2018年 5/6月

Microwave Journal China

微波杂志



Connectivity Solutions/Interconnect

连 接 方 案 和 互 联

horizon house®
Founded in 1958
mwjournalchina.com

请关注微信号



英飞凌

产品简介

英飞凌新一代高压50V LDMOS和GaN射频功率晶体管

移动通信、雷达、商用航空航天应用

英飞凌最新一代射频功率产品支持设计紧凑高效的宽带射频功率放大器。
英飞凌的高压50V LDMOS和GaN技术可为脉冲和连续波应用提供最先进、最耐用和最稳定的解决方案。

- 900 MHz 至 2700 MHz
- 10 W 至 1400 W
- 高效率、可靠耐用
- 高射频一致性
- 宽带性能
- DPD 系统优化
- 可提供参考设计

GTVA101K42EV GaN 50 V

- P_{3dB} = 1400 W
- 960 – 1215 MHz
- 效率为68%
- 增益为17 dB



商用雷达和商用航空航天应用高压（50 V）LDMOS系列

产 品	工作频率 (MHz)	匹 配	@P_{3dB}			测试信号	V_{DD} (V)	封装类型
			输出功率 (W)	增 益 (dB)	效 率 (%)			
PTVA120121M	500 ~1400	NA	12	22	62	CW	50	PG-SON-10
PTVA120252MT	500 ~1400	NA	25	19.8	64	CW	50	PG-SON-16
PTVA102001EA	960~1215	I	200	17	59	300 µs, 10% DC	50	H-36265-2
PTVA123501EC	1200~1400	I	350	15	56	300 µs, 10% DC	50	H-36248-2
PTVA104501EH	960~1215	I	450	17	55	128 µs, 10% DC	50	H-33288-2
PTVA127002EV	1200~1400	I	700	16	54	300µs, 10% DC	50	H-36275-4
PTVA101K02EV	1030~1090	I	1000	15	58	Pulse :Mode-S	50	H-36275-4

商用雷达和商用航空航天应用GaN系列

产 品	工作频率 (MHz)	匹 配	@P_{3dB}			测试信号	V_{DD} (V)	封装类型
			输出功率 (W)	增 益 (dB)	效 率 (%)			
GTVA104001FA	960 ~1215	I	410	18.5	70	128 µs, 10% DC	50	H-37265J-2
GTVA107001FC	960 ~1215	I	750	17	70	128 µs, 10% DC	50	H-37265J-2
GTVA126001FC	1200~1400	I	610	18	70	300 µs, 10% DC	50	H-37248-2
GTVA123501FA	1200~1400	I	370	18	72	300 µs, 10% DC	50	H-37248-2
GTVA101K42EV	960~1215	I	1400	17	68	128 µs, 10% DC	50	H-36275-4

了解更多详情，请关注
“英飞凌电源管理与射频生态圈”

www.infineon.com/rfpower

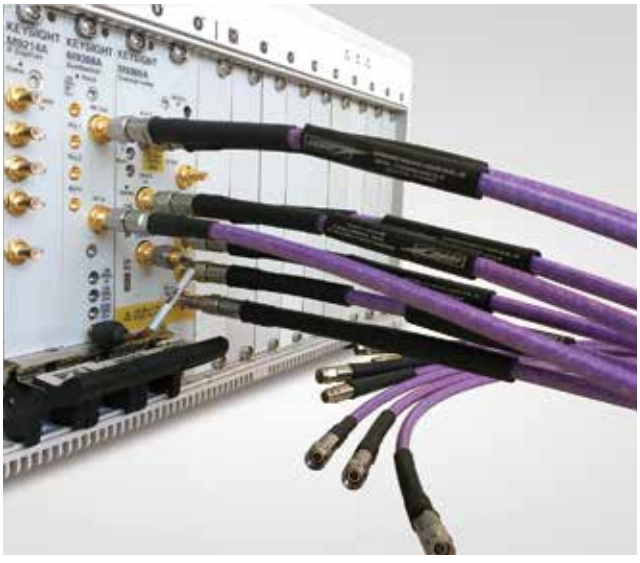
最细、最轻的
内铠装微波射频测试电缆组件

— 高密度测试、互联



NEW

GORE® PHASEFLEX®
微波射频测试电缆组件 - 0N 型电缆



典型应用：PXIe 测试仪

产品优势：

- 电气性能稳定，确保一致、可重复的测试结果，频率到50 GHz
- 具有耐压、耐扭、耐打结的坚固结构，使用寿命更长
- 线径更小，重量更轻，柔性更好
- 性能可靠，减少停机，节省测试时间，提高测试效率

典型应用：

- 模块化测试仪表 (PXIe, AXIe)
- 射频开关
- 微波器件的研发与生产测试
- 高速数字测试
- 5G 测试与互联

联系我们，戈尔上海公司：Tel: 021-51728299; E-mail: info_china@wlgore.com

gore.com.cn/test0N

GORE, PHASEFLEX, 紫色电缆和设计是 W. L. Gore & Associates 注册商标。

GORE
Creative Technologies Worldwide

AWG-4000
面貌一新的3合1信号源
脉冲、函数/任意波形
和数字码型发生器



- 触摸屏和软键盘
- 双模拟通道加32路数字通道
- 2.5GS/s采样率，14位垂直分辨率
- 上升和下降时间少于350ps，>1GHz带宽
- 高达5Vpp进入50欧姆
- 多台同步：达8路模拟通道和128路数字通道
- SimpleRider™引导式用户界面

纯正弦波射频信号发生器



- 有源谐波和子谐波过滤 (>30dBc)
- 输出覆盖55MHz至22GHz+
- 64步输出电平衰减器至6800MHz
- 极低相位噪音

12GHz 64dB数字衰减器



- USB SCPI控制；衰减范围0 – 63dB
- 频率100MHz – 12GHz；步长：0.5dB

详细资料？请通过 sales@hkaco.com 联系我们

北京 010-5781 5040；187 1014 9603
上海 021-6728 2707；136 7167 1424
西安 029-8187 3816；180 9183 7094
广州 400-999-3848；135 3349 1614
成都 028-6138 2617；136 8841 6951
沈阳 024-8376 9335；157 1053 7541
深圳 0755-22677441
武汉 027-8193 9100

关注我们

HongKe 虹科
测试测量与控制专家
广州虹科电子科技有限公司
hkaco.com



www.mwjournalchina.com

5/6月 May/Jun 2018

目录 1
Contents 1

06 **编辑手记 Editor's Note**

文章导读
Overview of the articles
Pat Hindle，《Microwave Journal》总编

2018 电子设计创新大会创纪录
EDICON China 2018 Breaks Records
Janine Love，《Microwave Journal》特约编辑

08 **封面专题 Cover Feature**

微波电缆组件的屏蔽效率
Shielding Effectiveness of Microwave Cable Assemblies
Paul Pino, W. L. Gore & Associates Inc.

技术特写 Technical Feature

16 **同轴电缆组件随毫米波应用的兴起而变化**
Coaxial Cable Assemblies Adapt to Emerging mmWave Applications
Dan Birch, Pasternack

22 **28GHz 5G通信单片射频前端模块的设计**
Design of a Single Chip Front-End Module for 28 GHz 5G
Stuart Glynn, Robert Smith, etc., Plextek RFI

30 **高线性FET阻性混频器的设计**
Design of Highly Linear FET Resistive Mixers
Matthew S. Clements, University of California;
Steve E. Avery and Richard Barber, Cobham

38 **基于新型串联连续模式的宽带高效功率放大器的设计**
Design of Broadband High-efficiency Power Amplifiers Based on Series Continuous Modes
Qirong Li、Songbai He、Zhijiang Dai和Weimin Shi，电子科技大学

44 **高性能GaN热评估——红外显微镜的限制**
High Performance GaN Thermal Evaluation - Limitations of Infrared Microscopy
Dylan Murdock、Mark C. Woods，Qorvo

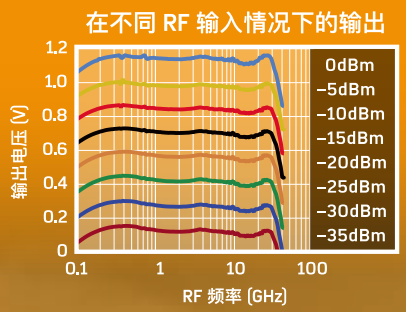
50 **极富挑战的110GHz同轴电缆组件的设计**
Challenges Designing 110 GHz Coax Cable Assemblies
Daniel Barnett, Teledyne Storm Microwave

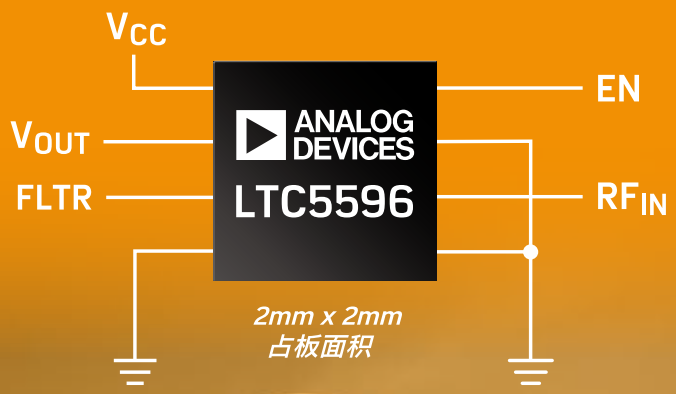
ANALOG DEVICES
超越一切可能™

测量 RMS 功率至 40GHz

LTC5596
改善测量准确度和检测灵敏度

- RF 输入 50Ω 匹配频率范围从 100MHz 至 40GHz
- 35dB 对数线性动态范围至 ±1dB 准确度
- –32.6dBm 最小可检测信号灵敏度







40GHz 产品
www.analog.com/cn/LTC5596





www.mwjournalchina.com

5/6月 May/Jun 2018

目录 2
Contents 2

特色产品 Product Feature

56 **全球首款5G射频前端模块**
The World's First 5G RF Front-End Module
Qorvo Inc.

58 **覆盖24-42GHz的集成双极化标量喇叭天线**
Integrated Dual Polarized Scalar Horn Antenna Covers 24–42 GHz
SAGE Millimeter Inc.

60 **捕获时段更长的示波器**
Oscilloscopes Capture Longer Time Periods
罗德与施瓦茨公司

技术简讯 Tech Brief

62 **新型连接器扩充了电缆组件的种类**
New Connectors Expand Cable Assemblies
AtlanTecRF

62 **低衰减、相位稳定的40GHz电缆组件**
Low Attenuation, Phase Stable, 40 GHz Cable Assemblies
Insulated Wire Inc.

高端访谈

64 传承、变革、创新巩固是德科技的技术领先优势和市场领导地位
64 MACOM专注于硅基氮化镓，将持续重点投入
66 罗德与施瓦茨的全面测试解决方案助设计师设计出完美的数据转换器
66 NI展示全线5G平台化测试方案和全球案例，助阵中国抢占5G商用先机
66 MVG全力应对5G无线通信和物联网带来的天线测试挑战

68 **新闻 News**
74 **新产品 New Products**
80 **广告索引 Advertisement Index**

技术一流 国内领先

TECHNOLOGY FIRST CLASS

新一代宇航级波导组件

超低损耗波导组件可应用于雷达和通信领域，通过采用无法兰焊接技术以实现弯波导端口间的无缝对接，相对于用法兰连接的弯波导组件将整件的重量大幅度降低。中电微通研发团队突破种种技术壁垒，成功完成了无法兰超低损耗波导组件的研发工作，并通过了热真空、高低温、盐雾等环境试验，并承受了微波大功率的考验。

超低损耗波导组件各项性能指标处于国内领先水平，其中BZ120低损耗波导组件已获得中国航天某研究院的高度认可与订购。

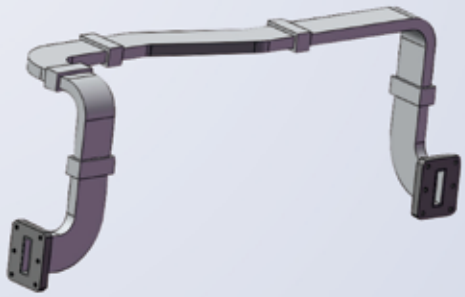
产品主要优点

一、实现传输方向的任意转换；

二、有限空间内的精准定位；

三、小型化、轻便化；

四、驻波比≤1.2；差损≤0.3dB/m。







中电微通

股票代码：（837555）

中电科微波通信（上海）股份有限公司

地址：上海市嘉定区翔江公路1185号6栋　电话：021-69171275　4008216035

传真：021-69931803　网址：www.waveguide.com.cn　微信公众号：中电微通公司

文章导读

Overview of the articles

大多数无线电系统都需要电缆和连接器，尽管大多数解决方案都使用成熟的技术，但性能和可靠性的细微差异也会对系统产生重大影响。低损耗和高可靠性一直是电缆和连接器追求的主要目标，但还有许多其他因素也要考虑，如VSWR、耐用性、EMI、PIM和环境性能。

在本期中，W. L. Gore的文章考察了电缆的屏蔽效能及其重要性。文章探讨了电缆组件的结构，并展示了飞机机身电缆组件的屏蔽效能作为一个例子。在关于连接和互连主题的另一篇文章中，Pasternack阐释了电缆组件如何适应新兴的毫米波应用，特别是5G即将来临之时。Teledyne Storm则着眼于构建工作频率高达110GHz的电缆所面临的难题，以及他们如何克服这些难题。

其他技术文章涵盖了半导体技术：Plextek阐述了用于5G的单芯片28GHz前端模块的设计；Cobham提供了一个很好的高线性FET阻性混频器的设计；另一篇技术文章介绍了基于新型串联连续模式的宽带高效功率放大器的设计



主编: Patrick Hindle

2018电子设计创新大会创纪录

EDICON China 2018 Breaks Records

第六届电子设计创新大会（EDICON China 2018）于3月20-22日在北京国家会议中心成功举办。为期3天的活动包括2场全体会议、64个技术报告会、39个研习会、4个专家论坛、一个短期课程和3天的展览。

本届大会的展览面积增加了20%，与会者数量增加了15%。每一场会议的平均听众人数更是增长了60%，这是因为很多听众都不只来一天，而且参加了多场会议。

5G主题的全体会议、主旨演讲、技术报告会和研习会涵盖了从器件设计到系统测试的广泛话题，非常受欢迎。5G全体会议的主旨演讲包括：资深标准化专家、大唐电信的彭莹博士的“IMT-2020 (5G)标准化进展”；是德科技负责网络接入的副总裁Giampaolo Tardioli博士的“OTA测试 - 5G的挑战还是机遇”；罗德与施瓦茨负责信号发生器、音频分析仪和功率计的副总裁Christoph Pointner的“5G测试的挑战和当前进展”；美国国家仪器负责自动化测试营销的副总裁Luke Schreier的“针对5G的基于平台化的方法：设计、原型和测试”。

4个专家论坛也很受欢迎，引起了听众的热烈反响，讨论的主题包括5G大规模MIMO、5G毫米波OTA测试、GaN和射频能量。

第2天的全体会议专注于创新，从贝孚德总裁兼CEO梁国春博士的演讲开始，会议室就一直座无虚席，还有很多听众站着听讲。之后的两场演讲来自射频能量联盟执行董事Klaus Werner博士和SpaceTec Partners的合伙人Rainer Horn。

最后一天来自Teledyne LeCroy和Signal Integrity Journal的知名专家Eric Bogatin博士开设的短期课程“电源完整性的基本原理”受到了工程师们的广泛好评。

今年的活动首次设立了年度EDICON创新奖，颁给过去一年中新发布的体现最佳设计创新的产品。今年的获奖产品包括：Focus Microwaves的MPT-110200多用途阻抗调节器；ANSYS Discovery Live；Analog Devices的AD9375集成式双射频收发器；Pasternack的PEM010 60GHz、WR-15波导发射模块；Rogers的XtremeSpeed RO1200用于高速设计的层压板。

今年美国认证机构（ACB）再次与EDICON同期同地举办了两天的认证培训课程，主题包括FCC标准、物联网、电磁兼容、SAR、电磁屏蔽和频谱分析。

第七届电子设计创新大会（EDI CON China 2019）将于明年4月16-18日在北京国家会议中心举行。欲申请参展或了解更多信息，请访问www.mwjournalchina.com/edicon。



特约编辑：
Janine Love

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): Winson Xing (邢文胜)
Managing Editor (US): Jennifer DiMarco
Multimedia Staff Editors: Barbara Walsh
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 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

Beijing (北京)
Tel: 86-135 5262 1310
Sales Manager 销售经理
Cecily Bian (边团芳) cecilyB@actintl.com.hk

Wuhan (武汉)
Sales Manager 销售经理
Sky Chen (陈燕) skyC@actintl.com.hk
Tel: 86-137 2373 9991
Eva Liu (刘婷) evaL@actintl.com.hk
Tel: 86-138 8603 3073

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

horizon house

ANALOG DEVICES
超越一切可能™

克服最困难的射频挑战并加快产品上市

市场领先的收发器技术、开发套件、工具和教程、芯片评估测试，深厚的技术和市场洞察力：ADI RadioVerse 设计环境赋予您应对最困难的射频挑战能力，缩短开发时间，把大胆的设想变为现实的可能。

RadioVerse: 提供一站式的射频设计环境

RadioVerse™

关注 ADI 官方微信

访问官网了解 RadioVerse

大胆采用新的射频设计方法
analog.com/cn/RADIOVERSE

亚洲技术支持中心 电话：4006 100 006
电子邮件：china.support@analog.com



微波电缆组件的屏蔽效率

Shielding Effectiveness of Microwave Cable Assemblies

Paul Pino
W. L. Gore & Associates Inc.（戈尔公司）, Landenberg, Pa.

微波电缆组件的屏蔽效率：其重要性何在？它会对系统性能产生什么影响？导致屏蔽效率良好与屏蔽效率欠佳的原因何在？在本文中，我们将会介绍电缆组件结构，并举例说明飞机机身电缆组件的屏蔽效率。

在探究屏蔽效率之前，先让我们了解什么是屏蔽效率。屏蔽层是包围和隔离电路的传导屏障。对微波同轴电缆来说，被隔离的电路是中心导体、电介质和外导体。由于集肤效应，在微波频率上，外导体的回流在外导体内侧很薄的一层内传输。如此一来，外导体的剩余部分成为了隔离层。因此将屏蔽效率定义为屏蔽层一边入射的射频能量与透射到另一边的射频能量之间的比率。

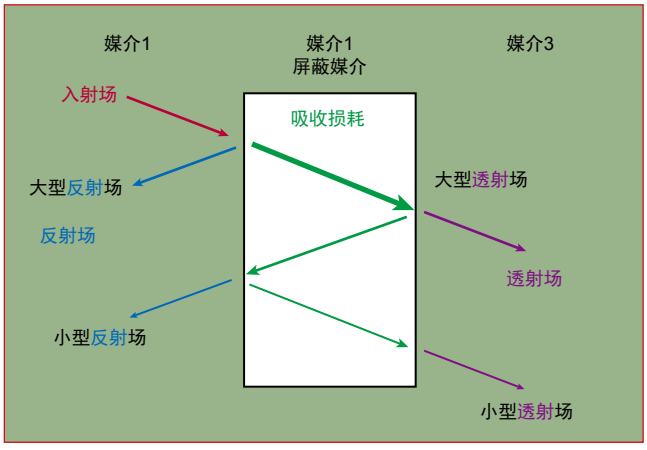


图1：电场屏蔽Schellkunoff模型。资料来源：York EMC Services

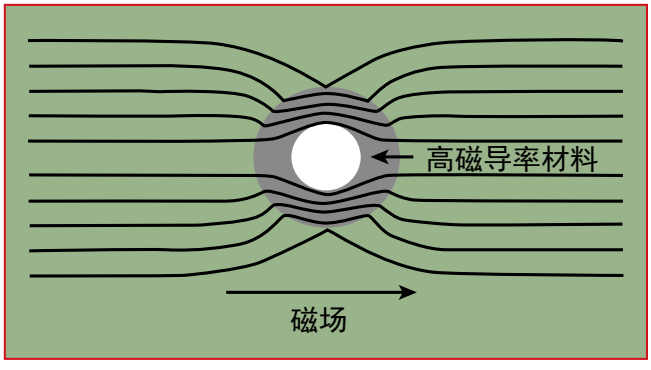


图2：磁场屏蔽。

反射和吸收是两个主要屏蔽机制。Schellkunoff模型[1]（图1）是一个公认的屏蔽层分析代表，其中媒介2为屏蔽层。部分入射射频能量从媒介2表层反射出去。能量的剩余部分进入媒介2，由于材料的电阻损耗，能量被耗散，部分能量被吸收。能量的剩余部分穿过媒介2到达媒介3，其中部分能量又被反射，其余部分能量抵达媒介3，即屏蔽层需要隔离的区域。

大部分屏蔽体只防电场辐射。防磁需要另辟蹊径。因为没有实用方法可以屏蔽磁场，必须使用高导磁率材料覆盖电路，以改变电磁辐射的方向，避免其干扰电路（图2）。高导磁率材料（在图中以圆环表示）能够使磁场变形、圆环中心绝缘。在预计出现高能量、电磁脉冲时，经常采用这类屏蔽。

屏蔽结构

微波同轴电缆屏蔽层形式多样。最简单有效的屏蔽层是半刚性同轴电缆的外导体，远优于其他屏蔽手段。半刚性结构采用一个相对粗厚的整体式圆柱外导体，以高导电材料制成。因此，它具有优异的屏蔽效率，在1至18GHz频率下的屏蔽效率远超140dB。

图3展示了柔性微波电缆的4种常见屏蔽层类型。第1种是最常见的编织圆线屏蔽层，通常以锡或镀银铜线制成。这种结构柔性极佳，易于生产，具有结构和导电双重作用。它的缺点在于屏蔽效率与编织密度直接成正比。对于最高18GHz频率，标准密度对应的标准屏蔽效率为

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

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90 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5 GHz，适用于测量多标准无线信号
- 实时分析带宽达512 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

内置2 GHz
分析带宽的
信号与频谱分析仪

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



ROHDE&SCHWARZ

Ducommun

射频开关解决方案
从DC至110GHz

在所有高频测试中您都可以信赖Ducommun的射频产品。Ducommun提供高达46GHz的同轴开关和高达110GHz的pin二极管全系产品。



DC-46GHz 同轴开关
- 2.4mm, 2.92mm, SMA, TNC, N
- 出色的射频性能
- 内置50Ω端子
- 高功率、真空、热切换



射频开关矩阵
- 图形化用户界面
- USB/RS-232/以太网控制接口
- 无NRE（非经常性工程）费用
- 模块化设计



台式开关
- 可配置开关
- USB、以太网控制接口
- 图形用户界面（GUI）
- 低成本方案



空间开关
- SPDT、转换、多掷和开关矩阵配置
- 超过30年的空间开关经验



Pin 二极管开关
- SPST至SP8T配置
- 纳秒（ns）级开关
- 0.03GHz至110GHz
- 反射式和吸收式

更多信息请联系我们的销售团队：
310-513-7256 或 rfsales@ducommun.com

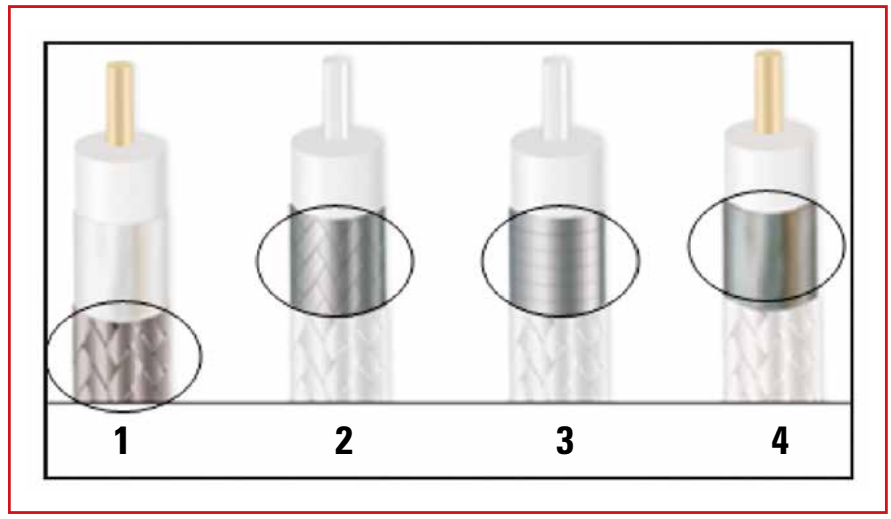


图3：常见微波电缆屏蔽体。
资料来源： Emerson Corp。

40dB。更高的编织密度可以提升屏蔽效率，但是电缆的柔性减弱、生产时间延长以及材料成本增加。

编织扁平线屏蔽层（图3的第2种）通常为镀银铜线。这类屏蔽层结构坚固，较第1种拥有更佳的屏蔽效率，通常在最高18GHz频率下，屏蔽效率为85dB，并且生产所需时间短。但是，与螺旋缠绕扁平线屏蔽层（第3种）相比，它具有较高的接触电阻、弯曲时较差的相位和幅度稳定性。螺旋缠绕扁平线屏蔽层在弯折时能保持较佳的相幅稳定性、接触电阻较低、柔性极佳，在最高18GHz频率下的屏蔽效率为120dB。优质电缆使用镀银扁平铜线。但是这种屏蔽层的安装要求高，安装过程比第1、第2种慢，因此总成本更高。

第4种常见屏蔽层结构使用硬化聚合物（聚脂薄膜®、聚酰亚胺或聚酯）螺旋缠绕或“卷烟式缠绕”。聚酰亚胺具有高强度、抗化学腐蚀和抗高温的特点。铝聚酯薄膜便宜、轻质，并且防静电放电。缺点在于屏蔽性能较差，需要沉积金属才能导电。沉积过程会导致高接触电阻，有损屏蔽性能，并且通常需要“排流线”提供低电阻接地路径。最常见屏蔽层的屏蔽效率比较如图4所示。

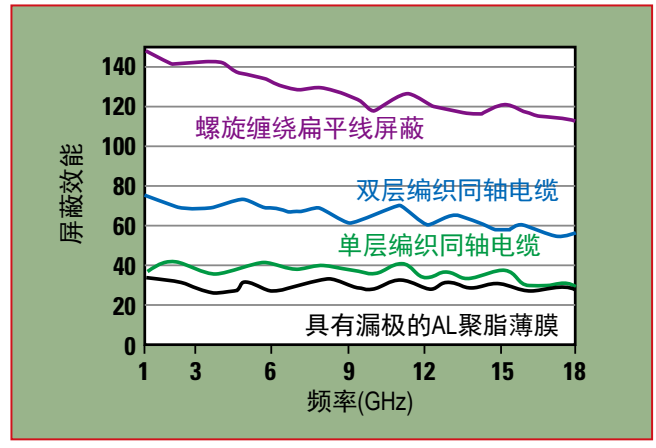


图4：最常见屏蔽体的屏蔽性能。

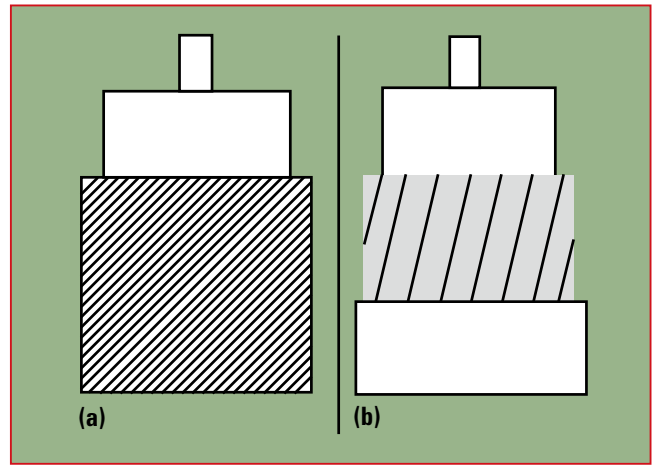


图5：单层圆绞线屏蔽结构(a)与单层扁平绞线屏蔽结构(b)。

HUBER+SUHNER
Excellence in Connectivity Solutions



一键相接，卓越性能

灏讯的下一代多同轴互连MXPM是适应未来行业发展的方案，它支持到67GHz的应用（一些特殊版本可支持到85GHz）。MXPM所应用的高密连接器做到极低的2.5mm连接器中心针到中心针的间距。MXPM通过其非常易于对接的磁扣连接来保证优异的射频连接和牢靠的机械连接。

› hubersuhner.com

HUBER+SUHNER North Asia Region
china.marketing@hubersuhner.com
Shanghai: 021-51901069, Beijing: 010-65819105, Chengdu: 028-85289078

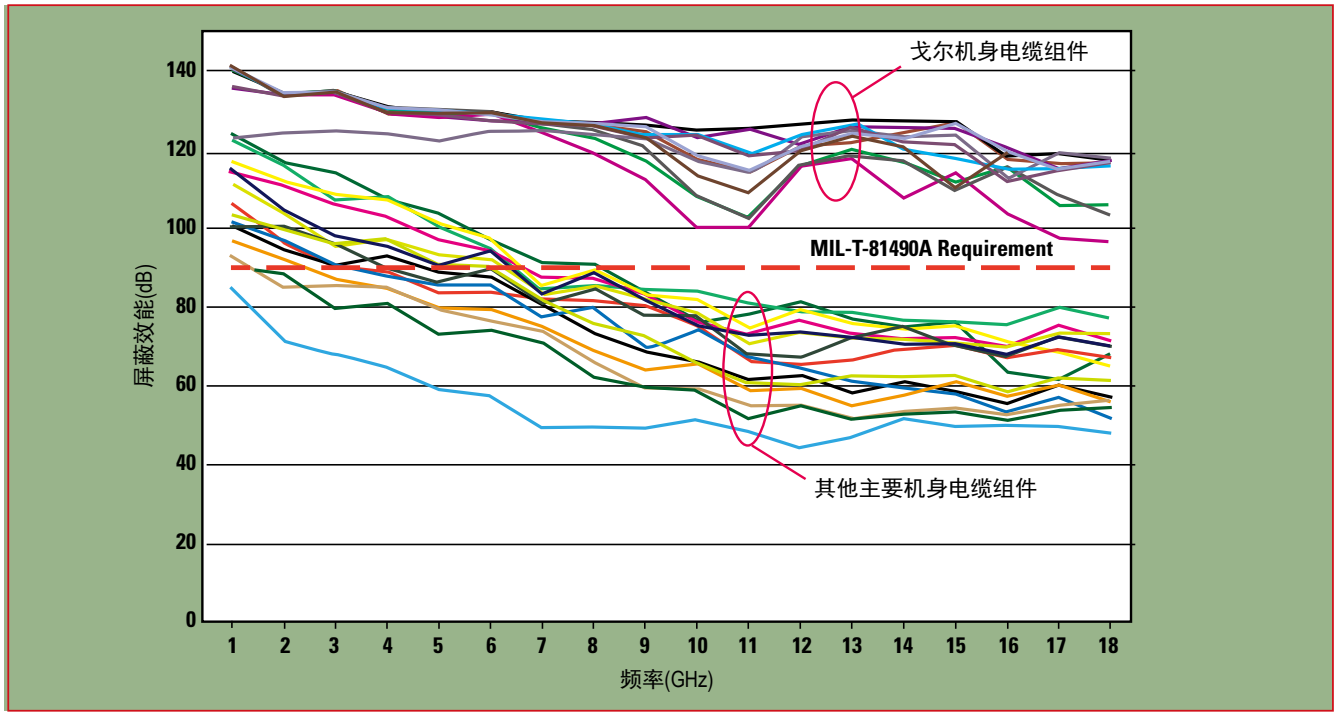


图6：两家公司微波机身电缆组件系列的屏蔽性能。最低规格为根据MIL-T-81490A (AS)达到90dB。

另外两种屏蔽层类型如图5所示：单层圆绞线屏蔽层与单层扁平绞线屏蔽层。单层圆绞线屏蔽层使用多重圆线导体以螺旋状缠绕电介质。单层扁平绞线屏蔽层使用薄扁平金属（通常为镀银铜线）以螺旋状缠绕电介质，并缠绕一层硬化聚合物捆绑扁平线束，减少接触电阻。单层绞线屏蔽层用以增强电缆的“触感”，产生柔软、柔韧的电缆。其制造容易、快速，组件成本低。但是，这两种屏蔽层容易因弯曲、移动和温度改变接触电阻，降低损耗稳定性和屏蔽效率。

外导体和屏蔽层采用连续整体式结构（例如半刚性电缆的外导体），可以提升柔性同轴电缆的屏蔽效率。它假定材料在微波频率上拥有优异的导电性。包含开口或缺口的结构易受干扰的影响，比如接收和发射电磁能。

屏蔽效率

讨论了屏蔽层类型之后，我们将会分析飞机机身微波电缆在实际应用中的表现。这种特别的电缆类型代表一部分独特的微波电缆技术，应用于军事战争和运输飞机非承压的场景，电缆通常装在雷达和电子作战系统中。这些系统在侦查威胁、瞄准目标、自我保护、通信和导航方面起到重要作用；假如电缆失效或出故障，会危害设备，更重要的是危及生命。由于它们安装在非承压的环境，机身电缆组件必须采用密封结构。假如使用传统非密封电缆，由于海拔感应压力的变化，潮湿的空气会穿透电缆的电介质，导致电气性能发生变化。

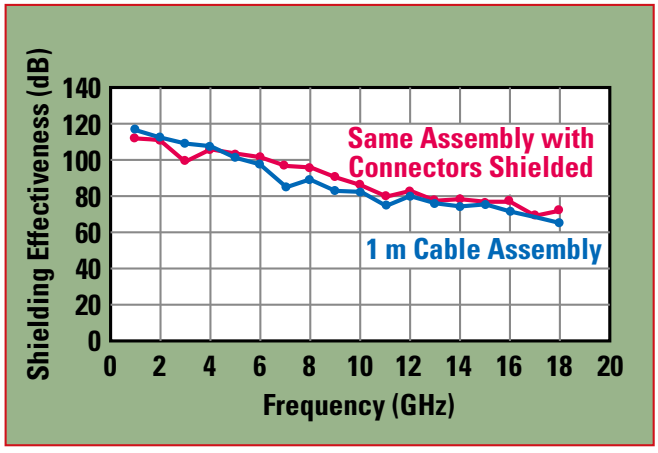


图7：在连接器应用附加屏蔽可提升1m电缆组件的屏蔽性能。

美国军用飞机使用的微波机身电缆必须符合MIL-T-81490A (AS)标准。标准规定电缆组件在设计频率范围内，屏蔽效率不能低于90dB。图6比较了两家公司的微波机身电缆组件的屏蔽效率，表明不同模型和组件的长度，全部支持18GHz最高频率。根据MIL-STD-1344测试方法3008，测试了频率介于1到18GHz的情况。

为什么两组产品存在差异？连接器、连接器端接和电缆是三大射频泄漏的潜在区域。举例说明，图7展示了1m的微波机身电缆组件的屏蔽效率，以及当连接器和连接器端接区域覆盖额外屏蔽材料（0.07mm厚×25mm宽的粘合铜箔），用材料重叠缠绕覆盖该区域时，屏蔽效率出现的改进。有了额外屏蔽层，从频率看，曲线仍然保持下降趋势，但是性能从6GHz显著提升至12GHz。

由于屏蔽效率“下降”的部分是辐射功率，这永远不会抵达电缆组件的末端，因此，在相同频率范围下，6到12GHz的标准电缆组件较差的屏蔽效率完全足以增加插入损耗（图8）。这些能量辐射到了电缆外部。

