



2012年1/2月

Microwave JournalChina 微波杂志

智能手机
时代的全新
RF评价标准



horizon
house®

Founded in 1958

microwavejournal.cn

创刊号
首期闪亮登场!
欢迎免费索阅





The sky is the limit for OTA testing of MIMO LTE



简化MIMO和射频拉远LTE发射机的测量

安立提供最广泛的OTA (Over-the-Air)测试,可以同时应用于FDD和TDD LTE基站;包括一个独特的发射机测试功能,此功能能够简化MIMO发射机故障查找和验证工作。拥有MIMO的自动探测和地图覆盖映射功能,你可以有效验证LTE覆盖质量,即使是在流量拥挤的现场。

访问 www.Anritsu-offer.com/LTE-MWJCN/ 下载资料《eNodeB measurements for LTE systems using MIMO应用手册》

Spectrum Master™ MS2726C



Spectrum Master™
E 系列



Spectrum Master™
C 系列



Cell Master™



BTS Master™

联系安立中国 公司网站: <http://www.anritsu.com/zh-CN/>
北京: 010-65909230 上海: 021-62370898 深圳: 0755-36515388 西安: 029-88377406
成都: 028-86510011 广州: 020-85276618 武汉: 027-87713355 南京: 025-86893596

Anritsu **lte**
Microwave Journal China 微波杂志 Jan/Feb 2012





世上最牢固耐用的超小型混频器



NOW 直到 **20 GHz!**

高可靠、超小型SIM系列混频器，单价从 **\$4⁹⁵** (1000只) 起，具有目前市场上无法超越的宽带和高频性能，同时还具有低变频损耗、高隔离和高IP3。

超过21种型号常备现货，有+7, +10, +13和+17dBm的本振电平的器件可选，无论您的应用是任何特殊的频率、窄带或宽带，都可以在100KHz~20GHz之间找到适合的超小型与RoHS标准兼容的SIM混频器。SIM混频器专为极恶劣的工作环境而设计，包括高的ESD

5.08 x 4.57mm

电平。无论是军用、工业应用还是商用，SIM混频器的价格都极具竞争性。请访问我们的网站 www.minicircuits.com，即可得到完整的性能数据、性能曲线、指标单、PCB布线图和环境指标。您也可以在线或联系伟博电讯进行订购，最快第二天就可获得所需器件。

满足 RoHS 要求 美国专利 #7,027,795

Mini-Circuits... 我们重新定义价值所在!

Mini-Circuits
ISO 9001 ISO 14001 AS 9100 CERTIFIED

P.O. Box 350166, Brooklyn, New York 11235-0003 (718) 934-4500 Fax (718) 332-4661



The Design Engineers Search Engine finds the model you need, Instantly

U.S. Patents
7739260, 7761442

For detailed performance specs & shopping online see minicircuits.com

Microwave Journal China 微波杂志 Jan/Feb 2012



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

全国市话服务热线：400-887-3088

E-mail: sales@mitron.cn

邮编：350003

传真：0591-87870011

网址：www.mitron.cn





德国LPKF电路板快速制作系统

机械、激光直接刻板技术
做电路板又容易又环保

- 工艺简单，好管理，易操作
- 速度快、精度高，无化学过程
- 可加工基材：FR4、PTFE、陶瓷以及PTFE和陶瓷复合介质



FR4



PTFE



Ceramics



LPKF

Laser & Electronics

乐普科光电 天津: 022 23785318
北京: 010 84798421
<http://www.lpkf.cn> 深圳: 0755 26995250
苏州: 0512 85183700
上海: 021 39501051
Made in Germany 成都: 028 82666480

Microwave Journal China 微波杂志

Jan/Feb 2012 VOL. 57 • NO.01

目录 1 Contents 1

出版人寄语 Note From the Publisher

- 06 欢迎阅读微波杂志中文版
Welcome to Microwave Journal China

封面专题 Cover Feature

- 08 智能手机时代的全新 RF 评价标准
New RF Metrics for the Smartphone-centered World
作者: Ben Thomas, Jackie Johnson RFMD 公司

技术文章 Technical Feature

- 16 地面微波点对点链路和风力涡轮机的共存
Coexistence of Terrestrial Microwave Point-to-Point Links and Wind Turbines
作者: Harvey Lehpamer HL Telecom Consultin 公司
- 19 适用于宽带应用的高线性度达灵顿 中频 (IF) 放大器
A High Linearity Darlington Intermediate Frequency (IF) Amplifier for Wide Bandwidth Applications
作者: Haki Cebi Skyworks 公司

教程 Tutorial

- 24 降低射频和微波频率上的相位噪声
Battling Phase Noise at RF and Microwave Frequencies
作者: John Hansen Agilent 公司

ingun®

Test Probes · Test Fixtures

IN TESTING SOLUTIONS
No.1
IN DER PRÜFTECHNIK



(from l. to r.):
Reginald Rudd, Export Manager
Matthias Zapatka, RF Manager
Katarzyna Dabkowski, Probe Assembly
Klaus König, Design Engineering

Made in Germany – “Quality through Precision” 德国制造 精益求精

INGUN offers the world's largest assortment of coaxial contacting solutions and continuously innovative products:

- RF Probes for applications up to 12 GHz
- PCB Contacting Probes
- High-Speed Digital Probes
- Standardized Set Solutions

Contact us and trust the best Quality on the market!
品质出众, 值得信赖。我们恭候您的垂询!

See us at / 欢迎造访:

NEPCON China / Shanghai
NEPCON South China / Shenzhen
Electronica China / Shanghai
Automotive Testing Expo / Shanghai

Or contact our local agencies / INGUN 授权代理商:
www.topstest.com.tw / www.uniconscientific.com.cn
www.wisdomax.cn

ingun Prüfmittelbau GmbH
Max-Stromeyer-Str. 162 / 78467 Konstanz / Germany
Tel: +49 7531 8105-0 / info@ingun.com /
www.ingun.com

New RF Solutions / 全新射频解决方案:



Microwave

JournalChina

微波杂志

Jan/Feb 2012 VOL. 57 • NO.01

目录 2
Contents 2

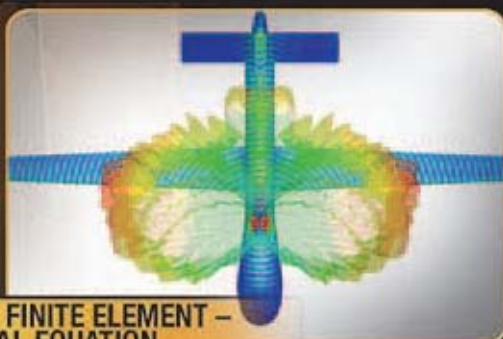
特别报道 Special Report

- 30混合有限元：使用边界积分法实现高效的辐射与散射仿真
Hybrid Finite Element: Boundary Integral Technique for Efficient Simulation of Radiation and Scattering
作者：John Silvestro, Kezhong Zhao, Arien Sligar ANSYS 公司

应用案例 Application Note

- 36电-热微波单片集成电路的设计流程
An Electrical-Thermal MMIC Design Flow
作者：Sherry Hess AWR 公司行销副总裁
- 38无线通信基站用滤波器与多工器的设计
The Design of Wireless Communication Base station Filter and Multiplexer
作者：梁基富，殷实，宋永民，梁国春 江苏贝孚德科技股份有限公司

- 42新闻 News
- 44特色产品 Product Feature
- 51新产品 New Products
- 54展会计划 Coming Events
- 56广告索引 Ad Index & Sales Offices



