤甚至扭坏的事故发生。

4. 本技术方案旨在为制造商和应用商提供最佳的选择空间，况且，本技术方案覆盖了现有 IEC 国际标准的射频同轴连接器较大范围内的型号；其技术升级解决方案具有较好商业市场的现实意义。■

注：上述的技术方案已获得专利权，专利所有权人为江苏吴通通讯股份有限公司；专利权人欢迎任何单位和个人在公正合理、和无歧视的条件下通过平等协商确定许可使用本专利技术的有关事宜。

中英科技

专业高频微波基板制造商



中英高频微波基板---
ZYFxxxD/ZYFxxxCA

产品特性:
- Dk:2.14~2.65(ZYFXXXD);
  2.55~3.50(ZYFXXXCA)
- 低损耗
- 执行标准IPC-4103
- 较低的Z-axis CTE，有助于金属化孔的信赖性
- 与同类型产品相比有明显价格优势
- 安定的尺寸稳定性
- Lead free，满足RoHS要求
- 快速批量交货

应用领域:
- 军事雷达
- 基站天线
- 无源器件
- 数字广播天线
- 电子狗
- 航天
- 卫星电视
- GPS,北斗

常州中英科技有限公司
地址: 中国江苏省常州市钟楼区飞龙西路28号
电话: (+86-519)83253355
传真: (+86-519) 83253350
邮箱: pcb@czzyst.cn
sd@czzyst.cn
sd08@czzyst.cn
www.czzyst.cn



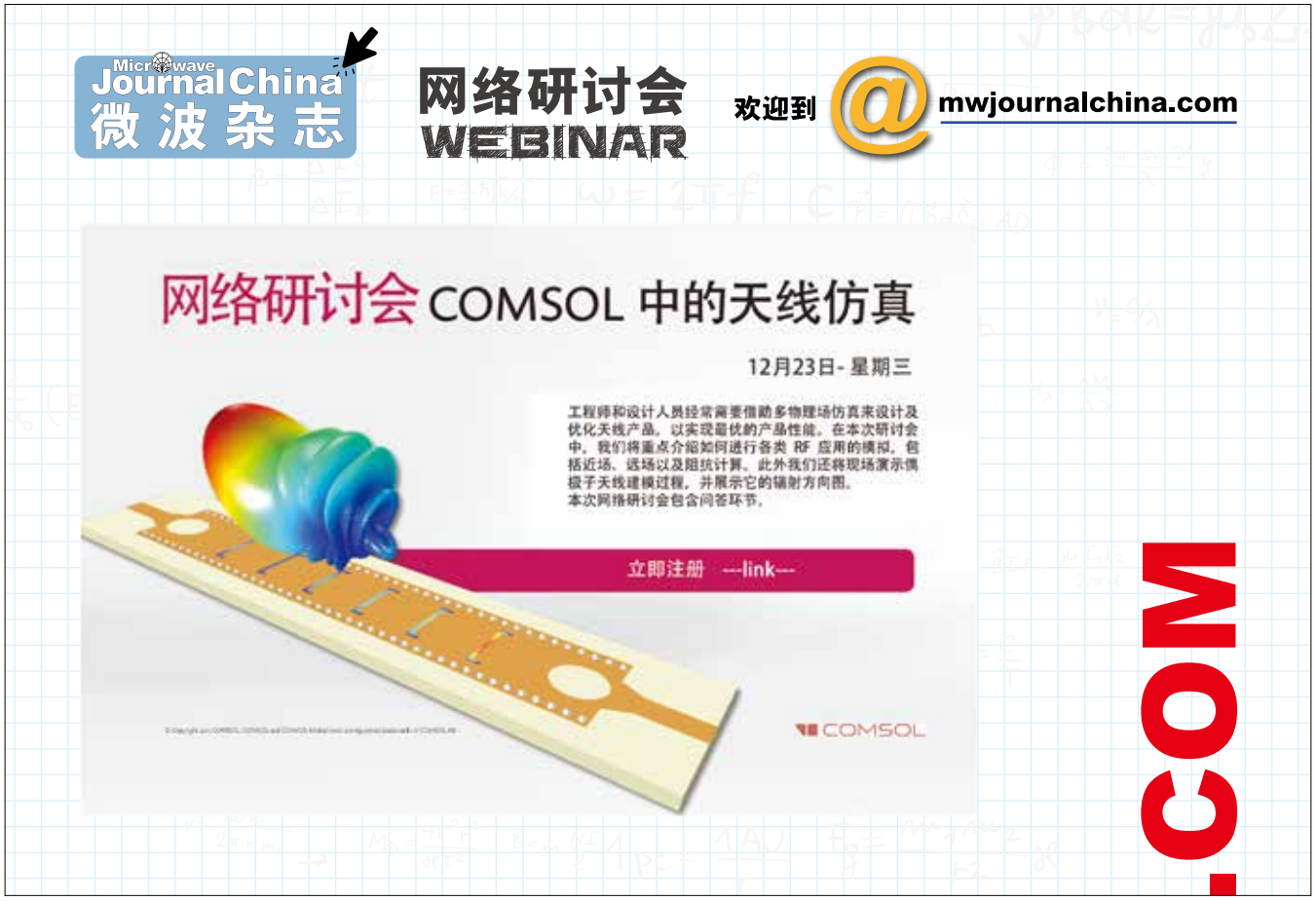
Intersil 推出飞行时间信号处理IC

Intersil TOF Signal Processor

在10月份 Globalpress PR 公司组织的 EuroAsiapress 2015 活动中，Intersil 公司宣布推出一款飞行时间（Time of Flight，简称 ToF）信号处理 IC— ISL29501，可与外部发射器（LED 或激光）及光敏二极管一起构成完整的目标物检测和距离测量解决方案。ISL29501 适用于构成物联网（IoT）的联网设备以及消费移动设备和新兴商业无人机应用。