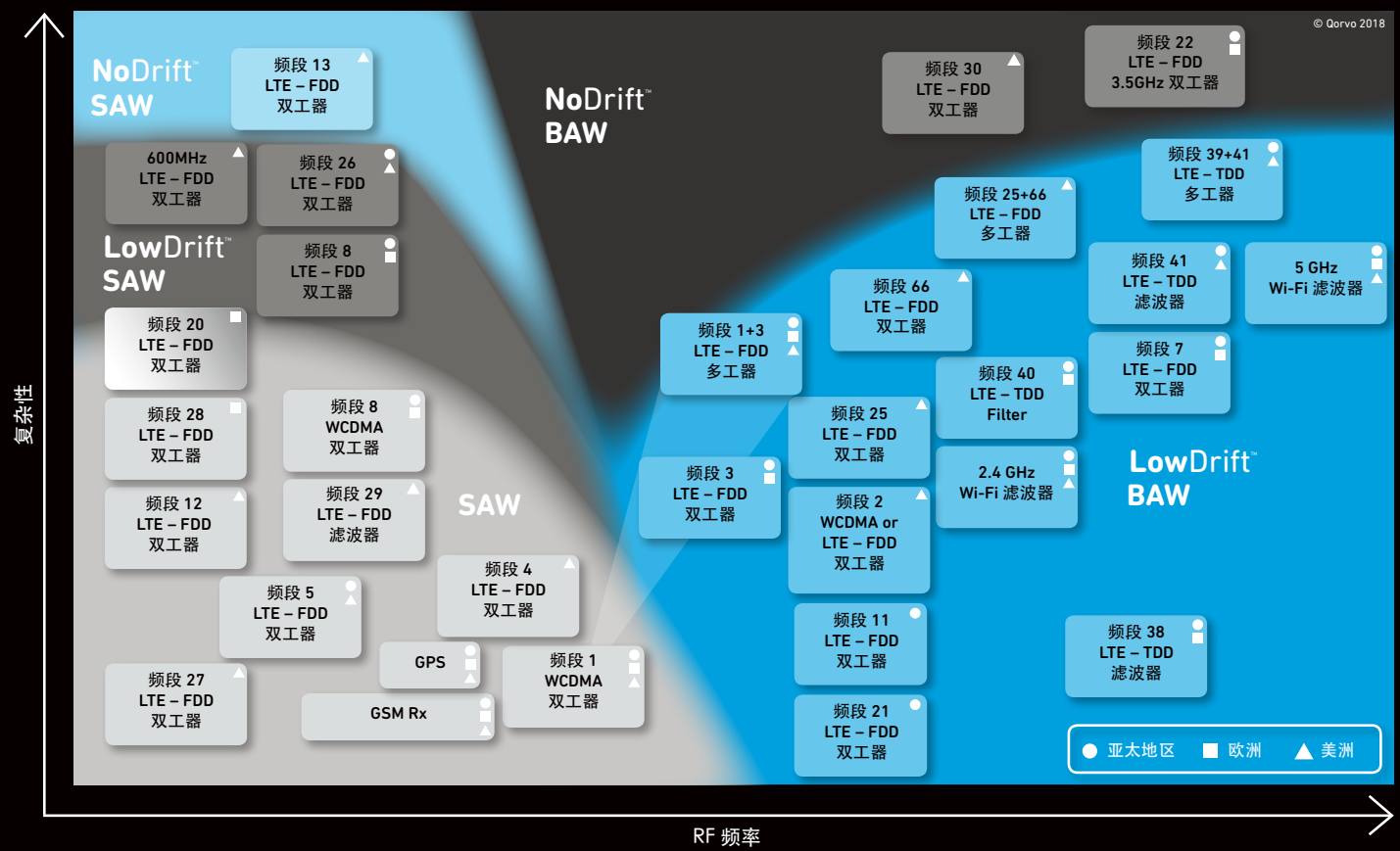
回到图7，我们注意到应用在连接器区域的额外屏蔽层改善了6到12GHz的标准电缆组件屏蔽效率较差的情况，但是并未影响曲线的下降趋势，这可能是由于电缆的3mil厚单层扁平绞线外导体结构（图5b）用薄硬化聚合垫片严实缠绕所致。单层扁平绞线结构在电缆全长每个单层扁平绞线部分之间具有连续的螺旋缺口。这些缺口犹如电磁辐射器，是屏蔽层的开口。为了补救这一情况，在单层绞线应用薄硬化聚合垫片覆盖缺口，提升每个相邻扁平线部分的导电性。由于低频率的主要屏

利用高级滤波器
满足地区要求的技术

使用下一代的滤波器技术管理拥挤的频谱带宽

Qorvo高级滤波器：简单解决方案处理复杂RF难题

- 解决蜂窝和Wi-Fi共存挑战
- 在所有Wi-Fi通道中以更高的功率达到带边合规性
- 大大降低BAW和SAW的温度敏感性



info-mobile@qorvo.com
cn.qorvo.com

qorvo®
all around you

© Qorvo, Inc. 2018
2018 年 2 月 QORVO 和 ALL AROUND YOU 是 Qorvo, Inc. 在美国和其他国家/地区的注册商标。

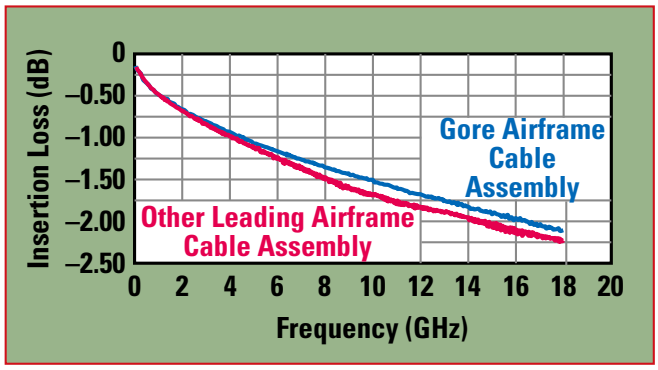


图8：单层扁平绞线电缆组件与戈尔螺旋缠绕扁平线组件的插入损耗。

蔽机制是反射，因此在低频率运行相当好。在较高的频率，主要屏蔽机制转变为吸收，它是产品的$\sigma_r\mu_r$的函数，其中σ_r是相对于铜的材料导电性，μ_r是相对于铜的材料磁导率[2]。与铜相比，聚合物垫片的导电性和磁导率较低，并且垫片本身与扁平线接触不多，因此进一步强化了抗屏蔽性能。垫片的厚度按规定为1.5mil，加上屏蔽效率与屏蔽厚度直接相关，加强了抗屏蔽性能。这种结构（如图6的较低曲线所示）导致在超出1GHz频率时的屏蔽效率不断降低，低于MIL-T-81490A (AS)标准对支持7GHz频率的规定。

在图6中，戈尔电缆组件的屏蔽效率相对平缓，远超在最高18GHz频率下屏蔽效率达到90dB的限定。这一表现归功于连接器设计、连接器端接技术和电缆结构。该电缆组件使用耐久的螺旋缠绕扁平线外导体；扁平线为3mil厚度的镀银铜线。其螺旋缠绕确保重叠绕包之间优异的机电接触。而且，其镀银铜线的高导电性在低频率时提供了良好的反射率，而重叠缠绕后，屏蔽层整体厚度在高频率具有优异的吸收率。

结论

本文研究了电缆组件的屏蔽性能，选取机身电缆组件作为例子，让用户更了解结构技术以及它们如何影响微波电缆组件的性能。由于人们会假定性能良好，却极少实际验证，因此微波电缆组件的屏蔽性能常常被忽略。

在选择机身使用的微波电缆组件时，请询问供应商：

- 电缆是专门为机身应用设计的吗？
- 在不降低射频性能的情况下，它可以经受要求严苛的机身安装吗？
- 它在安装前后符合军用屏蔽效率标准吗？

微波机身电缆是许多军用系统重要的组件，可以提升系统性能。正因如此，应当谨慎仔细挑选电缆。■

参考文献

1. S. A. Schelkunoff, The Electromagnetic Theory of Coaxial Transmission Lines and Cylindrical Shields," Bell System Technical Journal, 1934, pp. 532-579.
2. D. D. L. Chung, "Electromagnetic Interference Shielding Effectiveness of Carbon Materials," Permagon Press, July 2000.




何物
680 多万种在线产品
何时
99% 的订单当天发货
何地
无论您在哪里需要
Digi-Key ELECTRONICS
400 920 1199
DIGIKEY.COM.CN
得捷电子
超过 1,400,000 种现货产品 | 750 多家业内著名供应商 | 原厂授权分销商
所有数据由 Digi-Key 提供。Digi-Key 是所有原厂合作伙伴的授权分销商。每日添加新产品。
© 2018 Digi-Key Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA

同轴电缆组件随毫米波应用的兴起而变化

Coaxial Cable Assemblies Adapt to Emerging mmWave Applications

Dan Birch
Pasternack公司，美国加州Irvine市

过去数年中，毫米波频率一直用于小众化的军事、航空航天、卫星通信及科学研究。然而，随着工作于数十至数百GHz的新兴5G和60GHz Wi-Fi、汽车雷达和高速数据应用越来越普及，这一现象已经发生改变。应用的多样性以及人们对更高频率测试系统的需求将同轴电缆组件的性能推升至新的高度。测试电缆的这些性能参数已超出实验室水平，并用于实现专门针对新应用的功能。从针对原始实验室条件的极严格公差要求到针对自动化测试设备的牢固可靠性要求，工作于毫米波频段的下一代精密同轴测试电缆面对着各种各样的“硬性”性能要求。

近年来，人们对6GHz以上射频频谱的使用有所增加（图1）。在此之前，毫米波频率的典型用途为军事、航空航天、卫星通信、气象及科学研究。这些用途通常使用波导互连器件，并且在必要时可支持高成本的小型化定制毫米波同轴电缆和连接器。如今，精密毫米波同轴组件广受各种市场和用途的青睐。当中的一些新型市场包括光子及毫米波集成电路、5G电信、60GHz Wi-Fi、汽车雷达、高速数据、军事雷达及毫米波成像。多种上述新用途，尤其是5G和卫星通信天线阵列的测试和运行需要大量的同轴组件，而且某些应用所要求的同轴组件工作条件对于通常指定为实验室设备的连接器件而言为极端条件。最新的需求正在逐步改变毫米波同轴电缆组件的性能和功能要求。

新兴应用

5G和60GHz Wi-Fi

一直以来，移动无线用户的数据消费量都在持续迅猛增加。最新一代的无线标准旨在满足人们对吞吐量、低延迟、大量连接以及适应新需求的灵活性的日益增长的需求。下一代无线通信的频率必将超出于现今已高度拥塞的6GHz以下频段之外，这使得美国联邦通信委员会（FCC）及其他政府为5G及60GHz Wi-Fi（IEEE 802.11ad）以及其他新兴应用留出大量的毫米波频谱。FCC定义的现有频段覆盖27.5~28.35、37~38.6、38.6~40及64~71GHz内的11GHz的频谱[1]。如果为毫米波通信网络的开发开放频谱，则可实现高吞吐量的设备到设备及基站到设备连接，甚至“最后一公里”家庭服务等。

在毫米波频谱中运行意味着消费者、工业、军事、航空航天及卫星通信技术将遭受更多的电磁干扰，其中，部分此类干扰是无意的，但是也有部分干扰可能是故意造成的恶意干扰。为了使设计的5G网络和60GHz Wi-Fi系统能够满足即将制定的标准所要求的严格公差，制造商、系统设计人员以及技术人员需要使用比现有电缆和连接器具有更多功能且更易获得的经济高效的精密毫米波同轴电缆和连接器。

汽车雷达及无线通信

未来的联网自动驾驶汽车将配备各种通信功能和传感器。其中最为重要的一项应用为用于车辆检测、驾驶控制及障碍物规避的雷达（图2）。汽车雷达所使用的所有频段均位于24GHz、77GHz及79GHz的毫米波频谱。对于制造商而言，雷达组件本身可能并不需要太多的毫米波同轴电缆和连接器，然而此类系统的设计、测试、安装及维护需要计量级的同轴电缆和连接器。

下一代汽车还将配备作为独立功能或将用户设备增强为5G热点的无线通信功能。5G机器间（M2M）通信将可能实现更强的自动车辆协调能力及车辆与道路通信设施（V2I）的通信。所有这些应用都需要在其模块内设置毫米波同轴电缆及连接器，以促进模块间的通信。

毫米波集成电路

上述应用及其他卫星通信、航空航天及军事应用均需要采用在毫米波频率上运行的MMIC。这些MMIC及其所在的复杂模块必须经过严格的测试、校准和验证之后才能用于关键性应用。这些应用当中的某一些（如毫米波成像、雷达及芯片间通信）可能在100GHz以上的频段具有良好的工作性能，且要求采用1mm或

GLOBALFOUNDRIES 格芯™

实现无处不在的连接
就要依靠格芯的5G蓝图

在您开发5G就绪解决方案时，请选择能提供最广泛的硅芯片平台的合作伙伴。

格芯的技术和服务正在为智能互联的新时代赋能。

5G/毫米波射频收发器和基带处理
广泛适用于5G和IoT 应用的FDX™FD–SOI带来业内领先的功耗和面积优势体验。

5G/毫米波前端模块和相控阵
适合6GHz以下5G/毫米波应用的RF SOI技术，利用经硅片验证的性能、集成度和功耗的优势。

5G 基站
依靠唯一具有厂内ASIC设计服务的晶圆代工厂，为5G基站提供差异化的FinFET和高速/密度IP。

人工智能和神经网络
用FinFET、FDX SoC和ASIC为数据中心、汽车和电池供电的边缘应用提供机器学习解决方案。

应用处理
先进的FinFET技术用于下一代智能手机处理器和低延迟/大规模MIMO网络。

我们在6月10-15日举办的International Microwave Symposium等您来访。

请选择已为5G做好准备的合作伙伴。

了解更多：
globalfoundries.com/cn

Enabling Connected Intelligence
实现互联智能

© 2018 GLOBALFOUNDRIES. All rights reserved.

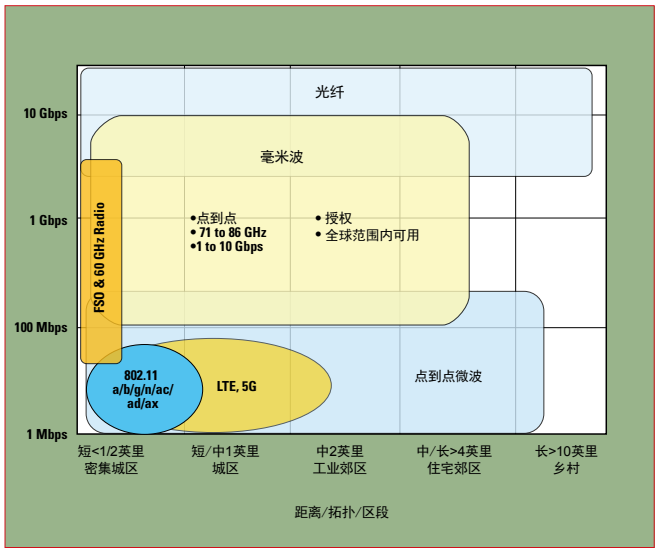


图1：毫米波应用从近距离通信和高吞吐量设备间通信扩展至“最后一公里”家庭宽带互联网。来源：改编自dailywireless.org。

更小的同轴连接器。现有的0.8mm同轴电缆的最高工作频率为145GHz。

工作频率为数十GHz的测试系统可产生数百GHz的谐波。为了对功率放大器、接收机、收发器、混频器及调制设备进行测试，需要在基本频率的多种倍数下进行毫米波测试，才能实现性能表征。因此，未来所需的同轴电缆组件的工作频率可能远高于现有同轴电缆组件的工作频率。

自动测试

为了维持较低的成本，许多毫米波器件将在测试设备中使用自动测试，这些测试设备需要使用可靠耐用且性能一致的高性能互连器件。用于测量测试用途的传统毫米波同轴电缆和连接器一直以来均为精密电缆，然而这些电缆不但没有特殊的耐用性，而且在应力和应变条件下的性能也欠佳。自动测试系统通常会经受振动、冲击、反复弯曲及多次配接/断开，多数毫米波连接器无法承受这些条件而且在这些条件下无法保持一致的工作性能和校准性能。因此，高耐用性计量级同轴组件的需求量将获得极大增长，而且其价格和供货量也将使得其比现有产品更易获得。

高速数据

毫无疑问，为了满足新应用的需求和实现系统间通信，军事、政府和通信系统正在逐渐增大其数据传输速度。目前，高速互联网流量正在经历从40G向100G以太网的跃升，与此同时，400G和800G也正处于实验和验证阶段。促使通信信道发生这一吞吐能力剧增的原因在于人们对以更低的成本更快地发送更多数据的需求（图3）。

此外，为了实现相控阵改善、大规模MIMO、复杂波束赋形、调制功能升级以及低截获概率雷达，传统纯射频系统还正在逐步增大其数字一体化程度。全数字波束赋形、软件定义无线电（SDR）及认知无线电等结构不但要求子系统和模块之间具有快得多的数字通信速度，而且还要满足可靠性和精度方面的军事标准。虽然光纤技术广泛用于以太网，但其在小量生产、设计/原型测试、安装和维护等方面也有一定程度的应用，这些应用需要使用毫米波同轴组件。

毫米波同轴电缆及连接器的供货

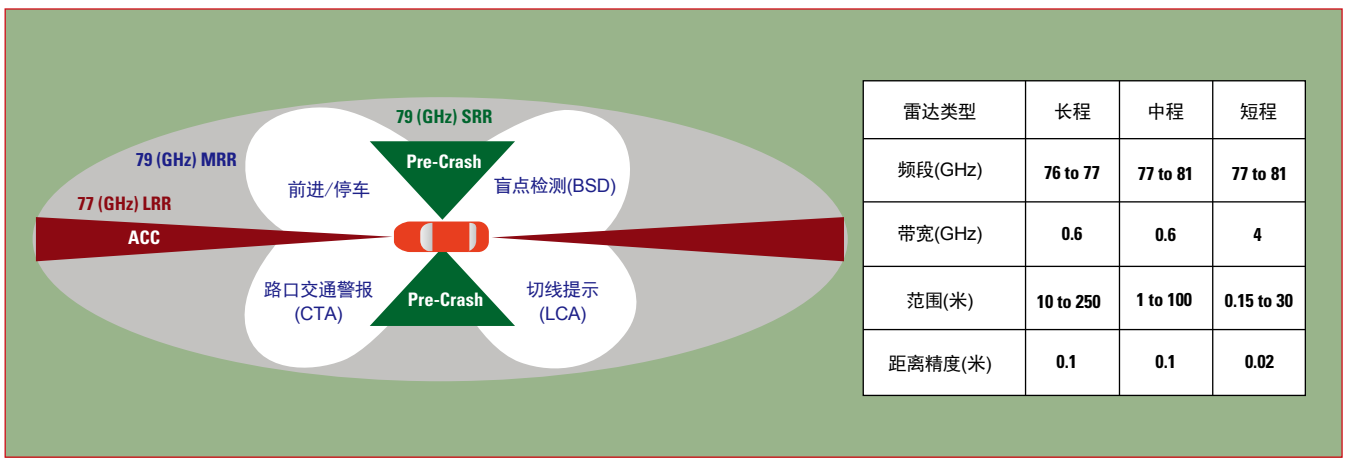
上述新兴应用要求本行业在不牺牲性能的同时以更低的成本提供远高于历史供货量的同轴电缆和连接器。为了缩短设计周期以及赢得具有竞争性的上市时间，必须缩短毫米波同轴电缆和连接器采购中的前置时间。毫米波同轴组件一直以来均为小众产品，许多制造商目前可能并不具有太大的存货量，但是鉴于其市场即将大幅增长，对于用户而言，毫米波同轴组件的快速供应将是一项非常具有吸引力的服务。

毫米波领域的考虑因素

毫米波同轴电缆及连接器之所以比低频同轴系统更加昂贵且性能有所不同的原因在于其物理、结构和材料特性。以下的多个与频率相关的现象造成了此类限制：电导率和趋肤效应；同轴传输线的横向电磁模（TEM）；介电常数；传播速度；及波长。同轴传输线的导体导电率及介电损耗随频率的变化体现为电阻性损耗（如插入损耗）与沿该传输线传播的信号频率之间的关系（图4）。

由于趋肤深度随频率的增大而减小，因此毫米波频率下的趋肤深度小于6GHz以下频率的损耗。在毫米波频率下，沿传输线传播的电磁能量分布于离导体表面1μm以内的范围内。举例而言，铜在6GHz下的趋肤深度为0.842μm，在60GHz下的趋肤深度为0.266μm。[5,6]由于趋肤深度为电阻率、磁导率和频率的函数，因此金、银和铝等电阻率较高且磁导率较低的材料可更好地传输毫米波信号。由于这些材料为毫米波同轴组件的优选材料，因此此类组件的成本更高且制造和维修过程更加复杂。

此外，趋肤效应和TEM传输使得导体表面状况和传输线内的电介质分布成为高频条件下的重要因素。材料及表面一致性越差，损耗和反射/电压驻波比（VSWR）就越大（图5）。对于将经受反复移动、弯曲、振动、冲击和其他形式的应力的



雷达类型	长程	中程	短程
频段(GHz)	76 to 77	77 to 81	77 to 81
带宽(GHz)	0.6	0.6	4
范围(米)	10 to 250	1 to 100	0.15 to 30
距离精度(米)	0.1	0.1	0.02

图2：未来汽车将具有在毫米波频率上运行的汽车雷达系统。来源：Robert Heath [2]。

FIN TEST 帆测科技

专注于互连产品和射频技术

提供优质的产品和灵活服务

www.fin-test.com

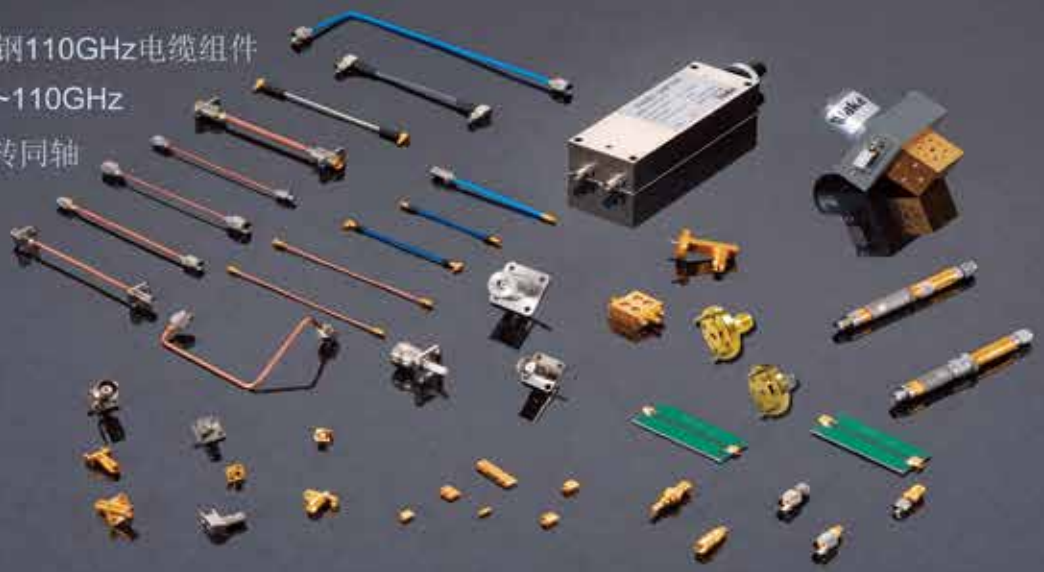


WAKA毫米波解决方案：

柔性，半柔，半钢110GHz电缆组件

RL<-18dB@DC~110GHz

E/V/W波段波导转同轴



配套全球知名射频测试设备厂商，提供一站式射频互连方案

敬请联系中国区分销商上海帆测科技

021-68380250

13761305850

sales@fin-test.com

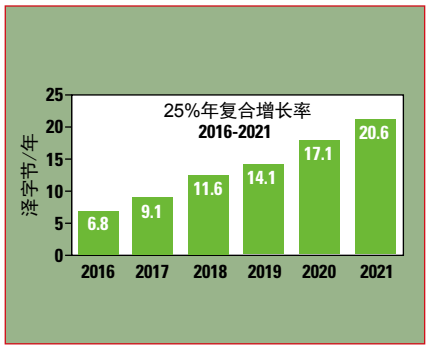


图3：思科预测，2021年全球数据中心流量将超出20泽字节/年[3]。

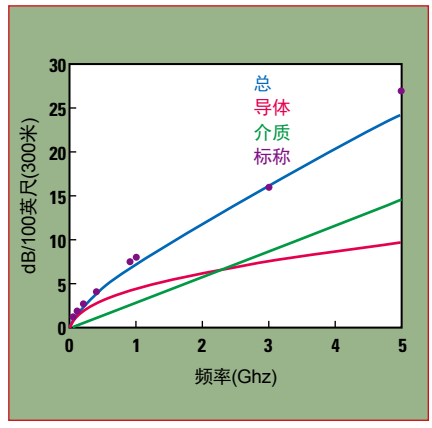


图4：随着频率的增高，同轴传输线的衰减因导体电阻及介电损耗的增大而增大。图中示例为RG-8/U和RG-213/U[4]。

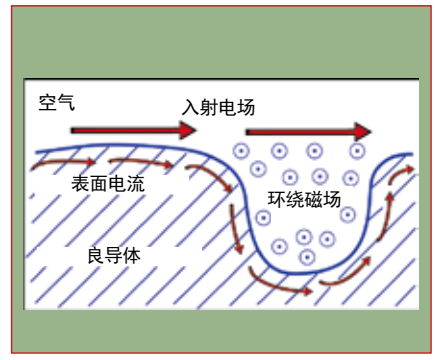


图5：与平滑表面相比，不均匀的导体表面导致表面电导率的增大。

测试电缆和连接器而言，所用的材料和制造方法必须能够避免退化导致的性能大幅变化。

为了实现所需的同轴性能，毫米波同轴传输线的内层导体、外层导体及电介质层的尺寸和公差远远小于低频同轴传输线。更小的同轴尺寸意味着更小的导体表面积、更大的电阻性损耗以及负载条件下的热量累积。因此，毫米波同轴电缆的功率处理能力及峰值射频电压一般要小得多，从而限制了其可用长度。此外，导体和电介质性能取决于温度、湿度和其他环境因素，这进一步限制了毫米波同轴组件可采用的材料和制造技术。

由于毫米波连接器的公差极小，因此对于涉及大样本的毫米波测试而言，连接重复性是一项考虑因素。在毫米波频率下，2.92mm、1.85mm、1mm和0.8mm同轴连接器的中心触针直径小于1mm。如此小的尺寸自不用说使得此类连接器比大尺寸连接器更为脆弱，此外其还使得这些连接器的性能更易在污染物、油脂及磨损的影响下发生变化。此外，由于即使小的机械变化也可能导致电气响应发生显着改变，因此为了保持相位稳定性，此类电缆和连接器的处理过程中必须多加小心。在这些因素的作用下，毫米波系统的现场测试和故障排除变得极为困难，并使得技术人员无法采用针对实验室用途设计的同轴电缆组件。

新功能

新兴毫米波应用及其伴随的同轴电缆方面的考虑催生出下一代同轴组件的设计和制造当中的创新。部分此类创新涉及对卫星通信、航空航天及军事领域中的同轴电缆制造方法和技术的使用。此外，其他改进包括提高易用性，延长使用寿命，以及实现更为标准的解决方案，而非采用昂贵的定制设计。

举例而言，精密毫米波连接器的常用金属包括钝化不锈钢及镀有镍和金的铍铜，其中，先镀镍后镀金。铍铜可实现不同温度下的尺寸稳定性，镍层为实现镀金的必要镀层，表面的镀金层可在实现高表面质量及高导电性的同时，提供优于铜、铝或银的抗腐蚀性能。钝化不锈钢制连接螺母和外连接体可构成在配接/断开次数及耐腐蚀性方面具有更高性能的耐用连接器（图6）。

用于毫米波矢量网络分析仪（VNA）测试电缆的电缆铠装技术为改造自军事和航空航天领域的一项新技术。工作频率设计为110GHz的同轴测试电缆的直径大约为0.25英寸（6.35毫米），且具有极薄的导体和电介质层。由于此类电缆的同轴结构即使在小心搬拿及实验室条件下也可能轻易损坏，因此需要通过电缆铠装提高其耐用性。现有铠装方法包括：额外金属箔层加编织金属层；以及由Nomex®等耐用合成材料、防压扁构件、外部加固金属保护层以及附加内护套构成的轻量铠装。虽然这些电缆保护方法增加了同轴电缆组件的尺寸和重量，但是其在提高电缆刚性的同时，还能保持其柔性。当刚性和半刚性同轴电缆与最终应用的确切尺寸不符，而且无法在不损坏电缆的情况下改变其尺寸时，可使用铠装柔性同轴组件，这些组件不但可承受反复弯折，而且其相位和振幅稳定性通常优于不带铠装的同轴组件。



图6：采用军用级制造和铠装技术的新型高性能毫米波同轴电缆组件可在下至实验室上至现场的各种使用情形中确保可靠性能。

与其他柔性同轴组件设计相比，上述设计技术不但可以提高毫米波同轴电缆组件的性能，而且可以延长其使用寿命。然而，其缺点在于提高了电缆组件的成本，而且其制造通常需要更长的前置期。随着毫米波同轴电缆和连接器的使用方式为了满足新兴趋势和应用的需求而发生改变，同轴组件的供货方式也需要做出相应变化。

结语

军事、航空航天及卫星通信技术以及新市场中产生的新兴应用正在逐步改变毫米波同轴电缆和连接器的设计、供货及使用方式。除了精密矢量网络分析仪测试、航空航天通信及雷达领域之外，毫米波同轴电缆组件如今还用于商业电信及汽车领域。与以往相比，同轴电缆制造商近年来在满足此类新需求及通过与供应商合作提供更加快速及更加无缝的解决方案方面已获得了长足的进步。随着5G、汽车雷达、毫米波MMIC、自动测试及高速数据市场的不断增长，人们对于成本更低、前置时间更短且性能更高的同轴电缆和连接器的需求也将越来越高。■

参考文献

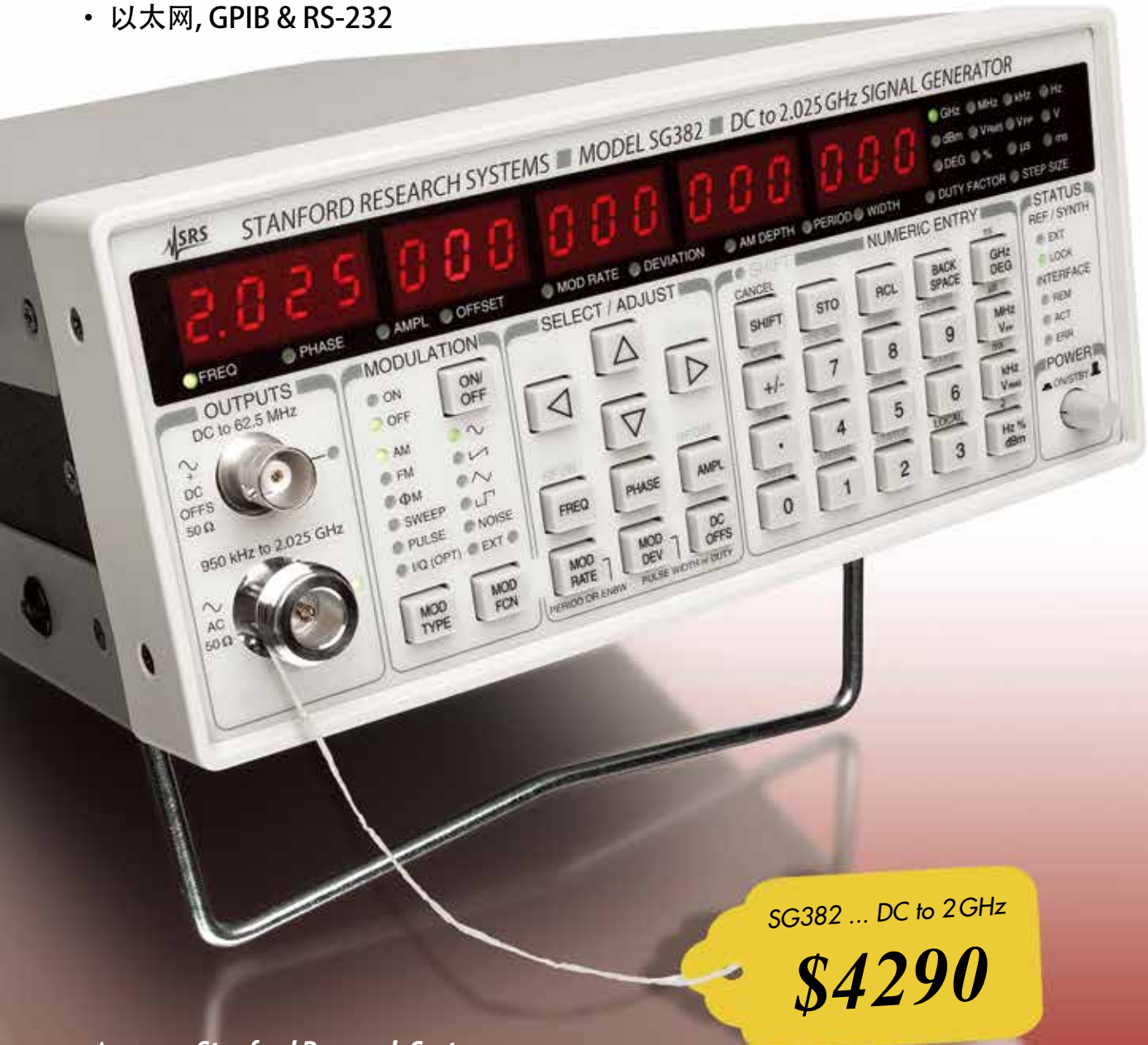
1. “FCC Online Table of Frequency Allocations,” www.fcc.gov/oet/spectrum/table/fcctable.pdf.
2. R. W. Heath, Jr., “Vehicular Millimeter Wave Communications: Opportunities and Challenges,” www.slideshare.net/ctrutaustin/heath-45522468.
3. “Cisco Global Cloud Index: Forecast and Methodology, 2016–2021 White Paper,” www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/serviceprovider/global-cloud-index-gci/white-paperc11-738085.html.
4. S. J. Orfanidis, “Chapter 11: Transmission Lines,” Electromagnetic Waves and Antennas, www.ece.rutgers.edu/~orfanidi/ewa/ch11.pdf.
5. B. C. Wadell, “Transmission Line Design Handbook,” Artech House, 1991, Table 9.3.2, p. 446.
6. “CRC Handbook of Chemistry and Physics,” 1st Student Edition, 1998, p F-88.

看下这个...

射频信号发生器

刚变得经济实惠!

- 2 GHz, 4 GHz & 6 GHz型号
- 卓越的相位噪声
- AM, FM, ΦM, PM & 扫描
- 方波时钟输出
- 以太网, GPIB & RS-232



SG382 ... DC to 2 GHz

$4290

Stanford Research Systems
1290-D Reamwood Ave. Sunnyvale, CA 94089 · www.thinkSRS.com
Phone (408) 744-9040 · Fax (408) 744-9049 · info@thinkSRS.com

先锋科技股份有限公司
电话：86-10-6263-4840
传真：86-10-8261-8238

欧陆科技有限公司
电话：86-10-6800-8213/16/17
传真：86-10-6800-8212

北京东方科泰科技发展有限公司
电话：86-10-6497-1708
传真：86-10-6497-1710

28GHz 5G通信单片射频前端模块的设计

Design of a Single Chip Front-End Module for 28 GHz 5G

Stuart Glynn, Robert Smith, Liam Devlin, Andy Dearn and Graham Pearson
Plextek RFI公司，英国

随着5G毫米波预期即将进入商用，行业内关键公司的研发正在顺利推进，已经完成定制组件指标划定、设计和验证。实现未来毫米波5G系统所需的基本组件是射频前端模块（FEM）。该模块包括发射机的最终放大级以及接收机中最前端的放大级以及发射/接收开关（Tx/Rx）以支持时分双工（TDD）。FEM必须在发射模式下具备高线性度，并在接收模式下具备低噪声系数。由于毫米波5G系统可能需要用户终端采用多个FEM构成相控阵架构或开关天线波束架构。因此FEM必须采用高效、紧凑和低成本的方式实现，且最好能简单控制和监测。

本文介绍了符合以上所有要求的28GHz 5G通信频段（27.5至28.35GHz）射频前端模块MMIC（单片微波集成电路）的设计、实现和验证。该射频前端由Plextek RFI公司开发，采用WIN Semiconductors（稳懋半导体）的PE-15 4V电压、0.15μm、增强型GaAs PHEMT工艺实现。它采用紧凑型低成本且兼容SMT（表贴）安装的5mm × 5mm二次注塑兼容QFN封装，适用于大批量、低成本的制造。它涵盖27至29GHz，因此支持完整的28GHz 5G频段。

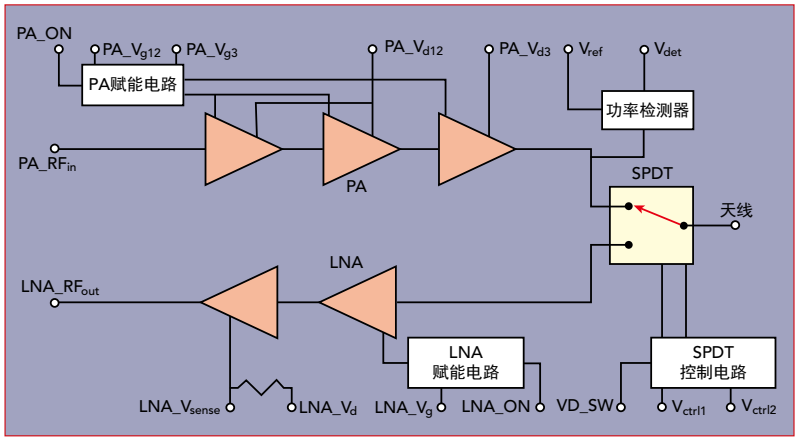


图1：28GHz 5G通信射频前端模块芯片的功能框图。

设计目标

FEM发射通道的设计着重于功率回退下实现高效率，以提供线性放大，这是5G通信系统提出的要求。功率回退下的目标功率附加效率（PAE）定为6%，三阶交调（IMD3）低于-35dBc（功率回退值：从1dB压缩点开始大约退回7dB）。对应1dB压缩点（P1dB）的RF输出功率定为20dBm。而接收通道需要在非常低的电流消耗下（最大15mA，+4V电源），实现低于4dB的噪声系数（包括开关损耗）。

射频前端MMIC的功能框图如图1所示。发送信号路径从图的上半部分中的左侧延伸到右侧；输入端口位于标有“PA_RF_{in}”的引脚上。输入信号由三级功放（PA）放大，然后通过RF功率检测器和单刀双掷（SPDT）开关连接至天线。片上定向功率检测器可监测发射出的射频输出功率，并且片上集成了温度补偿功能。带补偿的功率检测器输出由电压“V_{ref}”和电压“V_{det}”之间的差值决定。芯片内集成了由（低电平有效）逻辑信号“PA_ON”控制的快速开关赋能电路（图1中的PA赋能电路）。可在发射和接收模式之间切换时，快速给PA上电和断电，从而在PA不用时达到仅使用0.1mA的电流，最大限度地提高整个系统的效率。

PA通常会工作在从压缩点回退几dB的条件下，以保持其发射的调制信号不严重失真。设计方法是优化功率放大器工作在P1dB点回退7dB左右的性能。为了在该工作条件下达到较优的PAE，PA将偏置在深AB类。

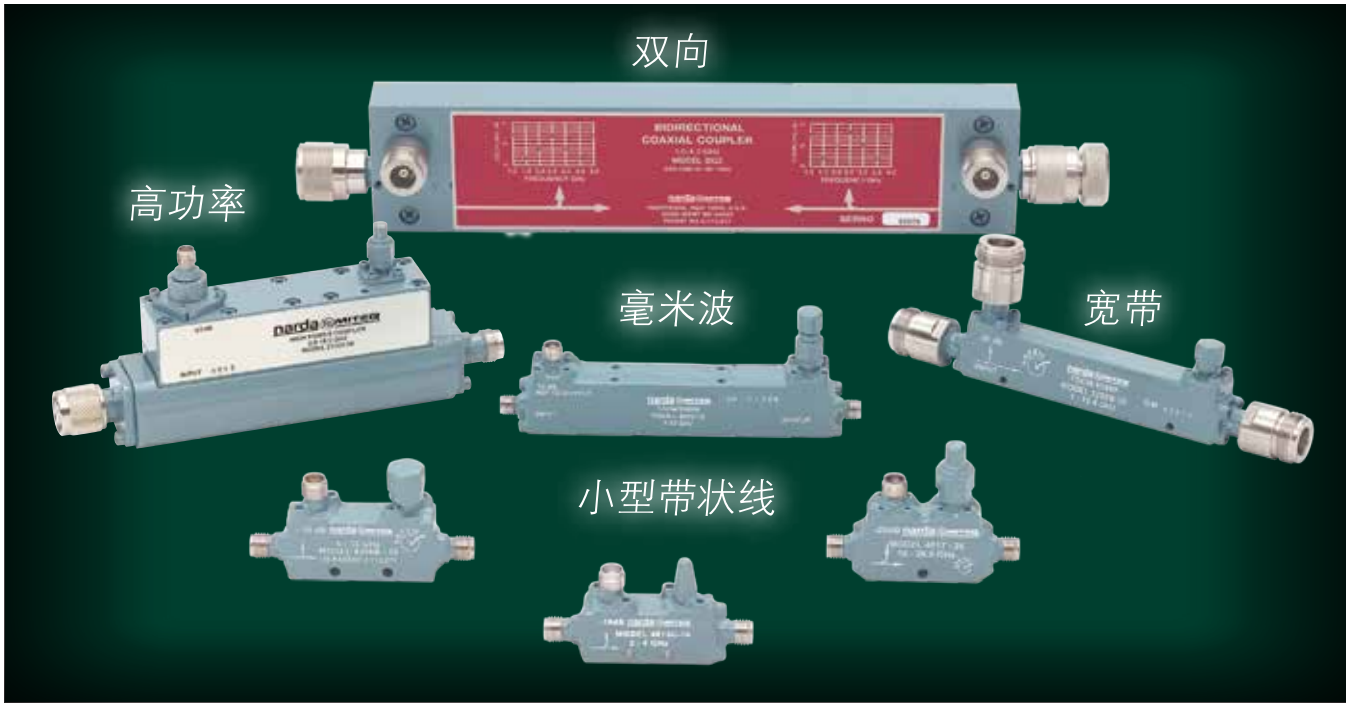
设计折中策略

该设计起始于对候选单元晶体管进行器件级仿真。这项仿真工作可以获得如器件尺寸、偏置点、目标阻抗、PA级数和驱动器比率等关键信息，为后续精细的功率放大器设计奠定了坚实的基础。

这项工作的一个重要部分在于确定如何最

L3 NARDA-MITEQ.