HYBRID FINITE ELEMENT –
INTEGRAL EQUATION

- 理想组合的 FE 和 IE 解算器
- 提供理想的、开放截断
- 针对严重辐射和散射问题的高效解决方案



HIGH-PERFORMANCE
COMPUTING

- 快速、并行参数分析的分布式解决方案
- 针对大规模3D EM场仿真的HFSS HPC
- 多处理实现快速仿真吞吐量

HFSS®

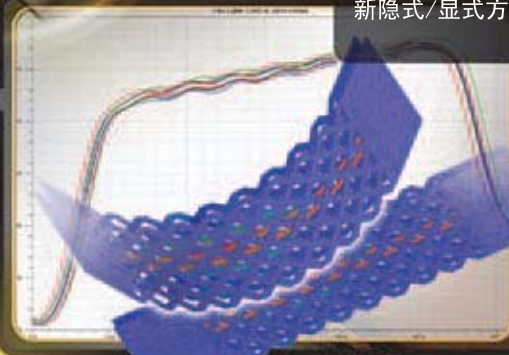
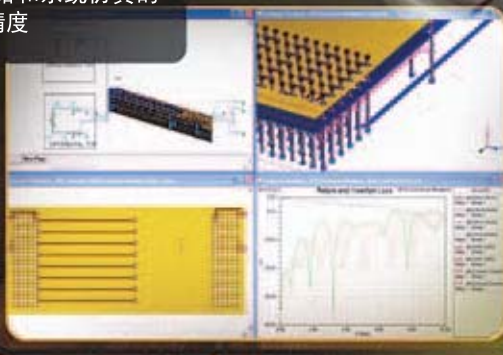
3D 全波电磁场 仿真的黄金标准

HFSS
SOLVER ON DEMAND

- 精简、快速和简便的 HFSS 模型设置
- 链接至流行的 EDA 布局，实现封装和电路板仿真
- 增加电路和系统仿真的 HFSS 精度

HFSS TRANSIENT

- 适形有限元瞬态解算器
- 更高和混合排序的网格元素
- 本机时步方案
- 实现优良几何细节的创新隐式/显式方案



ANSYS 利用业界领先的 3D 全波电磁场仿真软件 HFSS 提供高精度、生产力和计算能力。凭借 HFSS 的全新混合有限元-积分方程解算器，用户可以实现针对严重辐射和散射问题（如天线平台集成）的无与伦比的精度。HFSS 的全新基于有限元的瞬态解算器是探地雷达、静电放电、EMI 和时域反射研究的理想选择。全新解算器的按需而用能力有助于用户为芯片、封装和电路板设计迅速直接创建模型，从而简化模型创建，为布局设计环境带来 HFSS 的准确性和强大能力。

欲了解更多有关 HFSS 的信息和 ANSYS 如何帮助您超越您的射频、微波和高速电子竞争对手，请访问 www.ansys.com.cn。

ANSYS®

北京
+86 21 6335 1885

上海
+86 0755 3304 3136

深圳
+86 10 8286 1715

Administration 行政管理

Publisher (US): Carl Sheffres

Editor (US): David Vye

Technical Editor (US): Patrick Hindle

Managing Editor (China): Katie Huang

Managing Editor (US): Jennifer DiMarco

Staff Editor (US): Kerri Germani

Editorial Assistant (US): Barbara Walsh

Audience Development Manager (US): Michelle Barry

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 (雅时国际通讯)

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

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

China Sales Director 中国区销售总监

Sky Chen (陈燕) skyC@actintl.com.hk

Shanghai (上海)

Tel: 86-21-6251 1200

Sales Manager 销售经理

Judy Huang (黄作美) judyH@actintl.com.hk

Hatter Yao (姚丽莹) hatterY@actintl.com.hk

Linda Li (李承珍) lindal@actintl.com.hk

Beijing (北京)

Tel: 86-10-6418 7252

Sales Manager 销售经理

Oasis Guo (郭镜园) oasisG@actintl.com.hk

Executive Editorial Office

685 Canton Street, Norwood, MA 02062

Tel: (781) 769-9750

FAX: (781) 764-5037

e-mail: mwj@mwjournal.com



出版人寄语 Note From the Publisher

欢迎阅读微波杂志中文版

Welcome to Microwave Journal China

微波杂志诞生于 54 年前，当时一群创业工程师决定需要为美国快速增长的射频和微波行业出版一本杂志。这些前辈的使命是提供一个论坛，可以交流微波社区的信息和知识，这将有利于整个行业并推动其成长。

由于中国的射频和微波产业继续以迅猛的速度增长，出版服务于这个独特社区的杂志的时机已经到来。为此，我很高兴将微波杂志中文版的第一版呈现在您的面前。

我们的使命和我们的前辈没有什么不同。我们将提供来自国际作者的先进技术内容、全球角度的市场分析、高管访谈、最新产品，以及将要发生的行业活动的消息。在这一期杂志中，您会看到来自 RFMD、Skyworks Solutions、ANSYS、安捷伦科技公司和 AWR 公司专家的文章。您还会看到丰富的最新产品和行业新闻。

我们将很快推出我们的编审委员会成员，他们将帮助确定哪些文章将出现在未来的杂志当中。

今天，我们拥有了电子媒体的优势，微波杂志于 1958 年首次推出时无法与今天同日而语。

www.microwavejournal.cn 将在未来几个月内推出，还有将最新消息、产品和活动送到您桌面上的新闻通讯。和技术内容一起，我们将提供一个交流想法、教育研讨会和白皮书的行业论坛。您还可以找到帮助您搜索产品和服务的制造商的名录。

微波杂志中文版的诞生恰逢中国的龙年。有人告诉我，出生在龙年的人的主要特点之一是激情，而龙一般都伴随着吉祥祝福。我向您保证，微波杂志中国团队对这一工作充满了极大的热情和激情，我们希望这种将为我们和我们的读者带来好运。

如果您有新闻信息或新产品，敬请与中文编辑联系：黄莺 katieh@actintl.com.hk。

新年快乐！

此致



社长 (Publisher) : Carl Sheffres



© 2012 AWR Corporation. All rights reserved. AWR is a National Instruments Company.

引领射频与微波电子设计

AWR®公司是射频与微波电子设计自动化 (EDA) 产品的引领厂商, 其Microwave Office™系列工具, 显著加快了射频、微波产品的开发步伐。

使用AWR产品作为您的射频、微波设计平台, 可以更加快捷, 更加可靠的实现产品的设计。

AWR 产品的应用领域如下:

- Microwave Office: 射频、微波模块及MMIC/PCB设计工具
- AXIEM®: 三维平面电磁分析工具
- Analog Office®: Analog/RFIC 设计工具
- Visual System Simulator™: 通信系统设计工具

欢迎访问如下链接获取 AWR 产品 30 天免费试用。
www.awrcorp.com/cn



AWR中国办公室:
上海张江高科技园
碧波路690号2幢402-3室

AWR中国代理商

Rohde & Schwarz China
电话: 010-64312828
网址: www.rohde-schwarz.com.cn

AWR台湾代理商

ACE Solution
电话: 886-3-552 5633
网址: www.acesolution.com.tw

AWR
China

电话: 021 6104 2234
传真: 021 6104 2265
网址: www.awrcorp.com/chinese
邮箱: info.cn@awrcorp.com



智能手机时代的 全新RF评价标准

New RF Metrics for the Smartphone-centered World

Ben Thomas RFMD 公司 3G/4G 蜂窝前端部门市场总监
Jackie Johnson RFMD 公司蜂窝前端应用工程经理

十年前，“手机”作为家庭座机电话的一种延伸，只是人们在出门在外时使用的一种语音通话工具。当时手机的全球漫游功能极为有限，多种手机通信标准并存：主要是 GSM、TDMA 和 CDMA，许多手机还与 AMPS 保持兼容。为配合和支持这些应用，射频功率放大器（PA）全部以最高功率运行。手机在 3.4 V 的性能表现成为主要的测量标准，因为它能证实实际的功率输出能力。因此，在评测性能时主要对几种基于调制特点的参数和关键的产品差异化因素——功率附加效率（PAE）进行评估。产品供应商和客户基本上都采用“静态”的测量方法，因此评估过程非常简单直接。