ISL29501 克服了基于振幅的传统接近传感器和其他 ToF 解决方案的缺点，这些缺点包括在照度高于 2,000 勒克斯的照明条件下性能不佳，以及在目标物与传感器不垂直时无法提供距离信息。而之前传统的替代解决方案则对小型电池供电的应用显得过于昂贵、笨重或耗电厉害。在 Intersil 的专利技术基础上，ISL29501 传感器提供小尺寸解决方案和最远达 2m 的精准长距离感测精度，同时适应黑暗和明亮的环境光条件。与竞争对手解决方案不同，ISL29501 允许客户选择自己偏好的发射器和光敏二极管，为其应用配置量身定制的低功耗 ToF 传感系统。为帮助客户简化系统设计，Intersil 提供了一种结合 ISL29501、发射器和光敏二极管的参考设计，以及图形用户界面（GUI）软件和用户指南。

Intersil 公司移动电源产品高级副总裁 Andrew Cowell 表示：“在 Intersil 的飞行时间技术突破之前，还没有切实可行的方法来用小尺寸解决方案测量 2m 远的距离。ISL29501 向客户提供了一种经济有效且小尺寸的解决方案，同时使它们能够灵活地使用多个器件来使视野扩大到 360°，以增强目标物检测功能。”■（Katie Huang）



五天会期 ■ 三个会议 ■ 一个展会

欧洲有关
微波，射频，无线电
和雷达行业的好消息！

EUROPEAN MICROWAVE WEEK
LONDON, UK
3-7 OCTOBER 2016
www.eumweek.com
EuMW 2016
Microwaves Everywhere

现在可以在线投稿了！

2016 欧洲微波展会
英国伦敦EXCEL 会展中心
2016年10月3-7日

您可以电子版方式为三个学术会议中的一个或多个投稿，操作步骤如下：

1、登录网站 www.eumweek.com

2、点击“会议”，查看每个会议议题

3、点击“论文提交”，打开关于如何提交摘要的说明

现在就登录吧！

www.eumweek.com



EuMA European Microwave Association

官方出版物: Microwave Journal

主办单位: horizon house

支持单位: IET The Institution of Engineering and Technology

协办单位: MTT-S

协办单位: IEEE

EuMIC 2016
The 11th European Microwave Integrated Circuits Conference
协办方: GAAS, Electron Devices Society

46TH EUROPEAN MICROWAVE CONFERENCE 2016
The 46th European Microwave Conference
协办方: APS

EuRAD 2016
The 13th European Radar Conference
协办方: APS, AESS

在网站上 www.eumweek.com

提交论文摘要的截止日期是2016年2月5日

IDT进军无线充电消费市场

IDT Moves into Wireless Charge Consumer Marketing



IDT 公司副总裁 Graham Robertson 先生

在 10 月份 Globalpress PR 公司组织的 EuroAsiaPress 2015 活动中，IDT 公司宣布推出一站式解决方案无线充电套件。兼容 Qi 标准的全新发射器和接收器参考套件可提供“即插即用（plug-and-play）”的集成，使设计工程师能够在几小时之内将无线充电功能整合到他们的设计当中。该 5W、5V 解决方案适合于各种各样的应用，包括个人计算机外围设备、家具、医疗设备和其他仍然受传统接触式充电或有线充电所困扰的便携式设备。

IDT 公司副总裁 Graham Robertson 先生介绍说：“中低批量应用市场对于无线充电有着巨大需求，这些都是市场中开发不够的部分。通过提供一个预先配置、全面的、开箱即用的现成解决方案，我们使客户能够以非常小、或者根本无需任何工程支持来设计无线充电解决方案。这是一种快速实施和高度可配置的模式，使客户能够充分利用 IDT 的无线充电产品。”

发射器和接收器参考套件都是用 IDT 的无线充电半导体器件来设计实现的，包括易于使用的参考板和全面的设计支持附件。相关的支持材料包括指导视频、用户手册、异物检测调整指南、布局指南、布局实例化模块、原理图、材料清单、Gerber 文件等等。

两个参考套件都可提供 2 层电路板布局文件，能够针对大多数应用提供灵活性。套件可用于即时样机成型。一个相关的布局模块可以在系统板上实现直接实例化，同时一个优化的和经过全面测试的材料清单避免在元器件选择时出现犹豫和猜测。对于器件，异物检测的调整可以通过可选的预编程曲线设置来实现，同时提供 FOD 调整附加文档资料来支持异物检测的调整。■（Katie Huang）

Mouser全球总部扩容25万平方英尺仓库

Mouse Headquarter Expands 250k ft Warehouse



Mouser 负责 EMEA 和 APAC 业务的资深副总裁 Mark Burr-Lonnon 先生

贸泽电子 (Mouser Electronics) 在 10 月份 Globalpress PR 公司组织的 EuroAsiaPress 2015 活动中宣布了全球总部的扩张计划。第一阶段（预计于 2016 年初完工）将为 Mouser 全球分销设施增添 25 万平万英尺的面积，预期会提供更多工作机会，推动当地经济发展，届时 Mouser 总部的全职员工数也将超过 1,400 名。