耦 合 器 的 终 极 来 源 。



narda MITEQ

数量和种类都更多的耦合器

L3 Narda-MITEQ在过去60年里一直是创新型耦合器技术的领导者。我们的耦合器完美适合商业和军事应用，也适合在航空关键任务中使用。我们能提供在带宽、封装尺寸、功率处理和环境规格方面优于任何其他制造商的耦合器，也有创建完整定制解决方案的能力。我们的标准产品目录已准备就绪，可以在您订购时快速交货。对于经过验证的耦合器解决方案，不用多虑，信赖L3 Narda-MITEQ准没错。请致电001-631-231-1700或访问 **nardamiteq.com/095a**

L3 Technologies

L3T.COM

航空系统
电子系统
通信系统
传感系统

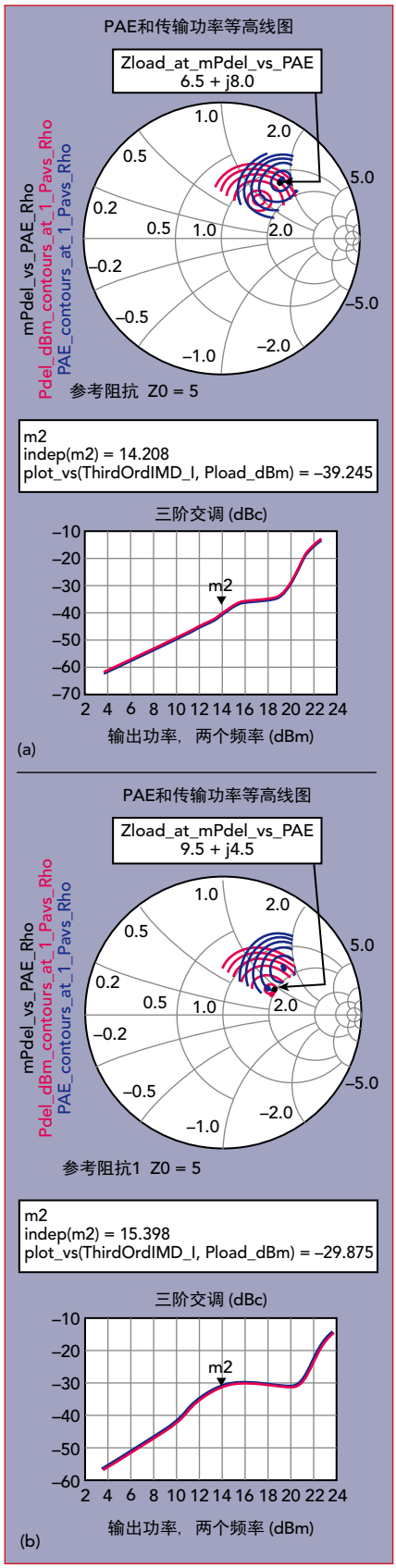


图2：P1dB条件下最佳PAE对应的阻抗点以及对应的功率回退条件下的IMD3（a）；P1dB条件下最佳功率对应的阻抗点以及对应的功率回退条件下的IMD3（b）。

大限度地提高功率回退下的PAE。一般来说，可通过降低器件静态偏置电流密度来实现。但是该方法中电流密度可往下调的范围受限于增益和线性度约束，因为这两者都随着电流密度的降低而恶化。功率回退条件下的PAE和增益与线性度之间有明确的折中关系。

设计中主要关心的线性度指标是在功率回退条件下，IMD3必须小于-35dBc。如图2所示，在偏置电流降低的情况下，IMD3性能对基频负载条件特别敏感。图2a显示了偏置为深AB类的8×50μm器件在4V、75mA/mm时的负载牵引仿真结果，并标出了P1dB下的PAE最佳点对应的负载。该图还给出了仿真所得该最佳负载和功率回退条件下IMD3的性能，表明离-35dBc的指标还有大约4dB的裕度。仿真的PAE在该功率回退条件下约为15%，且该效率只计入器件的作用，不包括任何输出损耗。图2b显示了相同器件和偏置工作条件下，P1dB功率最佳点对应的负载以及IMD3等信息。发现在相同的相对功率回退情况下，其IMD3的性能明显更差，超出指标5dB以上，而此时PAE和前一种条件相似，约为15.7%。

进一步评估了史密斯圆图上的其他阻抗点下，功放的P1dB和功率回退两种条件下的性能。图2a中的负载条件明显具有最好的综合性能，因此被选定用于输出级设计。最终选择了52mA/mm的偏置电流，并选择了8x50μm器件作为输出级的基本单元，以满足功率指标要求。并根据总的传输增益指标确定了需要三级放大。

通过依次为驱动放大级和预驱动放大级选择最佳晶体管尺寸来设计完整的三级功率放大器。这同样需要仔细考虑设计折中，因为较大的晶体管尺寸可改善整体线性度但会降低PAE。当所有晶体管的尺寸和偏置确定后，就可以继续进行匹配和偏置电路的详细设计。版图设计从整个设计过程的早期阶段就需要开始考虑，以避免不引入过大的寄生效应以及确保设计的可实现性。功放的第一和第二级使用共同的栅极偏置引线（加在引脚PA_V_{g12}上），而第三级设置单独的偏置引线（PA_V_{g3}）。这样就可以单独优化两个电压，以对PA的线性度或PAE进行提升。漏极供电可以类似地通过两个独立的引脚施加+4V电压在“PA_V_{d12}”和“PA_V_{d3}”上，尽管这两个引脚在PCB板上是相连的。

SPDT开关采用串并结构，该设计中的串联和并联分支中集成了多个晶体管以提高线性度[1]。晶体管截止时的电容限制了关断状态下器件在高频率处的固有隔离度，在28GHz时开关晶体管的隔离度仅为几dB2。减小晶体管尺寸可以改善固有隔离度，但会增加导通状态下的插入损耗并降低其线性度，因此不是一种可行的选择。这里采取的方法是采用片上电感补偿来改善关断状态隔离度。经过细致设计确保导通状态下具有较低插入损耗，以实现发射通道的高输出功率和接收通道的低噪声系数。开关由一个比特位控制电压“V_{ctrl1}”控制，该位设置为4V时表示发射模式、0V时表示接收模式。“单刀双掷控制电路”（SPDT控制电路）可实现单比特控制，该电路本质上是一对二线译码器。控制电路和SPDT本身消耗的总电流仅1mA，由“VD_SW”处施加的+4V电源提供。

接收通道的输入位于通过SPDT连接到两级LNA输入的“天线”引脚处。接收通道的输出位于标记为“LNA_RF_{out}”的引脚上。与PA一样，LNA也具有快速开关赋能电路，使得LNA在不工作时仅消耗低至0.1mA的电流。低噪声放大器设计过程的关键是找到一种消耗电流

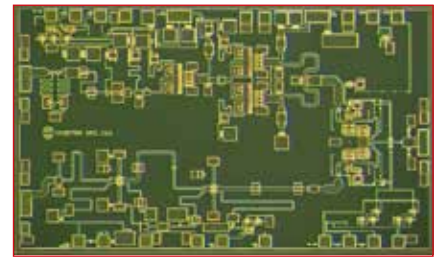


图3：28GHz 5G通信射频前端模块MMIC的芯片照片。



图4：封装好的射频前端模块验证板和TRL校准板照片。

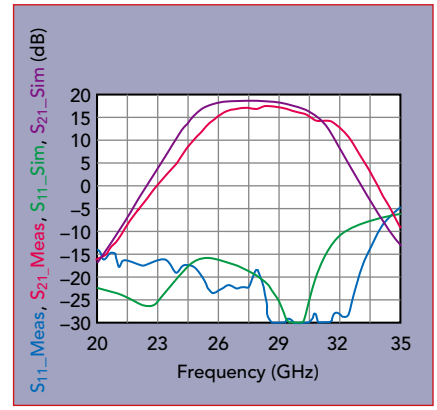


图5：射频前端模块的发射通道的小信号性能测试与仿真对比。

不要将雷达性能变成空中楼阁。

CGHV14800 GaN HEMT提供最低800W的脉冲功率，具有高效率、高增益和宽带宽的优势，适用于包括空中交通管制（ATC）雷达在内的L波段雷达放大器应用。



Wolfspeed | A CREE COMPANY

"高功低耗，事半功倍"
- Wolfspeed 驱动未来

请联系 SANETRONIC
索取样品和大信号模型。

http://go.wolfspeed.com/sanetronic // cree@sanetronic.com

SANETRONIC COMPANY LIMITED

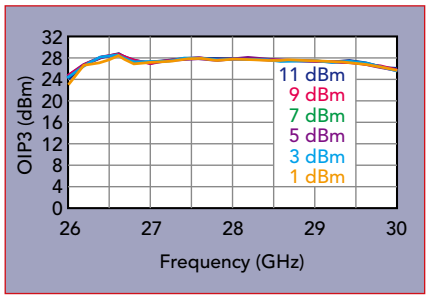


图6：射频前端模块发射通道的OIP3与频率和输出功率的关系（100MHz的频率间隔）。

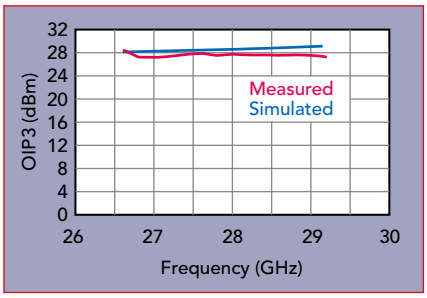


图7：测得的和仿真的OIP3随频率变化的比较。

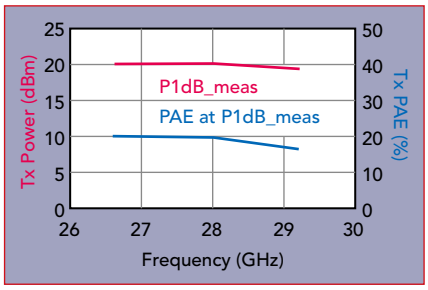


图8：发射通道测得的P1dB和PAE随频率的变化关系。

低、又具有良好噪声系数和足够线性度的设计。

重要的第一步是选择合适的晶体管尺寸。可使用多个短叉指来减小晶体管的栅极电阻并改善噪声系数。低噪放的两级都采用了串联感性反馈，以使最佳噪声系数所需的阻抗更接近于共轭匹配和最佳增益所需的阻抗。

低噪声放大器的第一级以噪声系数为设计优化目标，但仍需产生足够的增益才能充分降低第二级噪声系数的影响。低噪放第二级的噪声系数并不重要，因此这级设计成比第一级有更高的增益。设计得到的LNA仅需要+4V电源的10mA直流电流。栅极偏置电压施加在引脚“LNA_V_g”上，而+4V漏极偏置电压加在“LNA_V_d”上。“LNA_V_{sense}”引脚则提供对偏置电流的监测。监测到的偏置电流信息可以用于控制栅极电压以补偿例如温度等环境条件的变化。在正确偏置下，此监测引脚的电压为3.9V。使用增强型晶体管的工艺意味着只需要正电源电压，从而使MMIC非常便于系统集成。

仔细的电磁仿真对确保各个模块良好的射频性能是非常重要的。采用了逐步添加的方法，每次将电路的一部分加入到EM仿真中，而其余部分仍使用工艺设计套件（PDK）中的模型进行仿真。由于集成电路用于二次注塑工艺所得塑料封装中，所以在集成电路上方注塑的化合物也需要在电磁仿真中考虑。

评估和测试

图3是射频前端芯片的照片。该射频前端MMIC芯片尺寸为3.38mm × 1.99mm。其焊盘/引脚位置与框图中所示的位置相似，并且它还多集成了多个接地盘，以使其完全可以进行在片射频测试（RFOW）。它被设计为采用低成本注塑成型5mm × 5mm QFN封装。并且考虑到铸模塑料的影响，需要精心设计

俊科 SHX
上海华湘计算机通讯工程有限公司
DC-6G 程控/可调衰减器
DC-6G 衰减器/负载
0.5-6G 功分/耦合器
DC-40G 衰减器/负载
5G
DC-3G 低互调衰减器/负载
4.3-10 衰减器/负载
0.01-18G 便携式功率计
地址：上海市田州路99号13号楼3层 电话:021-54451396
网址: www.shx-sh.com 邮箱: shx@shhuaxiang.sina.net

美国陶瓷技术公司 ATC 180 R 系列
超低 ESR 射频大功率陶瓷多层电容

同类型较低 *ESR*



优势:

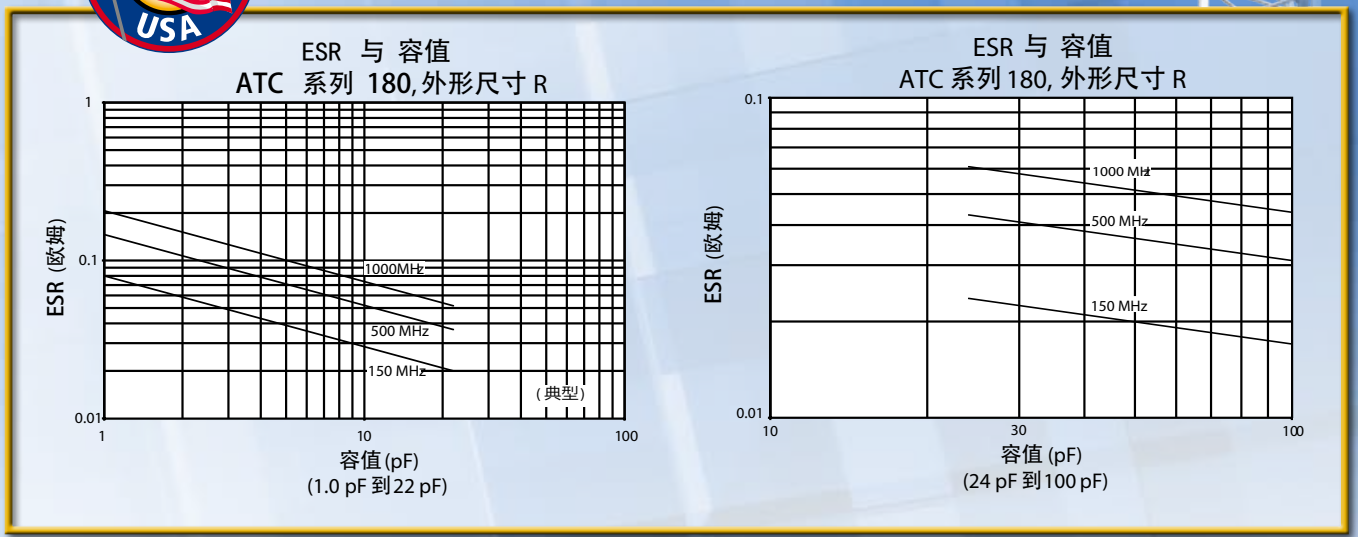
- 优化电极设计
- 同类型较低 ESR
- 非常适用于关键的匹配调节
- 超低的热耗散

特性:

- 外形尺寸 R (.070" x .090")
- 高 Q
- 低 ESR/ESL
- 500 WVDC
- 高可靠性
- 容值范围 0.5 pF 到 100 pF
- 超稳定的性能
- 高自谐振频率
- 低噪声

典型应用 :

- 射频 / 微波功率放大器
- 高清电视放大器
- 高功率滤波网络
- 高功率匹配网络
- 天线耦合



无线电塔影像由 *Tom Rauch, W8JI* 提供

AMERICAN TECHNICAL CERAMICS

ATC North America
sales@atceramics.com

ATC Europe
saleseur@atceramics.com

ATC Asia
sales@atceramics-asia.com

THE ENGINEERS' CHOICE®
ISO 9001 REGISTERED COMPANY

THE ENGINEERS' CHOICE®
www.atceramics.com

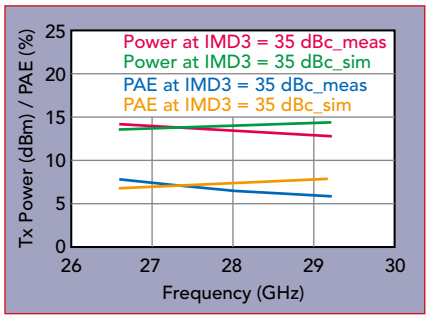


图9：7dB功率回退下发射通道测试和仿真所得的功率和PAE比较。

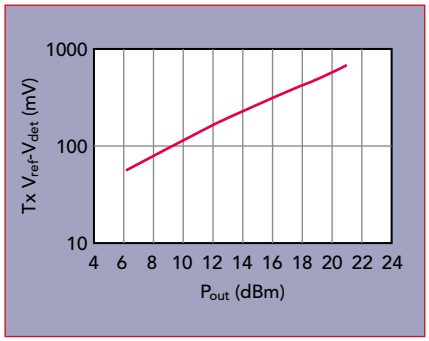


图10：28GHz时射频前端模块发射通道的片上功率检测器输出特性曲线。

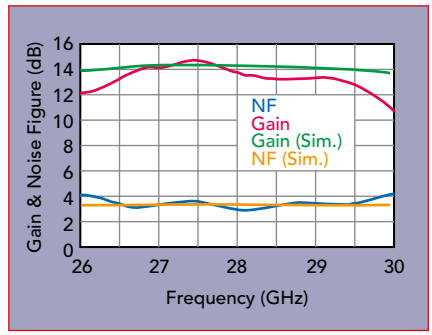


图11：接收通道测试和仿真所得增益与噪声系数。

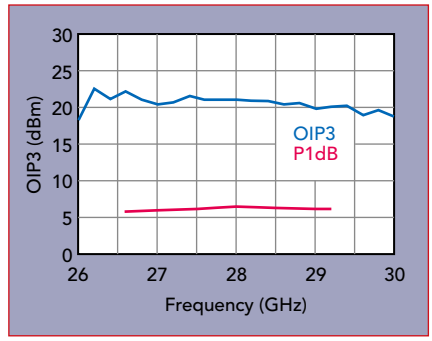


图12：接收通道测试所得P1dB和OIP3。

从芯片到PCB的射频过渡界面。设计了定制的引线框架用于实现该过渡，并且封装体上的射频端口都被设计为接地-信号-接地（GSG）界面。

完成加工制造之后，对多块芯片进行了在片射频测试，以便在封装之前确认芯片达成了一次流片即成功的设计目标。这里没有给出在片射频测试结果，给出的所有结果都是芯片完整封装后安装在典型PCB评估板上后测量得到的。

PCB评估板采用低成本层压板材料设计，适合大批量生产。将封装好的射频前端模块样品组装到PCB评估板上；所有测量的性能都校准到PCB评估板上的封装引脚处，从而包含了芯片到PCB过渡结构的影响。设计了TRL校准单元来将测量的性能校准到封装的参考面。图4显示了TRL校准PCB板，以及一块PCB评估板的照片。

射频前端模块MMIC安装在PCB上，并以封装的射频引脚为参考面获取验证结果。在验证过程中使用市售的多通道DAC和ADC芯片来控制和监测射频前端模块。该射频前端模块不需要任何负电压，因为它采用的是增强型工艺。图5给出了一个典型射频前端模块的发射通道的测量与仿真S参数的比较。测量数据和仿真结果相当吻合。在此模式下，LNA被关闭，SPDT控制位“V_{ctrl1}”切换为高电平，而PA则偏置在+4V电压下约70mA总静态电流。从27到29GHz，小信号增益（S_{21}）为17.1dB±0.4dB。输入反射衰减（S_{11}）在整个频段优于18dB。由于输出匹配是按功率回退条件下最佳PAE设计，而不是最好的S_{22}，尽管如此测量到的S_{22}（未给出图示）在整个频带上为8dB或更好。

以输出为参考的发射通道的三阶截取点（OIP3）以100MHz的频率间隔进行评估，以反映5G系统中的宽信道带宽。图6是典型射频前端模块的实测OIP3与有用频率的功率之间的关系图，其功率范围从1至11dBm。可以看出该5G频段上的OIP3约为+28dBm，有用频率功率在10dB范围内变动时，OIP3变化很小。测量到的和仿真的OIP3与频率的关系如图7所示，具有良好的一致性。

尽管5G通信系统需要线性放大来保持调制保真度，但为了提供一个便于比较的性能指标，还是有必要测量输出P1dB和PAE。测量所得性能如图8所示，可见P1dB在20.2dBm左右，并在饱和时上升到21dBm。FEM的发射通道PAE约为20%，仅在该频带的高段略有下降。

如上所述，该FEM的设计是为了实现从P1dB回退7dB左右时的最佳性能指标（OIP3和PAE）。具体指标是在100MHz间隔的双频测试中，IMD3（三阶交调项）相对于所需有用信号，要低-35dBc。这个工作点很接近于该射频前端将用于的5G系统的设定要求。

图9显示了在-35dBc的IMD3点工作时，测量和仿真的PAE和总射频输出功率的关系图。测得的PAE达到较好的6.5%，主要是由于PA被设计工作在深AB类。总射频输出功率大约为13.5dBm，这对应于+28dBm的OIP3功率。

根据片上射频通道功率检测器的特性，可通过一个直流电压监测射频输出功率的大小。图10给出了温度补偿检测器输出电压“V_{ref}-V_{det}”（mV为单位，对数坐标）与输出功率（单位dBm）的关系，包含了超过15dB的变化范围。在对数坐标下这个特性关系是线性的，使得功率监测更容易。

当使用FEM的接收通道时，PA被关闭，“V_{ctrl1}”设置为0V，LNA被偏置在+4V电源下10mA左右，此时在“LNA_V_{sense}”引脚上观察到3.9V电压。图11给出了测量和仿真增益和噪声系数（NF）的比较。测得的小信号增益约为13.5dB，整个频段的增益平坦度达到±0.3dB。接收通道具有极佳的噪声系数，从27到29GHz的典型值为3.3dB，且仿真和测量到的性能之间具有良好的一致性。

接收通道也具有相当不错的线性度，且只消耗不大的功率（只有40mW：4V时10mA）。诸如P1dB和OIP3等关键指标在整个频段分别为6.2和21dBm左右。图12是测试所得P1dB和OIP3随频率变化的关系。

结论

本文介绍的射频前端MMIC将在未来的28GHz频段5G系统中发挥关键作用。该模块已经验证可以满足集成到毫米波相控阵或波束切换终端的所有要求，并提供卓越的发射通道线性度和效率，同时还有出色的接收噪声系数。发射和接收通道的关键性能指标都达到了设计要求，使得该模块非常适合毫米波5G应用。该芯片还包括了多种实用的功能，如发射功率检测器、发射和接收赋能电路，SPDT译码器电路和接收偏置监测电路。采用最先进的0.15μm增强型砷化镓PHEMT工艺实现。该模块非常易于使用常见的多通道ADC和DAC芯片进行控制和监测。此外，该模块可方便地封装在一个紧凑且低成本的5mm×5mm QFN表贴塑料封装中。■

参考文献

1. L. Devlin, “The Design of Integrated Switches and Phase Shifters,” Proceedings of the IEEE Tutorial Colloquium on Design of RFICs and MMICs, November 24, 1999, pp. 2/1-14.
2. S. Glynn and L. Devlin, “The Design of a Dual-Band PA for mmWave 5G Applications,” Proceedings of the RF and Microwave Society (ARMMS) Conference, November 13, 2017.

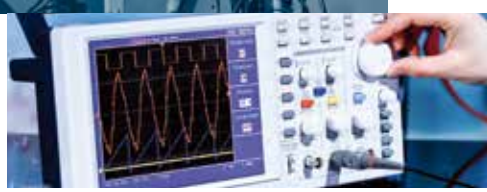


当其他供应商放弃他们的射频客户时，我们仍然致力于生产最优秀的二极管、MMIC和晶体管等。查看MACOM相互对照设计工具。



本文介绍射频相关内容

产品已过时?
MACOM满足您的需求。



加入下一代

MACOM 拥有65年的悠久创新历史，针对整个射频信号链不断推动业界最广泛的MMIC、二极管和晶体管产品组合发展。这些值得信赖的高性能射频器件支持您的最关键应用（包括卫星通信、测试和测量、工业、科学和医疗以及目前的4G LTE），助力实现新一代5G连接。

我们凭借最先进的技术和高性能产品帮助客户实现一流的带宽、功耗、封装和可靠性。

您正在经历射频器件供应商停产的问题吗?
在www.macom.com/home
下载MACOM的相互对照工具

MACOM™

高线性FET阻性混频器的设计

Design of Highly Linear FET Resistive Mixers

Matthew S. Clements
Department of Electrical and Computer Engineering, University of California, Davis, Calif.
Steve E. Avery and Richard Barber
Cobham Advanced Electronics Solutions, San Jose, Calif.

混频器负责将信号转换为不同的频率，是必不可少的射频前端组件。它们将一个信号与目标信号混合，通过外差原理形成中频。混频器在理想情况下可以输出干净的信号频谱，然而实际通常会夹杂许多无用的杂散信号。此外，电路寄生效应和器件非线性会进一步产生混频杂散信号，从而限制系统性能。混频器可以由各种类型的器件实现，包括二极管、场效应管（FET）和双极型晶体管（BJT）。每种器件均有自己的优势和劣势。

混频器的设计需要综合考虑变频损耗、本振驱动、端口隔离、噪声、电压驻波比以及线性度等因素。这些参数对整体系统性能，尤其是动态范围具有重大影响。主要来说，绝大部分系统设计都需要线性度高、变频损耗低、失真度低的混频器。而这些恰好是基于FET的混频器的优势所在。

基于FET的混频器的工作方式既可以是有源的也可以是无源的。在有源模式下，FET通常加了直流偏置作为放大器，但栅极接近夹断。本

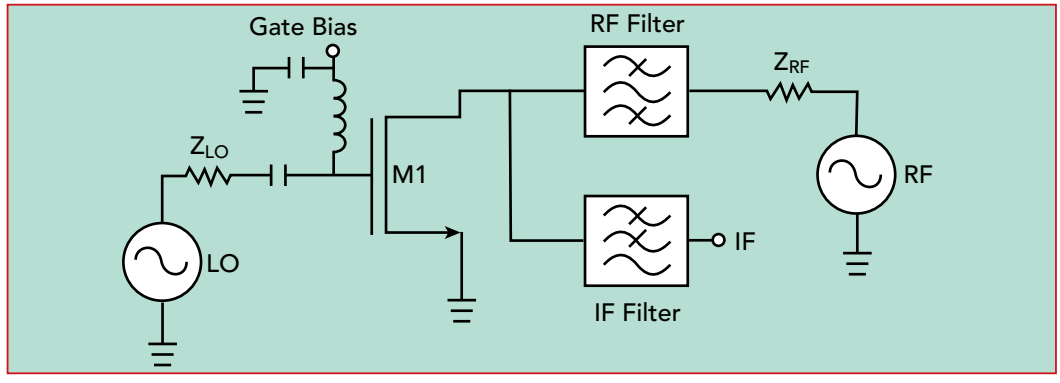


图1：FET阻性混频器。

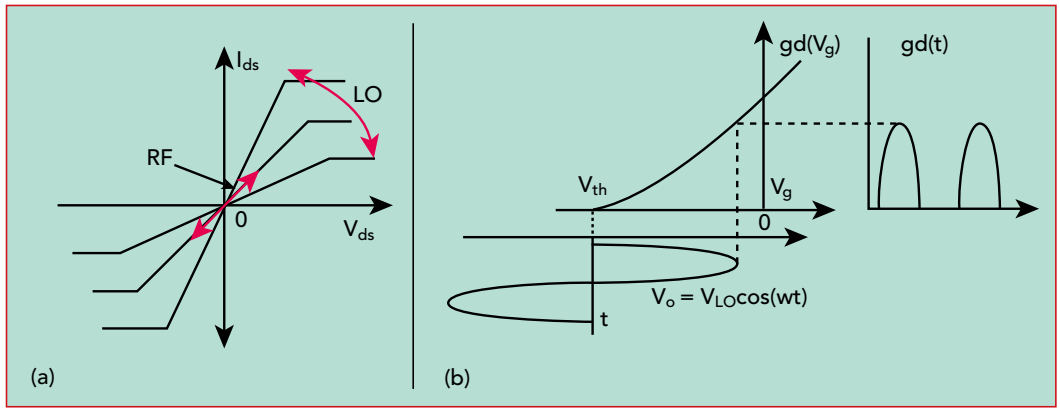


图2：随本振和射频在线性区域变化而变化的FET直流IV曲线(a)和FET沟道电导调制波形(b)[1]。



其他CobaltFx扩展模块

合作方

Farran Technology



配合波导频段-
FEV-15: 50 GHz-75 GHz
FEV-12: 60 GHz-90 GHz
FEV-10: 75 GHz-110 GHz

Cobalt矢网



动态范围
135-152* dB, 典型值
测试时间
10 or 15 µs/点*

可扩展的5G 矢量网络分析仪方案
窄带分段 全频覆盖

我们新的FET1854扩展模块发布后，Coppermountain的CobaltFx系列矢网为您提供了一套可扩展的经济型5G测试方案。用2端口或者4端口的9G/20G usb矢网-CobaltFx系列，可扩展至如下频段：18-54GHz、50-75GHz、60-90GHz和75-110GHz。用户可根据实际的测试需求装配扩展模块，但是只需要选择某一个型号的CobaltFx 矢网。

扩展模块规格书:

- 频率范围：18GHz到54GHz
- 动态范围:18 - 40 GHz:138 dB (140 dB 典型值)
  40 - 50 GHz:136 dB (138 dB 典型值)
  50 - 54 GHz:114 dB (120 dB 典型值)
- 频率扩展是VNA软件提供的标准功能

*基于具体选择的Cobalt型号

让测试触手可及™

请参阅我们新的FET扩展模块：http://bit.ly/fetextenders

中国（含香港地区）代理商：南京舜特科通信技术有限公司， 025-52635773 / 025-52632557

Sainty-Tech Communications Limited
www.sainty-tech.com/

COPPER MOUNTAIN™ TECHNOLOGIES
www.coppermountaintech.com

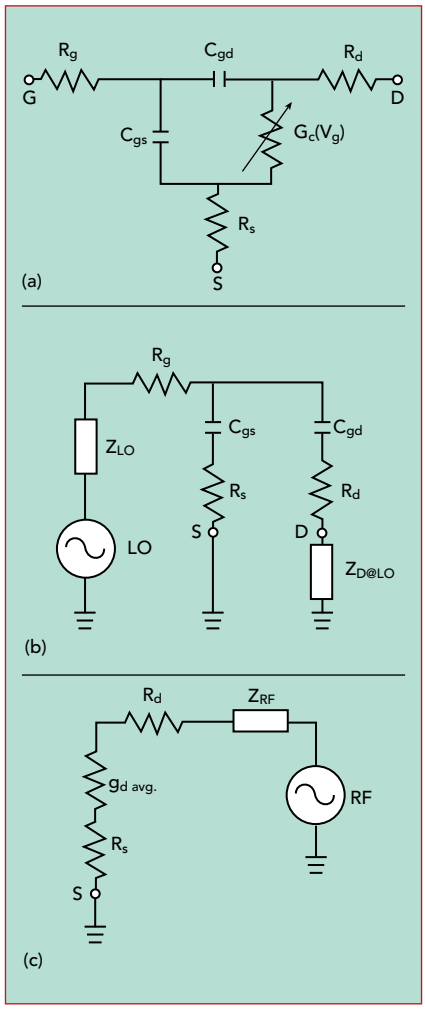


图3：无漏极偏置的非线性等效电路(a)、简化等效本振电路(b)和简化等效射频/中频电路(c)[2]。

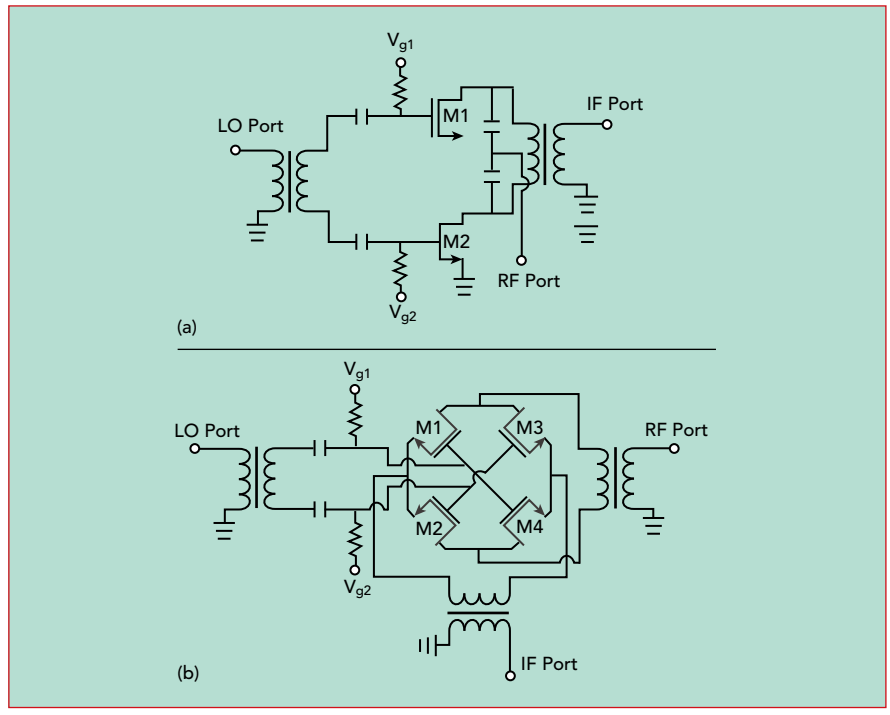


图4：平衡式FET阻性混频器拓扑结构：单平衡(a)，双平衡(b)。

振信号和射频信号馈送到栅极，如果采用的是双栅则分别接至两个栅极，同时中频信号在漏极进行耦合。这种配置能够提供增益，但也会造成输入压缩降低以及互调失真增大。另一方面，无源阻性FET混频器虽然会产生变频损耗，但其输入压缩和互调失真性能极佳。本文将重点介绍无源阻性FET混频器，讨论其基本工作模式与设计思路，并在文末附上对一个基于砷化镓（GaAs）的毫米波单片微波集成电路（MMIC）的测试结果。

FET混频器的基本工作模式

FET电阻混频器利用“冷FET”或“无偏置FET”中漏极、源极之间的电阻沟道来实现频率转换。射频输入信号加在FET的漏-源沟道上，而本振信号则加在栅极，在漏极便可得到中频输出信号。具体结构如图1所示，其中需要用到双工器来分离漏极处的射频和中频信号。

这种结构根据本振信号对沟道电阻进行调控，以实现与射频信号的混合效果。如图2a所示，在本振信号的正周期中沟道电阻为线性，射频信号互调失真水平低。图2b为一系列与本振信号对射频信号时变频率一致的电导脉冲对混频器的作用。

匹配

图3中，$Z_{本振}$表示本振源阻抗；为了使电容器C_{gs}两端的电压达到最大，$Z_{本振}$要与栅极阻抗相匹配，这一点可以通过分析图3a中的等效小信号模型来实现。本振输入阻抗主要取决于RC电路，我们可将其简化得到图3b所示的等效电路。[2] 类似地，将沟道电导换为本振周期开关变化的时均值，便可得到小信号射频及中频阻抗。如果把在射频和中频频率下端接了栅极阻抗的栅极考虑进来，估算结果将更加精确。若C_{gd}的电抗远大于R_g和R_s的电阻，则可进一步简化成图3c。[3]

为了防止本振泄漏造成漏极电导流经C_{gd}，射频及中频匹配电路理论上应当在本振频率下将漏极短路（图3a）。此外，栅极在射频频率下也应短路，以防止射频电压影响沟道电导。[4]

电路拓扑

尽管目前为止我们提到的都是单端FET混频器，但其实FET阻性混频器还可以设计为平衡结构，以提高隔离度并降低互调失真。图4a所示为单平衡结构，本振通过巴伦作用于栅极，而射频同相作用于漏极。由于本振以相反方向（180°）驱动两个栅极，两个漏极的射频信号同样是180°反相，并经由双工器滤波，再通过输出巴伦重新叠加。单平衡FET混频器与单平衡二极管混频器之间的主要区别在于前者多一个巴伦；这个额外的巴伦用于合并射频信号，因为FET不像二极管那样可以反向工作。混频器采用单平衡结构或单端FET所产生的变频损耗相似，但因为射频功分，前一种情况下奇次阶互调失真性能要好出3dB。同时，单平衡结构漏极被中频隔直电容短路，能够自发抑制偶次失真。根据平衡结构的不同，偶次失真的改善甚至可以达到20dB。[4]不过要注意的是，本振和射频虽然均可以异相，但此结构中我们一般都将本振完全反相，原因在于漏极对本振虚拟接地，从而得以降低本振对漏极的作用及可能造成的失真。

图4b描绘了一个环形双平衡结构，可以看到其与双平衡二极管混频器之间的区别仍在于它多了一个巴伦。环的四端对本振都虚拟接地，中频连接点对射频虚拟接地。两个射频连接分别接在本振和中频的虚拟接地点。因此在这种结构中，射频、本振和中频直接就被隔离开来。该混频器的互调抑制特性也与环形二极管混频器相同，即所有偶次互调分量都被抵消。[5]隔离和偶次互调失真结果都取决

六天会期 ■ 三个会议 ■ 一个展览

欧洲微波、射频、无线电和雷达行业无比重要的活动

EUROPEAN MICROWAVE WEEK
IFEMA FERIA DE MADRID, SPAIN
23-28 SEPTEMBER 2018
www.eumweek.com
EuMW2018 PASSION FOR MICROWAVES

欧洲微波、射频、无线电和雷达行业无比重要的活动



欧洲微波展
(2018年9月25-27日)

- 10,000平米展览面积
- 4,500名与会者来自世界各地
- 1,500 – 1,700会议代表
- 超过300国际参展商 (包括亚洲、美国和欧洲)

IMS
展位
1842

有意参展?