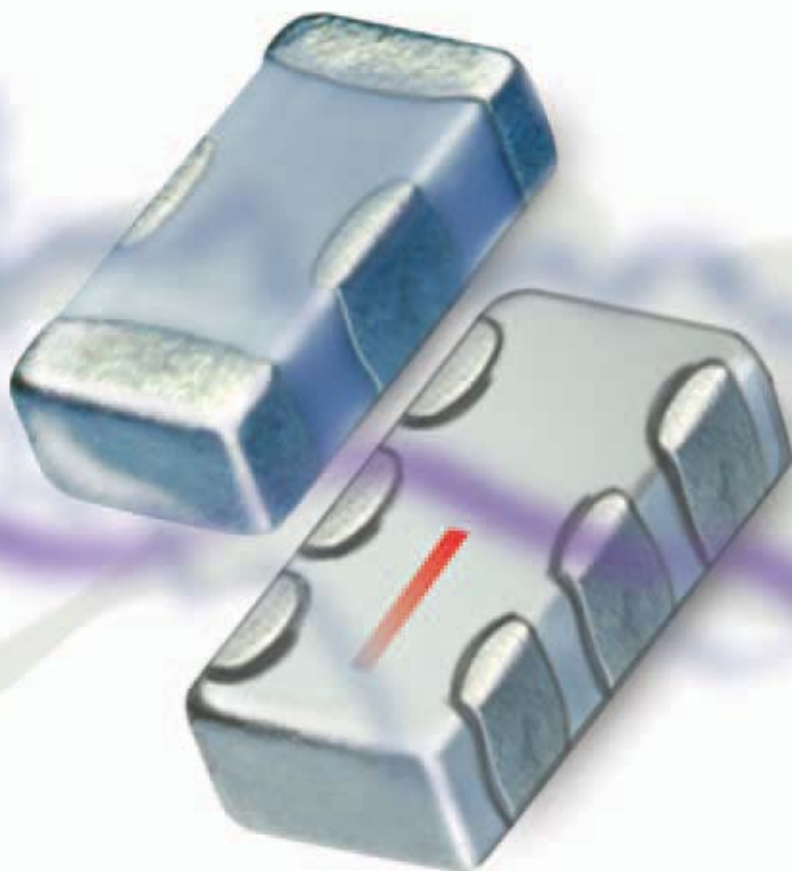
但是随着智能手机时代的来临，我们很快发现这些“静态”测量方法几乎没有任何意义，因为这些方法在大多数情况下是对异常参数进行评估，而非一般性参数。这就意味着这些简单的测量标准将造成蜂窝前端和 PA 设计上不适当的取舍。当今的通信世界是智能手机的天下，理应使用以智能手机为中心的射频前端。这些射频前端在一个充满变化的动态环境中运行，因此应使用以智能手机为中心的全新“动态”评价标准对其性能进行评估。

智能手机 = 移动数据

首先，最重要的一点是，虽然智能手机简单称为新一代移动设备，但其移动特性已今非昔比。与过去不同，现在的手机已不仅

仅是用户在远离家庭或桌面座机电话时所使用的替代性语音通话工具，对许多人来说，手机已成为他们唯一的电话设备。随着 GSM 与 W-CDMA 网络的覆盖率逐渐扩大，手机的全球漫游功能也大为增强——可以跨多个国家和多个移动运营商进行电话呼叫。其次，虽然智能手机现在仍然是一种语音通信工具，但已主要演变为数据驱动的个人设备，用户可以用它来浏览网页、下载最新的视频或歌曲，或在 Twitter 上发布他们最新发现的热门餐厅。

这些新的使用模式将对 RF 产生巨大的影响。由于智能手机用户每日的数据业务使用频繁，他们希望手机在充电之后，运行时间能够尽可能延长，因此如何最大限度提高电池的续航能力成为人们越来越关注的问题。另外，尽管手机内部的半导体元件数量不断增多，但手机的外形却变得越来越纤巧。在这种极端紧凑的设计中，因低效运行而产生的热量无法迅速散发，因此散热性能成为设计新组件时需要考虑的最大问题之一，而采用 DC-DC 转换器来应对这些散热问题也成为一种越来越普遍的解决方案。第三，对全球蜂窝通信标准的使用模式进行观察后我们发现，移动设备的输出功率呈现出一种波动性极强的动态模式，处于峰值功率模式只是偶尔出现的异常情况，而非普遍现象。如果将这些因素与跨越由各个网络运营商部署的基础设施的全球漫游结合起来考虑，我们会发现，用户需要 RF 在网络指定的任何功率水平下都能发挥最高效率。



陶瓷滤波器

低通 带通 高通

99

45 MHz ~ 13 GHz

单价从 美分起 (数量3000)

¹⁶⁷
超过 ~~141~~ 个型号... 仅 3.2 x 1.6 mm 大小。这些微小密封的滤波器采用我们先进的低温共烧陶瓷 (LTCC) 技术, 具有出众的热稳定性、高可靠性和非常低的成本。这使它们成为您系统要求必不可少的产品。请访问我们的网站 www.minicircuits.com, 即可得到完整的性能曲线、数据表单、PCB 布线图和所有您选型时所需要的信息。您也可以在线或联系伟博电讯进行订购, 最快第二天就可获得所需器件。

现在无需额外费用, Mini-Circuits 均可提供小数量盘带封装, 标准数量为 20, 50, 100, 200, 500, 1000 和 2000。帮助您节省时间、金钱和库存空间。

组合的 KWC-LPH LTCC 滤波器套装仅 \$98



选择任意 8 个低通或高通滤波器型号, 每个型号 5 个器件, 总共 40 个器件。今天, 就开始订购您的 KWC-LPF 滤波器套装!

满足 RoHS 要求 美国专利 7,760,485 和 6,943,646

Mini-Circuits... 我们重新定义价值所在!

Mini-Circuits®
ISO 9001 ISO 14001 AS 9100 CERTIFIED

P.O. Box 350166, Brooklyn, New York 11235-0003 (718) 934-4500 Fax (718) 332-4661



The Design Engineers Search Engine finds the model you need, Instantly

• For detailed performance specs & shopping online see minicircuits.com

Microwave Journal China 微波杂志 Jan/Feb 2012



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



封面专题 Cover Feature

最后一个关键点是，智能手机从设计上说是一种数据设备，而数据调制的多样性造成了各种各样的线性和功率要求，因此必须对性能进行动态评估，以全面评测一个 RF 前端或 PA 是否适用。

电池电流消耗成为问题的核心

过去，效率是衡量移动应用中的 PA 性能的主要参数，特别是在使用峰值功率和单一电压（通常是 3.4 V）的情况下。但是，实际上，手机电池并不是一直保持在一个稳定不变的电

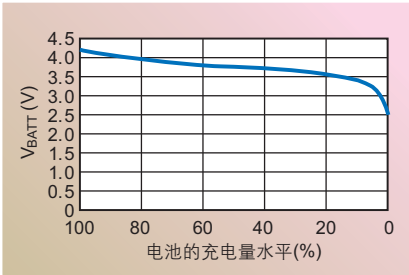


图 1：锂电池放电曲线。

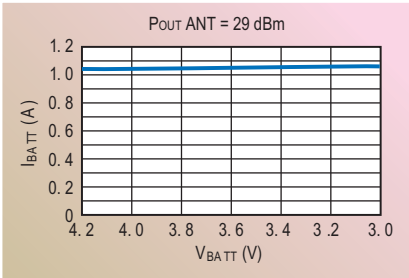


图 2：未采用 DCDC 转换器的解决方案的电流和电池电压。

压；事实上，如图 1 所示，一个锂电池的电压根据充电量的比例而变化。电池的电压通常处在 4.2 ~ 3V 之间，根据剩余电量而变化。如果对电池的放电曲线进行详细观察，我们会发现，在 80% 以上的运行时间内，电池的电压高于 3.4 V——这是首个表明传统的测量对象是异常情况而非普遍现象的证据。

我们再回顾将效率作为性能衡量指标的情况，在这种方法中，效率是比较 RF 前端的主要标准，但它要求以主观方式选择一个电压点。这种参数比较容易测量和评估，但却不能代表实际的使用模式。例如，通过计算效率可以显示出未采用 DC-DC 转换器的传统 GSM PA 解决方案之间的性能差异，因为这些 PA 在运行时使用一个固定的集电器电压。

$$Eff\% = \frac{\frac{P_{out}}{10} \cdot 10}{V_{cc} I_{cc}} * 100 \tag{1}$$

因此，如果电池的电压是 3.4 V，PA 输出功率是 31dBm，那么效率大

射频解决方案

来自 JFW Industries

测试系统 固定衰减器 功分器

程控衰减器 负载/终端器

手动可变衰减器 射频开关

测试附件

Call 317-887-1340
Toll Free 877-887-4JFW (4539)
E-mail sales@jfwindustries.com
Visit www.jfwindustries.com