“作为一家创下数年业绩记录的半导体与电子元件的全球授权分销商，Mouser 对位于德克萨斯州曼斯菲尔德市（达拉斯南部）的 49 万 2 千平方英尺总部仓库的大幅扩容，充分表明我们已为市场的持续拓展做好了充分准备。”Mouser 表示。

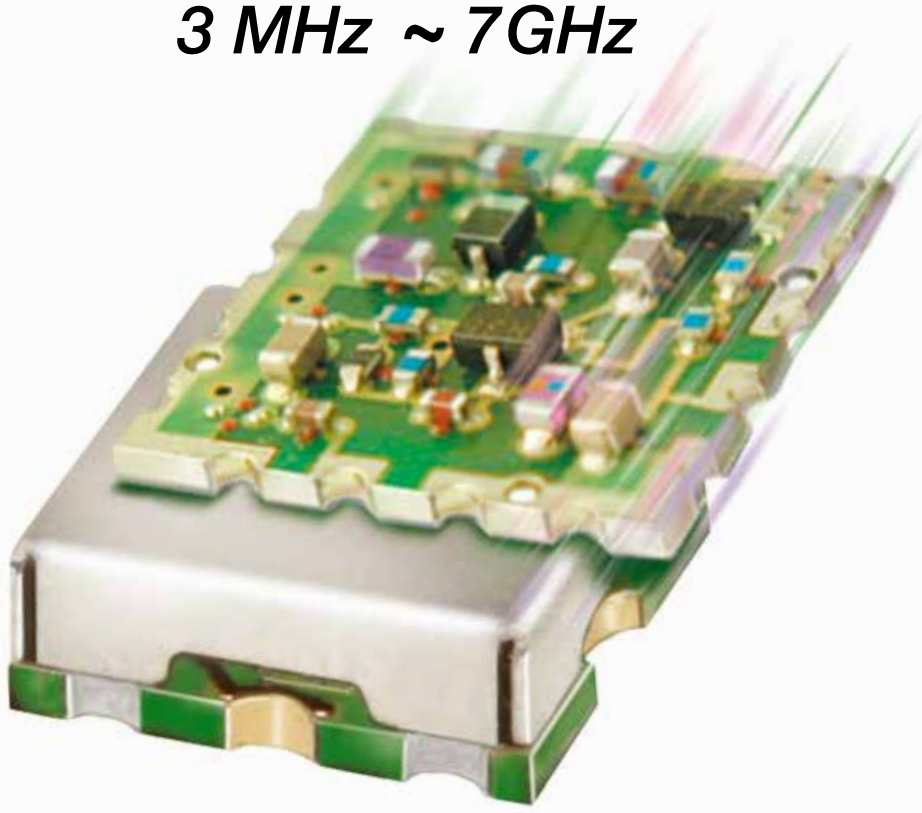
Mouser 负责 EMEA 和 APAC 业务的资深副总裁 Mark Burr-Lonnon 先生表示：“我们采用一个仓库的集中库存方法有助于简化运营，并允许客户第一时间、快速获得新一代产品 (NPI) 和完整库存，是 Mouser 的与众不同之处，也是我们有别于其他分销商并能够为全球客户提供当天发货、2 至 4 个工作日到货的服务的原因之一。”

本次扩容的重中之重就是 Mouser 的巨型仓库，以能够容纳 500 多家制造商不断丰富的新产品线。此次设施升级也将使物流运作更加高效。■（Katie Huang）

定制 VCOs

您定义，我设计

3 MHz ~ 7GHz



单价 $49.95* 起（数量10）

通过我们庞大的在线数据库，上传您的需求，您可在4天内得到反馈！

需要为您的项目定制一款VCO吗？Mini-Circuits将之变得更简易。请访问minicircuits.com网站，输入您的指标需求，我们的工程师会在4天或更短的时间内，参阅您的应用信息，定制模拟仿真，并将针对您的需求给出反馈。我们可以帮助您优化产品的带宽、线性、双输出、低相噪及其它更多的性能，单价低至$49.95*起（最小起订量10）。无论您是需要牢固的同轴封装，还是尺寸小到0.25×0.25×0.1”的表贴封装，我们都能提供满足您需求的产品。您也可以使用我们专利的Yoni2 搜索引擎，从我们的工程数据库中找到实测数据。只需输入您的指标，点击“搜索”，就可得到满足需求的产品列表。我们随时在线为您提供服务，今天就将您的需求发给我们吧，我们的工程师将与您一起找到最完美的

*该价格适用于大多数型号（定价取决于设计难易程度，最高为$99.95）

访问 www.minicircuits.com/specCheckList/vco.html

输入您的需求，点击 SUBMIT!