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

美国销售负责人:
Alyssa Connell
展会协调员
电邮: aconnell@mwjournal.com
电话: +1 781 619 1930

或访问 www.eumweek.com

于整个混频器的电路平衡情况。

线性度

混频器在实际应用中除了所需中频信号外，还会生成射频、本振谐波等大量寄生信号。例如，两个不同音调构成的输入信号作用于混频器时会产生如下多阶互调分量：

$$f_{IM}=\pm mw_{LO}\pm n_1w_{RF1}\pm n_2w_{RF2} \quad (1)$$

器件的非线性是造成这种结果的原因。这一点与放大器大同小异，主要区别在于混频器额外有一个本振信号将互调分量转换为中频频率，如图5a的下变频方式所示。图中描绘了两个音调以及邻近三阶互调分量IM3（n1 + n2 = 3）。当然，混频器内同时还会产生其他本振谐波，这些在图中并未体现。由图5b可以看到随着射频输入功率增加，基波与IM3分量相交，所对应的外推截距称为输出三阶截点（OIP3）。输入三阶截点（IIP3）与OIP3仅相差一个增益：OIP3 = IIP3 + 增益。IIP3若想达到最高，则意味着IM3相对于基波要非常小。

评估混频器线性度的重要特性除了失真以外，还有增益压缩。假设混频器没有因为射频信号出现饱和，那么随着射频功率的增大，互调分量也随混频阶数一齐同速上升。例如，如图5b所示，两个输入信号的输入电平每变化1dB，三阶分量IM3就会改变3dB。然而一旦混频器开始饱和，基本输出功率便开始压缩；待降至外推输出功率1dB以下时，达到1dB压缩点。

若要实现FET阻性混频器的低失真，那影响沟道电导率的只能有本振。此外，为了使器件能干净利落地进行开关转换，应当尽可能避免在全开、全关两种状态间停留。因此，对于朝夹断电压偏置的器件而言，想要尽快切换开关状态就需要用到高本振。然而，若是施加的本振电压过大，且栅极电压峰值超过了标称栅极导通电压，那么本振电流便会泄漏到沟道中。该电流可能会干扰调制过程，并增大失真度。解决方法是将器件偏置到更低于夹断电压的程度，以实现较高的本振驱动。这也导致了电导脉冲变短，甚至还会增加射频和中频输出阻抗。[5]我们可以使用栅极宽度较大的FET来维持合理的阻抗。需要注意的是，设备尺寸越大，对本振功率需求就越高，同时器件的电容寄生效应亦会增加。最好还是根据操作频率和可用本振功率不同，选用该配置下尺寸最大的设备。

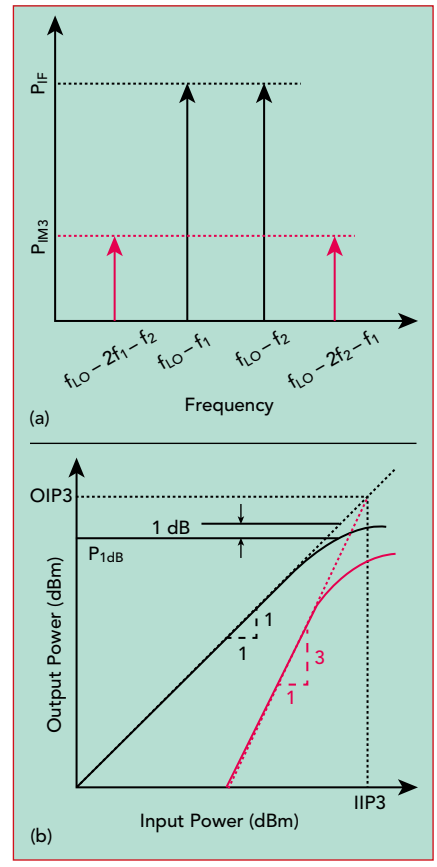


图5：混频器在中频的双音输出频谱(a)，基波和IM3电平与双音输入功率的对比(b)。

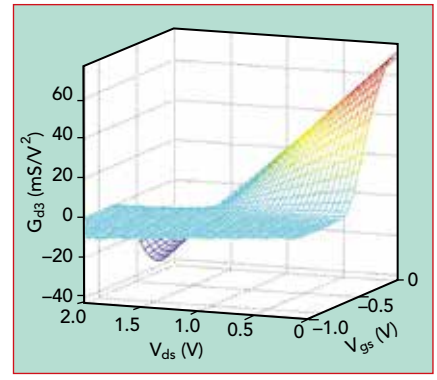
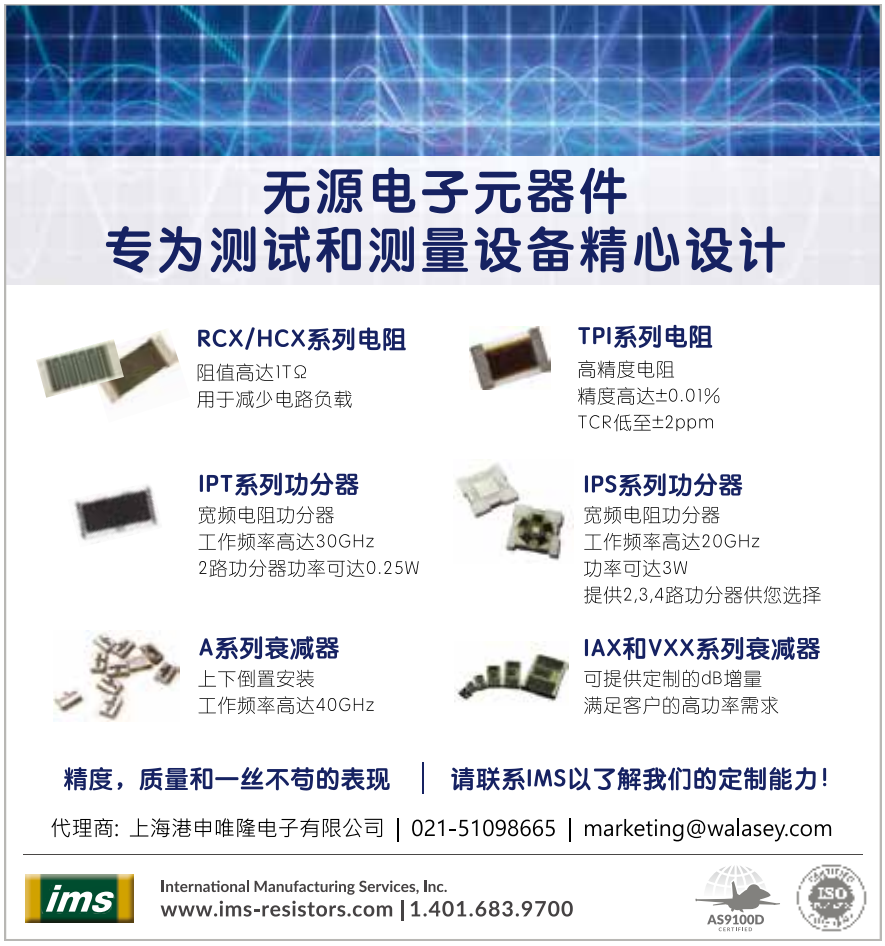


图6：基于GaAs工艺的PHEMT的三阶漏极电导与V_{ds}、V_{gs}。

在实际应用中，确实会有少量本振电流通过栅-漏电容C^{gd}从栅极泄漏到漏极。要解决这个问题，只需简单地让C^{gd}与并联电感发生谐振即可，尽管这是适用于窄带的方案。功率泄漏的另一个后果是可能会诱发低电平漏极电流整流。通过将漏极直流接地可以将影响最小化。

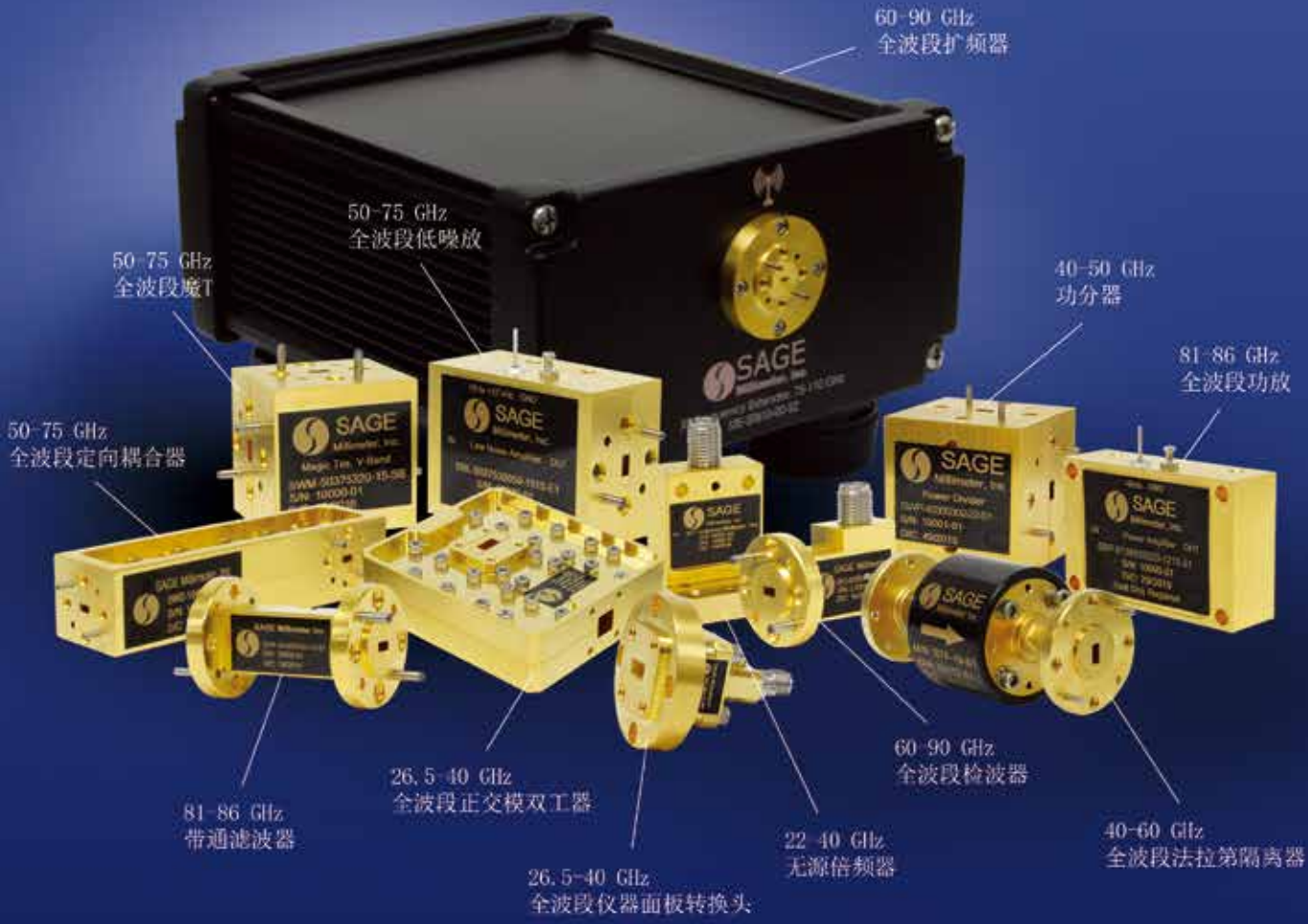
将FET阻性混频器线性化的过程还要涉及到漏极偏置，因为我们已经知道通过对漏极略微施加一个正向偏置量，可以使混频器互调水平大幅下降。[6]但



Visit us at
IMS2018!
Booth 1103

5G时代已经到来，您准备好了吗？

我司自主研发的18到170 GHz毫米波元部件产品涵盖5G频段。原厂生产。美国制造。大部分产品可现货交付。欢迎访问我司官方网站 WWW.SAGEMILLIMETER.COM。



SAGE
Millimeter, Inc.

WWW.SAGEMILLIMETER.COM

MADE IN USA

www.sagemillimeter.com | 3043 Kashiwa Street, Torrance, CA 90505
T: 424-757-0168 | F: 424-757-0188 | sales@sagemillimeter.com

是，如果漏极偏置过大，FET将不再处于线性工作状态；相反，它会更接近于饱和，并且无法再利用线性沟道电阻来实现所需的阻性性质。

根据所施加的栅极和漏极电压，可以通过如下所示的泰勒级数展开来对漏极电导进行建模，观察二阶及三阶漏极电导的变化情况。

$$i_{ds}\left(V_{gs}, V_{ds}+v_{ds}\right) \quad \text{公式(2)}$$
$$= G_{ds}\left(V_{gs}, V_{ds}\right)v_{ds} +$$
$$\frac{1}{2}\frac{\partial G_{ds}\left(V_{gs}, V_{ds}\right)}{\partial V_{ds}}v_{ds}^{2} +$$
$$\frac{1}{6}\frac{\partial^{3} G_{ds}\left(V_{gs}, V_{ds}\right)}{\partial V_{ds}^{3}}v_{ds}^{3}$$

$$= G_{d1}\left(V_{gs}, V_{ds}\right)v_{ds} +$$
$$G_{d2}\left(V_{gs}, V_{ds}\right)v_{ds}^{2} +$$
$$G_{d3}\left(V_{gs}, V_{ds}\right)v_{ds}^{3}$$

因为三阶失真分量与中频接近，因此要将其最小化。我们需尽可能降低栅极摆动的三阶失真分量G_{d3}。利用Qorvo公司0.15μm PHEMT工艺制成的4×25μm FET，测得与所施加栅极和漏极偏压相关的三阶漏极电导G_{d3}如图6所示。这些器件有一个使G_{d3}具有最小值的最佳点。因此，在漏极施加小偏置的情况下，该最佳点处的互调失真最低。

MMIC设计

为了说明如何让Gd3最小，我们设计并制造了一个MMIC混频器（图7a）。考虑到尺寸和芯片集成度，该阻性FET混频器采用了具备平衡本振端和射频端的单平衡拓扑结构。这种架构虽然无法抑制偶次互调分量，但可以加强固有的本振-中频和射频-中频端口隔离。该MMIC采用Qorvo公司0.15μm GaAs PHEMT工艺制成。混频器内核由一对4×25μm的FET构成。栅极通过N^{+}型掺杂GaAs电阻进行偏置，漏极通过一个片外的T型偏置器进行偏置。本振和射频巴伦采用具备电容补偿的螺旋Marchand结构来改善振幅和相位平衡。这类巴伦可以使混频器在多倍频程带宽下运作，但前提是其和FET之间的所有匹配网络也在相近带宽上工作。虽然它们并不能够自发地有效抑制流经C_{gd}的泄漏，但考虑到可实现的工作带宽，这点损失是值得的。射频巴伦不会对中频产生影响。

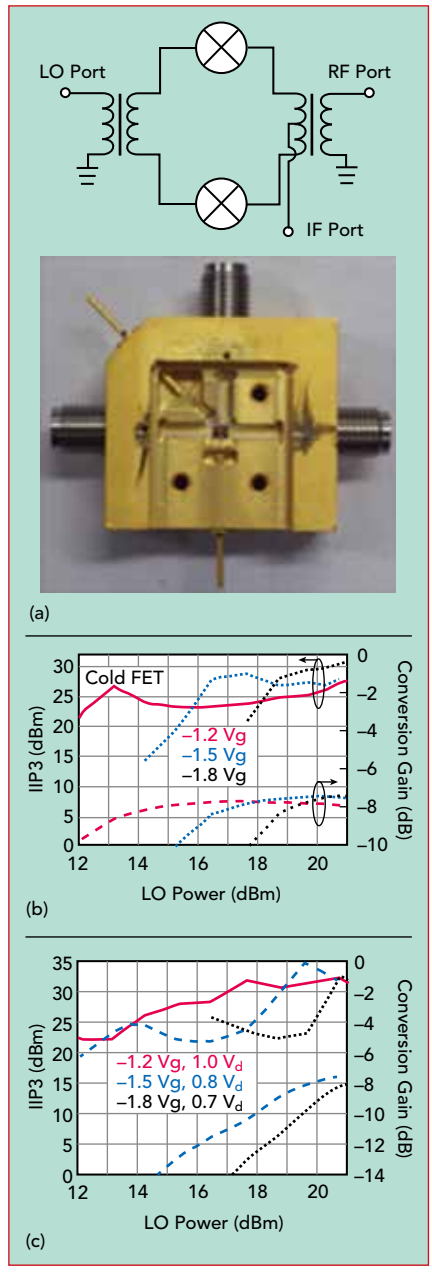


图7：MMIC原理图及样机(a)，IIP3及变频增益与漏极直流接地的本振功率(b)，施加漏极偏置（夹断电压=-1.2V）(c)。

MMIC测试结果

MMIC采用2.92mm K型连接器封装。测试采用双音信号，各为-5dBm，以27GHz为中心间隔10MHz。本振固定为28GHz，并通过功率扫描确保混频器在选定的栅极偏置点上驱动充分。

图7b为变频增益和漏极接地的IIP3（冷FET）的测量结果，而图7c则是施加了漏极偏置的情况。对冷FET而言，随着器件偏置逐渐低于夹断电压以及本振驱动电平增加，IIP3和变频增益都稳步提高。加上漏极偏置后，变频增益仅略有上升，但IIP3得以大幅改进。

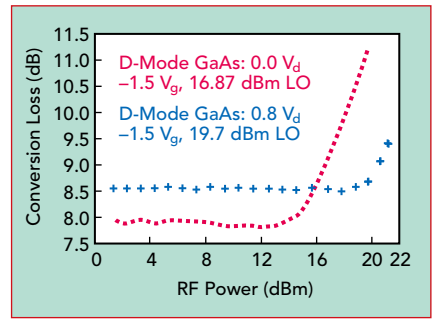


图8：在冷FET和漏极最优偏置两种模式下测得的27GHz变频损耗与射频输入功率比较。

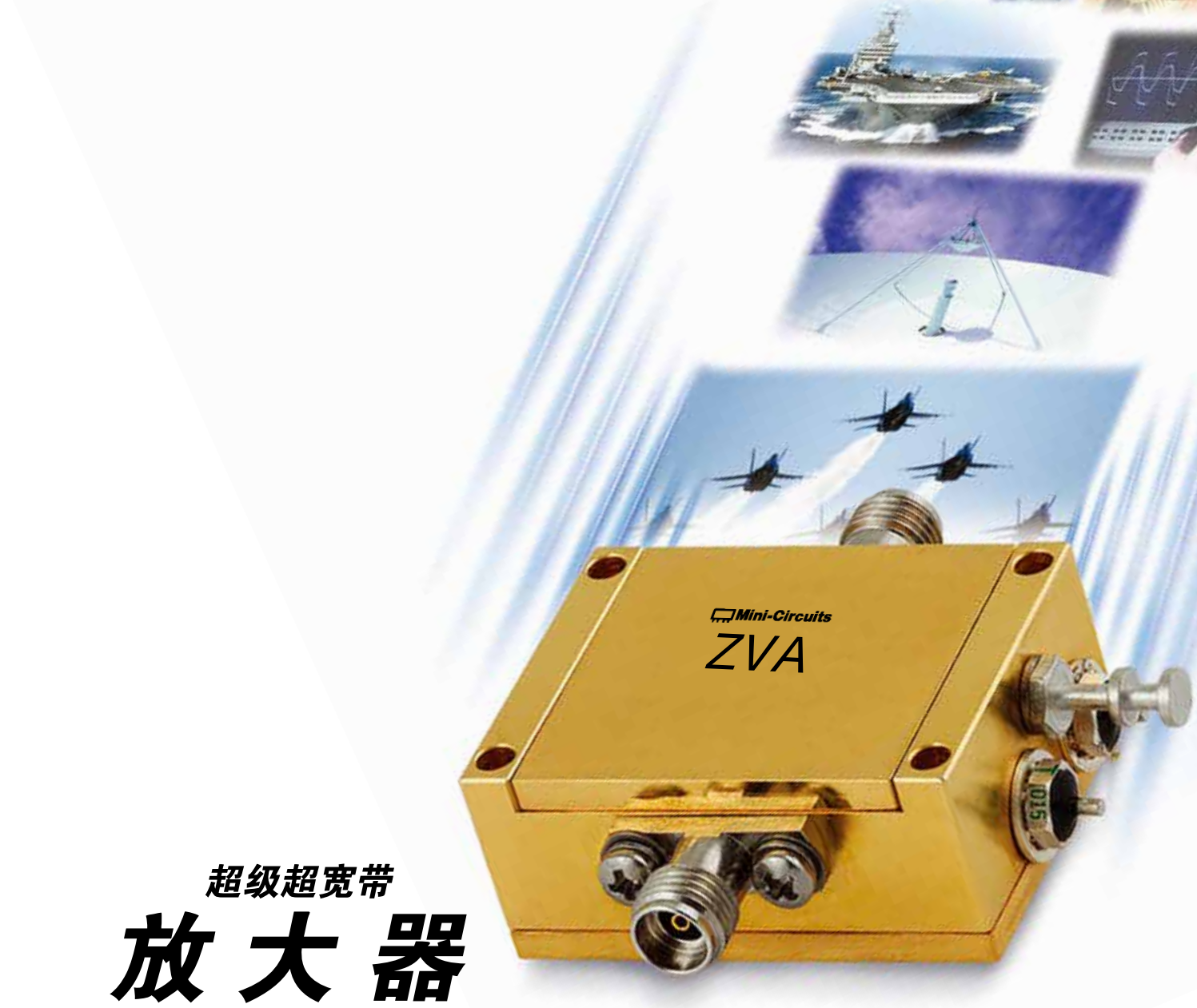
同样地，我们也进行了大信号测试。混频器本振固定为28GHz，采用27GHz的单音射频信号，功率由0至21dBm变化，得到变频增益结果见图8。在冷FET情况下，混频器的输入1dB压缩点P_{1dB}达16.5dBm，仅比本振驱动电平低了0.4dB。这是使用FET的优点之一：射频和本振作用于混频器的不同区域。而在二极管混频器中，本振和射频均直接控制二极管电导。加上漏极偏置后，混频器P_{1dB}达到21.7dBm，比本振驱动高2dB，可以归功于漏极偏置使得C_{gd}减小。

小结

通过将混频器的IIP3最大化，可以大幅改善系统动态范围，并提高整体性能。本文综述了高线性FET阻性混频器的设计过程，且运用所讨论的线性化技术设计并构建了一个基于GaAs工艺的MMIC。毫米波混频器的IIP3达到了35dBm。■

参考文献

1. B. Henderson and E. Camargo, "Microwave Mixer Technology and Applications," Artech House, Norwood, Mass., 2013.
2. S. Peng, "A Simplified Method to Predict The Conversion Loss of FET Resistive Mixers," IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest, June 1997, pp. 857–860.
3. S. Maas, "A GaAs MESFET Mixer with Very Low Intermodulation," IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 35, No. 4, April 1987, pp. 425–429.
4. S. Maas, "Microwave Mixers," Artech House, Norwood, Mass., 1993.
5. S. Maas, "The RF and Microwave Circuit Design Cookbook," Artech House, Norwood, Mass., 1998.
6. J. A. Garcia, J. C. Pedro, M. L. De la Fuente, N. B. Carvalho, A. Mediavilla and A. Tazon, "Resistive FET Mixer Conversion Loss and IMD Optimization by Selective Drain Bias," IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest, Vol. 2, June 1999, pp. 803–806.



超级超宽带

放大器

高达+27 dBm 输出功率. . . ***0.1 ~ 21GHz***

超宽带频率覆盖和超平坦增益使我们的ZVA系列放大器非常理想地适合于电子干扰、仪器和测试系统应用。具有高达0.5W的输出功率，它们就是您正在寻觅的、适合广泛应用的最有用的放大器！

我们所有的ZVA系列放大器都具有无条件稳定的牢固结构，它们在满功率输出时能够承受开路或短路。如需更多信息，请访问我们的网站www.minicircuits.com，或联系我们的中国总代理伟博电讯即可得到更多的性能指标、环保等级、价格及实时现货等信息！

所有型号均有现货！

满足RoHS要求

Mini-Circuits... 我们重新定义价值所在！

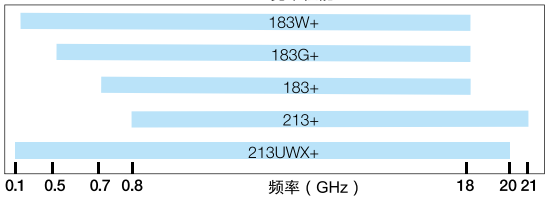
单价从 $929.95 *起*

电气性能（-55 ~+85°C 底板温度）

	型号	频率 (GHz)	增益 (dB)	P1dB (dBm)	IP3 (dBm)	NF (dB)	单价$ * (Qty. 1-9)
	ZVA-183WX+	0.1-18	28±2	27	35	3.0	1479.95
	ZVA-183GX+	0.5-18	27±2	27	36	3.0	1479.95
	ZVA-183X+	0.7-18	26±1	24	33	3.0	929.95
	ZVA-213X+	0.8-21	26±2	24	33	3.0	1039.95
新品	ZVA-213UWX+	0.1-20	15±1	15	30	3.0	1795.00

* 注：使用时必须加散热器来限制底板的温度，如需同时订购散热器，可将型号中的“X”去掉，额外加收$50。

宽带性能



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

基于新型串联连续模式的宽带高效功率放大器的设计

Design of Broadband High-efficiency Power Amplifiers Based on Series Continuous Modes

Qirong Li、Songbai He、Zhijiang Dai和Weimin Shi
电子科技大学，成都

本文讨论了一种新型的用于设计宽带高效功率放大器的连续模式串联方法，并基于此方法设计出了宽带功率放大器。提出了一种构造漏极电压和电流波形的新的理论方程。相比于传统的连续模式串联，本文提出的方法得益于其宽带匹配网络的设计，可以获得更大的设计空间。为了验证这一理论，作者基于这种新的理论设计出一种高效的功率放大器。实验结果证明了所设计的功率放大器可以实现预期功能，实验得到的基波和谐波阻抗也和理论分析完全吻合。所设计的功率放大器可以在2.3-3.8GHz范围内提供10.9-19.5W的饱和输出电流以及69.5%-77.9%的漏极效率。该功率放大器的增益可达9.8-12.3dB，输出功率为40.4-42.9dBm。

设计者一直在寻求高效宽带的功率放大器的设计方法。谐波调制的功率放大器模式，如J类和F类功率放大器，是获得高效率的最优选择。[1]尽管这些功率放大器模式的工作效率可达78.5%以上，但是由于其对精准谐波终端的需求，始终受限于过窄的频带。为了拓宽它们的工作频带并简化匹配网络设计，一系列高级的功率放大器模式，如B类、连续J类[2]以及连续F类[3]功率放大器被提出来。由于复合阻抗在所需频带上动态分布，这些扩展的谐波调制功率放大器模式可实现所需的效率和输出功率。基于这些模式，有很多方法可以获得较宽的工作频带。[4-6]

然而，这些连续功率放大器模式只是简单的扩展了最优阻抗解决方案的电抗部分；因此，最优阻抗只能改变史密斯圆图上的恒定电阻圆。就像连续F类模式一样，纯电抗的二次谐波阻抗仍然是需要的。

Chen等人[7]在2014年提出了串联连续模式（SCM）的概念。通过结合连续模式，所提出的新的模式提供了实现高效宽带功率放大器的可能。最优基波阻抗的实部（$Z_{(1f,\,re)}$）可以从1变化到1.154，从而提供了更大的设计自由度。

在本文中，通过构造电压和电流波形，一种基于连续F类模式和SCM的新的理论方程被提出。相比于SCM，新型串联连续模式（NSCM）的实部可以在更宽的范围内变化，显著减小了宽带阻抗匹配网络设计中的困难。

新型串联连续模式

连续F类模式回顾

在连续F类模式中，所需要的漏极电压波形由公式1给出。为了维持正电压，经验参数γ在-1到1的范围内。理想的归一化半整流漏极电流波形在公式2中给出。

$$V_{ds}=\left(1-\frac{2}{\sqrt{3}}\cos\theta\right)^2\left(1+\frac{1}{\sqrt{3}}\cos\theta\right)\cdot(1-\gamma\sin\theta),\quad -1\le\gamma\le1 \tag{1}$$

$$I_{ds}=\frac{1}{\pi}+\frac{1}{2}\cos\theta+\frac{2}{3\pi}\cos2\theta-\frac{2}{15\pi}\cos4\theta+KK \tag{2}$$

在传输最大能量时，且最优阻抗可以在史密斯圆图上变化的情况下，漏极效率可以保持在90.7%，但是具有恒定的实部。

SCM回顾

通过结合连续B/J类模式、连续F类模式和其他连续模式，归一化的电压方程通过B类偏置条件在公式3中给出，其具有和公式2一样的理想的归一化半整流漏极电流波形。

$$V_{ds}+(1-\alpha\cos\theta+\beta\cos3\theta)\cdot(1-\gamma\sin\theta),\quad -1\le\gamma\le1 \tag{3}$$

为了保持Vds为正，α和β之间的关系如公式4所示。

$$\begin{aligned}&\alpha-\beta=1 && \text{for } \alpha\le\frac{9}{8}\\ &\alpha\left[\left(\frac{2}{3}+\frac{2\beta}{\alpha}\right)\sqrt{\frac{1}{4}+\frac{\alpha}{12\beta}}\right]=1 && \text{for } \frac{9}{8}<\alpha\le\frac{2}{\sqrt{3}}\end{aligned} \tag{4}$$

漏极效率的理论值在78.5%（连续B/J类模式）到90.7%（连续F类模式）之间变化。归一化基波最优阻抗的实部在

1到1.154（$1\le\alpha\le\frac{2}{\sqrt{3}}$）之间变化，

为您提供5G应用的完整连接方案！

Frontlynk®
Bridging Gaps

1.0mm 系列





多通道同轴电缆



测试用电缆

Frontlynk Technologies Inc.
Tel: +886-6-356-2626 Fax: +886-356-6268 E-mail: info@frontlynk.com
www.frontlynk.com

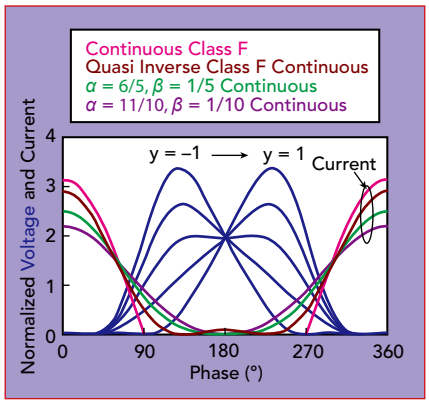


图1：新型串联连续模式的归一化漏极电压和电流。

这对于实现宽带操作是十分有利的。

新型串联连续模式

连续逆F类模式从连续F类模式发展而来，在保持电压波形不变的情况下，通过构造电流波形得到。这样扩展了功率放大器的设计空间。然后，通过将（1-γsinθ）因子与漏极电压波形相乘，SCM可以提供更大的灵活性。NSCM从连续F类模式和SCM发展而来，可以同时构造电压波形和电流波形，正如公式5

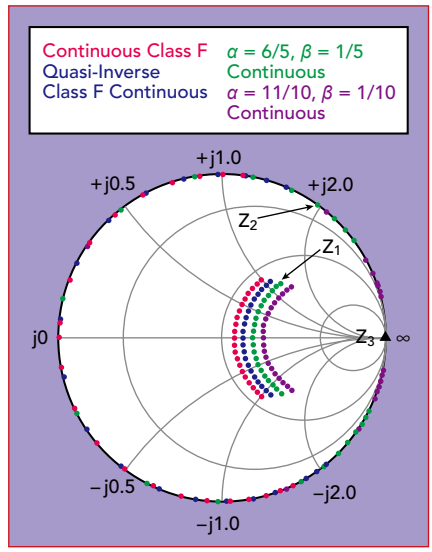


图2：阻抗设计空间。

和公式6所描述的。

$$V_{ds}+\left(1-\frac{2}{\sqrt{3}}\cos\theta\right)^2\left(1+\frac{1}{\sqrt{3}}\cos\theta\right)\cdot(1-\gamma\sin\theta),\quad -1\le\gamma\le 1 \tag{5}$$

$$I_{ds}=1+\alpha\cos\theta+\beta\cos 2\theta \tag{6}$$

值得注意的是，为了使功率放大器

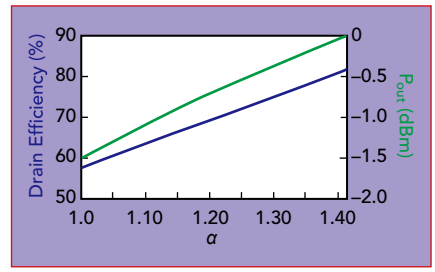


图3：归一化输出功率和漏极效率的理论值。

顺利工作，非零的交变电压和电流波形是必不可少的。所以参数γ应从-1到1变化，α和β之间的关系如下：

$$\alpha-\beta=1 \qquad \text{for } \alpha\le\frac{4}{3} \tag{7a}$$

$$\frac{\alpha^2}{8\beta}+\beta=1 \qquad \text{for } \frac{4}{3}<\alpha\le\sqrt{2} \tag{7b}$$

α和β的多种组合就映射着不同的连续模式。当α=√2和β=1/2时，可以获得准连续逆F类模式。当α=5/4和β=1/4时，则可以获得另外一种模式。α=11/10和β=1/10的电压和电流波形也对应着一种新的连续模式。α=11/10、5/4和√2的电压和电流波形在图1中给出。连续F类的电流波形也在图1中给出以作对比。

公式8给出了归一化到R_{opt}的基波和谐波的最优阻抗。$R_{opt}=2(V_{ds}-V_{knee})/I_{peak}$，是B类的最优基波阻抗，对应所有的谐波短路的情况。

$$Z_1=\frac{\pi}{\sqrt{3}\alpha}+j\cdot\frac{\pi\gamma}{2\alpha} \tag{8a}$$

$$Z_2=-j\cdot\frac{\pi}{2\sqrt{3}\beta}\left(\gamma+\frac{1}{6}\right) \tag{8b}$$

$$Z_3=\infty \tag{8c}$$

这种新颖的设计理念提供了更加丰富的最优阻抗解决方案。参数α从1到$\sqrt{2}$变化，对应的基波最优阻抗归一化实部（$Z_{(1f,re)}$）从1.28到1.81变化。图2给出了α=11/10、5/4和√2时的最优基波和谐波的阻抗。准连续逆F类模式对应$Z_{(1f,re)}$=1.28。准连续逆F类模式和标准的连续F类模式之间的设计空间在于为正电流波形存在的高阶电流元件。