表 1：采用 DC-DC 转换器的 RF 前端的测量数据。

充电量(%)	电压(伏特)	电流(安培)	直流功率
100	4.2	0.600	2.52 W
92.3	4.1	0.614	2.51 W
83.9	4.0	0.628	2.51 W
72.3	3.9	0.643	2.50 W
53.1	3.8	0.659	2.50 W
30.8	3.7	0.675	2.49 W
20.3	3.6	0.693	2.49 W
13.8	3.5	0.712	2.49 W
9.51	3.4	0.733	2.49 W
5.98	3.3	0.754	2.48 W
4.27	3.2	0.778	2.48 W
2.88	3.1	0.802	2.48 W
2.21	3.0	0.829	2.48 W
1.54	2.9	0.857	2.48 W
0	2.5	---	

约是 35%，当今多数解决方案的效率都处在这一水平。如果将电池电压改为 3.8 V，由于部分电力以热能形式耗散，效率将降低 4%。虽然这一点表明解决方案在散热方面的潜在问题，但这种效率与电池电压之间的紧密关联并未明确显示该解决方案对延长电池使用时间和最终的用户通话时间的效果如何。在比较解决方案对通话时间的影响时，唯一有效的方法是指明 RF 前端的电流消耗 (mA)，因为电池是以 mA/ 小时的容量单位来区分的。因此，更加接近于实际使用模式的比较方法是计算整个放电曲线内的平均电流消耗量。此外，这种方法还将考虑另外一种可能发生的情况，即解决方案利用一个 DC-DC 转换器来调整 PA 集电极的输出电压（当今智能手机 RF 解决方案普遍关注的问题）。只有这样，才能够更好地对这两种解决方案进行比较。

在测量电流消耗量时，PA 设计人员可以直接测量工作电压范围内的电流消耗。在未连接 DC-DC 转换器的传统 GSM PA 中，我们可以很直观地看到，在电池的电压范围内，电流消耗量比较平稳（参见图 2）。

但是，在一个利用 DC-DC 转换器来提供 PA 集电极电压的解决方案中，我们发现电流消耗随电池电压的不同而变化。由于电池的电压因充电量的不同而异，我们可以测量相对于电池充电量的电流消耗量（参见表 1）。

下面我们绘出了各个充电量水平上的电流消耗量（参

见图 3）。通过计算多项式和对曲线进行合并，我们得出公式 2

$$\int I_{batt}(L)dL = \frac{P1}{11}L^{11} + \frac{P2}{10}L^{10} + \frac{P3}{9}L^9 + \frac{P4}{8}L^8 + \frac{P5}{7}L^7 + \frac{P6}{6}L^6 + \frac{P7}{5}L^5 + \frac{P8}{4}L^4 + \frac{P9}{3}L^3 + \frac{P10}{2}L^2 + P11L$$

(2)

此公式的计算结果显示，该解决方案将为设计者提供 $I_{battavg}=0.665A$ 的平均电流。

通过比较这两个 GSM PA 解决方案可以计算出客观的相对性能以及与电池使用时间和通话时间直接关联的一些参数数值。在本例中，使用 DC-DC 转换器的解决方案在给定的回退功率水平上（ECTEL 29 dBm 电压）能够更有效地使用电流，从而将平均电流消耗量减少了大约 400 mA。一个注重工作在回退功率水平上的 GSM 电流消耗量的智能手机 RF 架构，将通过采用 DC-DC 转换器获得显著优势。

相反，如果我们继续使用传统的 3.4 V 峰值功率测量方法，采用 DC-DC 转换器的解决方案将显示出较差的电流消耗情况。但是，这种单一的测量数据并不能代表实际的情况。在图 4（与支撑电压示例类似）中我们看出，如果我们考虑电池功率范围内的平均电流并根据电池在各个功率水平上的使用

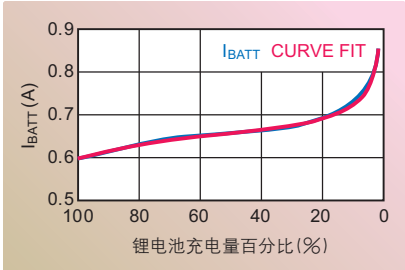


图 3：采用 10 阶多项式曲线拟合的数据图。

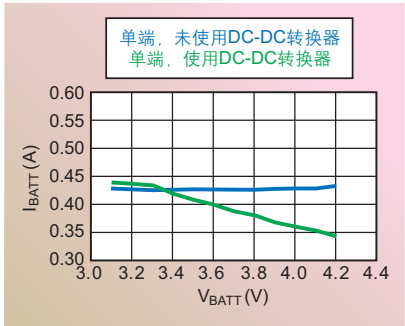


图 4：电流消耗与电池电压。

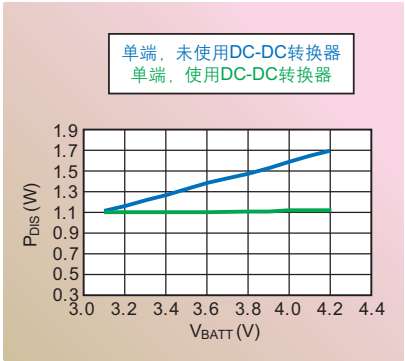


图 5：耗电量与电池电压。

封面专题 Cover Feature

表 2：两个 W-CDMA 架构的电流消耗比较。			
W-CDMA PA 架	0 dBm lcc	24 dBm lcc	DG.09 lcc
PA “A”- 单端式， 3 种功率模式	9 mA	420 mA	26 mA
PA “B”- 平衡式，模拟 偏置和集电极电压控制	12.5 mA	460 mA	22 mA

时间百分比来权衡，可以很直观地看到，在手机的正常运行状态下，使用 DC-DC 转换器的解决方案在性能上更胜一筹。

散热问题日益引起强烈关注

以上例的数据为基础，我们用相同的方法评估了各种不同的电流消耗量对散热性能的影响（参见图 5）。

根据电量的使用情况，我们很快发现，在一个未使用 DC-DC 转换器的解决方案中，在电池放电曲线的大部分点上，手机所产生的热量大幅度增加。智能手机的发热量大约在 1.5 ~ 2W 之间时，最终用户很容易觉察，具体取决于智能手机的外形尺寸和散热性能。由于 W-CDMA 采用全双工模式（意味着系统能同时发送和接收信息），PA 在数据呼叫的整个过程中都保持在开启状态并传输数据。与 W-CDMA 不同，GSM 是基于时间的，PA 的占空比为 1/8，在 GPRS 多时隙运行条件下，占空比最高可达 4/8。相反，如果 W-CDMA PA 消耗 400 mA 的电流，电池的电流要求将保持在这一水平。在 GSM 系统中，如果 PA 消耗 1.5 A 的电流并采用占空比，平均电流消耗将低于 200 mA。通过对两种系统进行观察，我们很容易理解为什么全双工系统广泛采用了 DC-DC 转换器一目的是最大限度减少热耗散。

这些示例很清楚地表明，测量一个 PA 解决方案（无论使用什么通信标准）的热效应的最佳方法是计算电池放电曲线的整个可使用范围内的平

均散热量。

移动办公人员 +
固定基础设施 =
可变输出功率

手机在随用

户移动的过程中，其输出功率将不断变化，虽然这个道理很容易理解，但在过去十年，绝大多数的测量标准仍然以峰值功率水平为基础。为基于 CDMA 的移动运营商开发的 CDG 曲线是第一个突破性尝试，旨在更准确地表示手机正常运行过程中真实的输出功率。随后，由于 W-CDMA 调制也显示出类似的特点，GSM 联盟也很快推出了一种类似的评价标准，即 DG.09 曲线，它预测了 W-CDMA 语音调制输出功率变化的概率密度。（参见图 6）。