我们承诺快速响应！

Mini-Circuits... 我们重新定义价值所在！

Mini-Circuits®
ISO 9001 ISO 14001 AS 9100 CERTIFIED
www.minicircuits.com
P.O. Box 350166, Brooklyn, NY 11235-0003
(718) 934-4500 sales@minicircuits.com

Mitron Inc.
Authorized Mini-Circuits Rep in China
伟博电讯—— 把最好的微波射频产品带给中国
总部地址：福建省福州市349信箱 邮编：350003
全国市话服务热线：400-887-3088 传真：0591-87870011
E-mail：sales@mitron.cn 网址：www.mitron.cn

IF/RF MICROWAVE COMPONENTS



Maury推出高功率双定向耦合器

High Power Couplers Offer Breakthrough Performance

Maury微波新推出的LLC系列空气线双定向耦合器取得了高功率耦合器技术的突破性进展。结合精密机加工技术和优秀的电学性能，LLC系列耦合器可以提供普通产品无法比拟的性能，高功率承受能力，高方向性，超低插损和优异的宽带特性。其中LLC18-7可以在最高18GHz频率下承受500W连续波或者2000W脉冲波功率，LLC34-35可以在最高34GHz频率下承受150W连续波或者500W脉冲波功率。市场上其他隔离器产品一般将其最高承受功率定义为击穿破坏时对应的功率值，而Maury的这款产品则将之定义为隔离器没有明显性能变化对应的功率值。因此，它可以应用于高功率场合，如功率放大器，基站或者是功放和负载牵引测试测量应用。

方向性指的是隔离端口和耦合端口之间信号的差异，高方向性使得我们可以精准地测量功率，驻波比以及回波损耗等指标，而差的方向性指标则往往会会导致无效的校准，从而实际测量过程中也会得到错误的测量结果，因此定向耦合器的方向性在系统校准中非常重要。低插损值在高功率应用中也非常重要，它可以避免过多的功率损失并且消除热效应带来的性能漂移。对于普通基于微带线的耦合器，由于较高的金属电阻率和介电常数往往会导致损耗和自热，相比之下LLC空气线双定向耦合器则不存在这个问题，因此它具有很低的插入损耗指标，LLC18-7在8GHz典型值为0.15dB，18GHz为0.25dB， 而LLC34-35在26GHz插入损耗典型值为0.25dB, 在34GHz为0.3dB。当应用于矢量接收机负载牵引系统中时，低的插入损耗可以最大程度提高阻抗调配器的匹配范围。

LLC空气线双定向耦合器可以使用于超宽带应用场合。虽然LLC18-7标称的频率范围为0.6~18GHz，但实际上它的使用频率可以低至0.1GHz，同样LLC34-35的标称工作频率是2~34GHz，但它也可以低至0.1GHz，使用频率降低产生的变化仅仅是耦合系数的增加。■



频率范围宽至DC~46GHz的机电式开关

1M Life Cycle Electromechanical Switches Cover DC to 46 GHz

美国Pasternack公司推出了一大系列用于射频，微波及毫米波领域的多市场通用同轴封装机电式开关现货产品。这些新型机电式开关适用于军事通信、雷达、商业及军事航空、卫星通信、测试及仪器仪表、医疗器械等领域。

最新机电式开关包含134种带连接器的设计型号，保证使用寿命均为一百万次。此类射频继电器开关可搭配SMA、N型、TNC以及2.92mm等各种不同连接器，而且包括单刀双掷、双刀双掷、单刀四掷、单刀六掷、单刀十掷以及切换式等各种常用构型。此外，某些型号产品还具有闭锁致动器、故障安全致动器、指示灯、输入控制电压（TTL）控制、端接电阻、脉冲封锁以及热切换等额外功能。

Pasternack通用开关新产品的工作频率范围为DC~46GHz，额定功率为10W~275W，隔离度高达80dB，开关速度为15ms~50ms，插入损耗低至0.2dB~0.6dB。■

五天会期 ■ 三个会议 ■ 一个展会

2016欧洲微波展会
英国伦敦 EXCEL会展中心
2016年10月3-7日

EUROPEAN MICROWAVE WEEK
LONDON, UK
3-7 OCTOBER 2016
www.eumweek.com
EuMW 2016
Microwaves Everywhere

欧洲有关微波，射频，无线电和雷达行业的好消息！

展会介绍（2016年10月4-6日）

- 总共8,000平米展览面积
- 来自世界各地4,000多名行业参观者
- 1,700–2,000名参会代表
- 300多家国际参展商

（包括亚洲，美国和欧洲）

会议介绍:

- 欧洲微波集成电路会议（EuMIC）
- 欧洲微波会议（EuMC）
- 欧洲雷达会议（EuRAD）
- 另外安排研讨会和短期课程
- 此外，EuMW 2016还包括与射频和微波相关的“防御，安全和空间论坛”

EuMA European Microwave Association

官方出版物: Microwave Journal

主办单位: horizon house

支持单位: IET The Institution of Engineering and Technology

协办单位: MTT-S

协办单位: IEEE

EuMIC 2016
The 11th European Microwave Integrated Circuits Conference
协办方: OAAS, Electron Devices Society

46TH EUROPEAN MICROWAVE CONFERENCE 2016
The 46th European Microwave Conference
协办方: APS

EuRAD 2016
The 13th European Radar Conference
协办方: APS, AESS

对展会感兴趣的参展商，请联系

国际销售负责人:
Richard Vaughan
国际销售部经理
电邮: rvaughan@horizonhouse.co.uk
电话: +44 20 7596 8742

美国销售负责人:
Jacqui Williams
展会销售专员
电邮: jwilliams@mwjournal.com
电话: +1 781 619 1930

有关展会更多信息，请访问以下网站:

www.eumweek.com

EDI CON China2016与EMC展将同期同地举行

EDI CON China 宣布：将于 2016 年 4 月 19~21 日在北京国家会议中心 4 层举办的 EDI CON China 将与中国电工技术学会（CES）的中国电磁兼容大会和第 21 届国际电磁兼容与微波暨测试测量技术交流展览会（EMC）同时举办。合并后的活动必将成为北京规模最大的关于微波、高速数字和电磁兼容 / 电磁干扰 / 测试测量的国际会议和展览会。活动开辟了电磁兼容 / 电磁干扰 / 测试测量展览专区，让这个领域的企业聚集在一起，方便会议代表和展览观众参观访问。