从公式5和公式6可以计算出dc(P_{dc})，RF(P_{RF})以及漏极效率η的功率：

$$P_{dc}=\frac{1}{\pi}\cdot V_{ds}\,I_{peak} \tag{9a}$$

$$P_{RF}=\frac{\alpha}{\sqrt{3}\pi}\cdot V_{ds}\,I_{peak} \tag{9b}$$

$$\eta=\frac{\alpha}{\sqrt{3}} \tag{9c}$$

将漏极效率和输出功率归一化到连续F类模式，结果在图3中给出。随着

MiniRF
性 能 卓 越 的 无 源 器 件

MiniRF是为现有和新兴的宽带/有线电视和无线通信系统提供具有价格优势的高性能表面贴装射频无源器件的公认的领先供应商。

MiniRF的器件被世界上许多最大的通信产品供应商使用，出货量将近10亿个。

标准和定制器件

耦合器
宽带/CATV通信中使用的小型、低成本、高可靠性表面贴装耦合器。

分配器
2.5GHz BW、2/3和4路功率分配器，适用于50和75Ω应用。

变压器
50Ω和75Ω，支持阻抗比为1:1、1:4、1:8、1:16的广泛应用。

射频扼流圈
精密电感和扼流圈，线径从0.060mm到5mm，单层和多层，空芯，线圈配置。

联系我们获得设计支持
www.minirf.com | sales@minirf.com | (408) 228-3533

来自射频工程师的 RF解决方案

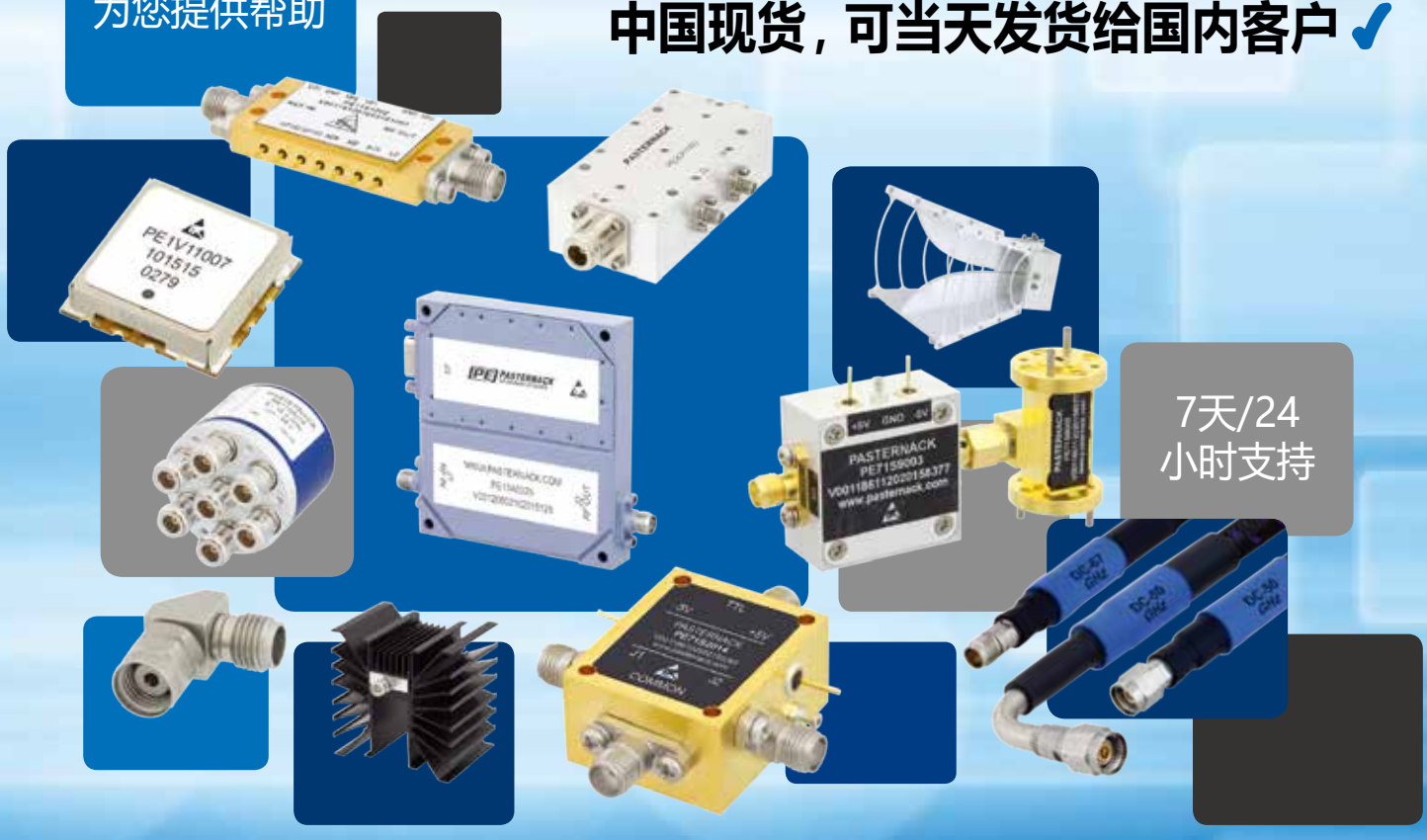
卓越品质
来自美国
源自1972年

最全的射频、微波选型库 ✓

专家级技术支持 ✓

中国现货，可当天发货给国内客户 ✓

应用工程师
为您提供帮助



7天/24
小时支持

凭借着全球最大的可随时发货的现货射频元器件产品选型库，以及能为这些产品提供支持的聪明头脑，Pasternack的应用工程师们随时做好准备为您解决技术难题，并为您所有的射频项目需求提供创造性的解决方案。无论您是正处于设计困境中，还是正在寻找少见难寻的元器件，我们的应用工程师们随时待命，为您服务。更多详情，请致电400 928 5100 或访问www.pasternack.cn。

400 928 5100
sales@**pasternack.cn**

PASTERNACK®
工程师的RF来源

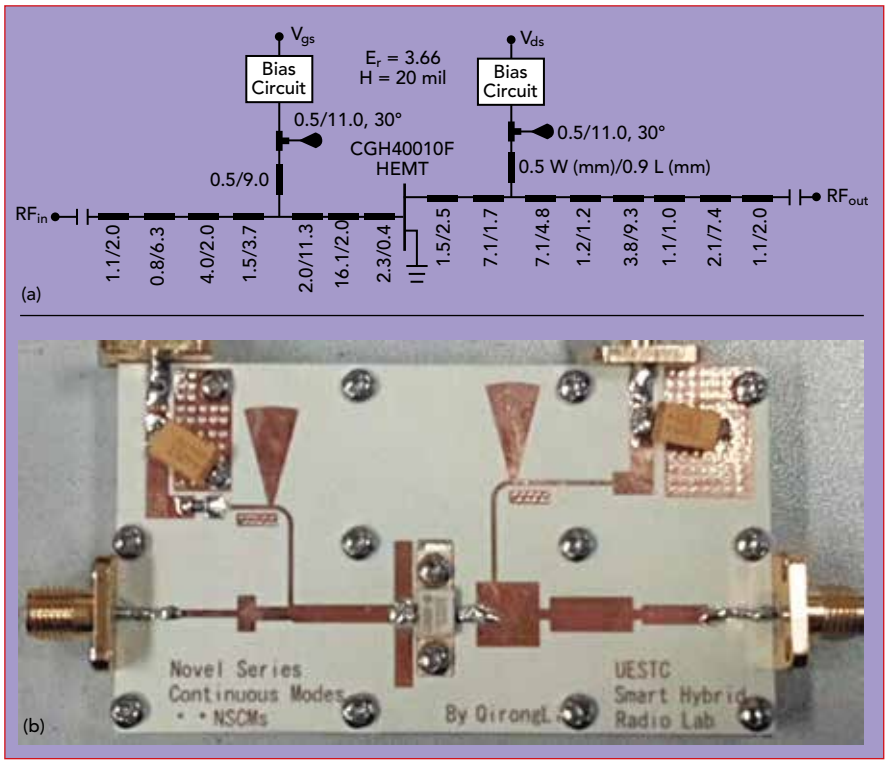


图4：功率放大器匹配网络(a)以及制作的放大器(b)。

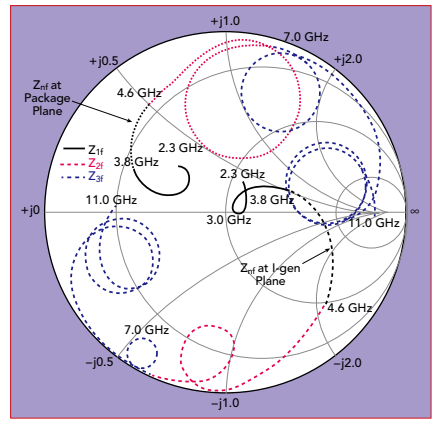


图5：封装和I-gen平面的输出匹配网络阻抗轨迹。

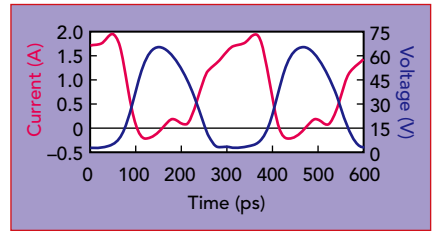


图6：I-gen平面处3.5GHz时电压和电流波形的仿真结果。

α从1到$\sqrt{2}$变化，NSCM的漏极效率从57.7%到81.6%变化。当$\alpha=\sqrt{2}$时，准连续逆F类的漏极效率为81.8%，这与传统的连续逆F类模式的漏极效率相等。和连续逆F类模式相比，NSCM的输出功率会下降0到1.5dB，但仍然可以保持良好的性能。

从图2和图3中可以明显看出，当$Z_{(1f,re)}$在1.28到1.81范围内变化，α在1到范围内变化时，NSCM有更大的设计空间。这相比于传统的连续模式可以提供更大的设计自由度。例如，如果需要高于70%的漏极效率，选择大于6/5的α参数即可；而想要获得大于60%的漏极效率时，只需使用大于1.04的α参数。

基于NSCM的宽带高效功率放大器的设计

一个使用10W Cree（Wolfspeed）GaN HEMT器件（CGH40010F）的宽带（2.3-3.8GHz）高效的功率放大器被用来通过实验验证所提出的设计理念。从上一节中，我们得知当α>6/5的时候，可以获得70%的漏极效率。Chen等人[6]提出的一种近似的CGH40010F大信号封装模型与输出匹配网络（OMN）同时被用于获得最优阻抗匹配。

当利用非线性器件电容时，可以激发三次谐波频段响应，因此，在OMN设计中，重点应该集中于基波和二次谐波的匹配，同时应在高效区域保证三次谐波阻抗。实频技术[8]和阶梯阻抗滤波器匹配是匹配网络设计中最常用的方法。因此本设计中也采用了阶梯阻抗微带滤波网络。

图4a给出了最终的匹配网络及其尺寸。功率放大器电路被设计在厚度为H=20mils的Rogers4350B介质板上，照片在图4b中给出。通过器件的近似封装模型和最终的OMN，我们得到了在封装平面和电流发生器（I-gen）平面处归一化到R_{opt}的阻抗轨迹，如图5所示。可以明显看出，I-gen平面的阻抗位于预测区域内。

图6给出了在功率放大器偏置为V_{ds}=28V且V_{gs}=-2.8V时，仿真得到的去嵌入本征漏极电压和电流。可以观察到大致与图1中波形对应的半正弦电压和准半正弦电流波形。

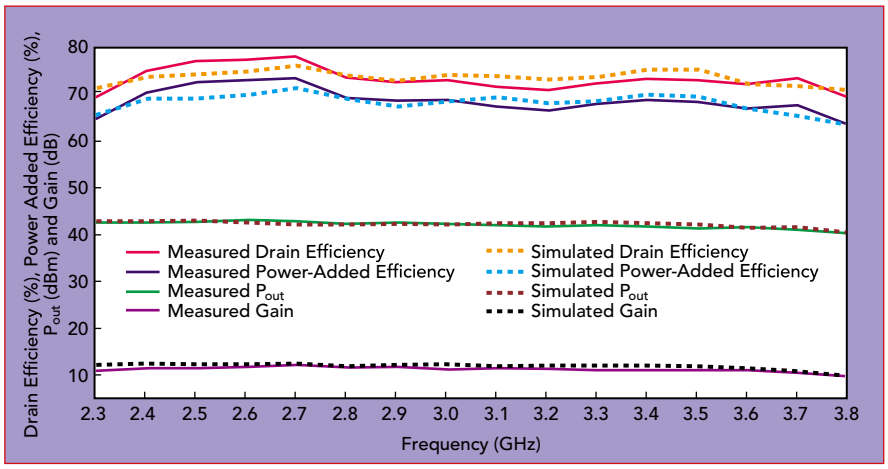


图7：宽带功率放大器漏极效率、功率附加效率、增益和输出功率的仿真和实验结果。

实验结果

功率放大器在单音连续波形信号的激励下进行测量，该信号在2.3到3.8GHz频率范围内以0.1GHz步进扫描。包括输出功率、漏极效率和功率附加效率（PAE）在内的实验结果在图7中给出。仿真结果同样在图中给出用于对比。

从仿真结果我们可以看到在2.3到3.8GHz频率范围内，漏极效率在71%到75.8%之间变化，功率附加效率为65%到74%，同时在整个工作频率范围内增益可达10.2到12.6dB。输出功率范围在40.2到42.6dBm之间。

下转第48页

www.qotana.com

高频宽带微波射频部件领先供应商

Qotana 纪唐电子

成都玖信科技有限公司 启用新品牌“Qotana纪唐电子”，**原品牌“dbwave”不再使用**

新



P/N: DBPA5002000600A
100W宽带固态功率放大器
2-6GHz

新



P/N：DBPA4406001800A
40W宽带固态功率放大器
6-18GHz

新



P/N: DBPA2720004700A
1W宽带固态功率放大器
18-47GHz



功率放大器
频率达到48GHz
高功率



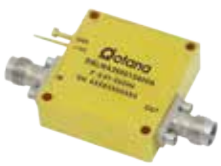
数控/压控移相器
频率达到40GHz
低插入损耗
低相位误差



固态开关
频率达到50GHz
高速切换
低损耗
高隔离度
小型化



数控/压控衰减器
频率达到50GHz
低损耗
高精度
宽动态衰减范围
小型化



低噪声放大器
频率达到54GHz
低噪声系数
小型化



隔离器
频率达到50GHz
低损耗
高隔离度
高功率



滤波器
高通、低通、带通滤波器
带阻滤波器
频率达到50GHz
高抑制 低损耗 小型化



功分器
频率达到67GHz
低损耗
高隔离度
小型化



耦合器
频率达到67GHz
高定向性
大功率
低驻波

电邮sales@qotana.com 承诺24小时内答复

扫一扫关注我

CERTIFIED ISO 9000 COMPANY

成都玖信科技有限公司

地址：成都市武侯区武兴路86号兆信国际 网址：www.qotana.com

电子信箱: sales@qotana.com 电话：028-85559890

高性能GaN热评估——红外显微镜的限制

High Performance GaN Thermal Evaluation - Limitations of Infrared Microscopy

Dylan Murdock、Mark C. Woods，Qorvo公司

本文旨在探讨红外显微镜用于测量高性能微波GaN HEMT器件和MMIC时的限制。此外，还将描述Qorvo采用建模、实证测量（包括微型拉曼热成像）和有限元分析(FEA)的综合热分析方法。该方法极为有效，且经过实证检验。通过确认红外显微镜的限制，可实现比采用较低功率密度技术开发的传统方法更精确的预测和测量。

GaN器件热估算

Qorvo GaN产品的热估算方法见图1。为构建特定工艺的基准热模型，使用场效应晶体管的非线性模型进行GaN器件的电气仿真，以获得针对发热量的估算数据，从而可对热性能做出初步预测。然后对器件进行实体制造与测试。

实证热数据通过电气测量和微型拉曼测量来收集。拉曼热成像是一种基于拉曼散射光谱的非侵入式光学技术，可实现亚微米空间内的温度测量，时间分辨率可达纳秒级别。[1]它探测材料中由温度引起的声子相对于基准声子频率的偏移（声子频率在环境温度下测定）。[2]

拉曼热成像已成为针对较小物理尺寸的一种重要的高保真方案。它经过改进，能为低至0.5μm以及微米级的深度分辨率提供经过验证、精确且可重复的空间分辨率，以实现真3D热成像。传统红外(IR) 热成像测量所涉及的横向空间平均值计算会导致器件峰值温度被低估，拉曼热成像针对这一情况进行了改进。

包括微型拉曼和电气测量在内的组合式测量法应与热仿真一同使用，以获得有关GaN器件热属性的精确信息。

采用测量数据作为实证基准可构建FEA模型。该模型可用作热性能建模和预测的基准。微型拉曼测量和FEA之间通常需多次迭代才能构建模型，进而提供不同几何尺寸与材料堆叠的良好相关性。

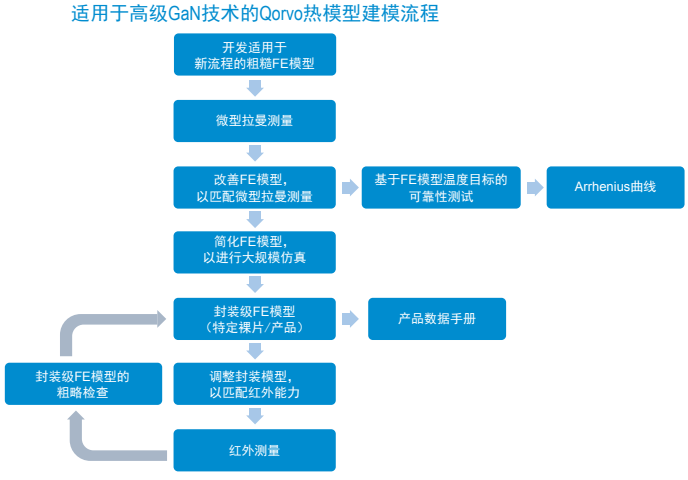


图1：GaN 热建模流程。

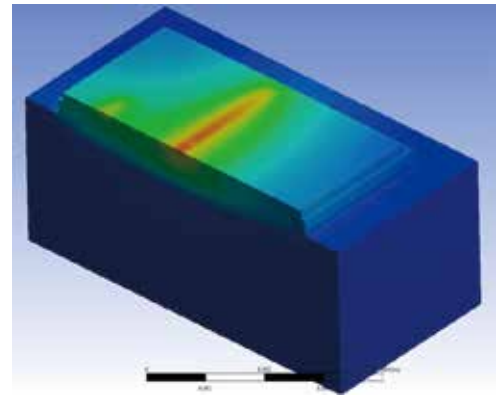


图2：GaN 器件级热模型。

有限元仿真用来确定在特定较高温度下使器件工作所需的功率和环境条件，以便正确加速和测量器件寿命。测得的寿命数据用于构建器件可靠性Arrhenius曲线。如今的GaN晶体管包括尺寸小至0.15μm及以下的栅极长度，这意味着微型拉曼热成像依然对部分区域进行了平均值计算。采用这种方法，则这些平均值反映在热模型和器件可靠性Arrhenius曲线中。该工艺实现了紧密耦合的平均无故障时间（MTTF）曲线与产品级热分析，可精准预测产品寿命。

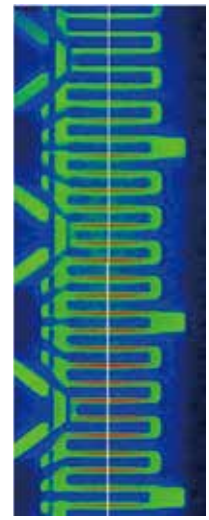


图3：典型GaN FET单管的红外图。

完成基准热模型开发后，便可利用FEA精准预测产品级通道温度和热阻。FEA始于裸片级仿真，经过封装级直至系统级，并在系统级检查已封装产品的下一级较高装配

win SEMICONDUCTORS CORP.

Compound Semiconductor Solutions
from RF to Lightwave

穩懋半導體

5G 解决方案

5G 设计服务平台

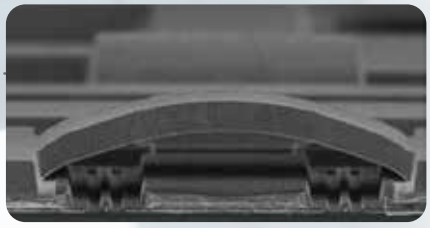
- 先进设计套件
- 即时设计服务
- 随时线上布局确认
- (WebDRC)

24/7



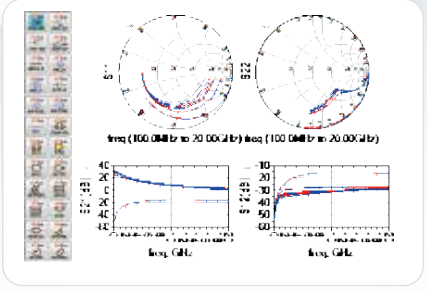
支持5G的相关工艺

- 增强型0.15μm工艺- PE15-00
- 整合PIN与pHEMT工艺 - PIH
- 高线性度的HBT工艺- H02U-D4



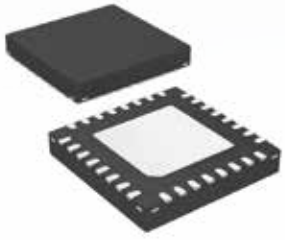
针对5G的器件模型

- WIN HBT
- WIN pHEMT
- WIN GaN



5G QFN封装

- 支持频率由DC至43.5GHz
- 毫米波封装模型以及设计套件



Exhibition : International Microwave Symposium
- Booth : 415
- Period : 06.10.2018 ~ 06.15.2018
- Location : Philadelphia Pennsylvania USA

Exhibition : European Microwave Week 2018
- Booth : 137/138
- Period : 09.23.2018 ~ 09.28.2018
- Location : Madrid Spain

win SEMICONDUCTORS

WIN Semiconductors Corp.

No.69, Keji 7th Rd., HWA YA Technology Park,
Guishan Dist., Taoyuan City 333, Taiwan (R.O.C.)
TEL: +886-3-397-5999 FAX: +886-3-397-5069

www.winfoundry.com info@winfoundry.com

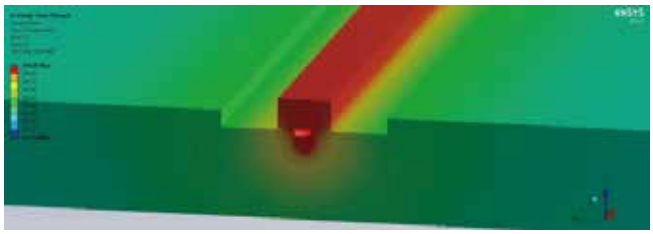


图4(a)：SiC基板上方厚度约为2微米的GaN层温度场。

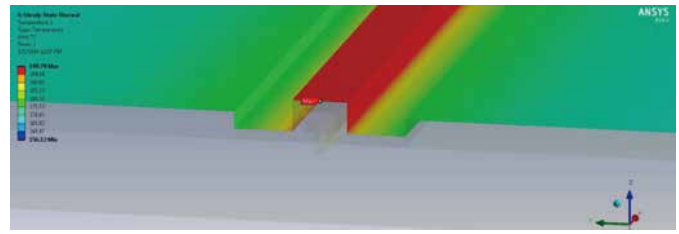


图4(b)：栅极上方的表面温度。

性。图2显示了典型的器件级FEA热模型。

建模与测量热生成和热消散时，选择适当的边界条件并理解这些条件假设的影响很重要。一般而言，会针对温度和热消散边界条件做出不实际或不恰当的假设。不实际的预测和测量经常会导致产品设计在数据手册中显示工作良好，但在应用中会出故障。

最后，简化FEA模型以显示红外显微镜能够解析的低分图像，及其综合值较低的测量结果。然后，将这个经过修改的模型与红外显微镜测量结果进行比较，以便对过失误差进行实证检查。

使用配备GaN器件的红外显微镜

红外显微镜通过寻找半导体器件中的热点来确定故障位置。但是，热特性中的红外应用受到空间分辨率不兼容的限制。红外显微镜无法解析GaN晶体管活跃面积那样小尺寸的点。因此，红外测量需对温度较低的非活跃区域和要测量的活跃区域进行平均计算。换言之，假设对仅有0.25μm宽度的区域进行红外测量，则测得的温度读数可能比该区域的峰值温度低25%。分立式GaN晶体管的红外图示例如图3。

典型的红外显微镜采集中波红外（MWIR）频谱光线。MWIR测量的空间分辨率理论极限值可通过瑞利分辨率准则计算得出：

$$D = \frac{0.61\lambda}{N.A.}$$

D=可解析目标之间的距离

λ=波长（MWIR 为 3-5μm）

N.A.=数值孔径（不得超过1，通常在应用中接近0.9）

得出的结果是尺寸约2.5μm的点的理论下限。由于当今的GaN几何尺寸小一个数量级，所以无法解析峰值通道温度。

为了演示测量GaN器件时红外分辨率限制的影响，构建了一个GaN器件的半对称有限元模型。假设该模型对于 y 轴左右对称。该仿真将器件置于0.040英寸厚的铜钨合金基板上，并贴装AuSn裸片。在CuW 基板上施加85℃边界条件。

表1
FEA温度解决方案与红外测量、分辨率误差

测量主体或区域	尺寸 (μm x μm)	像素排列至热点	真正的最高温度 (℃)	红外测量的表面温度 (℃)
仿真 GaN 器件	-	-	204.3	-
表面区域 #1	2.5×2.5	居中	-	195.9
表面区域 #2	2.5×2.5	偏移	-	189.1
表面区域 #3	5.0×5.0	居中	-	188.3
表面区域 #4	5.0×5.0	偏移	-	183.0

在通道下方施加典型的GaN器件容积热载荷，得到的3D温度场如图4(a)的等高线所示，相应的表面温度如图4(b)所示。

仿真期间记录的峰值温度为204℃，位于GaN通道中点（对此半模型为x=0）。该条件发生在基板表面下方，无法通过红外热成像显现。

表1列出了红外显微镜（空间分辨率极限值为技术样例）记录的表面区域的最高温度和平均温度。这些表面区域如图5(a)到5(d)所示。

在这个理想示例中，使用红外热成像来对通道上方的2.5μm × 2.5μm 表面区域成像（具有代表性的红外分辨率限制），得到的测量值低估了峰值通道温度，低估值为8-15℃。偏移范围是由于无法精确对齐通道最热区域顶部的一个

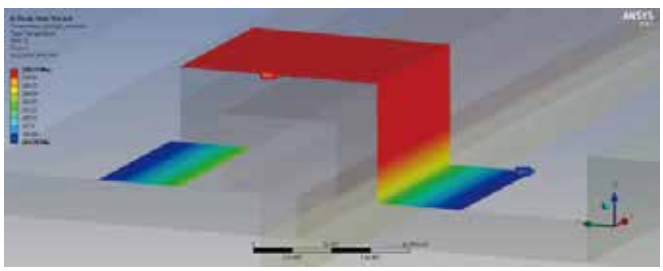


图5(a) 表面区域#1：宽度=2.5微米（通道最热部分居中）。

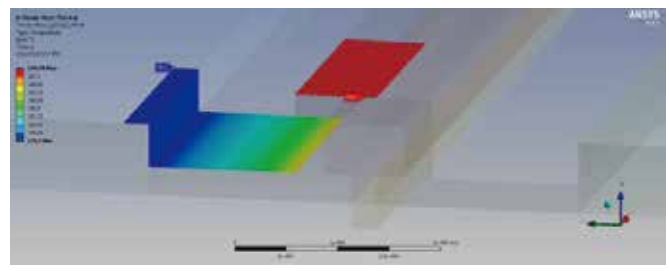


图5(b) 表面区域#2：宽度=2.5微米（x和y偏移）。

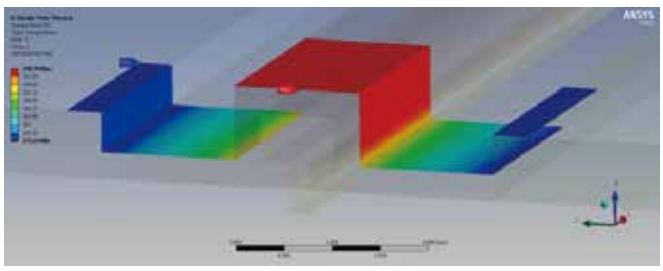


图5(c) 表面区域#3：宽度=5微米（通道最热部分居中）。

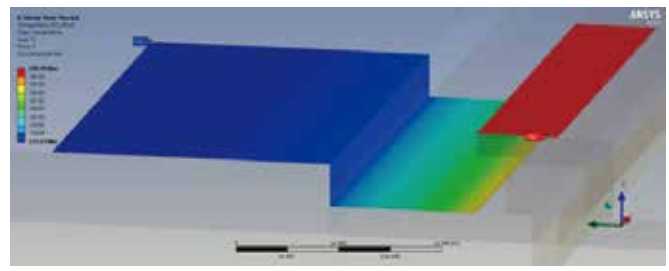
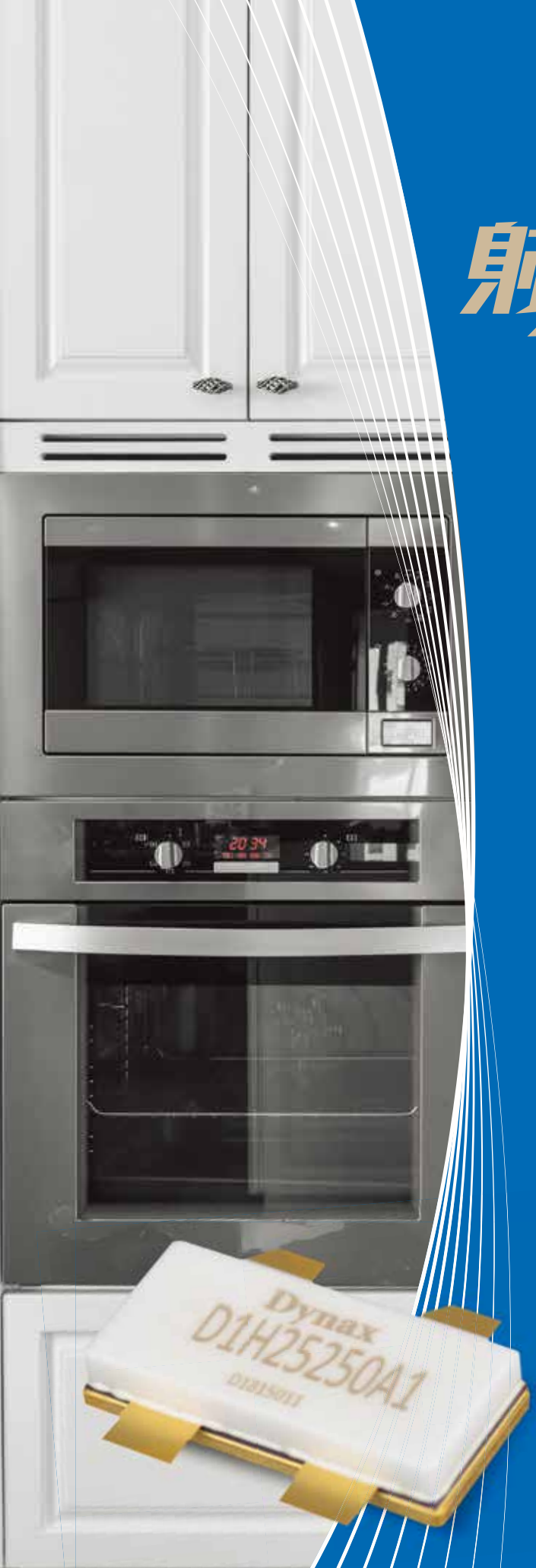


图5(d) 表面区域#4：宽度=5微米（x和y偏移）。

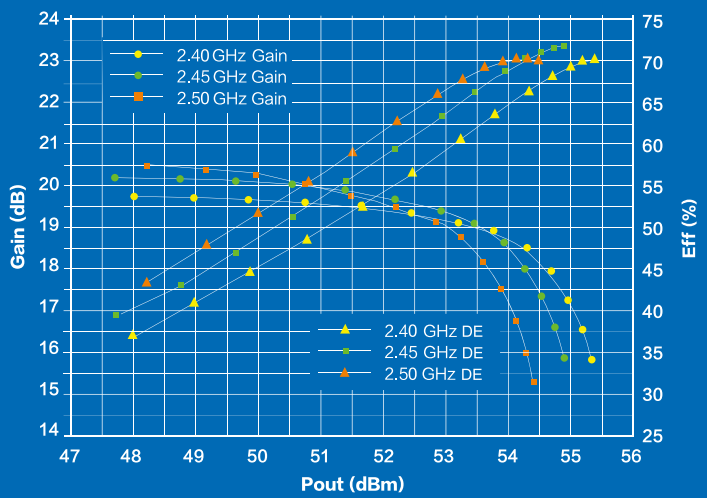
Dynax 能讯半导体
Semiconductor Inc.

射频芯 能讯造

高性能氮化镓功率晶体管外延、晶圆、芯片一体化设计与制造



GaN 2.45 GHz 300W
射频加热功放解决方案



2.4-2.5 GHz连续波大信号性能

CW 性能 P3dB			
频点 (GHz)	饱和功率 (w)	饱和效率 (%)	功率增益 (dB)
2.40	330	70.0	16.5
2.45	300	71.4	16.6
2.50	260	70.2	16.7

能讯半导体发布 2.45 GHz 300W 氮化镓功放管，
助力客户实现高效大功率固态加热功放应用。
2.4–2.5 GHz 连续波 70% 以上宽带饱和效率。
提供DEMO支持及应用指导。

扫一扫，关注 Dynax

欢迎垂询：

0512-36886888-8528 高先生

更多信息，请访问官网

www.dynax-semi.com

像素中点所导致的。图5(b)和5(d)显示使通道处于像素成像区域边界的像素对齐影响。这种情况下，2.5μm×2.5μm区域的平均表面温度会低估最高通道温度，低估值超过 15℃。使用5μm×5μm面积会使误差扩大到21℃。

对于GaN热分析，亚微米工艺常用来制造晶体管，其热点远小于0.25微米，而红外显微镜只能解析尺寸数量级更大的——得到完整的细节。

此外，红外热成像仪测量晶体管的表面温度，而峰值温度实际上发生在表面下方的氮化镓外延层。在半导体材料的热时间常数超出热源的脉冲工作情况下，这种测量温度的降幅将扩大，影响测量温度范围。

最后，裸片表面的辐射系数（ε）快速变化。常见的解决方案是在裸片上喷涂哑光黑，以得到接近ε=1的结果，但无法真正创建一个持续的黑体。这会产生另一个挑战，即涂料对裸片产生介电负荷，它可能难以预测，且通常是不连续的。这会改变RF性能，进而影响精确性和可重复性。

这里展开讨论了上述示例中辐射系数的影响。假定测量条件如上所述，可以看到红外热成像低估了峰值GaN通道温度，低估值高达40℃。

上述建模结果表明，兼容统一的热测量技术对GaN器件来说至关重要。采用最初针对低功耗半导体技术和/或更大几何尺寸开发的工具和技术会产生明显误差。这些误差可能会导致可靠性估计错误，并且会损害产品功能。Qorvo采用当今最灵敏的测量工具开发出了针对GaN 的热设计和分析流程，具备业界领先的精确性。■

表2
FEA 温度解决方案与红外测量、总误差

测量主体或区域	尺寸 (μm x μm)	辐射系数	真正的最高温度 (℃)	红外测量的表面温度 (℃)
仿真 GaN 器件	-	-	204.3	-
表面积	2.5×2.5	1.00	-	189.1
表面积	2.5×2.5	0.85	-	171.1
表面积	5.0×5.0	1.00	-	183.0
表面积	5.0×5.0	0.85	-	164.9

参考文献
1. N. Killat and M. Kuball, University of Bristol, H.H. Wills Physics Laboratory; T.-M. Chou, U. Chowdhury, and J. Jimenez, Qorvo, Inc. Temperature Assessment of AlGaN/GaN HEMTs: A Comparative study by Raman, Electrical and IR Thermography
2. J. Pomeroy, M. Bernardoni, M. Kuball, H.H. Wills Physics Laboratory, University of Bristol; D.C. Dumka, D.M. Fanning, Qorvo, Inc. Low Thermal Resistance GaN-on-Diamond Transistors Characterized by 3-D Raman Thermography Mapping
3. S. Kiefer, M. Nair, P. Sanders, J. Steele, M. Sutton, R. Thoma, S. Wilson, Motorola Digital DNA Laboratories; G. Albright, C. Li, J. McDonald, Quantum Focus Inc. Infrared Microthermography for Integrated Circuit Fault Location; Sensitivity and Limitations

上接第42页

表1
最先进的宽带功率放大器性能

Reference	Bandwidth (GHz)	Output Power (W)	Drain Efficiency (AE) (%)	Gain (dB)	FE	FOM	Design Type
4	1.5 to 2.5	9 to 11.5	60 to 70 (65)	10.2 to 12.2	77.3	298.5	Class J
5	1.45 to 2.45	11 to 16.8	70 to 81 (75.5)	10 to 12.6	89.2	462.6	CF
6	1.3 to 3.3	10 to 15	60 to 83 (72.7)	10 to 13	89.5	552.8	CF/ CF^{-1}
7	1.6 to 2.7	10.2-17.8	70.3 to 81.9 (76.4)	11.9 to 15.2	92.5	669.9	SCMs
This Work	2.3 to 3.8	10.9 to 19.5	69.5 to 77.9 (72.1)	9.8 to 12.3	95.3	1126.5	NSCMs

Notes:
FE = $AE*f_c^{0.25}$, where AE = Average Drain Efficiency and f_c = Center Frequency
FoM = $f_c^2*AE*AP*AG$, where AP = Average Output Power and AG = Average Gain
CF = Continuous F
CF^{-1} = Continuous F^{-1}
SCMs = Series of Continuous Modes
NSCMs = Novel Series of Continuous Modes

从实验结果中可以看到，在2.3到3.8GHz频率范围内，漏极效率范围为69.5%到77.9%，功率附加效率在63.5%到73.4%之间。整个频率范围内的增益和输出功率范围分别为9.8到12.3dB以及40.4dBm到42.9dBm。实验结果和仿真结果十分吻合。

表1总结了该功率放大器与其他最先进连续型功率放大器的性能比较结果。改进的FE6和ITRS功率放大器品质因数9用于功率放大器性能的评估，表1同时还提供了所设计的功率放大器和之前发表的作品的完整比较。FE表示频率加权后的平均效率。ITRS功率放大器品质因数还考虑了除漏极效率和频率以外的输出功率和增益。对比这些测量结果可以看出NSCM提供了卓越的性能。

结论

NSCM是从传统的连续F类模式和SCM模式出发，通过构造漏极电压和电流波形获得的。这些模式可以扩展最优阻抗实部的解决方案，提供更高的设计灵活度以提高器件性能。■

参考文献
1. S. C. Cripps, "RF Power Amplifiers for Wireless Communications," 2nd Edition, Artech House, Norwood, Mass., 2006.
2. S. C. Cripps, P. J. Tasker, A. L. Clarke, J. Lees and J. Benedikt, "On the Continuity of High Efficiency Modes in Linear RF Power Amplifiers," IEEE Microwave and Wireless Components Letters, Vol. 19, No. 10, October 2009, pp. 665–667.
3. V. Carrubba, A. L. Clarke, M. Akmal, J. Lees, J. Benedikt, P. J. Tasker and S. C. Cripps, "The Continuous Class F Mode Power Amplifier," Proceedings of the 40th Europe Microwave Conference, September 2010, pp. 1674–1677.
4. P. T. Wright, J. Lees, J. Benedikt, P. J. Tasker and S. Cripps, "A Methodology for Realizing High Efficiency Class J in a Linear and Broadband PA," IEEE Transactions Microwave Theory and Techniques, Vol. 57, No. 12, December 2009, pp. 3196–3204.
5. N. Tuffy, L. Guan, A. Zhu and T. J. Brazil, "A Simplified Broadband Design Methodology for Linearized High Efficiency Continuous Class F Power Amplifiers," IEEE Transactions Microwave Theory and Techniques, Vol. 60, No. 6, June 2012, pp. 1952–1963.
6. K. Chen and D. Peroulis, "Design of Broadband Highly Efficient Harmonic-Tuned Power Amplifier Using In-Band Continuous Class (-1)/F Mode-Transferring," IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 60, No. 12, December 2012, pp. 4107–4116.
7. J. Chen, S. He, F. You, R. Tong and R. Peng, "Design of Broadband High-Efficiency Power Amplifiers Based on a Series of Continuous Modes," IEEE Microwave and Wireless Components Letters, Vol. 24, No. 9, September 2014, pp. 631–633.
8. Z. Dai, S. He, F. You, J. Peng, P. Chen and L. Dong, "A New Distributed Parameter Broadband Matching Method for Power Amplifier via Real Frequency Technique," IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 63, No. 2, February 2015, pp. 449–458.
9. Y. Song, S. Lee, E. Cho, J. Lee and S. Nam," A CMOS Class E Power Amplifier With Voltage Stress Relief and Enhanced Efficiency," IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 58, No. 2, February 2010, pp. 310–317.