尽管 CDG 和 DG.09 曲线已推出很久，但那种仅考虑单一功率水平的评价标准仍旧占据了主流地位，而使用这种参数很容易造成错误决策。例如，我们可以比较一下两个完全不同的 W-CDMA PA 控制架构：一个是使用三种功率模式的单端式 W-CDMA

表 3：3G 数据 PDF 评估功率水平和概率。	
天线口功率(dBm)	3G 数据[3G HSPA+]P(x)%
24	8.8
21	5.3
18	8
15	10.6
12	12.2
9	12.9
6	12.2
3	10.6
0	7.9
-3	5.3
-8	3.5
-18	1.5
-28	0.7
-38	0.5

PA（PA “A”）；另外一个平衡式 WCDMA PA（PA “B”）则采用连续模拟偏压控制，同时通过降压式 DC-DC 变换器来调整集电极电压。人们经常通过对 0 和 24 dBm（峰值）输出功率水平上进行测量，来评价哪种解决方案的性能最好。

表 2 显示了两者在性能上的差异。我们只需扫一眼就能看出使用“静态”参数的不利后果。如果依据 0 dBm 或峰值电流消耗量进行评价，决策者可能会选择 PA “A”。如果使用的评价标准是 DG.09 曲线（它能更好地表征 W-CDMA 语音性能），决策者就会选择 PA “B,” 同时还能获得平衡式 PA 方案所具有的优点——对 VSWR 不敏感和工作频带宽。

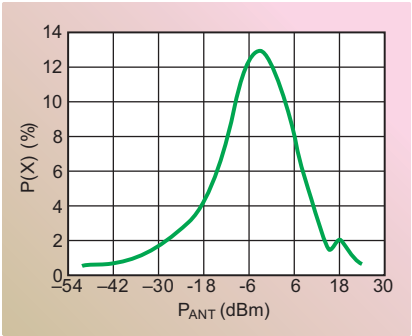
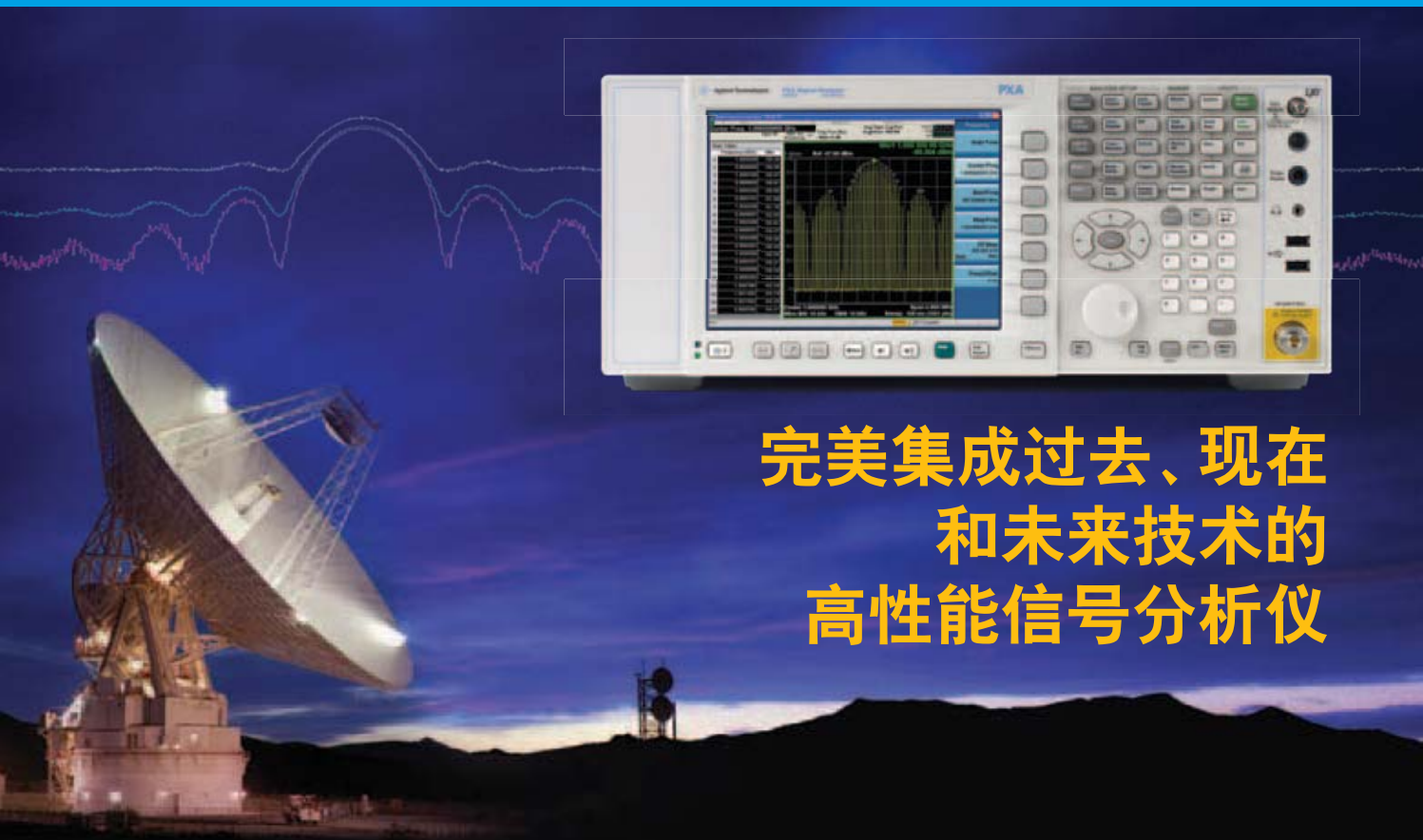


图 6：DG.09 概率密度函数。

表 4：4G 数据 PDF 评估功率水平和概率。	
天线口功率(dBm)	4G 数据[LTE QPSK](x)%
24	5.3
21	3.5
18	5.3
15	8
12	10.6
9	12.2
6	12.9
3	12.2
0	10.6
-3	7.9
-6	5.3
-11	3.5
-21	1.5
-31	0.7
-41	0.5



完美集成过去、现在 和未来技术的 高性能信号分析仪

Agilent PXA 信号分析仪不但提供无缝集成技术，还能够随时间不断演进，极大程度地延长产品的生命周期。借助可升级的 CPU、安全性更高的移动硬盘、I/O 和扩展插槽，PXA 信号分析仪助您推动当前与未来的发展。

前瞻理念，源自安捷伦！



观看有关信号分析功能的视频，
请扫描二维码或访问
<http://goo.gl/QVBZZ>

© 2011 安捷伦科技有限公司
所有数据由安捷伦提供

PXA 信号分析仪 (N9030A)

单台仪器提供 50 GHz 频率；使用外部混频器可达 325 GHz

160 MHz 分析带宽；900 MHz 宽带中频输出

-129 dBc/Hz 相位噪声，-172 dBm DANL，+22 dBm TOI

相位噪声、噪声系数、脉冲测量应用软件

与 Agilent PSA、Agilent/HP 856x 和 HP 8566/58 代码兼容

点击获取宽带中频和毫米波测量、雷达测试和
技术更新的应用指南、海报、光盘等资料

www.agilent.com.cn/find/mmwave_PXA

安捷伦客户服务中心，热线电话：800-810-0189、400-810-0189



Agilent Technologies
安捷伦科技有限公司

封面专题 Cover Feature

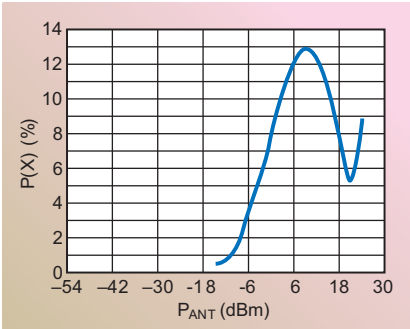


图 7：3G 数据概率密度函数。

智能手机 = 数据

到目前为止，我们对测量标准的讨论主要是围绕语音性能进行的，但是智能手机在大部分运行时间内是处在数据模式。随着新型智能手机的不断推出，数据模式也不断增多——起初是基本的 W-CDMA 数据，后来是 HSPA，现在则出现了 HSPA+ 数据模式。每种模式都有不同的性能要求，对 PA 解决方案的要求也日新月异。简而言之，随着数据速率的提高，输出功率概率密度函数 (PDF) 的中心点的功率输出要求也不断增强。虽然目前在这方面还没有正式发表的文章，但在与许多客户和手机平台供应商谈到这一问题时，他们一致认为，DG.09 曲线的“中点”大约在 0 dBm，根据对数据吞吐率的要求，而对高阶数据调制，曲线“中点”会提高 10–15dB，因为它需要保证足够的数据吞吐量。这一要求合情合理，因为高阶调制格式将在星座图中导入更多符号。随着星座图中符号的增多，符号之间的相位和幅度很小的误差，都会导致高度误码率 (BER)。这就要求发射 (TX) 系统增大功率，使得接收端有大的信噪比 (SNR)，从而限制 BER 和错误纠正率。采用这种方法最终的结果是提高数据速率。在测量平均电流消耗时应全面考虑这些数据速率方面的因素，在图 7 和表 3 中，我们采用了一个 3G 数据