EDI CON China 将包含关于射频 / 微波、电磁兼容 / 电磁干扰和高速数字设计等 5 个并行的专题会议和主旨演讲。EDI CON 除了已经包含的微波和高速设计、建模和测量的各种议题，还将聚焦于 5G、物联网和电磁兼容 / 电磁干扰。EMC 会议将包含关于电磁兼容 / 电磁干扰 / 测试测量技术议题的 3 个并行专题会议和主旨演讲。听众可以同时注册 EDI CON 和 EMC 或者只注册其中之一。

Qorvo 公布全球授权经销代理商名录

Qorvo 宣布将扩大与 TriQuint 和 RFMD 产品的全球经销合作伙伴 Richardson RFPD、RFMW 和贸泽电子的合作范围。上述全球经销合作伙伴将帮助为 Qorvo 的射频解决方案产品组合提供设计专业知识以及客户覆盖。

R&S联合Vector和Commsignia演示车联网“端到端”测试方案

在法国波尔多举行的全球 ITS 大会上，R&S 公司联合 Vector 和 Commsignia 公司，演示了车联网“端到端”测试方案。在一个模拟车身的环境中，车载单元接收到真实的 802.11p 信号，并把解析的结果显示在一个中控台屏幕上。

R&S 的 TS-ITS100 全自动射频一致性测试系统提供了“车辆—车辆”（V2V）、“车辆—路侧”通讯的完整测试方案。该系统结合 Vector 公司提供的 CANoe 汽车总线测试软件平台，可以监控无线通讯以及车内总线通讯，甚至可以模拟其中的一部分。Commsignia 公司则为演示提供了被测件 — ITS-OB2-M 车载 802.11p 单元。该系统可以模拟完整的“端到端”测试链路，可以产生真实的射频信号，并经过模拟的信道环境，到接收并显示在中控台屏幕上，系统有助于整车厂商和零部件供应商验证产品的功能和性能。

Mouser供货抢先机 缩短产品上市时间

贸泽电子 (Mouser Electronics) 承诺隔天就交付新一代产品，以极快的速度推出新产品导入 (NPI)。仅过去 12 个月里，Mouser 就推出了超过 2,200 个 NPI，并承诺会提供来自其 500 家制造商伙伴的更多新产品导入。

Mouser 还为客户提供了最新的元件寿命状态。通过清晰的标识出产品寿命 (EOL)、废弃和不建议用于新设计 (NRND) 元件，帮助客户选择适用于设计的正确产品，避免高昂的重构费用。Mouser 提供无最低采购限制的服务。Mouser 还通过网站 Mouser.com 提供大量的产品数据和技术内容作为补充，来为客户提供在线帮助。对于更倾向于电话购买的客户，Mouser 还以当地语言、当地货币提供了个人技术和销售支持。

Mentor Veloce VirtuaLAB增加下一代协议

在 10 月份 Globalpress PR 公司组织的 EuroAsiaPress 2015 活动中，Mentor Graphics 公司宣布，推出支持 25G、50G 和 100G 以太网的 Veloce® VirtuaLAB Ethernet 环境。这种支持有助于实现正在创建的基于大规模以太网设计的高效的、基于仿真的验证。

VirtuaLAB Ethernet 通过用虚拟器件替代用于在线仿真（ICE）的传统物理器件，改变了网络芯片的仿真。这种虚拟化将仿真从工程实验室转到了计算数据中心，以实现最大的仿真资源利用率。VirtuaLAB 组件提供了以高达 15,000 倍传统模拟速度运行的完整软件驱动的以太网协议栈。这有助于 VirtuaLAB Ethernet 用户用更大的吞吐量、先进的调试、功耗分析和性能分析应对基于以太网设计的复杂挑战。

Nordic第二届全球技术巡展

Nordic Semiconductor 公司宣布第二次举办备受欢迎的全球技术巡展。今年的技术巡展将会向嵌入式应用开发工程师介绍蓝牙智能 (Bluetooth Smart)/ANT/2.4GHz ULP 无线连接解决方案 nRF52 系列 SoC，该器件于 2015 年 6 月推出时重新定义了单芯片蓝牙智能。

全球技术巡展将于 2015 年 10 月 5 日从美国马萨诸塞州波士顿开始，而后移师到 8 个其它主要的美国城市，终站于 10 月 22 日在美国加利福尼亚州圣何塞。然后，技术巡展将转移到欧洲的 7 个地点举办，包括芬兰、英国、法国和德国，继而在印度、新加坡、中国内地和台湾、韩国和日本共 14 个地点进行，最后于 2015 年 12 月 10 日在日本大阪闭幕。

Innovative Power Products

全球领导性的高功率宽带无源器件供应商





宽带、大功率无源器件

适用于电磁兼容、功率合成、功率测量

▶ 3dB电桥

频率范围：20MHz ~ 12000MHz
功率：高达1500W CW
封装：表贴、嵌入式、同轴

▶ 定向耦合器

频率范围：1MHz ~ 6000MHz
功率：高达2500W CW
封装：表贴、嵌入式、同轴

▶ 功分器/合路器 (两路/四路)