MiCable

通过 ISO9001质量管理体系认证
通过GJB9001B国军标质量管理体系认证

迈可博® 5G 高可靠稳幅稳相电缆解决方案

超稳定　高精度

5G 测试 & 连接

高可靠　低成本

耐弯曲



T26/T34系列
26.5/34GHz
超过15万次耐弯曲测试
超高精度、超高可靠性



C29F系列
高达50GHz
特别适用于测试和连接
高精度、超高性价比



T40/T50系列
40/50GHz
高精度、高可靠性
适合频繁测试



VNA系列
高达50GHz
超高精度，超高可靠性
超高性价比



T40E系列
40GHz
高低温测试专用



AT系列
高达50GHz
盔甲保护
高精度

迈可博为您提供高质量、低成本的组件方案和快速服务！

福州迈可博电子科技股份有限公司
电话：400-918-0388
邮箱：sales@micable.cn
网址：www.micable.cn

经销商：伟博电讯有限公司
电话：400-887-3088
邮箱：sales@mitron.cn
网址：www.mitron.cn

极富挑战的110GHz同轴电缆组件的设计

Challenges Designing 110 GHz Coax Cable Assemblies

Daniel Barnett, Teledyne Storm Microwave, Woodridge, Ill.

波导的工作频率提升到110GHz已有一段时间了，随着工作于毫米波的商用产品的不断出现，如微波回传和车载雷达等，相应地创造了各种不同柔性电缆的需求，无论是应用于波导之间的混合连接（波导-电缆-波导），或者独立使用（如矢量网络分析仪的测试线或两个模块之间的连接线），总之，工作于110GHz频段的柔性电缆组件的需求正在不断增长之中。

本文着重讨论开发高性能110GHz电缆组件时的难点和相关的论断，包括：1）电缆，2）连接器，3）测试，4）准备工作和相关资源。所有的这些都是高度关联和相互依赖的，因此在开发过程中发现的任何一个问题，其起因都是科学理论和实际经验的综合所致。

电缆

根据设计要求，选择外径为1.4mm带外套的柔性电缆，在业内这是一个标准的适用于工作频率上限为110GHz (W-Band)的电缆，另外还有一些外径尺寸更小的电缆也可工作于该频段，但是，外径为1.4mm的电缆，其可适配的射频连接器更多，包括1mm、SMPS以及MM4S、G3PO和G4PO的变种。

电缆的构造形式有多种方案可选择，也面临不同材料的挑战。究竟怎么选，主要依据设计者看重的是哪方面的特性，是插损重要还是电缆强度重要，通常不可能两者兼顾。如果插损是优先考虑的，那么就需要使用多微孔的PTFE绝缘介质，其结果是它在日常使用中容易受损；如果要求电缆坚固不易损坏，那么可选择耐挤压的PTFE绝缘介质，但是它的插损性能会变差。经过综合考虑，电缆强度更重要一些，因为产品的目标市场是测试测量，经常需要搬运、快节奏操作，而操作人员也习惯于使用更坚固的电缆组件，略微高一点点的插损，可以通过选择长度更短的电缆来得到一些弥补。

下一个设计选项是工作频率范围：电缆的工作频率要求是全频段的，还是严格限制于E频段（60 to 90 GHz）或W频段（75 to 110 GHz）？如果不能确定新的E频段和W频段应用会不会工作于更低的频率范围，那就只能选择全频段的电缆。

即使电缆的材料和电缆的结构都可以完美地工作于V频段及以下频段（如≤70GHz），但是，在V频段之上，有时偶尔也会出现非线性响应，一旦这种情况发生，必须通过一系列诊断措施，筛查各种潜在的可能性，发现问题之所在。例如工厂的压缩空气以及电力设施，都可能在生产过程中引起偶发性的异常状况。因导线长度不对导致的非线性电子响应可能是由于所使用的材料或者设备引起的。另外，设计使用的介质不良或导线折叠也会产生规律性的问题而影响产品的电气性能。供应商擅自改变使用的材料是非常令人沮丧的行为，它对产品性能会产生严重影响却不易被发现：如果一个批次合格的原材料后，随之而来的几个批次是有瑕疵的材料，这就使得故障的诊断需要有敏锐的直觉判断能力，而不仅仅是依靠科学的方法。

即使已经找到由于电缆设计和电缆结构而产生异常的原因，并且得到解决，还要面对测试设备的问题。这是一个类似“先有蛋还是先有鸡”的难题，测试设备总是存在一些可以挑剔的地方，比如测试线是不是完好的？几个小时以前用得好好的测试设备是不是需要重新校准？前面人用这台矢量网络分析仪是测试Ka频段的产品，而你现在要用来测试W频段的产品，恢复过来的校准是不是依然有效？当电缆产品性能出现异常时，一直以来所使用的诊断故障的方法是不是唯一的选项？

连接器

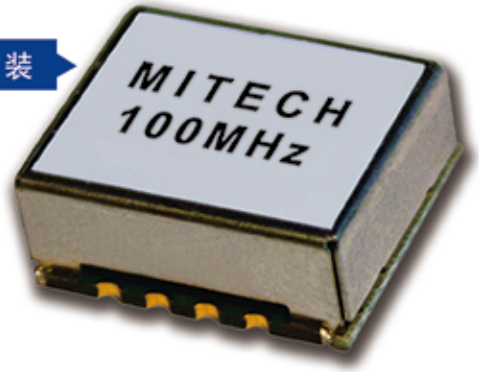
按照设计要求选择好了相应的电缆之后，也就缩小了相关连接器的选择范围，有利于确定选用什么样的连接器。那就是说，要么选用公司内部已有的连接器，要么选用由外部供应商提供的标准连接器，或两者结合使用。由于目前这仍然是一个小规模的、正在开发的市

现货销售！

超低相噪温补晶振

100MHz TCXO系列产品

小体积，超薄表贴封装



- 超低相噪：最低–150dBc/Hz@1kHz
- 优异的频率稳定度（0.28 ppm）
- 超快起振，低电压工作，超低功耗
- 非倍频设计，无子谐波

		¥808 (10-24只)	¥1898 (10-24只)	¥1708 (10-24只)
P/N		TC10040SM	TC10050SM	TC10050SM-T(1)
控制电压 (V) (典型值)		3.3		
频率稳定度 vs 供电 (最大值)		±4.6		
频率稳定度 vs 温度范围 (ppm) (典型值)		±0.28		
相噪 (dBc/Hz) (典型值)	@ 10Hz	-85	-90	
	@ 100Hz	-110	-120	
	@ 1KHz	-140	-150	
	@ 10KHz	-155	-160	
	@ 100KHz	-160	-165	
老化 (ppm)	1st year	± 1		
	7 year	± 2.5		
	10 years	± 3.5		
工作温度 (°C)		-40 ~ +85		0 ~ +70

备注：(1) TC10050SM-T与TC10050SM的区别为工作温度范围不同。

Mitron 伟博电讯 把最好的微波射频产品带给中国

全国免费服务热线：400–887–3088 邮箱：sales@mitron.cn 网址：www.mitron.cn

场，最好的办法是与所有合适的连接器供应商共同合作以获得更多的选项。

为了避免因零件的累积误差而产生的相互干扰，必须确定每一个零件的尺寸和公差是合适的，这也就是为什么大家都认为这个频段的产品开发工作比较困难的原因。零件尺寸主要取决于：电缆线的绝缘介质的材质和结构，110GHz频率的波长范围为2.10-2.55mm，连接器中心针参考面的公差是 0.051mm。那些在Ka频段无关紧要的东西，在这里就是成功和失败的关键了。

你是仅仅想做一个国内供应商还是追求成为一个全球供应商？如果想成为一个全球供应商，那么所有的材料必须满足RoHS的要求，这是一个限制使用有毒有害物质的欧盟指令。因为大多数的客户都有这个要求，所以在存货清单中维护两种不同版本的产品，既没有成本优势也没有必要。在生产中使用符合RoHS要求的焊料和生产工艺，需要更高层次的装配能力和技巧。在连接器的装配过程中，热量会通过连接器的壳体和卡圈传递，如果温度过高可致使绝缘体产生变形。如果连接器是盲插式的设计，那么其插入的中心针的长度会影响连接器的响应曲线。另外，实时X-射线频谱分析仪也是十分昂贵的。

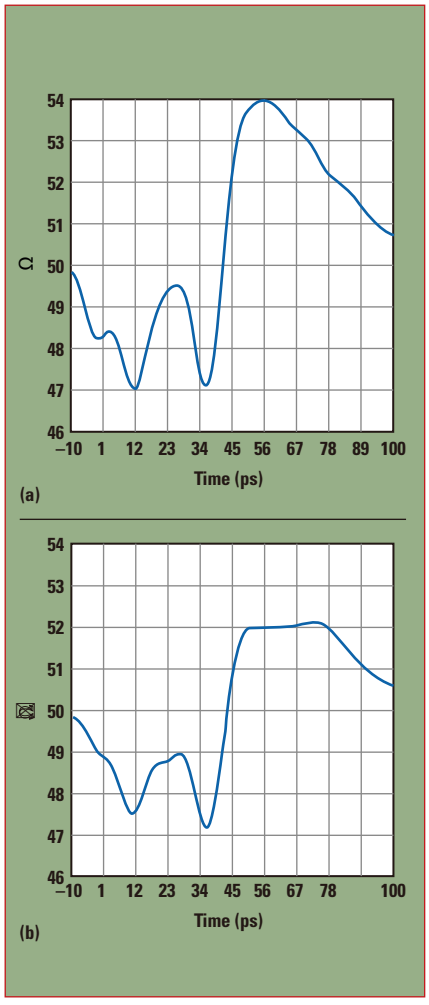


图1：初次设计的连接器测试曲线（a）及经过调整去除波峰后的测试曲线（b）。

每当公司内部开始设计连接器或检测外购自可信任供应商的连接器的时候，都会遇到一些共同的问题。首先，把来自如CST、HFSS或自己公司的仿真软件的数据作为设计的经验数据，由此设定的电缆或者连接器往往不能完美地与对应模型相匹配，需要把得到的数据再输入仿真软件进行模拟，经过多次反复验证来改进连接器的设计。无论是凭借自身的连接器设计经验还是依靠外部供应商的合作，零件（如卡圈或绝缘垫圈等）的精密加工能力都是非常重要的，它能显著地缩短连接器的设计时间，如图1所示。

使用不同的测试设备（如矢量网分及对应的转接器）测得的各种参数如插损、VSWR及回损的测试曲线也会有所差别。由于测试校准件新旧程度不同，测试转接器的新旧程度及状况不同，以及矢量网络分析仪初始设定的不同，同样的连接器，你测得的数据和你的客户或你的供应商测得的数据肯定是有差别的。所以，很重要的一点是，要善于倾听客户的意见，仔细分析客户的反馈，提供测试样品并重复验证每一个问题，这些都是学习提高的机会。

图1展示了一个采用迭代设计方法和内部精密加工设备实施连接器设计的实例。在设计初期，很明显可以看出，从电缆到连接器的转接中存在着阻抗失衡的问题，它严重影响产品的性能。可通过网络分析仪的时域反射测量功能对其进行测量，而最有效的改进方案是调整其中一个零件的尺寸，调整阶梯为0.025或0.051mm。如果现场有精密加工设备，操作起来就相当方便：制造两个不同尺寸的零件即可。图1a是改进前的，图2a是改进后的。针对同一个尺寸加工两个尺寸相差0.025mm的零件，使微调过程变得相当容易。从图1a可以看到，使用最初版本的设计，其感抗的峰值为54Ω，而使用经过细微调整的零件后，其感抗的峰值降低到52Ω附近，如图1b所示。同时其它相应指标也有所提高，虽然不是很明显，连接器的容抗也下降了0.5Ω。这就是一个典型的设计调整过程的例子，随着改进的变化，确定哪个需要妥协，哪个保持不变。通常使连接器的某一部分固定不变，改变对应的另一部分，根据其反应，采取一系列这种方案，从而实现设计的改进。

即使以上所有解决问题的方法应用于1mm螺纹连接器的开发和测试都是适合的，但是，当应用于快插式（push-on）连接器（如SMPS及其变异连接器）的时候还是有额外风险的。这些连接器理论上可以达到100GHz的工作频率，但是大多数供应商并没有能力做这个频段的测试，因为他们没有相应的测试设备。由于这是一个很小的细分市场，为了这个市场去购买昂贵的110GHz矢量网络分析仪也是得不偿失的。另外，市场上也很难找到合适的1mm到SMPS的测试转接器，即使有这样的转接器，其价格也是非常昂贵的，而且正常情况下需要两个转接器才可以配合使用。还有，市场上应该也找不到可用于这种快插式连接器的校准件。这意味着可利用选通来取得一个接近实际的读数，其数值只能仅作为参考。允许轴向和径向未对准的观念可能导致测量结果无法得到重复验证。

测试

测试工作的第一个障碍是测试所需设备的成本太高，作为商业应用很难获得批准，不是吓唬你们，请看价格：一个可测试高达110GHz频率的矢量网络分析仪超过40万美元，对应的校准件超过3万美元，而单个转接器的价格是1500美元（批量购买略微便宜些）。只要你想开发或生产E频段和W频段电缆组件，这都是绕不过去的坎。

矢量网络分析仪就像人类的大脑，而我们只是利用了大脑约10%的功能，绝大多数时间都是在使用最普通的功能，而大脑的一些特殊功能基本上没有被开发。这就是说，对测试设备的调试和测试人员的应用能力的要求是很苛刻的，它是射频电缆和连接器研发及批量生产能够成功的关键。由于这些仪器设备被应用于各种不同的应用场合及不同的组织机构，如大学实验室、电子产品测试机构等等，所以，像Anritsu（安立）、Keysight（是德科技）或Rohde & Schwarz（罗德与施瓦茨）等测试设备厂家的应用工程师们可能对110GHz同轴电缆组件的一些特性也不熟悉，而你们自己的研发测试技术人员或许能提供解决问题的方法，所以要尽量安排他（她）们去参加VNA厂家的培训，每次不多学，只要学会一小部分知识就行。由于测试设备有太多的功能需要学习，学员也需要时间去消化最初学到的知识，每个单元都需要花时间去学习，然后，做测试，出错，再做测试，一个问题解决了，下一个问题依然会不断地出现。

不同品牌的测试转接器，其性能表现会有些不同，价格的高低通常就预示

微波MMIC放大器

50MHz ~ 26.5GHz



PHA-1+
0.05-6GHz
$1.99 单价（数量20）
增益 13.5dB
输出功率 22dBm

AVA-183A+
5-18GHz
$7.95 单价（数量20）
增益 14.0dB
输出功率 19dBm

AVM-273HPK+
13-26.5 GHz
$36.90 单价（数量10）
增益 13.0 dB
输出功率 27 dBm

覆盖全频段！

三款MMIC放大器覆盖全频段 50 MHz ~ 26.5 GHz！

Mini-Circuits* 新推出的 *AVM-273HPK+ 是一款宽频的微波MMIC放大器，可以应用到13到26.5GHz，最大输出功率0.5W，增益13dB，增益平坦度为±1.0dB，隔离度为58dB。这款放大器具备电源时序控制的功能，其微小封装内的直流控制模块可提供反向电压保护，从而简化了您的电路设计，是P2P无线通讯、军用电子战及雷达、DBS、VSAT等应用中的理想缓冲放大器！

AVA-183A+ 在整个5-18GHz频率范围内，增益为14dB且具有卓越的±1.0dB增益平坦度，隔离度为38dB，最大功率为19dBm。无条件稳定的性能使之成为本振驱动的理想放大器。内置的DC模块、偏置器及微波耦合电容为设计者简化了外部电路，节省了设计时间。

PHA-1+ 采用E-PHEMT技术，具有超高的动态范围、低噪声及卓越的IP3性能，极适合于LTE及TD-SCDMA的应用。它在近7个倍频范围内具有良好的输入及输出回波损耗特性，使其应用可拓展至CATV、无线局域网、基站建设以及其它领域。请访问我们的网站www.minicircuits.com或联系伟博电讯，即可获取详细的指标、性能曲线及数据参数，所有型号均备有现货！

Modelithics
Vendor Partner
ADS免费X参数
非线性仿真模型！
https://www.modelithics.com/MVP/MiniCircuits

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

EDICON 2019

Electronic Design Innovation Conference

电子设计创新大会

首席赞助商:

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

钻石赞助商:

ROHDE&SCHWARZ

企业赞助商:

NATIONAL INSTRUMENTS

主办单位:

horizon house®

Microwave Journal China 微波杂志

Signal Integrity Journal

2019年4月16-18日

国家会议中心

中国北京

mwjournalchina.com/edicon

敬请光临 IMS 1834 展位

着其性能的差别，虽说有时也不完全是这样。当经过试用确认某种测试转接器比较适合你们的测试环境时，也不要为了获得一个好价格而买得太多，先买一对试用，观察其性能表现，直至失效。由于测试转接器的价格太贵，所以正确地对连接器界面进行维护和处理是非常必要的，可以通过放大镜检查连接器的界面是否损毁。

这些测试仪器都是敏感设备，它们的性能会受到环境温度变化的影响。在一个温度控制不是非常严格的测试环境中，从上午到下午有0.5℃的变化是非常正常的，但它就会影响设备的测试性能。校准件的使用次数是有限的，如果测试要求非常高，那么就需要经常更换新的校准件。在网络分析仪的信号频率从低到高或从高到低变化的过程中，如果校准件出现非线性反应，这就说明校准件需要更换了。

把一个SMA连接器或2.4mm连接器连接到网络分析仪的测试端时，如果习惯性的用力矩扳手连扳两次，它对提高测试性能没有任何帮助，但却会损毁转接器的螺纹及内部接触件。与螺纹连接器连接时必须使用校准力矩扳手，0.45牛米的力矩虽不算太大，但却比用手指拧更紧些。

找到电缆组件性能不好的根本原因总是比较困难的，尤其是面对新工艺的时候。如果几分钟前还是好好的，现在却出现了问题，究竟是电缆、连接器还是测试设备的性能下降了呢？在这种情况下，统一采纳数月来经过测试和验证的能保证性能稳定的测试标准，是大有裨益的。

准备工作和相关资源

以下这些就是我们称之为毫米波产品的最佳理由：所有的物件都是很小的，公差也是设定得很紧的，设备都是很敏感的，说不定你眨个眼的功夫，绝缘子就找不到了。每个公司为开发毫米波电缆及产品都有自己特定的方法，每个生产工厂都有自己独特的工艺窍门。为了最终得到理想的结果，很重要的一点就是遵循一整套可重复验证的、经得起审核的工艺流程。例如，无论你是用刀片，还是用锯条，或者用激光来切割电缆，也无论你是采取涂焊还是芯焊来连接中心针，只要是行之有效的，符合焊接要求的，遵循生产工艺流程的，并得到工厂生产人员认可的，才是最重要的。

还有另外一种适合生产的模式，就是由电缆生产企业负责开发适合V频段的电缆产品，在一定的时间内完成开发、测试和批量生产。生产适用于E频段和W频段的电缆是完全不同的，从时间上来说，两者不在一个数量级上：从生产准备开始，到电缆的检验，连接器的加载，然后发现问题所在（例如电缆、连接器、负载、测试设备等），或者承认失败，再重新开始以上工作。相对于经常在高频电缆和低频电缆产品之间转换的生产企业来说，一直致力于高频电缆产品生产的企业，完成上述过程可能更容易一些。

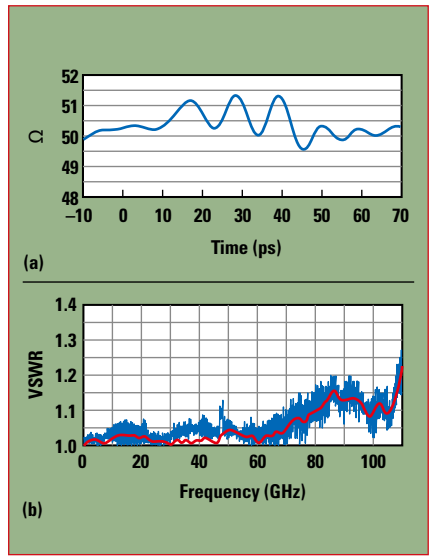


图2：成品连接器的TDR响应曲线（a）和VSWR曲线（b）。

总结

比较图1和图2，图1显示的是产品开发早期的连接器性能表现，而图2是产品开发完成后的连接器性能表现，该产品已经可以用于生产。连接器的不连续阻抗在7Ω范围内，感抗和容抗在2Ω范围内，并且在110GHz频率范围内其电缆组件的VSWR均表现良好。

本文只是针对在设计开发110GHz电缆组件的过程中曾经遇到过的一些共性问题进行了初步探讨，而不是讨论深层次的技术和解决问题的方法。它可以给此类电缆组件的用户选择供应商提供帮助，也可以为诊断电缆故障提供一些捷径。文中特别强调其中的原因，为什么110 GHz电缆组件看起来与Ka频段的电缆组件是一样的，其SMPS连接器也与SMPM连接器看起来很相似，但价格却比Ka频段的电缆组件贵3-5倍。

110GHz电缆组件的市场在不断扩大，随着越来越多的商业系统逐渐投入运行，需求也在不断增长中。最初该系统主要应用于车载雷达和微波回传，现在其它的一些通信领域也对其产生了浓厚的兴趣，包括即将进行的卫星发射，如美国的OneWeb和Telesat公司。■

Ducommun

毫米波产品
DC-110 GHz

在所有高频测试中您都可以信赖Ducommun的毫米波产品。
Ducommun提供高达110GHz的全系毫米波产品。



放大器
• 0.03至110 GHz
• 低噪声/高功率
• 单直流电源/内部调节顺序偏置
• 宽带或定制设计



上/下变频器
• 全波导波段
• 低杂散/谐波
• 低LO频率和功率
• 小巧轻便



毫米波混频/倍频/标网分析仪频率延伸 解决方案
• K, Ka, Q, U, V, E, W 全波段
• 宽带低谐波杂散
• 可按需定制
低成本高性能



收发器
• K、Ka、Q、U、V、E和W波段
• 集成模块化设计
• 高灵敏度/低成本
• 按需定制



Pin 二极管开关
• SPST至SP8T配置
• 纳秒(ns)级开关
• 0.03GHz至110GHz
• 反射式和吸收式

更多信息请联系我们的销售团队：
310-513-7256 或 rfsales@ducommun.com

全球首款5G射频前端模块

The World's First 5G RF Front-End Module

Qorvo Inc.
美国北卡罗莱纳州格林斯博罗

随着市场对移动视频和其它应用的需求日益增长，为智能手机和其它移动设备提供5G的日程也不断加快。2017年3月，3GPP标准组批准了一项新的5G非独立（NSA）无线电标准。这项标准让移动运营商可以利用其现有的4G基础设施提供5G增强型移动宽带（eMBB）服务。因此，5G移动部署预计最早于2019年开始，初期5G实施将使用3.3和3.8GHz之间的频率。

在移动带宽方面，5G将作为4G的补充而非取而代之。采用载波聚合的LTE Advanced和LTE Advanced Pro网络有望提供高达1Gbps左右的峰值数据速率，足以满足许多应用的需求。5G将大幅提高峰值网络速度——高达10Gbps左右，以支持带宽密集型应用，例如直播视频和增强现实（图1）。与5G独立（SA）规范不同，5G NSA使用现有的4G LTE无线电和核心网络作为"锚"，搭配5G数据载波进行控制和管理。

为支持5G，移动设备射频前端（RFFE）面临巨大挑战，包括新频段、海量带宽、高输出功率以及4G和5G波形。作为全球首款5G移动RFFE，Qorvo QM19000旨在应对这些挑战。**QM19000获得了GTI 2017年"移动技术创新突破奖**。如图2所示，QM19000将功率放大器（PA）、低噪声放大器（LNA）、发送/接收（Tx/Rx）开关和宽带滤波器集成到单个模块中，支持高达400MHz的带宽，频率范围为3.3至4.2GHz。

5G对RFFE功效和线性度的要求非常复杂，因为在区域应用中，3.5GHz频段已经用于LTE，需要具备向后兼容性。例如，5G信号比4G中使用的信号宽得多；单个4G LTE载波最大提供20MHz，而5G Tx信号带宽的一般目标是100MHz。对于4G，包络跟踪(ET)广泛用于移动前端以最大程度提高功效；但它不能用于5G，因为当今的包络跟踪器支持的最大带宽为40MHz。5G必须使用平均功率跟踪(APT)模式（即固定电压），而非ET。PA必须为5G传输提供高线性效率，同时在将ET用于4G信号时提供高饱和效率。QM19000支持高级电源管理，可使模块在ET和APT模式之间切换。

其它挑战在于，5G规范定义了两个可选波形：循环前缀正交频分复用（CP-OFDM）和离散傅立叶变换扩展OFDM（DFT-S-OFDM）。CP-OFDM在资源块中提供了很高的频谱封装效率（高达98%），并为多路输入多路输出(MIMO)提供了良好的支持。当运营商优先考虑尽可能提高网络容量时（例如在密集城市环境中），可能会使用该波形。与LTE的情况相比，CP-OFDM和海量带宽组合会大幅提高峰均功率比(PAR)，要求增加PA中的回退值，以避免超出规定限值。因此，PA必须在较宽功率水平范围内提供高功效和高线性度。RFFE也必须支持DFT-S-OFDM，这是用于LTE上行链路的同一波形，其频谱封装效率较低，但范围更广。

5G RFFE还需要支持2级功率（一种更高输出功率规范），以克服高频下的更大传播损耗。2级功率最初批准用于特定的4G频段，可将天线的输出功率倍增至26dBm。对于5G SA，2级功率是所有新频段的基准要求。

为同时满足4G和5G的所有Tx要求（包括饱和及线性效率），QM19000搭载了一个采用Qorvo GaAs HBT5工艺制造的两级PA。除了提高效率外，HBT5还可在5G所用的高频下提供比SiGe等其它技术更高的增益。HBT5 PA还具备支持更高功率输出所需的热性能，并采用Qorvo Cu Flip铜凸块封装技术实现高效散热。即使是HBT PA，也需要额外的放大来满足更高输出功率（例如2级功率）的特定要求。若使用CP-OFMD，收发器驱动电平预计会降低多达3dB，此时可能还需要额外增益。QM19000搭载了一个额外的可变增益放大器以满足这些需求。

在支持5G性能要求的同时，QM19000还有助于智能手机制造商在严格的空间限制内提供复杂的RF功能。例如，MIMO是提供5G所承诺的高数据速率的关键技术。设备制造商应该会将4×4 MIMO用于下行链路，而一些实施方案可能为上行链路额外提供2x MIMO。这意味着制造商需要整合更多RF链，而智能手机中分配给RF器件的空间是基本固定的。QM19000等高度集成的模块对于实现这一目标至关重要。

5G将逐渐涵盖一系列不同的用例，每种用例都会带来新的RF挑战。Qorvo将不断扩展旨在应对这些挑战的5G解决方案产品组合，而QM19000正是其中之一。■

Qorvo Inc.
美国北卡罗莱纳州格林斯博罗
www.qorvo.com

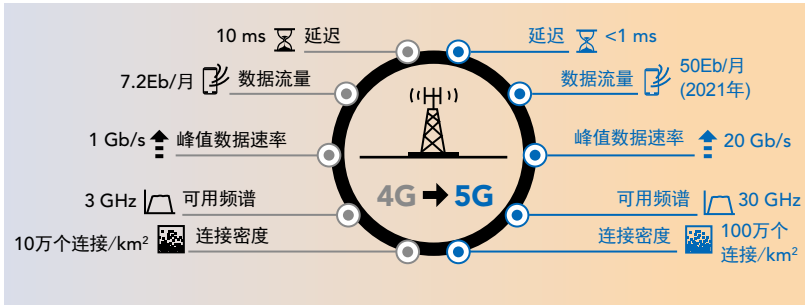


图1：5G与4G性能比较。

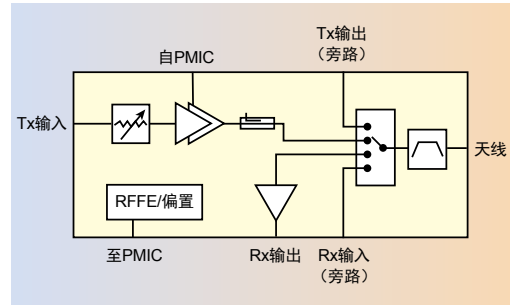


图2：QM19000 RFFE模块的功能。

记录现在，探索未来！



创新的X-Stream™实时流盘技术

盛铂科技SAS系列高速信号采集存储分析仪

采用颠覆性的全新架构，多达26个标准型号的选择，全面满足您的不同应用。

- 最快采样率：5Gs/s
- 最大信号输入带宽：1.5GHz
- 最高垂直分辨率：16Bits
- 单机最大流盘容量：8TB
- 单机最多通道数：8通道
- 独创X-Stream™流盘技术：＞12GB/s
- RF-Link™智能下变频采集模式
- 基于CUDA的实时海量数据分析
- 同时兼容Windows和Linux系统
- 15英寸多点触摸TFT-LCD屏

Sample 盛铂科技（上海）有限公司
Sample Technology (Shanghai) Co., Ltd
Driving Progress - Finding Solutions

Website: www.samplesci.com
免费热线：400-621-8906
分支机构：北京 香港 南京 成都 西安 武汉

E-mail: marketing@samplesci.com
总部：上海市桂平路418号A区903室



覆盖24-42GHz的集成双极化标量喇叭天线

Integrated Dual Polarized Scalar Horn Antenna Covers 24–42 GHz

SAGE Millimeter Inc., Torrance, Calif.