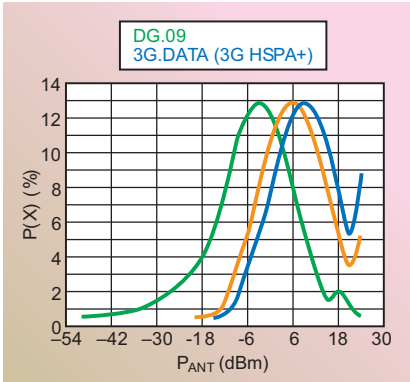


图 8：3G 与 4G PDF 曲线汇总。

PDF 来测量一个 W-CDMA PA 的动态性能。

未来的智能手机将采用 4G LTE，在为这些智能手机选择评价标准时我们应避免重复因使用假设“静态”测量点的评估方法而导致的错误，因为历史已经证明，假设的这些情况很少发生。在对 LTE 的 QPSK 调制方案对系统的影响进行评估后，我们再次发现在实际部署移动设备时，数据有所不同。表 4 列出了这种高阶数据调制方案的评估点，图 8 则对三种不同的 PDF 进行了汇总。

对图 8 进行分析后我们可以看出，无论是现在还是将来智能手机 RF 都具有极大的复杂性，我们希望这些分析结果能促使大家放弃“静态”的性能测量方式。即使在为创建 PDF 曲线时应具体选择哪些点上大家存在异议，我们仍相信，使用一组 PDF（不管以什么方式定义）远远胜过仅凭几个离散的参考点来进行选择关键架构和组件的决策。

采用正确的方法势在必行

电池在放电过程中不会一直保持同一个电压，因此智能手机本身是一个动态的环境。移动电话用户，顾名思义，会时常处在移动中，这就增加了一个动态环境变量。虽然多年来我

们一直通过静态的测量结果来衡量前端解决方案的性能“优劣”。人们很快发现，这些假设与实际的蜂窝手机使用环境完全不符。

也许有人会说，“没有测试设备，也没有时间去评估这些动态特性。”在过去这个说法可能成立，但现在完全不成问题。RFMD 提供的组件测定系统能够在几天之内在所有的温度、负载和功率条件下对一个多模式、多频段的环境完成评估；以前要完成这些测量工作需要花费几个月的时间。这一技术的推出使我们能够进行更精确的分析。

也许最重要的一点是我们目前正处于手机行业发展的巨大转折期。过去手机行业基本以语音技术为主，调制方案极为有限，而智能手机目前的发展趋势几乎是瞬息万变。智能手机市场的急剧膨胀是十年来所罕见的。此外，与这些新设备相伴而来的是一个极具变动性、复杂性而且要求非常严苛的运行环境。通过单一功率的静态测量方法来确定一个解决方案的性能优劣已经过时。业界每年为开发这些 RF 组件都投入几百万美元的研发资金，而研发的成果却没有太多进展，因此我们用“疏忽”一词来形容这种状况可能更为恰当。

我们是否应该敦促业界和 RF 组件供应商加快采用这些动态评价标准的步伐？这应该是深思熟虑之后的选择。我们需要采取的第一个步骤显而易见，那就是更改产品规格书，采用这些新的评价标准得到实际性能。只有这样原始设备制造商 (OEM) 才能看出需要在什么地方进行改进，从而提高他们生产的手机和移动设备的运行质量。我们希望业界的供应商加入我们的行列，共同迎接下一个 RF 十年的到来。

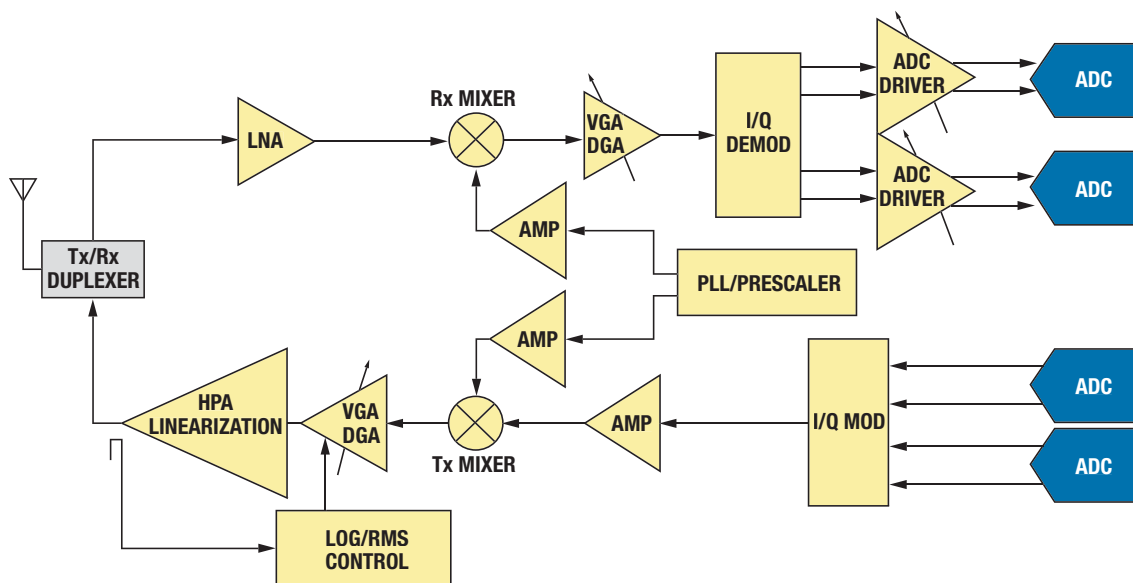


卓越的RF性能、选择和集成度 ADI 倾力呈现

1000 多款 RF IC、业界领先的工具以及实验室电路，
助您优化无线电设计

在应对 RF 设计挑战方面，ADI 公司可谓傲视群雄。我们针对 RF 信号链的各个环节提供 1000 多款性能卓越的 IC 产品。从高性能分立式构建模块到单芯片集成子系统，ADI 公司的众多解决方案能够为您攻克 RF 设计的每一个难题。完整的实验室电路、优异的在线设计工具、在线研讨会、评估板和技术支持论坛，进一步确保用户成功实现最佳设计。如欲详细了解我们的创新产品和设计资源，请访问：analog.com/zh/RF

为 RF 信号链的各个环节提供性能卓越的 IC



支持多频率的集成功能

- › ADF435x: 宽带 PLL、VCO
- › ADRF660x: 混频器、PLL、VCO
- › ADRF670x: 调制器、PLL、VCO
- › ADRF680x: 解调器、PLL、VCO
- › ADRF6510/ADRF6516: 双通道 VGA、滤波器
- › ADRF6850: 解调器、PLL、VCO、VGA



设计资源

- › RF 工具: ADIsimRF™、ADIsimPLL™、ADIsimSRD™、ADIsimCLK™
- › Circuits From the Lab™ 实验室电路: 几十款 RF 参考电路
- › EngineerZone™ 中文技术论坛