频率范围：2MHz ~ 6000MHz
功率：高达2500W CW
封装：嵌入式、同轴

▶ 巴伦

频率范围：20MHz ~ 2500MHz
功率：高达100W CW

▶ 客户定制产品

根据客户系统要求，提供各种定制产品服务，包括定向耦合器、3dB电桥、功分器、阻抗变换耦合器及产品集成等

▶ 射频电阻/负载

频率范围：DC ~ 8500MHz
功率：高达800W CW

多数产品为现货供应，至多4周出厂

Mitron 伟博电讯 把最好的微波射频产品带给中国

销售热线：400-887-3088 传真：0591-87870011 E-mail：sales@mitron.cn 网站：www.mitron.cn

Mini-Circuits同轴精密固定衰减器



Mini-Circuits 的 BW-30N100W+ 是一个 30 dB 同轴精密固定衰减器，可在 DC 至 6 GHz 频率范围提供高达 100W 的高功率处理能力。该模型支持很宽频率范围内需要精确衰减的许多大功率应用，包括大功率测量、匹配、仪器仪表，等等。它提供了良好的 VSWR（典型值 1.25），优异的衰减平坦度（±0.65 dB）和 -55~100℃的优良热稳定性。它具有带 N 公头至 N 母头连接器的坚固结构和高效冷却的散热鳍片。

是德科技全新 VXT PXIe 矢量收发信机

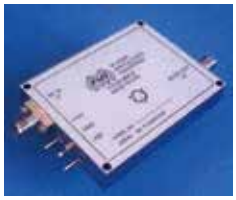
是德科技公司推出 VXT PXIe 矢量收发信机，该模块可同时提供矢量信号生成以及分析功能，占用 4 个 PXIe 插槽。系统开发人员通过直接使用 VXT 的专业测试软件和 FPGA 加速测量功能，能够构建功率放大器（PA）和前端模块（FEM）测试解决方案。是德科技提供了一个开源功率放大器参考解决方案，包括用于功率放大器和 FEM 测试的经验证的系统配置和软件例程实例，减少编程时间。与通用替代解决方案相比，这些功能可加快深入分析的速度和减少工作量。

VXT 提供实时 FFT 等特性，可以快速完成信号功率和相邻信道功率比（ACPR）测量，提高测试吞吐量。内置伺服程序可以快速达到精确、良好的功率放大器输出电平设置，以加快自动测试的速度。单个 18 槽 PXIe 机箱可以容纳最多 4 个 VXT 模块。系统开发人员还创建了通用的单机箱解决方案，包括一台 VXT、Keysight DIO 卡及单槽 PXIe VNA。VXT 覆盖 60 MHz ~ 6 GHz 的频率范围，为矢量信号生成和分析提供了 160 MHz I/Q 带宽。矢量信号发生器的最大输出功率为 +18 dBm，可对开关矩阵中的信号损耗进行补偿。

Pasternack扩大GaN功率放大器现货产品线

美国 Pasternack 公司公布扩大其氮化镓 (GaN) 同轴功率放大器产品供应线。产品均带连接器且坚固耐用，其特征在于在 30MHz~7.5GHz 范围的主要宽频带内具有 43~60dB 的极高增益水平。其饱和输出功率水平为 10~100 瓦，功率附加效率（PAE）为 20~35%。具有在使用更低损耗元件时在更大带宽内更易实现阻抗匹配的高输出负载阻抗优点。产品应用领域包括商用和军用雷达、干扰系统、医学成像、通信和电子战领域。

PMI检波对数视频放大器SDLVA



美国微波器件厂商 PMI 发布军工级别 18-40GHZ SDLVA（逐级检波对数视频放大器），动态范围 65dB, log slope 25mv/dB， 输出功率 10dBm，视频输出阻抗为 50Ω，输入电压驻波比为 2.5:1。利用砷化镓技术，可以提供优越的性能和稳定度 , 适用于高速接收机解决方案。

安立发布载波聚合4CC和多个LTE-Advanced技术更新

安立公司为其 MT8821C 无线通信分析仪发布新的 LTE-Advanced 载波聚合（CA）4CC 测量软件，以及多个新的 LTE-Advanced 功能。随着软件（MX882112C-041）的升级，使得 MT8821C 成为测试 LTE-Advanced CA 4CC 的盒子测量解决方案。

在 MT8821C（已配置 LTE-Advanced CA 3CC 测量）上安装软件（MX882112C-041）可对 LTE-Advanced CA 4CC UE 进行射频接收机测量。添加同步发布的 LTE-Advanced FDD DL CA 4CCs IP 数据传输（MX882112C-046）软件，可扩展已具备全功能的 MT8821C 对高达 600 Mbps LTE-Advanced 数据吞吐量测试的支持。此外，新的 LTE VoLTE 回传软件（MX882164C）已发布，用于已配置 LTE 测量的 MT8821C，可在 VoLTE 语音呼叫和 VoLTE 语音功能测试期间进行功耗测试和 SAR 测试。最新升级的核心 LTE 测量软件也将使仪表具备 LTE DL 256QAM、LTE TDD-FDD 联合载波聚合和 UE 类别 0 的功能。

Qorvo 塑封GaN RF 晶体管可降低 X 波段雷达成本

Qorvo 推出三款采用低成本塑料封装的 GaN RF 晶体管，这些晶体管可实现更小的尺寸并具备更高的可靠性，可用于民用船舶、航空和基础设施雷达系统中。

TGF2977-SM、TGF2978-SM 和 TGF2979-SM 是设计在 8~12GHz 频率波段中工作的 GaN 晶体管。Qorvo 的 GaN 技术与小型封装共同保证了高线性增益和功率效率。Qorvo 的 X 波段功率晶体管将于 2015 年第 4 季度上市。