在开发5G毫米波硬件的角逐中，要跟上时代的步伐就需要测量天线性能的准确、高效的工具。SAGE Millimeter的SAF-2434231535-358-S1-280-DP是双极化、标量、馈源喇叭天线组件，覆盖从24到42GHz的所有5G频段。集成的正交模转换器（OMT），当天线作为接收器时产生正交波分量，当天线作为发射器时提供全极化捷变。这两种模式都获益于中频增益15dBi、35dB端口隔离和35dB交叉极化抑制。

极化多样性

作为接收器时（图1），天线组件可与一对下行变换器相结合，后者由公共本地振荡器（LO）驱动。该下行转换信号被馈送到矢量信号分析仪或双通道示波器来同时分解横向和纵向波分量及其相位关系，并提供极化信息。作为信号源时（图2），天线可与一对上行转换器结合，后者由公共LO馈送并由矢量信号发生器驱动。这种配置可以生成任意线形、圆形或椭圆形极化。

与切换天线和其他硬件来改变极性和频率的最常用方式相比，采用电子方式进行调整可以得到高度重复的结果。因此，集成天线节省时间和成本，避免额外的天线、电缆、固定装置和电子元件。

双极化天线组件的应用包括对移动的和固定的天线进行表征以及对复杂环

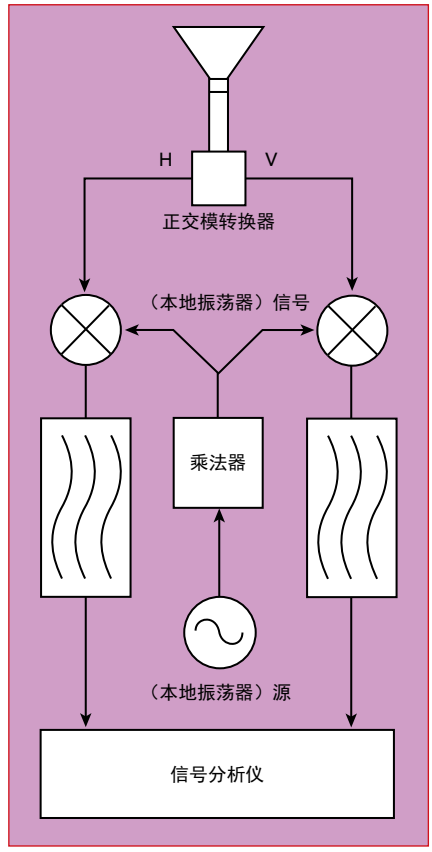


图1：接收信号的幅度和极化可以用两个下行转换器、一个公共LO和矢量信号分析仪来确定。

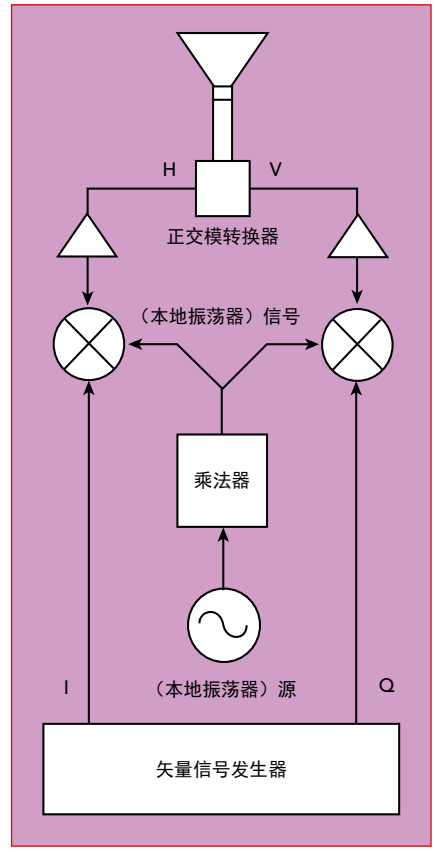


图2：可调幅度和极化的信号可由两个上行转换器、一个公共LO和矢量信号发生器产生。

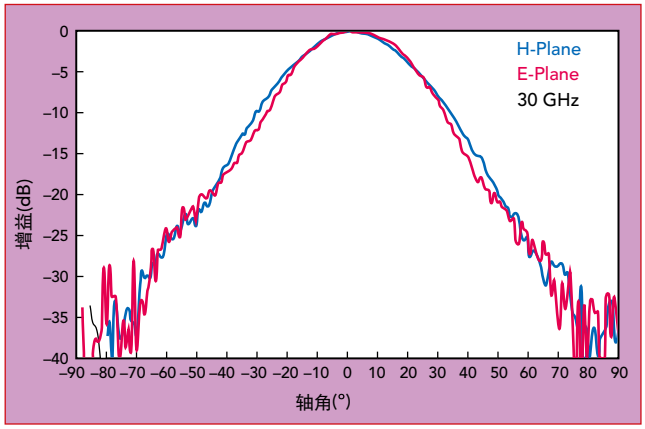


图3：从24到42GHz，天线通常达到15dBi的增益和35度的3dB波束宽度。

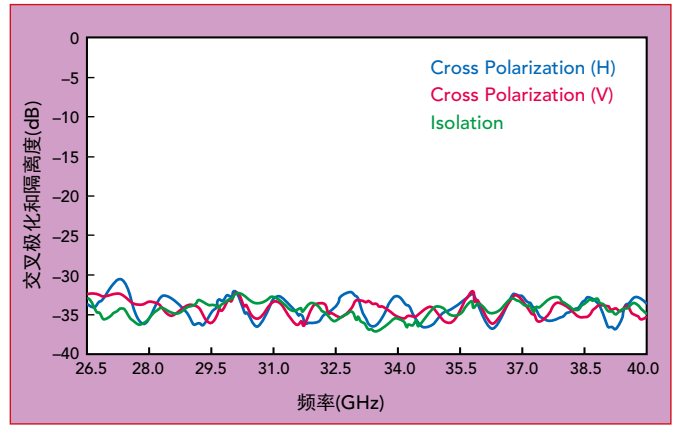


图4：OMT端口之间的低交叉极化和高隔离度可良好控制天线的发送和接收极化。

下转第62页

HAND FLEX™

电缆



Hand Flex电缆
可实现任意形状弯曲

现在! **DC-40GHz!** 单价从 **$12.95** 起 (数量1-9)

具有半刚性电缆的性能，同时具备柔性电缆组件的通用性。

Mini-Circuits Hand Flex电缆具有半刚性电缆的机械和电性能稳定性，同时又容易快速手弯成您的组件、系统或测试机箱所需的任意形状。无论用在哪里，它们都将真正帮助您节省时间和材料！

优良的回波损耗，低的插损，DC-40GHz。

Hand Flex电缆具有优良的回波损耗（3英寸长电缆典型值：33dB @9GHz）和低的插损（3英寸长电缆典型值：0.2dB@9GHz）。当您采用Hand Flex电缆可以轻松的进行安装时，为什么还要浪费时间在测量和弯曲半刚性电缆上呢？

Mini-Circuits... 我们重新定义价值所在！

两种常用直径满足您所需。

Hand Flex电缆有0.047", 0.086"及0.141"三种直径可供选择，弯曲半径分别为3.2, 6及8mm。接头形式有：SMA、SMA直角弯头、SMA穿墙式接头、SMP直角弯头和N型接头，以满足您多样的系统结构。

标准长度常备现货，按客户要求定制生产。

标准长度从3英寸到50英寸现货销售，可实现当天发货。您也可购买一套设计者套装，以备不时之需。定制长度和直角弯头型号可进行预订。请访问我们的网站www.minicircuits.com，即可得到详细的信息，并可查看如何运用Hand Flex电缆简化您的高频连接。您也可以在线或联系伟博电讯进行订购！

满足 RoHS 要求



SMA | SMA直角弯头 | SMA穿墙式接头 | SMP | SMP直角弯头 | N型接头 | N型穿墙式接头 | BNC | 2.92mm

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



捕获时段更长的示波器

Oscilloscopes Capture Longer Time Periods

罗德与施瓦茨公司
德国慕尼黑

工程师将示波器作为主要工具来测试和调试电子产品设计。开发团队需要捕获时间更长、垂直分辨率更高及具备增强功能的示波器。使用这类示波器，需易于操作，同时要满足有限的预算。为了满足这些需求，罗德与施瓦茨公司推出了R&S RTM3000和R&S RTA4000系列示波器，作为2017年推出的R&S RTB2000系列的增强产品系列。该型号示波器的带宽从100MHz至1GHz不等。

新型示波器具备两个关键特性：更大的存储深度和更高的垂直分辨率。

存储深度

采集存储器的大小决定了示波器捕获时段的长短。通常，与R&S RTM3000和R&S RTA4000同级别的示波器都具有4至20Msample的采集存储量；有些示波器不具备分段存储功能。而这两款新型示波器都采用了不同的方法来利用更大容量的存储以捕获更长时间的信号，例如上电和断电序列。

R&S RTM3000型号标配40Msample采集存储量（交替模式下可达80Msample），而R&S RTA4000型号标配100Msample采集存储量（交替模式下可达200Msample）。增加采集存储量能够使工程师在延长捕获时间的同时，保持高采样率。

分段存储模式是用户将采集存储器划分成多个区段。在每次触发时，示波器都会捕获一定数量的数据并分段存储。R&S RTA4000示波器标配1Gsample分段存储容量，而R&S RTM3000型号也具有分段存储功能，存储容量为400Msample。分段存储对于诸如串行总线或射频通信之类的突发信号特别适用，因为在信号静默期间不会占用存储。

垂直分辨率

低噪声，外加增强的垂直分辨率，使示波器能够观察其他示波器遗漏的信号细节。R&S RTM3000和R&S RTA4000系列均采用专有的10位模数转换器（ADC）实现5GSa/s采样率。10位ADC具有1024个量化电平，比传统8位ADC的256个量化电平高4倍。

两款新型示波器都具有低底噪模拟前端，可在整个示波器带宽内达到1mV/div的输入灵敏度。在用户需要查看微小信号变化的应用中（如电力电子和电源完整性测量），额外的信号细节非常有用。

其他功能

这两款示波器均配备10.1英寸的电容式触控屏，可以快速高效地显示信息。这两款示波器同时具有便携性，启动时间仅需10秒。每种型号都配备LAN接口，用户只需在网络浏览器中输入示波器的IP地址，即可获取屏幕截图，显示实时示波器屏幕信息并控制前面板，并可从浏览器获取完整的可编程仪器标准控制命令（SCPI）。

使用正确的探头对于大多数应用特别是电力电子应用至关重要，新型示波器支持各种无源和有源探头、电流和电压探头以及单端和差分探头，包括四款新型的R&S RT-ZHD高压差分探头。新型CATIII高压差分探头具有100至200MHz带宽，最大输入6000V电压，可提供2000V的偏置补偿，并具有80dB（直流到60Hz交流）的高共模抑制比。

两款示波器支都持基于USB的标准媒体传输协议（MTP），与允许手机连接到PC的标准相同。用户能够轻松检索示波器的当前显示信息，或导出波形数据进行后期分析（例如，使用Excel）。USB接口位于示波器后端。

新型示波器系列为用户提供了多种测试和调试工具。这些工具包括快速傅里叶变换（FFT），可以进行时间相关的时域和频域测量（图1），还包括模板测试、XY模式、直流电压计和频率计。

示波器不仅功能强大，还允许用户使用产品内置的其他仪器功能。这些功能包括：I^2C、SPI、UART、RS-232、LIN、CAN、MIL-STD1553、ARINC429和I^2S协议触发和解码功能；可增加16个数字通道的MSO功能；适于信号创建的波形发生器；4位码型信号发生器；电源分析；以及观察频谱随时间变化的瀑布图功能，如跳频信号（图2）。■

罗德与施瓦茨公司
德国慕尼黑
+4989412912345
www.rohde-schwarz.com

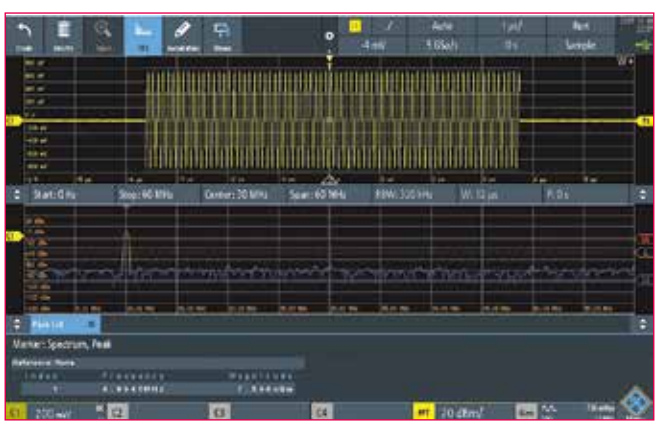


图1：示波器具有FFT功能，可以进行时间相关的时域和频域测量。

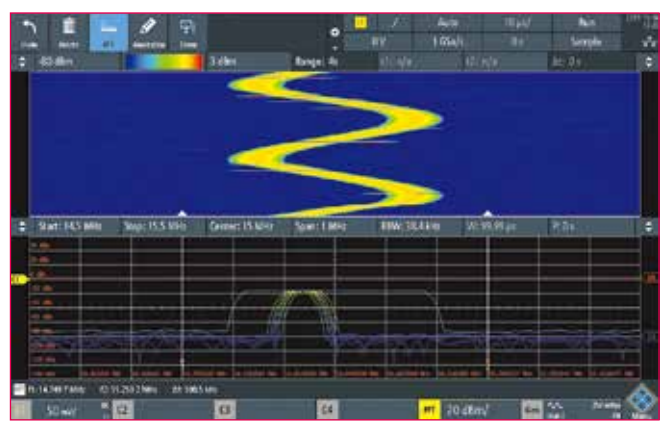


图2：示波器具有瀑布图功能，可以观察频谱随时间变化的趋势，如跳频。

MM-Imager90-CKP

太赫兹被动式安检成像系统

四川益丰电子科技有限公司
Sichuan YiFeng Electronic Science & Technology Co., Ltd.

ADVANTAGES
优势

* 被动式，零辐射，安全
* 高灵敏度
* 检查物品范围广
* 易于部署
* 可多台协同工作
* 非接触式安检，尊重隐私和人权



TECHNICAL SPECIFICATIONS
技术指标

工作距离：1-2m
视场：2m*1m
帧率：典型值10帧/秒
分辨率（@1.25m）：13 mm
供电：220V/50Hz, 110V/60Hz或电池
高：170cm，长：75cm，宽：78cm

APPLICATIONS
应用场景

机场　轨道交通　海关/边防　要害部门　会议/赛事　工矿企业

CONTACT US
联系方式

更多信息，请访问：http://www.yifengelectronics.com/
公司：四川益丰电子科技有限公司
邮箱：sales@chinafirstholdings.com
电话：86-28-61962718
传真：86-28-61962738



新型连接器扩充了电缆组件的种类

New Connectors Expand Cable Assemblies

AtlanTecRF的标准电缆组件的种类随着新型连接器的加入已得到了扩充，这些新型连接器包括SMA直式公头、SMA直角式公头、SMA隔板式母头、N型直式公头、N型直角式公头和N型隔板式母头。它们是对公司已经供货的标准SMA公头连接器的扩充。这些连接器可应用于ASR、ASF和AFX电缆系列。

ASF系列可塑型同轴电缆组件为微波系统设计师提供了设备和组件布线的通用解决方案而不需详细设计半刚性电缆。由于采用了铜锡复合外导体，这种电缆可以就地手工成型。

ASR系列可塑型同轴电缆组件具有坚实的镀锡铝质外导体，所以电缆也可以就地手工成型，而AFX系列柔性同轴电缆组件也为设计师提供了进行设备和组件布线的通用解决方案。由于在镀银螺旋带上覆盖了编织外导体，该电缆可以反复弯曲。

所有电缆都提供外径标称尺寸为0.086英寸和0.141英寸的两种不同规格。可供货的标准长度从2到60英寸不等。除了标准的产品种类外，还可提供定制组件，其特征包括特殊长度、相位匹配和识别护套等功能。

连接器种类的扩充使AtlanTecRF可提供更多选择，无论是帮助客户实现最后一分钟布线还是满足常规生产线和建立原型的需求。■

AtlanTecRF
Braintree, Essex, U.K.
www.atlantecrf.com



低衰减、相位稳定的40GHz电缆组件

Low Attenuation, Phase Stable, 40 GHz Cable Assemblies

Insulated Wire（IW）推出了该公司所称的最低衰减、相位稳定、工作频率可达40GHz的157系列同轴电缆组件。157系列采用焊接固定2.92mm长的K型连接器，专为Ka频段应用定制，包括卫星通信、探测站和全部测试和测量设备。

157系列采用与所有IW低损耗电缆相同的构造：带镀银铜箔和镀银铜编织网的层压EPTFE。对电缆直径进行了优化以减少衰减，在40GHz时最大值为每100英尺64dB（每米2.09dB）。典型的157电缆组件带有两个直式2.92mm连接器，VSWR低于1.1:1，在30GHz以上峰值约为1.2:1，而规范是1.35:1。其他性能特点有：时延为每英尺1.22ns，名义传播速度（Vp）为83%，弯曲半径为0.5英寸。

可选项包括一个坚固的中心导体（部件号1571）和IW的“TufFlex”加固版（部件号1573）。加固版型号的抗挤压性约为每英寸175磅。部件1571的外径为0.157英寸，部件1573的则为0.209英寸。

IW公司成立于1970年，开发了独特的PTFE层压工艺并应用于电线、电缆制造。层压工艺与已获专利的屏蔽设计使得IW可采用刚性的和可扩展的PTFE介质来开发低损耗微波传输线。■

Insulated Wire Inc.
Bayport, N.Y.
www.iw-microwave.com

上接第58页

境中的传播效应进行测量。这类评估对于最大限度地提高5G系统在整个运行范围中的性能至关重要。馈源的双极化和宽带宽也非常适合于先进的频率捷变雷达系统和高速数据通信。

性能一致性

E平面和H平面的天线模式在整个运行谱内的旁瓣电平低于模式-25dB（图3）。馈源在有限尺寸和吸收特性的消声室中获得了良好的静区性能，使之成为成本敏感天线的不错选择。对于无论E平面和H平面，天线的3dB波束宽度在35度匹配。OMT端口的返回损耗优于20dB，通常为25至30dB（图4）。

天线采用镀金的铝和黄铜构造，工作温度范围为-40℃到+85℃。两端口都是标准WR28波导，带有UG-599/U法兰和4-40螺纹孔。组件的总长度为104毫米。喇叭的最大直径是40.6毫米。

集成解决方案

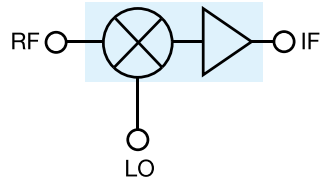
良好的交叉极化抑制对精确控制天线极化非常重要，这依赖于OMT和标量喇叭的构造的高度对称以及这些部件之间具有最小的机械间隙或错位。天线作为一个集成组件，其性能得以最大化，使用户避免了一系列艰苦的工作，包括单独购买馈源喇叭和OMT、然后精确装配、在校准天线范围内进行测试以及为优化性能进行调整。

为了满足测试和测量的宽范围需要，天线可与各种现成的组件进行组合，包括信号源、可变衰减器、移相器、变频器、滤波器和定制的仪表。天线可以结合介质透镜或Cassegrain（卡塞格林）反射镜来实现雷达和通信应用中的高增益。■

SAGE Millimeter Inc.
Torrance, Calif.
www.sagemillimeter.com

新 超可靠®

高增益混频器





1.0-4.2 GHz　　*变频增益 12 dB*　　单价 $8.95（数量10）

Mini-Circuits运用先进的半导体制造技艺并结合坚固耐用的LTCC结构，研发生产出新的超可靠MRA系列高增益混频器！该系列产品在-55到+125°C，最严苛的工作环境中，历经测试，依然保持卓越的性能。

通过美军标测试认证

（完整列表及详细信息请查询网站）

粗和精检漏	*高温使用寿命测试（+105°C/1000小时）*
机械冲击	*温度冲击*
振动	*多次回流焊*
加速度	*弯曲测试（及更多其它测试）*

7.6 x 6.4mm的微小管脚尺寸却兼具稳定、牢固及宽带的优异性能，是仪器仪表和军事应用的理想选择，**极具竞争力的超低价格**更使其完美适用于那些将长期可靠性视为根本价值的领域。无需等待，即刻访问我们的网站www.minicircuits.com或联系我们中国区域总代理伟博电讯订购，一起见证MRA高增益混频器为您的应用带来的改变！

电气性能 (-55~+125°C)

	LO 电平 (dBm)	RF/LO 频率 (GHz)	IF 频率 (MHz)	变频增益 (dB typ)	单价 $ (数量10)
MRA-42+	7	1.0-4.2	10-800	12	8.95
MRA-42LH+	10	1.0-4.2	10-800	12	8.95
MRA-42MH+	13	1.0-4.2	10-800	12	8.95

LO/RF 隔离 35dB　　*LO/IF 隔离 20dB*　　*满足 RoHS 要求*

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
全国免费服务热线：400-887-3088　传真：0591-87870011
E-mail：sales@mitron.cn　网址：www.mitron.cn

传承、变革、创新巩固是德科技的技术领先优势和市场领导地位

是德科技（Keysight Technologies）于4月11日在上海举办了IC测试技术研讨会，公司全球营销副总裁Donna Majcen女士专程来华参加这个活动。本刊和其他4家媒体借此机会采访了Donna Majcen和是德科技大中华区市场总经理郑纪峰先生。

采访开始，Donna Majcen首先简短介绍了是德科技。是德科技虽然从名字上看是一家才3年多的新公司，但其实它是有着悠久历史和深厚底蕴的公司。是德科技是从安捷伦（Agilent）拆分出来的，而安捷伦又是从惠普（HP）拆分出来的。1939年，Bill Hewlett和Dave Packard在美国加州一个车库里创立了惠普公司。那个车库已经被加州政府确认为硅谷的发源地。惠普及后来拆分出来的公司也都成为了世界领先的科技公司。

传承惠普之道

那么经历两次分拆之后，是德科技都继承了哪些基因呢？Donna在回答本刊提问时说道：“惠普有一个非常重要的管理文化，叫惠普之道，是高科技公司成长方面非常知名的一个管理经验。那么惠普之道的根在哪里呢，其实在是德科技，因为惠普成立之后大概前二三十年最关注的领域就是测试测量，所以从惠普到安捷伦，再到今天的是德科技，我们传承了主要的惠普之道。比如我们鼓励创新，鼓励我们的员工不断地挑战自己。比如我们坚持毫不妥协的正直经营，这些都是从惠普和安捷伦一路传承下来的。我们主要的管理层，无论是CEO，还是其他高层管理者，包括我自己，都是一路从惠普、安捷伦、是德科技走过来的，都有超过20年、30年甚至40年的工作经验。所以惠普的很多基因就像融入在我们的血液里一样。”

变革与发展

“当然，新的时代是一个快速变革的时代，我们也不能沾沾自喜一直停留在过去。我们要快速适应新的市场变化，快速地创新。”Donna继续说道，“今天时代的变化，比如大数据、数据中心、工业4.0、中国制造2025等，对数据、对软件的注重越来越高，所以我们已经转变为一家软件驱动的公司来适应这个时代和技术潮流的改变。大家知道以往客户的产品周期相对来讲是长的，可能是三年、两年，但是今天像手机等产品就是六个月，如果你晚六个月上市，你的产品窗口期可能就错失掉了，或者你的利润可能就下降了一半。当我们转变成软件公司，我们就可以更快地创新，更快提供解决方案给客户，帮助他们将产品更快地推向市场。”

Donna在介绍公司时讲道：当是德科技独立出来之后，在公司架构方面做了一个重大的改变和调整，现在的事业部不像以前以产品为中心，而是以用户为中心的。我们希望用户与是德科技打交道的界面是简单的，而我们可以深入地去理解用户的需求，为他们提供一个完整的测试解决方案。

是德科技现在有四个按用户行业或需求设立的解决方案事业部：CSG、EISG、ISG、CSG。CSG（Communication Solution Group）是通讯测试解决方案事业部，服务的客户群包括无线通讯、5G、互联网设备、数据中心、国防、航空航天和政府等。EISG（Electronic Industrial Solution Group）是测

全文见：t.cn/RuIFsRp

MACOM专注于硅基氮化镓，将持续重点投入

MACOM是一家高性能模拟射频、毫米波、微波和光电解决方案的领先供应商，近年来一直在大力发展氮化镓产品。本刊记者就此在EDICON China 2018上采访了无线产品中心资深总监成钢先生。

氮化镓有哪些特点？可以制造哪些器件？

氮化镓具有高禁带、高电压、高功率、高带宽的特点。在射频微波领域，可以采用传统工艺的产品理论上都可以使用氮化镓。近期主要是大功率放大器、大功率开关、限幅器等跟功率相关的高频应用。长期来看，在低功率应用方面，比如低噪声放大器、手机放大器，氮化镓也是可以工作的。

氮化镓技术现在是否已经成熟？还有哪些可以改进的空间？

我们觉得氮化镓技术已经达到相当成熟的状态。像对可靠性和一致性要求比较高的基站已经应用氮化镓产品。另外，像军用雷达和一些大功率的工业应用中也出现了氮化镓。像我们公司的硅基氮化镓在军用通信上也有很广泛的应用。实际上氮化镓在90年代就已经出现，并进入了美国的军用电台，在海湾战争和沙漠风暴里面都有使用。我们的氮化镓产品累计的使用量超过100万片，还没有发生过一片的召回或退回。说明它的成熟度已经满足了最严酷的环境，已经可以普遍应用了。

如果说改进的空间，我觉得还是有几方面可以做的。一是它的成本相对于现在主流的硅基产品，如LDMOS或双极型晶体管，还是比较高的，这个会阻碍它扩展新的市场。我们希望通过工艺进步和产量扩大来降低成本。在工艺方面，当然还有发展的空间。氮化镓的一些工艺参数还没有达到目前最先进的一些工艺的水平，这限制了它的一些工作特性，包括频段、带宽。如现在基站上用的氮化镓还不能支持更高的频率，如28G、39G这样的毫米波频段。

硅基氮化镓和炭化硅基氮化镓的成本是不是都已经降到了可以大规模商用的程度？

对于硅基氮化镓，我们可以很负责任地说已经达到了可以大规模商用的程度。但是对碳化硅基氮化镓，就要具体分析了。有个别厂家的生产规模可能已经非常大，就可以支持规模应用。但是我们看到大部分碳化硅基氮化镓的成本结构还不能支持大幅度降价，限制了其在市场上的规模应用。

MACOM是何时进入氮化镓领域的？在这个领域的投资规模有多大？

MACOM进入这个市场相对是比较早的，基本上在90年代初、在美国军方对氮化镓感兴趣的时候，我们就开始了对氮化镓的投入。那个时候基本上是碳化硅基氮化镓。2014年我们花大价钱收购了美国Nitronex公司的全部业务，包括其拥有的大量硅基氮化镓专利。我们认为，在大规模民用市场上，它的成本和性能的平衡会带来更好的表现。当然要把氮化镓扩展到基站和工业应用上，则需要更多的持续投入。最近我们和ST签署了一个战略性投资协议。可以让我们利用ST比较成熟的

全文见：t.cn/RuMwhB6

MiCable

通过 ISO9001质量管理体系认证

通过GJB9001B国军标质量管理体系认证

迈可博® 超高可靠性能集束电缆组件

可达40GHz



优势&特点：

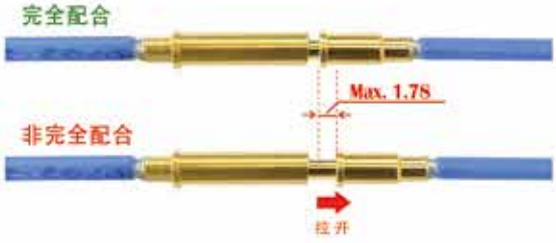
- **卓越的电性能** VSWR<1.35@40GHz
- **专利的盲插设计、高可靠性能**

  较大配合容差下，仍保证性能指标
- 集成多路信号，体积小、重量轻、易于安装维护
- 通道间可实现相位匹配

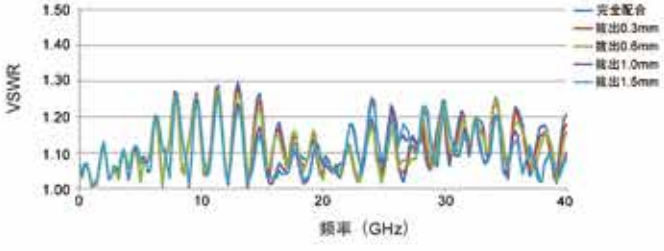
应用领域：

- 军用、民用天线阵列系统
- 各种机载、舰载设备
- 高速率数据传输
- 有集成化要求的其它各类应用

接头配合容差变化对性能的影响



容差配合变化下VSWR变化



迈可博为您提供高质量、低成本的组件方案和快速服务！

福州迈可博电子科技股份有限公司
电话：400-918-0388
邮箱：sales@micable.cn
网址：www.micable.cn

经销商：伟博电讯有限公司
电话：400-887-3088
邮箱：sales@mitron.cn
网址：www.mitron.cn

罗德与施瓦茨的全面测试解决方案助设计师设计出完美的数据转换器

数据转换器是任何射频数据传输的重要组成部分，无论是在移动无线通信系统（如即将到来的5G）还是在卫星通信以及汽车或航空航天和国防雷达应用中。确保数据转换器的设计能够获得最佳性能是至关重要的。罗德与施瓦茨公司和德州仪器公司在EDICON China 2018（电子设计创新大会）上联合举办了一个研讨会，专门探讨数据转换器的设计。罗德与施瓦茨公司射频与微波部件业务开发经理Markus Loerner和德州仪器公司高速数据转换器业务发展经理Paul McCormack共同发表了演讲，还进行了现场演示。会后，本刊简短采访了两位演讲人。

Markus Loerner首先讲解了数据转换器的发展趋势。第一个趋势是数字信号和射频信号直接转换。速率高达12Gbps的DAC可以直接输出高达7.5GHz的射频信号。而ADC可以直接采样高达8GHz的射频信号。第二个趋势则是更高的带宽。5G通信需要200-800MHz的带宽，航空和国防应用的雷达需要更大的带宽来提高分辨率，卫星通信现在就需要2GHz的带宽，4GHz的需求也很快会到来。第三个趋势是更小的尺寸，可以集成进其他芯片如RF SoC。第四个趋势是要有更小的时延。Paul McCormack在接受采访时也提到，数据转换器未来要向更高频率、更高带宽、更高采样速率和分辨率、更高数据速率、更低功耗、更高集成度发展。

Paul在演讲中以TI刚刚发布的高速ADC参考设计TIDA-01022和最新的数据转换器ADC12DJ3200为例说明了上述趋势。ADC12DJ3200的采样分辨率高达12位，双通道采样速率高达3.2GSPS，单通道采样率高达6.4GSPS，总功耗低至3.6W，输入信号带宽高达8GHz，都处于业内领先水平。

那么，要设计出如此高性能的数据转换器，哪些因素是最关键的？Paul在采访中指出，是纯净的电源和高质量的时钟。Markus在演讲中解释道，电源需要具备极低的本底噪声、纹波和串扰。而时钟则要有极低的抖动和相位噪声。这些要求以及测试和验证这些参数对于

全文见：t.cn/RuMZNVZ

NI展示全线5G平台化测试方案和全球案例，助阵中国抢占5G商用先机

2017年底，3GPP正式发布了5G NR标准的第一稿，尽管后期还有SA部分的R16待定义，但5G NSA新空口标准的提前冻结，仍被赋予5G历史里程碑的意义。近日在EDI CON 2018期间与主流媒体的沟通中，NI自动化测试市场副总裁Luke Schreier指出：“业界对2020年实现5G规模化商用已达成共识，NR标准第一稿的推出也是3GPP 5G标准向前迈出的实质性一步，它将有利于尽快开展5G NR验证及建设工作，并帮助我们明确好过程中的具体步骤。”

在回应NI如何看待5G新空口NSA标准的发布，Luke指出：“对于专注在测试测量领域的NI来说，R15标准确定后，我们就会明确下一步应该帮助客户做哪些IP？如何升级软件助力他们开展5G设备的研制、测试等。而如果说在3G、4G时代，中国更多是跟随国际标准，我们能明显看到5G时代中国不仅在积极参与有时甚至处于领导地位。”

Luke坦言，中国已成为5G全球“战场”的重要一环，一方面，基于从5G原型部署到测试的NI平台化解决方案积极协助中国研发力量抢占5G商用先机；另一方面，融合全球经验助力中国5G商用化加速，Luke认为NI的中国5G战略已经非常明晰。

作为IoT万物互联的关键，5G正在结成一张巨大的通信需求网，融入各行各业。这也让众多公司早在5G标准确立之前，就已积极投入标准制定以及后期的商业化应用试水。“早在2010年，NI就已积极参与5G标准的制定当中，”Luke强调道，“当时，大家可能还在用3G、4G，但对NI来说，我们不仅已经积极投入5G标准的制定，更已投入5G的原型验证，希望通过统一的基于平台的解决方案，去完整覆盖5G的设计、原型验证以及后期的测试。”

Sub-6GHz测试强调软件升级，Qorvo沿用NI超高性价比方案测试首款5G商用芯片

2018年初，MWC展会同期，NI宣布与Qorvo联合演示测试业内首款市售5G RF前端模块QM19000。该款RF FEM集成封装一个功率放大器和一个低噪声

全文见：t.cn/RuMzdXj

MVG全力应对5G无线通信和物联网带来的天线测试挑战

法国Microwave Vision Group（MVG）是全球领先的天线测试测量系统、射频安全和电磁兼容设备的供应商。3月20-22日MVG以银牌赞助商的身份再次参加了在北京国家会议中心召开的电子设计创新大会(EDI CON China 2018)，通过演讲、专家论坛和展览全部介绍和展示了其领先的5G和IoT测试解决方案。会后本刊专访了MVG市场和策略总监Eric Beaumont。

您认为5G和物联网对天线技术有哪些新的要求？由此产生的天线测试难题有哪些？

5G之前的标准是建立在追求持续性能改进的基础上，而5G却是建立在能满足不同需求的基础上。例如，需要连接海量设备（每平方公里数十万个）的低功耗、相对较低的数据速率和低成本的连接对象。又比如无人驾驶汽车，需要超可靠的通信和非常低的延迟（从4G时的10ms到5G的1ms）：无人驾驶汽车将能够与行人或骑自行车人的智能手机，甚至道路基础设施直接沟通，以便在发生事故或交通中断时能几乎实时做出反应。

因此，5G必须支持具有高延迟和低数据速率的数百万物联网设备的功能。它不但承诺启用实时应用，如无人驾驶汽车、自动化工厂和大规模机器对机器（M2M）通信，同时能保持网络安全的完整性，以面对不断增加的漏洞。

这些不同的需求表现形式以及由此衍生的新服务使汽车、智能手机等所有通信对象中的天线数量呈指数倍增，还给一些应用的频率提升带来技术挑战。这些天线不能再只满足于向它周围的所有方向发送和接收无线电信号，而是要在网络中智能地将其能量集中在它们必须与之通信的接收器上。因此，通过增强可靠性通信和缩短反应时间，这一重大突破开辟了新的实时应用的领域。

很关键的是，不同的需求带来不同的测试要求。实际上，定向天线阵列的发展需要更多的智能扫描仪，这些扫描仪必须能够在实验室模拟的真实环境中扫描到来自不同方向的多个源，甚至是同时发射的干扰源。另外，许多开发低速

全文见：t.cn/RuMZHGt

射频与微波开关

您要求的解决方案我们早已备妥





PXI

LXI



3年保修 Warranty

灵活搭建您的测试和测量系统

- PXI或LXI封装
- 带宽从直流到65GHz
- 覆盖主流的开关结构形式
- 超过300种产品
- 6GHz固态开关
- 很多模块带有LED通道指示灯
- PXI模块可用于任何PXI机箱以及我们的以太网控制LXI模块化机箱，包括我们的新型2槽USB/LXI机箱

开关 | 仿真 | 程控电阻 | 故障注入 | 定制设计 | 电缆与连接器









需要详细资料？请现在通过 sales@hkaco.com 联系我们

北京 010-5781 5040；187 1014 9603 | 上海 021-6728 2707；136 7167 1424
西安 029-8187 3816；180 9183 7094 | 广州 400-999-3848；135 3349 1614
成都 028-6138 2617；136 8841 6951 | 沈阳 024-8376 9335；157 1053 7541
深圳 0755-22677441 | 武汉 027-8193 9100 | 香港 6749 9159

hkaco.com/pt10

加关注

pickering
pickeringtest.com

广州虹科电子科技有限公司
测试测量与控制解决方案
广州科学城科汇金谷三街2-701

HongKe 虹科

5项参展产品获得EDI CON CHINA 2018创新奖

北京，2018年3月20日——高频和高速、模拟和数字电子设计工程师的年度盛会EDI CON China 2018（电子设计创新大会）今天在国家会议中心隆重举行。主办方为参展的5项产品颁发了EDI CON China 2018创新奖。

EDI CON已举办过5届。在历届大会上展出过很多令人印象深刻的创新产品。为了让更多的业界同仁了解和使用EDI CON China展出的创新产品。组委会从这届大会开始设立了EDI CON China创新奖，此奖项旨在表彰过去一年中对行业影响最大的产品，这些产品为实现下一代电子设计创新提供了必要的工具。

EDI CON China 2018创新奖获奖产品如下：

测试测量设备：Focus Microwaves的MPT-110200多用途阻抗调节器。MPT-110200是业界首个超宽带同轴20-110GHz多用途调节器，它有独特的阻抗调节方案，可以非常方便地做在片或封装器件的负载牵引测量。内置的3个独立探针可以分别改变基波、二次谐波和三次谐波频率下的阻抗，实现谐波负载牵引测量。

软件/EDA（电子设计辅助工具）：ANSYS Discovery Live (即时3D仿真)。Discovery Live提供即时3D仿真，与直接几何建模紧密结合，可实现交互式设计探索和快速产品创新。

半导体：Analog Devices AD9375——集成式双射频收发器。AD9375芯片提供双通道发射器和接收器、集成式合成器、全集成的数字预失真执行器和适配引擎、数字信号处理功能，频率范围300MHz至6GHz，支持100MHz信号带宽。AD9375在频分双工和时分双工应用中提供3G/4G小蜂窝和大规模MIMO设备所需的高性能和低功耗，其功耗低于5W。

组件、线缆和连接器：Pasternack PEM010——60GHz、WR-15波导发射模块。Pasternack PEM010为一种高集成度的完整毫米波发射模块，工作频率为57.0~64.8GHz的全球免许可频段。适合用于千兆比特高速点对点无线通信链路的开发。

材料、印刷电路板和封装：Rogers Corporation XtremeSpeed RO1200——用于高速设计的层压板。RO1200层压板的介电常数极低，只有3.05，在10GHz时的最大损耗因子也只有0.0017。凭借这两点优势，RO1200层压板可提供卓越的电路信号完整性，使信号偏移和串扰现象更少。

5G工业应用全球联盟成立

“工业互联与自动化5G联盟”（5G-ACIA）于4月初成立，是自动化、工程和加工工业厂商与电信运营商及供应商协同合作的全球论坛，该联盟还包括多家科研机构。26家创始成员包括爱立信、德国人工智能研究中心、Fraunhofer Gesellschaft、博世、华为、英飞凌、英特尔、三菱、诺基亚、西门子、沃达丰及横河电机等。随着工厂设备和传感器传输无线数据量的迅速增加，拥有超高带宽和超低延迟等特性的5G技术能够带来巨大的应用价值。5G-ACIA主席Andreas Müller透露，该联盟首次将物联网领域重要成员与智能工厂聚集在一起，让5G技术适应并满足全球的工业需求。爱立信5G工业项目经理Mats Norin表示：5G将推动众多行业发展，还能够支持各种用例驱动的多用途解决方案。我们需要建立相应的生态合作体系以推动5G的早期部署，建立诸如5G-ACIA的新合作联盟是其中至关重要的一环。

山东联通在青岛开通首个5G试点基站

4月18日，山东联通携手爱立信在青岛开通了首个5G试点基站。这是中国联通在发改委组织实施的“5G规模组网建设及应用示范工程”中开通的首个5G基站，实测速率达到1.6Gbps。在示范工程中，爱立信将配合联通重点围绕5G领域的eMBB（增强移动宽带）、URLLC（超可靠超低时延）等核心业务展开多维度试验，未来会向网络云化、网络切片、控制/用户面分离、Massive MIMO、可扩展的子载波间隔等革新技术演进，并开发多样化的业务应用。该站点采用了爱立信最新的5G NR预商用设备，使用3.5GHz的标准5G高宽频谱。无线数据时延大幅度下降至1毫秒，这意味着无人驾驶、自动控制等高新技术离现实更近了一步。1毫秒的时间，即便高铁以350km/小时的速度飞驰，行驶距离也仅97毫米，这个网络反应速度足以支持自动驾驶的安全需求和更多对时延敏感的工业级应用。

华为率先完成IMT-2020(5G)推进组第三阶段NSA 5G核心网测试

北京，2018年4月12日——今日在中国信息通信研究院，华为率先以100%通过率完成由IMT-2020(5G)推进组组织的中国5G技术研发试验第三阶段基于非独立组网（NSA）的核心网关键技术与业务流程测试。本次5G NSA测试是中国5G技术研发试验测试的重要组成部分，对运营商早期快速实现5G商用部署具有重要意义。本次测试基于华为的商用5G核心网解决方案，完成了包括核心网CUPS(控制面与用户面分离)架构下的网关选择、支持5G超高带宽、支持5G NR独立计费、支持终端LTE与NR（5G新空口）双连接、终端接入能力管理等关键功能的验证，同时验证了基于5G NSA标准的终端注册、业务请求、移动性管理、会话管理等关键业务流程。

中兴通讯携手陕西联通商用Magic Pole微基站解决方案

近日，中兴通讯携手陕西联通在西安高新开发区长安通讯产业园完成了微站解决方案Magic Pole的商用部署。中兴通讯从易于部署、环境和谐、绿色节能等多个角度出发，推出了Magic Pole解决方案，助力微基站的进一步应用，协助运营商打造满足业务发展需要的移动网络。Magic Pole解决方案外形美观大方，以路灯杆为载体，将Small Cell集成于杆体及广告箱内部，采用无线回传方式，避免挖沟布置光钎，可实现基站的快速部署。方案使用智能一体化太阳能路灯，不仅实现了路灯的智能控制，还节省了大量电力费用。方案搭载户外小间距全彩LED显示屏及监控设备，可提供便民信息及广告运营，拓展运营商的基站增值业务；方案同时配备交直流备电可选方案，提升基站运营可靠性。