地面微波点对点链路和风力涡轮机的共存

Coexistence of Terrestrial Microwave Point- to Point Links and Wind Turbines

Harvey Lehpamer HL Telecom Consultin 公司

作为替代能源的潜力来源之一，风力涡轮机被认为是一个新兴的行业，并已在美国以及世界各地的许多地方矗立起来。风力涡轮机的工作原理是从风能转化为机械能的动能转换过程，然后用来发电。一大批风力发电机组被称为风力发电场，它可能影响无线电通信系统，包括广播电台、气象雷达、机场雷达、地面微波点对点系统。

在任何时候，身处荒凉区域的正在设计一个新的微波链路的工程师们都应该调查是否存在和靠近风力涡轮机。在这篇简短的文章中，我们将讨论和总结一些工程师在微波网络设计过程中必须解决的问题，以确保微波链路和风力涡轮机的和平共处。相同的结论也适用于可能会考虑在现有微波链路区域建设新的风力发电场的项目。

风力涡轮机和风力发电场

为了保证风力涡轮机的效率，1.5 MW 的涡轮机可能是一个非常大的结构，有直径超过 67 米（220 英尺）的叶片和高度超过 55 米（180 英尺）的塔架^[1]。风力发电场考虑的问题包括：它们是由高度反光材料组成，可能高达 400 英尺以上，而且转速高达 200 英里的叶尖有很大的雷达截面（RCS）；在一个相对较小的区域里，风

力发电场可能有数百个这样的高大结构^[2]。

简单地说，RCS 测量的是在雷达接收机的方向反射雷达信号的目标能力，接收机可能会也可能不会配置雷达发射机。虽然，计算风力涡轮机实际的 RCS 几乎是不可能的，但一些测量结果表明，其测量值可能接近巨型喷气飞机的 RCS。这很容易得出结论，一个大型风力发电场可能引起附近机场雷达屏幕的误报（或在覆盖的情况下出现被雷达忽略的空穴），所以有可能无法检测到飞越风力发电场的飞机。

风力发电场通常设在隆起和空旷的区域，在那里设备可以畅通无阻地接触到风。这种类型的环境也是固定电信设施（如微波站）的首选。有关这一主题的研究很少，不过，随着越来越多的风力发电场的建设，这个话题正变得越来越引人注目。一般来说，微波工程师应该认真考虑三个标准，即可能导致射频通信系统性能降级的三个方面：近场、衍射和反射 / 散射。

近场和远场

近场和近场术语描述的是天线周围的场，或者更通俗地讲，是任何电磁辐射源周围的场。顾名思义，天线周围存在两个边界区域。其实，存在多达三个区域和两个边界，而重要的是要注意这些边界是不固定的空间（图 1）。

通常情况下，可使用两个或三个区域模型。在近场，场强度并不一定随天线的距离稳步减少，而是可能会出现振荡特性，因此很难预测该区域的天线增益和辐射模式^[3]。

执行微波链路工程，包括菲涅尔余隙（Fresnel's clearance）和路径分析（path profile）的工程师，都是基于微波天线位于远场区的假设，即，它们之间的距离足够大。任何大型物体（反光或不反光），包括风力涡轮机，在天线的近场都可能会扭曲天线的辐射模式，因此应该予以避免。

菲涅尔区的概念

菲涅尔区的概念是地面微波点对点链路设计的一个组成部分。一个剖面图（profile plot）上的菲涅尔区信息最常见的用途是检查经过该区域的障碍物，并计算出可能的衍射。

菲涅尔区指定采用一个对应于半波长的倍数数目的序号，以表示直接路径与无线电波传播路径的差异。因

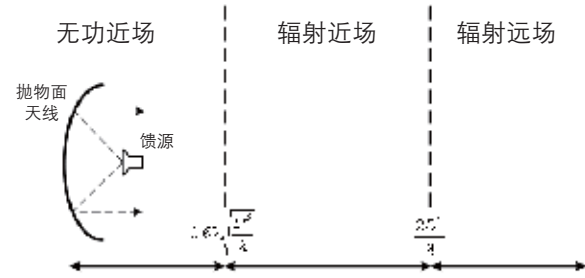


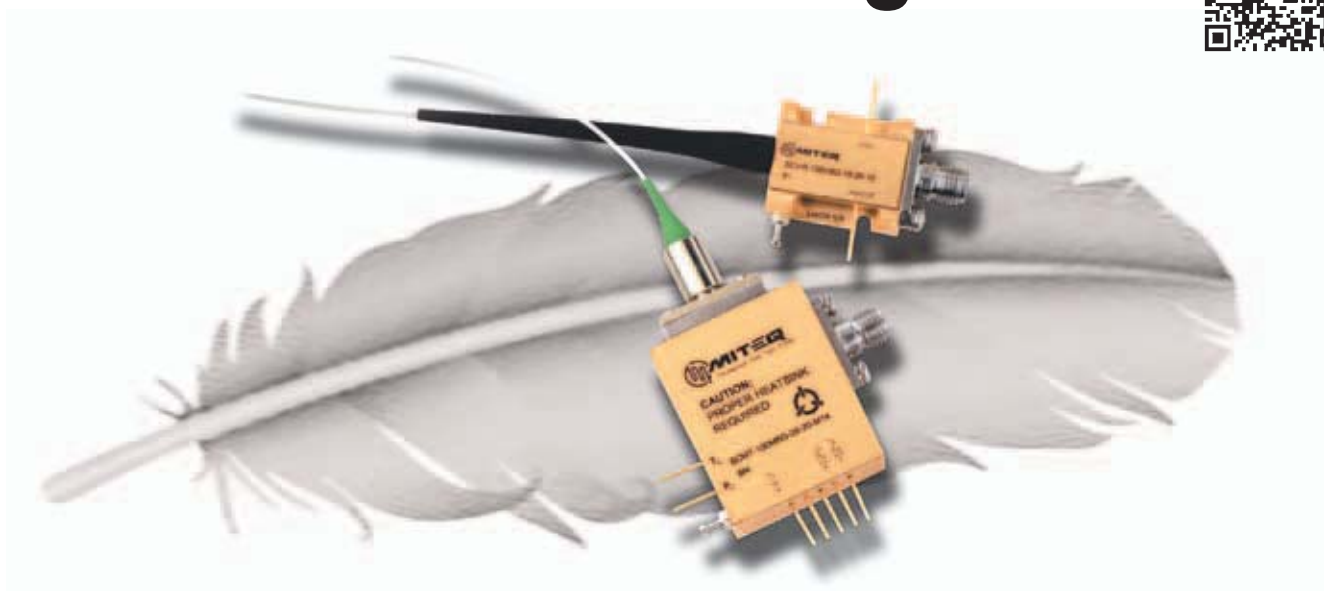
图 1：天线的辐射场。



Less Loss, Less Weight

Uncompromising...To 20 GHz

RF Over Light



授权中港总代理:

**SANETRONIC
COMPANY LIMITED**
盛昌电子有限公司

T: +86-755 2518 1122 x 106
E: miteq@sanetronic.com
H: www.sanetronic.com/miteqch.htm



www.miteq.com

技术文章 Technical Feature

此,第一菲涅尔区是一个椭圆柱体,其表面相当于一个半波长的路径差异,并代表所有其他菲涅尔区的最小体积(图2)。

在微波工程中,第一菲涅尔区的半径是当前用来建立来自不同类型障碍的链路的适当间隙的参数。通式(假设 R_n , d_1 and R_n , d_2)可计算第 n 个菲涅尔区半径近似为:

$$R_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$$

在这个公式中,是波长, R 是菲涅尔区的半径, d_1 和 d_2 是从天线到要测试点的距离, d 是微波链路长度。

这里给出了以英里表示距离、以GHz表示频率的更实用公式,计算以英尺表示的第一菲涅尔区半径的公式是:

$$R_{feet} = 72.1 \sqrt{\frac{d_1 d_2}{f(d_1 + d_2)}}$$

衍射理论表明,发射机和接收机之间的直接路径需要至少有第一菲涅尔区到自由空间传播条件半径的60%的间隙。

如果路径的几何形状是这样,一个偶数菲涅尔区恰好与一个良好的反射面(例如,一个湖泊、公路,或平坦的沙漠区域,或是这种情况下的风力发电机组)相切,会发生信号抵消,导致直接和间接(反射)信号路径之间的干扰。