产品型号	频率范围 (GHz)	输出功率 (P3dB)	漏极效率 (%)	线性增益 (dB)	封装 (mm)
TGF2977-SM	8~12	37 dBm	50	12.5	3x3 QFN
TGF2977-SM	8~12	37 dBm	50	12.5	3x3 QFN
TGF2978-SM	8~12	43 dBm	45	11	3x3 QFN
TGF2978-SM	8~12	43 dBm	45	11	3x3 QFN
TGF2979-SM	8~12	44 dBm	45	11	3x4 QFN
TGF2979-SM	8~12	44 dBm	45	11	3x4 QFN

高功率
表贴耦合器

40W 定向耦合器
1.5 ~ 60 MHz

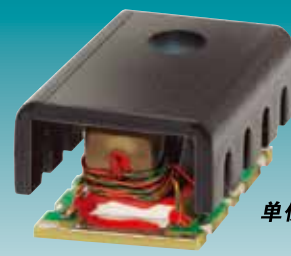


单价 $39.95 (数量100)

SYDC-20-61VHP+

- ✓ 20 dB 耦合
- ✓ 通路损耗低至0.1 dB
- ✓ 优异的驻波，1.05
- ✓ 微型尺寸，0.43 × 0.63 × 0.36 "

100W 定向耦合器
30 ~ 174 MHz

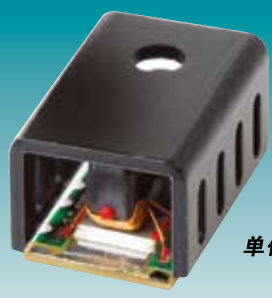


单价 $55.95 (数量100)

SYDC20-171VHP+

- ✓ 20 dB 耦合
- ✓ 通路损耗低至0.25 dB
- ✓ 优异的驻波，1.05
- ✓ 微型尺寸，0.75 × 0.52 × 0.39 "

60W 双定向耦合器
30 ~ 512 MHz

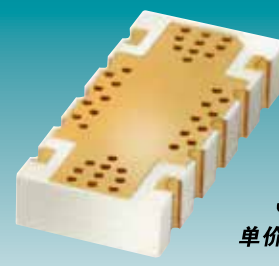


单价 $33.95 (数量100)

SYDC-19-52VHP+

- ✓ 19 dB 耦合
- ✓ 通路损耗低至0.3 dB
- ✓ 优异的驻波，1.05
- ✓ 微型尺寸，0.75 × 0.52 × 0.43 "

100W 双定向耦合器
50 ~ 6000 MHz



单价 $17.45 (数量100)

SCBD-16-63HP+

- ✓ 16 dB 耦合（从3.5 - 6 GHz）
- ✓ 通路损耗低至0.45 dB
- ✓ 优异的驻波，1.2
- ✓ 微型尺寸，0.70 × 0.32 × 0.20 "

请访问我们的网站www. minicircuits.com或联系伟博电讯，即可得到完整的技术指标、性能数据、S参数以及现货信息！今天订购，最快明天您就可以获得所需器件！

Mini-Circuits... 我们重新定义价值所在！

Mini-Circuits®
ISO 9001 ISO 14001 AS 9100 CERTIFIED
www.minicircuits.com
P.O. Box 350166, Brooklyn, NY 11235-0003
(718) 934-4500 sales@minicircuits.com

Mitron Inc.
Authorized Mini-Circuits Rep in China
伟博电讯—— 把最好的微波射频产品带给中国
总部地址：福建省福州市349信箱 邮编：350003
全国市话服务热线：400-887-3088 传真：0591-87870011
E-mail：sales@mitron.cn 网址：www.mitron.cn

广告索引 Advertisers & Web Index

Advertiser	广告商名称	网址	页码
AR RF/ Microwave Instrumentation		www.arworld.us/safety	1
ARTECH HOUSE		ArtechHouse.com	69
API Weinschel		weinschel.apitech.com	25
Arance Electronics	南京安崇电子有限公司	www.arance-rf.com	57
Beijing Microwave Store Co., Ltd.	北京微波网超科技有限公司	mwstore.com	15
CERNEX/CERNEX WAVE		www.cernex.com/ www.cernexwave.com	37
Changzhou Zhongying SCI & TEC Co., Ltd.	常州中英科技有限公司	www.czzyst.cn	73
Ducommun		www.ducommun.com	11, 67
Edicon USA 2016		www.EDICONUSA.com	40
Electronic Design Innovation Conference 2016	电子设计创新会议 2016	www.ediconchina.com/papers2016	47
		www.EDICONCHINA.com	66
European Microwave Week	欧洲微波通讯周	www.eumweek.com	75, 79
Frontlynk Technologies Inc.		www.frontlynk.com	61
HUBER + SUHNER Transmission & Communication Manufacturer (Shanghai) Co., Ltd.		hubersuhner.com	7
Hongke Technology Co., Ltd.	广州虹科电子科技有限公司	www.hkaco.com	2
IMS		www.ims-resistors.com	65
JFW Industries, Inc.		www.jfwindustries.com	58
Juncoax RF Technologies Co., Ltd.	上海军友射频技术有限公司	www.juncoaz.com	18
Keysight Technologies	是德科技	www.keysight.com/find/KaAndBeyond	5
L-3 Narda-MITEQ		nardamiteq.com	39
Linear Technology Corporation Ltd.	凌力尔特有限公司	www.linear.com.cn/product/LTC5599	3
MACOM Technology Solutions, Inc.		www.macom.com	29
MEDs Technologies Pte Ltd.		www.meds-tech.com	46
Megawave Tech. Ltd.		www.megawave.com.cn	13
Mini-Circuits		www.minicircuits.com	27, 43, 49, 59, 71, 77, 83
Mitron	伟博电讯	www.mitron.cn	35, 53, 63, 81
National Instruments		ni.com/awr	IFC
Pasternack		www.pasternack.cn	31
Rohde & Schwarz	罗德与施瓦茨公司	www.rohde-schwarz.com.cn	9
Rogers Corporation	罗杰斯科技（苏州）有限公司	www.rogerscorp.com/antenna	17
Sample Technology Inc., Ltd.		www.samplesci.com	41
Shanghai Huaxiang Computer Communication Engineering Co., Ltd.	上海华湘计算机通讯工程有限公司	www.shx-sh.com	4
Skyworks Solutions, Inc.		www.skyworksinc.com	23
Spectrum Elektrotechnik GmbH		www.spectrum-et.com	21
Stanford Research Systems		www.thinkSRS.com	19
Suzhou Rebes Electronic Technology Co., Ltd.	苏州瑞贝斯电子科技有限公司	www.rebes.net	51, 55
Win Semiconductors Corp.		www.winfoundry.com	45