是德科技与马恒达科技携手开发5G NR终端测试功能

是德科技近日宣布已经与马恒达科技携手合作，加速5G终端的开发、验证以及最终的5G终端认证。作为一家领先的技术公司，是德科技帮助企业、服务提供商和政府加速创新，创造一个安全互联的世界。因此，客户将能够借助是德科技的5G网络仿真解决方案，支持器件与芯片制造商设计和开发pre-5G和3GPP 5G新空口（NR）芯片和终端。马恒达科技在美国和印度设有多个实验室中心，拥有众多5G测试专家。他们将为本次合作提供大力支持。

Qorvo携手D-Link通过网状网络增强Wi-Fi覆盖

Qorvo与D-Link已合作研发了全新的Wi-Fi解决方案，通过网状网络提升家庭Wi-Fi的性能并扩大Wi-Fi的覆盖范围。D-Link最近推出了全新的Covr双频段Wi-Fi系统和三频段Wi-Fi系统，这两种系统都采用了Qorvo高功率、高效率5GHz功率放大器RFPA5542，支持802.11ac Wave2多用户多路输入多路输出设计方案，可充分增强家用Wi-Fi信号的输出功率，同时优化效率，并降低功率消耗。Qorvo的功放还能够充分利用频带。

低噪声
放大器
0.5-15 GHz



噪声系数低至1.5dB
50Ω 匹配>10倍频程带宽

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
全国免费服务热线：400-887-3088 传真：0591-87870011
E-mail：sales@mitron.cn 网址：www.mitron.cn

IF/RF MICROWAVE COMPONENTS

是德科技荣获GTI移动技术创新突破奖

在2月23日巴塞罗纳举行的TD-LTE全球发展倡议（GTI）会议上，是德科技荣获了移动技术创新突破奖。移动技术创新突破奖主要是评比移动运营商、制造商和供应商在提高移动通信使用率、扩展用户体验和帮助开拓商机方面所做出的突出贡献，选出整个移动生态系统中取得突破性进步的创新技术。GTI奖设立于2012年，其宗旨是表彰在各个细分市场的4G商业化和演进以及5G发展过程中，业界企业所取得的成就和成功。

是德科技创新推出了终端模拟器（UEE）解决方案。该方案为窄带NB-IoT协议测试提供了灵活的体系结构，具备模拟数万个NB-IoT物联网终端的能力，可以模拟复杂的物联网用户使用场景，为运营商、系统设备厂家、垂直行业用户和研究机构提供了一套先进的可灵活配置的NB-IoT基站网络性能验证测试解决方案。

Xilinx技术支持打造5G“超互联”城市社会

赛灵思（Xilinx）近日宣布，英国布里斯托大学智能互联网实验室采用赛灵思芯片技术部署并演示全球首个端到端5G城市网络。这种灵活可编程的5G网络测试平台，包括使用多种协议连接到5G虚拟基带池的5G NR无线电头端，具有的动态低时延聚合与弹性带宽分配利用端到端SDN控制环境进入光纤回程。此次5G网络测试平台上展示了“超互联（hyper-connected）”智能城市环境中的用例，如增强现实、自治交通与智能旅游等，该项目由英国政府数字文化传媒和体育部（DCMS）资助。

Qorvo与NI联合演示业内首款5G RF前端模块

Qorvo与NI合作测试了首款市售5G RF前端模块(FEM)。测试演示在英国伦敦举行的第20届GTI研讨会上首次展示。Qorvo的QMI 19000 5G FEM将一个功率放大器和一个低噪声放大器合并在一个封装内，专用于在3.4GHz频谱下运行的移动设备。FEM测试采用先进的NIPXI系统进行，该系统可在一定程度上帮助客户设计和测试5G技术，以尽早地在移动设备中部署5G。借助NI PXI系统的灵活性，可使用各种波形快速测试Qorvo的5G FEM设计，而且可以重复使用相同的硬件。PXI测试系统以NI矢量信号收发器(VST)技术为基础，可实现更智能化的自动测试。

是德科技与韩国电信合作加速5G新空口测试方法的验证

是德科技近日宣布与韩国电信签署了谅解备忘录），携手开发5G新空口（NR）技术和演进版的4G技术，加速5G的商业化部署。是德科技将分享自己关于5G NR技术开发、5G基础设施测试，以及Sub-6GHz和毫米波波段用户设备测试的指南和见解。是德科技的专业技术将为OTA和毫米波波束赋形校准测试方法的开发提供支持，韩国电信将使用这些方法开发相关的测试程序。



2018年10月17–18日
圣塔克拉拉会议中心
美国加州圣塔克拉拉市

EDICON 2018
Electronic Design Innovation Conference & Exhibition
高频与高速技术在此交汇



来圣塔克拉拉参展EDICON
获得有效的销售线索!
联系您的《微波杂志》销售代表了解更多细节。

EDICON是高频与高速电子技术交汇的地方：来发现哪些技术是相似的、哪些技术是不同的、以及我们互相能学到什么。
圣塔克拉拉见!

www.EDICONUSA.com

器件和系统仿真 ■ 材料/PCB板 ■ 设备和代工服务 ■ 电缆和连接器 ■
测试和测量 ■ 验证 ■ RF和微波 ■ 5G ■ 物联网自动驾驶汽车 ■
雷达 ■ 信号完整性 ■ 电源完整性 ■ EMC/EMI

欢迎光临 IMS 1834展位

2018慕尼黑上海电子生产设备展圆满闭幕

2018年3月16日，为期三天的2018慕尼黑上海电子生产设备展圆满闭幕。联合同期举办的慕尼黑上海电子展，本届慕尼黑上海电子生产设备展（productronica China）的展览面积和展商数量双双创下历史佳绩。今年展会总面积达80,000平方米，同比上年增长了16%。本届展会共吸引了来自23个国家和地区的1,374家展商和77,765位观众的参与，展商数量和观众数量同比上年分别增长了12%和14%。



慕尼黑博览集团董事总经理Falk Senger先生对2018慕尼黑上海电子生产设备展取得的成绩非常满意：“慕尼黑上海电子生产设备展已经成为行业重要的电子生产设备交流平台。在这里，你可以接触到中国客户，分享传递电子行业新趋势和新技术。今年展商和观众数量都创造了历史最好成绩，慕尼黑博览集团为电子行业构建了强大的全球信息交流网络。”

随着信息技术的不断完善和应用，制造业生产方式正在趋向智能化、网络化。因此，今年的慕尼黑上海电子生产设备展以全球化的创新视野、理念与技术，帮助中国电子制造企业打造了从传统自动化向完全互连和柔性系统飞跃的“智慧工厂”。

多国技术携手为中国市场打造智慧工厂的梦幻生产线

近年来，我国政府出台了一系列旨在提升传统制造业的智能制造业的优惠政策。“智慧工厂”将是制造业的未来，而电子制造业已经朝着这个方向发展了第一步。

作为本届展会的关注焦点，SMT表面贴装技术创新演示区不仅带来完整SMT产线，更为全行业呈现更完整的智慧电装工厂解决方案。展会首次与宇丰凯合作，携手法国Europlacer、英国Speedprint、美国BTU、韩国Koh Young、日本Omron等参展设备商共同打造从物料库房到产线的整套工艺流程，并真实演示信息化（MES）与智能库房、智能SMT整线、智能物流机器人、智能工位、操作者的真实协作生产过程。ASM旗下SIPLACE和DEK与锐德热力Rehm和欧姆龙Omron联合展示以智能手机、汽车电子为应用的电子装配产线。此外，FUJI, YAMAHA, Panasonic, JUKI, Mycronic, Kurtz Ersa, YXLON等知名SMT厂商也分别展示了他们的旗舰产品。



智能物流仓储：迈向“智慧工厂”的关键一步

机器人、智慧物流仓储与各种先进的自动化技术帮助电子制造行业快速提升自动化程度、进而实现智能化生产，为未来实现“智慧工厂”夯实根基。

2018电子生产设备展为电子制造业提供了一站式的解决方案，并与业内人士分享“智能工厂的概念。FANUC发那科、川崎机器人、NACHI那智不二越、FESTO费斯托、UNIVERSAL ROBOTS等国内外知名工业机器人和自动化解决方案巨擘联手打造了国内数一数二的电子制造自动化展示专区，带来其最新的工业机器人、运动控制等自动智能化技术。

众多新品引领智慧工厂创新科技

慕尼黑上海电子生产设备展作为2018年开年后业内大秀，在这场全球电子制造市场的盛宴中，行业内众多领军企业携其首发新品强势登陆：线束巨头Schleuniger索铌格现场带来了新款设备—CrimpCenter 36 SP和CrimpCenter 34 C；SMT厂商Europlacer则在现场展示了展会首发2018年新品Lzero 3智能物料储存柜；点胶技术名企诺信EFD更是带来了其全球首发新品Liquidyn® P-Jet SolderPlus® 焊锡膏喷射系统。

多场高品质技术论坛，大咖云集共议行业未来

展会期间举办了多场行业论坛、技术竞赛和机器运作演示活动。“中国电子制造创新论坛”围绕智慧工厂，邀请了国内电子制造与自动化方面的专家与企业，针对性地为电子制造行业介绍解决方案与技术，解决企业提升自动化水平和制造工艺。“国际胶黏剂技术创新论坛”则是国内电子制造行业中少有的以胶黏剂与点胶设备为主题的技术论坛，高级别的演讲嘉宾和前瞻性的话题。“国际线束先进制造创新论坛”则聚焦了新能源汽车线束解决方案和智能检测技术。“国际柔性与印刷电子产业论坛”也邀请了国内外行业专家介绍印刷电子这一创新电子制造技术的科研成果与实践经验。另外，电子制造技术应用大赛围绕工艺改进、工程改进、如何提高一次通过率，如何提高设备及生产线的效率和产生等，进行现场方案评选。

下一届慕尼黑上海电子生产设备展将于2019年3月20-22日在上海举行。

Microwave Journal China 微波杂志

《微波杂志》英文版创刊于1958年，服务于全球射频及微波产业。今天，《微波杂志》英文版及中文版总共拥有6万多名读者，成为全球最受尊重并且发行量最大的射频及微波行业期刊。数十年来，本刊发表了无数经同行评议的技术文章、产品评测、新闻以及关于技术和商业的特别报告，推动了元器件和系统的开发，影响领域包括无线、航空航天、国防以及卫星通讯等。

在过去14年中，射频/微波行业在亚洲特别是中国取得了突飞猛进的发展。例如，中国的军费预算在过去十年中增长了四倍，成为世界第二。此外，中国拥有世界最大的三个移动通信网络，世界前十二大智能手机供应商中国占八个。因此，中国希望成为建立全球5G标准的驱动力。为了更好地服务这一特定市场，《微波杂志》中文版于2012年创刊，目前印刷版杂志的发行量是10,000份，读者来自于中国这个快速发展的市场中的射频和微波设计行业。这本中文版双月刊如同我们的英文版一样，提供高质量的技术内容，并增加了中国本地的新闻、新产品信息以及由中国编辑所做的采访。

免费索阅



www.mwjournalchina.com

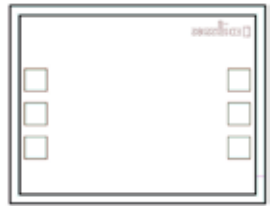
ACT

USB/以太网接口可编程衰减器



Mini-Circuits的RCDAT-30G-30是一款精密可编程衰减器，覆盖从0.1到30GHz的极宽带宽，衰减范围从0到30dB，步长为0.5dB。该设备通过USB或以太网进行控制，可以直接从用户的PC或通过网络远程控制。它还允许通过一个USB或以太网接口菊花链式连接多达25个衰减器到一个主机。

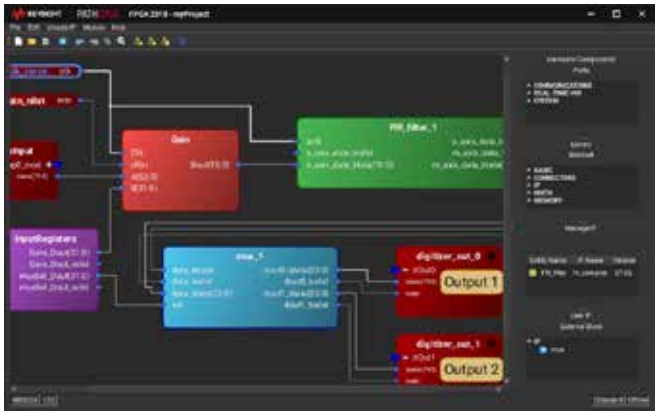
超宽带MMIC倍频器裸片



Mini-Circuits的CY2-44-D+超宽带MMIC倍频器将7至20GHz的输入信号转换为14至40 GHz的输出信号。这款新型号的输出频率范围非常宽，因此适用于5G、Ka波段卫星通信、仪器仪表等应用。它具有+12至+18dBm的输入功率范围，并提供13dB（典型值）的低转换损耗。乘法器可以很好地抑制基波信号和有害谐波（F1：20dBc或更好；F3：24dBc或更好）。

集设计、测试、分析于一身的软件平台

是德科技推出业界首款集设计、测试测量和分析功能于一身的软件平台PathWave。它可从概念设计到产品生产到部署使用的各个阶段加速创新和产品开发。PathWave以是德科技公认的业界领先的专业技术为基础，可确保测量的一致性、精确性和完整性。该软件平台可让客户在需要时灵活、快速地访问设计和测试工具。这些设计和测试工具集合了互操作性和先进的数据管理功能，让您无需在产品开发过程的每个阶段重新创建单独的测量和测试计划，可显著缩短产品开发周期。



PathWave是一个集成了产品开发工作流程各个阶段的软硬件的开放式、可扩展、可预测的软件平台。它在一个开放式的开发环境中集成了设计软件、仪器控制和针对特定应用的测试软件，让用户可快速创建高性能的解决方案。

PathWave为整个设计、测试和验证工作流程提供了一系列集成式软件产品。这些产品具有互联性、互操作性，并能够快速配置，可提供业界最高效的工作流程，让用户能够：随时随地分配适当的计算资源；评估收集的数据以优化工作流程；确保新硬件和软件与现有硬件兼容，使投资回报率最大化；预测瓶颈并快速修正问题，以确保高效的工作流程；从任意地点查看项目状态以确保项目如期完成。

测试资产管理优化服务综合解决方案

是德科技推出业界首款实时监视资产实际利用率与健康状况的测试资产管理优化服务综合解决方案Test Asset Optimization Services。



当测试仪器在使用过程中并进行测量时，是德科技的测试资产管理优化服务可令企业不再需要指派专人手动记录。同时，客户也面临着项目测试预算捉襟见肘，而测试部门需要用更少预算完成更多工作的压力。此种情况下，测试设备使用的全面透明度就变得至关重要。是德科技的测试资产管理优化服务能帮助各企业从单纯追踪测试设备，转变为对于所有测试设备的全面掌控。

通过实时监视测试资产使用率和健康状况，给出关于减少支出的总体建议，是德科技这一综合服务可帮助客户节省隐藏成本。同时，该服务也适用于多品牌测试资产的管理，可以帮助企业对当前及未来的采购需求做出明智的决策。

PathWave Asset Advisor资产顾问软件是测试资产管理优化服务的一个组成部分，它可以用于跟踪和管理测试资产，监测选定资产的使用率与健康状况，并提供资产库功能。，可以通过云托管的方式或者直接在本地使用PathWave Asset Advisor。

GaN FET驱动器

德州仪器推出两款新型高速氮化镓（GaN）场效应晶体管（FET）驱动器，可在激光雷达（LIDAR）以及5G射频（RF）包络追踪等速度关键应用中实现更高效、性能更高的设计。LMG1020和LMG1210可在提供50MHz的开关频率的同时提高效率，并可实现以往硅MOSFET无法实现的5倍更小尺寸解决方案。这两款器件可提供超高速传播延迟（2.5 ns [LMG1020]和10 ns [LMG1210]），使电源解决方案比采用硅驱动器快50倍。

200W LDMOS放大器

埃赋隆推出基于200W BPC10M6X2S200 LDMOS的功率放大器模块。该模块适用于各种等离子照明、工业加热、医疗、射频烹饪和解冻应用。这款小巧轻便的pallet，其工作频率范围为423MHz至443MHz，尺寸仅为125mm × 33mm，重量为85g，并可在脉冲波和连续波模式下工作。它具有50Ω的输入和输出匹配，这使得集成过程更加简单，并且不需要任何额外的匹配元件，因而也能够节省空间和成本。得益于该放大器出色的耐用性，模块可以在短时间内承受10:1的电压驻波比。这款典型功率为74%的高效率放大器有助于将散热要求降至最低；其38dB的高增益特性（两级匹配）进一步简化了终端应用的design-in——需要更少的输入信号，即可达到200W输出。

interference™ technology

ITEM™

电 磁 干 扰 与 兼 容

《电磁干扰与兼容》英文版（Interference Technology）在美国出版于 1970 年，是一份服务于全球电磁干扰与相容产业的技术期刊。 这份业内发行量最大的期刊，拥有超过 75,000 个订户，发行盖过六十多个国家，成为全球范围内最受尊重并广为阅读的电磁行业期刊。

在超过 45 年的时间里，这权威信息源发表了无数经同行评审的技术文章、产品评测、大事、新闻以及技术和商业报道，推动了电磁系统和器件的开发，覆盖航空航天、国防军工、通讯、汽车等领域。Interference Technology 亦发行欧州版与日本版。

免费索阅



www.interferencetechnology.com.cn

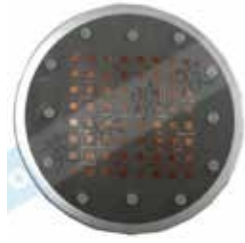
ACT

1200V碳化硅MOSFET

英飞凌（Infineon）推出革命性的1200V SiC MOSFET，使产品设计可以在功率密度和性能上达到前所未有的水平。它们将有助于电源转换方案节省空间、减轻重量、降低散热要求，并提高可靠性和降低系统成本。大联大品佳代理的这款SiC MOSFET带来的影响非常显著。电源转换方案的开关频率可达到目前所用开关频率的三倍或以上。还能带来诸多益处，如减少磁性元件和系统外壳所用的铜和铝两种材料的用量，便于打造更小、更轻的系统，从而减少运输工作量，并且更便于安装。这款全新的MOSFET基于先进的沟槽半导体工艺。首款分立式1200V CoolSiC MOSFET的导通电阻额定值为45mΩ。它们采用3引脚和4引脚TO-247封装，4引脚封装有一个额外的源极连接端子（Kelvin），作为门极驱动的信号管脚，以消除由于源极电感引起的压降的影响，这可以进一步降低开关损耗，特别是在更高开关频率时。

24GHz微带阵列天线

英联微波设计的MAA-240255微带阵列天线，工作带宽较宽，覆盖24-25.5GHz，具有22-23dB的高增益，3dB波束宽度典型值为9°。外观轻巧，尺寸仅有120mm×8.8 mm，重量0.2kg。利用该微带阵列天线高增益、小型化的特点，产品已广泛用于移动通信、汽车雷达、声光电磁等材料特性测试、玻璃面板特定集成等领域。该天线也可以很方便地与射频芯片电路连接，实现更多功能。



ISM频段信号发生器IC

埃赋隆推出BLP25RFE001小信号发生器IC。它提供一个可编程频率合成器，可产生位于433、915和2,400MHz ISM频段内的信号。该器件特别设计用于各种射频能量应用，例如工业加热、解冻和烹饪以及等离子照明。该IC为射频信号生成提供了全集成的解决方案，并采用单3.3V直流电源供电。它采用小型HVQFN28封装设计，PCB占用空间非常小，非常适合当今空间受限的小型化产品使用。该器件通过内部的中功率放大器可产生高达+24dBm的输出功率，并可通过SPI总线进行软件控制。另外它还自带一个小功率放大器，可提供高达+7dBm的独立输出。



工业级Wi-Fi收发器

贸泽电子供应的Doodle Labs工业级Wi-Fi收发器集成有可从移动装置拾取低能量信号的低噪声放大器，能在严苛环境下发挥出卓越的性能。最高达30dBm的射频功率支持大范围信号覆盖，而高频段隔离支持多频段路由器的并行双频段运作。这些收发器的硬件“RF Kill”功能完全符合FAA规范，因此可在航空应用中提供无线服务。Doodle Labs的完整嵌入式工业级Wi-Fi产品组合经认证完全符合美国联邦通讯委员会和加拿大工业局的标准，并且通过了欧盟委员会的CE认证。这些外形规格兼容的收发器提供可靠的性能和多功能性，并且其预先认证的法规遵从性使制造商可以大大缩短开发新型无线网络解决方案并将其投放市场的时间。

新一代层压板、半固化片以及铜箔

罗杰斯推出一系列新一代产品：RO4835T层压板、RO4450T半固化片、CU4000和CU4000 LoPro铜箔，旨在满足目前对先进毫米波多层板设计不断出现的需求。

RO4835T层压板是一款陶瓷填充的、使用特殊开纤玻璃布的低损耗热固型材料，共有2.5 mil、3 mil和4 mil等三种厚度可选，其介电常数（Dk）为3.3，专为多层板结构的内层使用而设计，是对需要更薄的RO4835™材料的一个很好的补充。

RO4450T半固化片也是一款陶瓷填充、特殊开纤玻璃布的低损耗粘结材料，其介电常数为3.2-3.3，更好的充实了RO4835T和现有RO4000®层压板材料产品系列，有3 mil、4 mil和5 mil等三种厚度可选。

CU4000和CU4000 LoPro铜箔是为多层结构的设计者提供的片状铜箔选择，与RO4000产品一同使用时还具有优良的外层铜箔结合力。

支持蓝牙5及蓝牙Mesh和Thread的SoC



Nordic Semiconductor发布nRF52840低功耗蓝牙系统级芯片（SoC），这是同级领先的nRF52系列高性能蓝牙5认证SoC的高级型款。凭借丰富的功能和外设，nRF52840 SoC提供了出色功能和灵活性以支持面向可穿戴设备、游戏、VR/AR以及家庭和工业IoT应用的多种网络连接产品。nRF52840 SoC是目前市场第一款全面支持蓝牙5的所有性能的单芯片解决方案。与先前的低功耗蓝牙规范相比，蓝牙5的主要优势包括：2倍无线原始数据带宽（2Mbps）、4倍长距离通信范围、具有8倍广播扩展性能（将广播数据包有效载荷大小增加到251字节），以及改进的信道共存算法。此外，nRF52840 SoC是市场上唯一支持蓝牙5和Thread共存的多协议SoC，具有低功耗蓝牙和Thread动态多协议功能，即同时支持S140 协议栈和OpenThread RF协议栈共存。

15W单线圈定频无线充电解决方案

大联大控股旗下世平推出基于恩智浦MWCT1011VLH的15W单线圈定频无线充电解决方案，支持最新的WPC-QI标准，适用于手机快速充电。特点：15W单线圈定频无线充电发射端；兼容WPC Qi中功率规范；芯片上的数字解调；向下兼容WPC低功率5W规范；转换效率超过75%。支持品质因素和功率损耗FOD的校准；超低物料清单（BOM）成本；通过MWCT1011获得Qi v1.2.2认证。



碳化硅基氮化镓晶体管

Qorvo推出全球功率最高的碳化硅基氮化镓（GaN-on-SiC）RF晶体管QPD1025。QPD1025在65V下运行1.8KW，提供出色的信号完整性和更大的范围，这对L频段航空电子应用来说至关重要。与硅基LDMOS和硅双极器件相比，QPD1025不仅具备相同的脉冲功率和占空比性能，在效率上还有了显著提升。这款高功率和高效率解决方案在热管理工艺流程中无需采用金刚石等耐高温材料，具备极高的高性价比。这款新型高功率晶体管无需结合放大器的复杂操作便可实现数千瓦的解决方案，能够大幅节省客户的时间和成本。与LDMOS相比，QPD1025的漏极效率有了显著提升，效率高出近15个百分点，这对IFF和航空电子应用来说都非常重要。

射频测试系统

适用于多路输入/输出系统

- 可编程衰减器、多掷开关、功分器及其它更多产品!
- 模块化设计，便于优化升级，提高测试能力及效率!





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
全国免费服务热线：400-887-3088 传真：0591-87870011
E-mail：sales@mitron.cn 网址：www.mitron.cn

IF/RF MICROWAVE COMPONENTS

毫米波末端装接连接器



Pasternack推出一系列新型可拆卸高速末端装接连接器。这些连接器为信号完整性测量、共面波导、芯片评估、SERDES、衬底表征、25Gb以太网及试验装置应用的理想选择。新型连接器由四种型号构成，其电压驻波比低至1.10:1，且最高工作频率为40~110GHz。可供选择的连接器包括1.0mm末端装接连接器（110GHz）、1.85mm末端装接连接器（67GHz）、2.92mm末端装接连接器（40GHz）和2.4mm末端装接连接器（50GHz）。此类高性能末端装接连接器无需焊接，可重复使用，并具有安装宽度为0.89厘米的小巧外形。此外，此类高速末端装接连接器采用不锈钢制成的外导体以及镀金铍铜中心触点，而且极其适用于高速数字系统和毫米波系统的开发。

矢量网络分析仪波导校准件

英联微波的CLKA1波导校准件系列产品可以对矢量网络分析仪（VNA）进行TRL（Thru-Reflect-Line)校准,支持的波导从BJ9（WR975）到BJ900（WR10）。此系列提供所有TRL校准中必须使用到的波导器件。除了TRL校准，CLKA1波导校准件系列还可以用于SSLT（Short-Short-Load-Thru）校准和偏置负载校准，涵盖了目前主流的校准算法。所有型号均可提供标准法兰盘和精密法兰盘（APF系列，经过特殊设计，保证在测试中的波导精确对位，提高测试精度和可重复性）。产品全部采用自主设计和高精度机械加工生产。



EMI/EMC一致性测试解决方案

泰克科技推出用于EMI/EMC预一致性测试和问题调试的新型整体解决方案EMCVu。它为工程师提供了一种准确、方便、经济的方法，评估其产品设计能否第一次就通过EMC一致性测试。新解决方案的核心是泰克实时USB频谱分析仪，包括经济型RSA306B，其提供了传统台式仪器的性能，但价格只是后者的几分之一。泰克这种实时USB频谱分析仪通过USB连接供电，便于在实验室以外的较低噪声环境中执行EMI/EMC测试，如地下室或车库。EMCVu提供了易于学习的向导工具，内置对CISPR (国际无线电干扰特别委员会)多种标准支持，以及按钮附件选择和设置功能。自动环境噪声捕获、多点故障重测、谐波标记进行深入分析，使调试变得异常轻松。

面向物联网和M2M的三频段Wi-Fi天线



贸泽电子供货的Molex三频段Wi-Fi天线可穿透干扰区域，在具有墙壁和障碍物的信号传输困难区域提供可靠的互联网连接。对于Wi-Fi认证产品，此天线提高了电力效率，并支持远距离连接。对于物联网和机器对机器应用来说，陶瓷外壳天线是备受青睐的选择。Molex三频段Wi-Fi天线提供900MHz、2.4GHz和5GHz频率以扩大覆盖范围并穿透干扰区域。与类似的2.4GHz和5GHz天线相比，900MHz频段还可以降低功耗。此款紧凑的表面安装天线能够适应从-40℃到125℃的温度范围。

GaN功率放大器



贸泽电子即日起备货ADI的HMC8205氮化镓功率放大器。此款高度集成的宽带MMIC射频放大器覆盖300MHz至6GHz频谱，对于需要支持脉冲或连续波的无线基础设施、雷达、公共移动无线电、通用放大测试设备等应用，它能给系统设计人员带来巨大好处。HMC8205提供无与伦比的集成度、增益、效率和高带宽。它采用小尺寸设计，所需外部电路极少，因此能减少总元件数和电路板空间。

Sub-6GHz 5G NR参考测试解决方案



NI推出一款Sub-6 GHz 5G测试参考解决方案，该解决方案符合5G新空口（NR）的3GPP Release 15规范。NI的Sub-6 GHz 5G NR参考解决方案是一种经济高效且高性能的测试选项，可帮助工程师快速对其设计进行特性分析，并更轻松地从研发过渡到生产测试环境。新参考测试解决方案非常适合测试新型宽带RFIC，特别是在3.3-4.2GHz和4.4-5.0GHz频段工作的RFIC。工程师可以使用PXIe-5840矢量信号收发仪(VST)测试连续信号带宽超过400MHz的设备，该款VST具有1GHz带宽的瞬时信号收发功能，最高频率可达6GHz。借助NI VST，该解决方案可为100MHz NR信号提供优于0.32%（-50dB）的残余EVM性能，同时提供更快的测量速度。

无线微控制器



代表了新一代Kinetis MCU的全新K32W0x无线MCU平台，作为恩智浦广泛的边缘计算产品组合的一部分，可以让设备更强大、更安全。K32W0x平台是其前代产品的补充增强版，通过更高性能、更多功能和更高安全性，应对不断发展的物联网格局。这款新平台是首个具有双核架构和嵌入式多协议RF的单芯片器件，使物联网产品开发者能够通过单一供应商获得从硅芯片、软件、工具、支持到采购的一系列服务，因而整体降低了产品的复杂性、尺寸和成本，与此同时还提升了功能性和安全性。

带D-SUB连接器的机电式开关

Pasternack推出一系列新型机电式继电器开关，这些开关产品采用能够在DC~26.5GHz频率范围内工作的广受欢迎的构型，以及能够实现可靠直流电压及命令控制功能的D-SUB多针连接器接口。新产品系列包括44款不同机电式继电器开关，分为+12V和+28V两种设计以及单刀双掷、单刀三掷、单刀四掷、单刀六掷四种构型，这些构型支持闭锁、故障安全或常开型致动器，而且带有指示灯、端接器件或TTL逻辑电路等有用功能。此类产品的典型性能参数包括：插入损耗为0.15dB；隔离水平为90dB；额定功率处理能力高达600瓦；封装小巧耐用且支持SMA或N型连接器；可靠性高；工作温度范围为-20℃~+70℃；先合后断（冷切换）条件下的额定开关次数为500万次。

伟博电讯超宽带高性能

现货销售！ **频率源解决方案**

超宽带1μS超高速频综 MFS0218



(152.4 x 152.4 x 27.9 mm)

- 超宽带： 2-18GHz
- 超高速：切换速度<680ns (Typ)
- 步　进：10kHz (Min)
- 小尺寸，高可靠，适应严苛工作环境

- 单边带相位噪声(Max)
  - -77 dBc/Hz @100Hz
  - -90 dBc/Hz @1kHz
  - -100 dBc/Hz @10kHz
  - -105 dBc/Hz @100kHz
  - -105 dBc/Hz @1MHz
  - -110 dBc/Hz @10MHz

超宽带小尺寸低成本频综 MLS0120

¥72800 (1-9只)



(76.2 x 76.2 x 25.4 mm)

- 超宽带：1.25-20GHz
- 步　进：100Hz (Min)
- 内置参考，可接外置参考源
- 小尺寸，低成本，高可靠

- 单边带相位噪声(Max) 内置参考晶振
  - -57 dBc/Hz @100Hz
  - -78 dBc/Hz @1kHz
  - -87 dBc/Hz @10kHz
  - -87 dBc/Hz @100kHz
  - -87 dBc/Hz @1MHz
  - -125 dBc/Hz @10MHz

超宽带带调制频率源 MFS0220M



(158.2 x 164.6 x 31.5 mm)

- 超宽带：2-20GHz
- 调制带宽：1GHz
- 支持任意波形调制
- 步　进：100kHz (Min)
- 支持数字/模拟调制输入
- 高可靠，适应严苛工作环境

- 单边带相位噪声(Max) 内置参考晶振
  - -59 dBc/Hz @100Hz
  - -84 dBc/Hz @1kHz
  - -96 dBc/Hz @10kHz
  - -96 dBc/Hz @100kHz
  - -96 dBc/Hz @1MHz
  - -99 dBc/Hz @10MHz

Mitron 伟博电讯　把最好的微波射频产品带给中国

全国免费服务热线：400-887-3088　邮箱：sales@mitron.cn　网址：www.mitron.cn

Advertiser	广告商名称	网址	页码
American Technical Ceramics		www.atceramics.com	27
Analog Devices, Inc.		www.analog.com/cn analog.com/cn/RADIOVERSE	3, 7
Anritsu		www.anritsu.com	BC
ARTECH HOUSE		www.artechhouse.com	70
中电微通		www.waveguide.com.cn	5
Ducommun		www.ducommun.com	10, 55
Digi-Key Electronics		www.digikey.com.cn	15
能讯半导体		www.dynax-semi.com	47
EDI CON China	电子设计创新大会	www.mwjournalchina.com/edicon	54
EDI CON USA		EDICONUSA.com	71
European Microwave Week	欧洲微波周	www.eumweek.com	33
Frontlynk Technologies Inc.		www.frontlynk.com	39
上海帆测		www.fin-test.com	19
香山微波		www.fragrant-mountain.com	14
GlobalFoundries		globalfoundries.com/cn	17
虹科电子		www.hkaco.com	2, 67
HUBER + SUHNER (Shanghai) Co., Ltd.	灝讯贸易 (上海) 有限公司	hubersuhner.com	11
Infineon	英飞凌	www.infineon.com/rfpower	IFC
International Manufacturing Services		www.ims-resistors.com	34
L-3 Narda-MITEQ		nardamiteq.com/095a	23
MACOM		www.macom.com/home	29
Mini-Circuits		www.minicircuits.com	37, 53, 59, 63, 69, 77, IBC
Mini-RF		www.minirf.com	40
伟博电讯		www.mitron.cn	49, 51, 65, 79
Pasternack		www.pasternack.cn	41
Qorvo		cn.qorvo.com	13
Qotana Technologies Co., Ltd.	成都玖信科技有限公司	www.qotana.com	43
Rohde & Schwarz	罗德与施瓦茨	www.rohde-schwarz.com.cn	9
SAGE Millimeter		www.sagemillimeter.com	35
盛铂科技		www.samplesci.com	57
SKYASTAR	珠海思开达	www.skyastar.com	4
Stanford Research Systems		www.thinkSRS.com	21
Shanghai Huaxiang	上海华湘	www.shx-sh.com	26
Sainty-Tech Communications Limited		www.sainty-tech.com/ www.coppermountaintech.com	31
Win Semiconductors Corp.		www.winfoundry.com	45
Wolfspeed		http://go.wolfspeed.com/sanetronic	25
W. L. Gore & Associates, Inc.		gore.com.cn/test0N	1
益丰电子		www.yifengelectronics.com	61

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
Winson Xing (邢文胜), winsonx@actintl.com.hk

销售人员 Sales Offices

China (中国)

Hong Kong, Taiwan (香港、台湾)
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
Amber Li (李歆), amberl@actintl.com.hk
Tel: 86 21 62511200

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

Beijing (北京)
Cecily Bian (边团芳), cecilyb@actintl.com.hk
Tel: 86 135 5262 1310

Wuhan (武汉)
Sky Chen (陈燕), skyc@actintl.com.hk
Tel: 86 137 2373 9991/ 86 27 5923 3884/1564
Eva Liu (刘婷), eval@actintl.com.hk
Tel: 86 138 8603 3073

Singapore (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

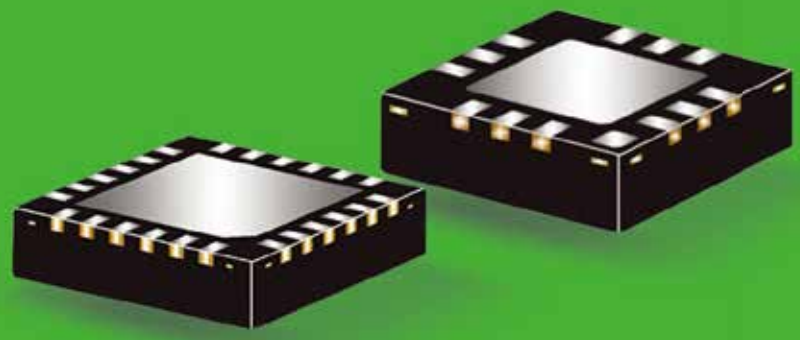
Germany (德国)
Brigitte Beranek, bberanek@horizonhouse.com
Tel: 49 7125 407 31 18

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

MMIC混频器&倍频器



高达 40 GHz

完美适配5G系统的频率变换

低变频损耗和优异的谐波抑制

可提供 3 × 3mm QFN封装及裸芯片

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
全国免费服务热线：400-887-3088 传真：0591-87870011
E-mail：sales@mitron.cn 网址：www.mitron.cn

IF/RF MICROWAVE COMPONENTS



挑战极端测试

尺寸
155mm x 84 mm x 27 mm



隆重介绍世界上第一台超轻便携，频率高达 110 GHz 的毫米波频谱分析仪。

现在极端测试不再是“可望而不可及。工作到 110 GHz 的封装尺寸越来越小，并且售价越来越低。Anritsu 推出了频率从 9 kHz 最高至 110 GHz 的直连频谱测试系列产品。其在毫米波频段具有卓越的动态范围，并且超级小巧便携! 是业界唯一的超轻便携式毫米波频 谱测试解决方案。

ANRITSU MS2760A SPECTRUM MASTER

毫米波应用
汽车雷达，卫星，5G，WiGig 等测试和测量

超轻便携
具备台式仪表性能，尺寸仅相当于智能手机，并可轻松放入口袋

性能
业界领先的动态范围，扫描速度和幅度测量精度

Anritsu

版权所有 2018

客户服务热线：400-879-6892　网址：Http://www.Anritsu.com