行政及销售人员 Administration & Sales Offices

行政人员 Administration

US Head Office (美国总部)
Horizon House
685 Canton Street Norwood, MA 02062
Tel: (800) 966-8526

China Office (中国办事处)
ACT International（雅时国际商讯）
13/F Unit B Por Yen Building
478 Castle Peak Road, Kln., Hong Kong
Tel: (852) 28386298

Publisher 出版人
Carl Sheffres, csheffres@mwjournal.com
Tel: (781) 769-9750

Editor 编辑
Patrick Hindle, phindle@mwjournal.com

Technical Editor 技术编辑
Gary Lerude, glerude@mwjornal.com

International Editor (UK) 国际编辑（英国）
Richard Mumford, rmumford@mwjournal.com

Associate Publisher 副出版人
Adonis Mak (麦协林), adonism@actintl.com.hk
Tel: (852) 28386298

China Editor 中国区编辑
Katie Huang (黄莺), Katieh@actintl.com.hk

销售人员 Sales Offices

China (中国)

Hong Kong (香港特区)
Mark Mak (麦协和), markm@actintl.com.hk
Tel: 852 2838 6298

Shanghai (上海)
Sales Director-China (中国区销售总监)
Linda Li (李承珍), lindal@actintl.com.hk

Hatter Yao (姚丽莹), hattery@actintl.com.hk
Judy Huang (黄作美), judyh@actintl.com.hk
Tel: 86 21 62511200

Shenzhen (深圳)
Jenny Li (李文娟), jennyl@actintl.com.hk
Tel: 86 755 2598 8571

Beijing (北京)
Oasis Guo (郭镜园), oasisg@actintl.com.hk
Tel: 86 130 1110 8861/ 86 10 6748 4833

WuHan (武汉)
Sky Chen (陈燕), skyc@actintl.com.hk
Tel: 86 137 2373 9991/ 86 27 6885 2360

Taiwan, Singapore (台湾、新加坡)
Mark Mak (麦协和), markm@actintl.com.hk
Tel: 852 2838 6298

North America (北美)
Eastern Reg. Sales Mgr.
Michael Hallman, mhallman@mwjournal.com

Northeast Reg. Sales Mgr.
Chuck Boyd, cboyd@mwjournal.com

Western Reg. Sales Mgr.
Brian Landy, blandy@mwjournal.com
Tel: 831 426 4143

Europe (欧州)
International Sales Mgr.
Richard Vaughan, rvaughan@horizonhouse.com
Tel: 44 207 596 8742

Germany (德国)
Brigitte Beranek, bberanek@horizonhouse.com
Tel: 49 7125 407 31 18

Israel (以色列)
Oreet Ben Yaacov, obenyaacov@horizonhouse.com
Tel: 972 3 570 6527

Korea (韩国)
Young-Seoh Chinn, yschinn@horizonhouse.com
Tel: 82 2 481-3411

Japan (日本)
Katsuhiro Ishii, amskatsu@dream.com
Tel: 81 90 2551 1996/ 81 3 5691 3335

《电磁干扰与兼容》杂志

Interference Technology China



免费索阅

电磁兼容

www.interferencetechnology.com.cn

ITEM MEDIA　ACT

电话：香港 852-28386298　深圳 86-755-25988571　上海 86-21-62511200　北京 86-10-67484833

您要测试多端口器件？
加速您生产的时候到了

在研发和生产过程中，想要准确描述多端口器件确实都不太容易.
罗德与施瓦茨提供丰富的可以并行测量的多端口网络分析仪，
无论是具有很多端口的单个器件，或是具有少量端口的多个器件，
都可轻松进行测试.

- 最新的R&S®ZNBT8矢量网络分析仪，多达24个测试端口，实现极速和并行测试
- R&S®ZNB矢量网络分析仪，结合开关矩阵，提供多达48个测试端口

获取更多信息: www.rohde-schwarz.com/ad/multiport
罗德与施瓦茨（中国）科技有限公司

www.rohde-schwarz.com.cn
免费客户支持热线 800-810-8228 400-650-5896



ROHDE&SCHWARZ