本次讨论没有包括的是不恒定的大气折射特性,以及大气折射指数(以地球半径因子 k 表示)的变化,这些可能会影响复杂地形,全部或部分拦截菲涅尔区。关于气候对净空要求影响的更详细的讨论由^[3]给出。

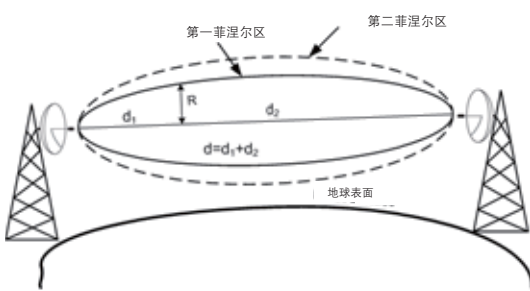


图2:菲涅尔区。

风力涡轮机附近的微波链路工程

也许是最危险的情况是风力发电机组阻挡或碰到第一菲涅尔区。由于大型叶片以约32rpm的速度旋转(通常有两个或三个叶片),衍射(障碍物)或风力涡轮机的无线电波反射可能影响点对点微波链路。因此,任何重大的干扰信号,如延迟的多路径组件,都将使信号电平上下波动约1.0-1.5Hz^[4]。

基于一些测量,随着高达18GHz的频率,一台涡轮机的微波链路可能会衰减2-3dB。如果是在菲涅尔区内,一个只有17台涡轮机的风力发电场可能产生高达20dB的衰减。考虑到微波链路衰减余量一般为30~35dB,这是一种非常显著的信号损失^[5]。

重要的是要记住,水平轴的叶片旋转是根据风向来改变方位的,所以它不是像一棵树或建筑物那样静态障碍物。虽然通常为60%的第一菲涅尔区间隙足以保证微波链路的性能不受干扰,但在这种情况下,建议完全保持第一菲涅尔区100%无阻挡(clear)。此外,甚至无阻挡的第一菲涅尔区可能还是不够,所以应该遵守更严格的规定,应该保持第二菲涅尔区无阻挡。

来自涡轮机物理结构的信号反射可传播到微波接收机,可能导致接收机阈值的降级,从而导致链路要求的C/I(载波干扰比,通常以分贝表示,取决

于调制和编码方案)大幅增加。应该小心可能来自风力发电场个别涡轮机的多重反射。与微波链路平行的一长串运行的风力涡轮机可能尤其不利。

结论

设计靠近风力涡轮机的微波链路的流程可遵循微波工程一贯的良好做法——避免天线的近场附近的障碍,保持第一(在这种情况下是第二)菲涅尔区没有障碍物,而且要特别注意,当运行的微波链路与一大串风力涡轮机平行时的反射;在某些特殊情况下,还可能需要空间分集或一些其他方法来降低多径效应和改善微波链路的可靠性。

作者简介

Harvey Lehpamer 目前是位于加利福尼亚州圣迭戈的“HL Telecom Consulting”的所有人兼首席工程师。
联系:HL_2@Hotmail.com 或 HarveyLehpamer@HLTelecomConsulting.com

参考资料

1. Ragheb, M., “风力涡轮机的雷达信号,” 2009年。
2. Baron, S., “国家空域系统的风力涡轮机,” FAA, BLM 可再生能源峰会提交, 2009年。
3. Lehpamer, H., “微波传输网络——规划、设计和部署,” 2010年第二版, McGraw-Hill。
4. Bacon, D. F., “固定链路风力涡轮机禁区法”, 2002年
5. Randhawa, B.S., Rudd, R., “固定链路和扫描遥测设备的潜在风电场干扰 RF 测量评估”, ERA Technology Ltd, 英国萨里, 2008年。



适用于宽带应用的高线性度达灵顿中频 (IF) 放大器

A High Linearity Darlington Intermediate Frequency (IF) Amplifier for Wide Bandwidth Applications

Haki Cebi Skyworks 公司

如今, 中频放大器被广泛应用于基站、有线电视和仪器等领域。它的一个最大优势是线性度极高。新的应用 (例如将放大器用于有线电视) 也对增益响应和噪声系数提出了很高的要求——需要在尽可能保持增益响应平坦的同时, 最大限度地降低噪声系数。试验表明, 采用单路或双路 RF 反馈拓扑结构的达灵顿放大器在宽带上的增益、平坦度和线性度要高于普通放大器。^[1,2] 在过去, 放大器一般采用的是 HBT、SiGe 和 PHEMT 等工艺技术。每种技术都有其独特的优势。此外, 各种有源、动态和无源偏置技术也被用于改善放大器在各种温度和工作频带上工作时的性能。^[3,4] 电容峰化技术可进一步增加带宽, 但它会同时增加输入和输出回波损耗。^[5] 对于大部分放大器而言, 较高的线性度都是以较高噪声系数 (NF) 为代价。

我们应势推出了这款高线性度达灵顿 RF 反馈放大器, 其噪声系数 (NF) 小于 2dB。它通过源极电容峰化技术优化了宽频带范围内的增益平坦度, 同时借助源极反馈电感器减小了输入和输出回波的损耗, 并提高了设备在较低频率工作的稳定性。此外, 这款放大器还附带能够提高稳定性的电路, 可确保设备在较高频率保持无条件稳定。

电路设计

此放大器的工作频率范围是 30

~1000MHz。它采用了达灵顿拓扑结构, 可以在不同条件下对第一级和第二级进行偏置。每一级的电压和电流可分别进行调整, 灵活优化性能。采用达灵顿配置后, 增益带宽积可提高至采用单级拓扑结构电路的两倍。此外, 通过优化 RF 反馈性能, 它在宽频范围内的输入和输出回波损耗更低。

通过为设备提供不同的阻抗匹配, IP3 得到了进一步优化。^[6] 电压和电流增大时, 漏极电压和电流可增大以优化 IP3 和 1dB 压缩点 (P_{1dB}), 同时尽量降低对其他性能参数的影响。

这款放大器采用的是耗尽 (D) 型低噪声假晶高电子迁移率晶体管 (PHEMT) 加薄膜电阻器 (TFR) 工艺技术。PHEMT 本身具备噪声低和线性度超高的特性, 因此非常适合这类应用。不过, 本文所展示的设计并不局限于此这类工艺。

图 1 展示了芯片的电路原理图。源极

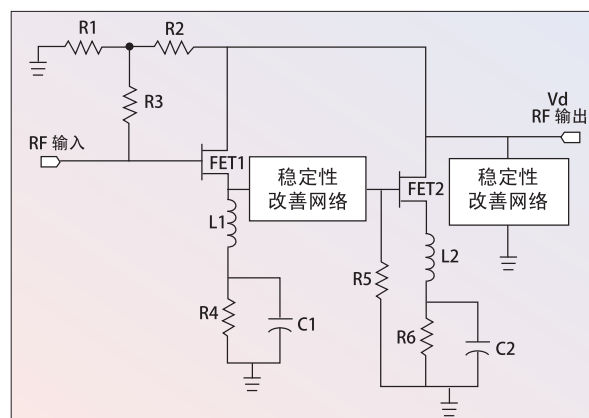


图 1: 芯片电路原理图。





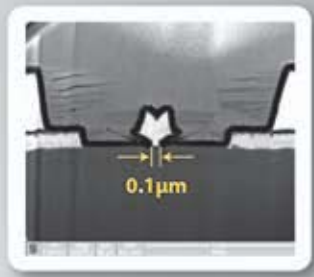
Leading Global Communications



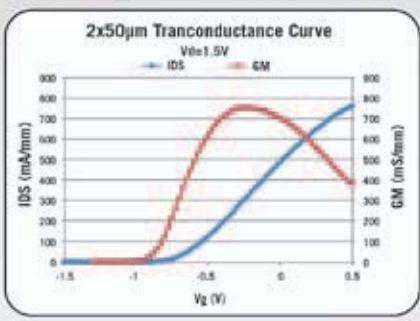
稳懋最新 0.1μm pHEMT 工艺

实现80GHz以上的高频应用

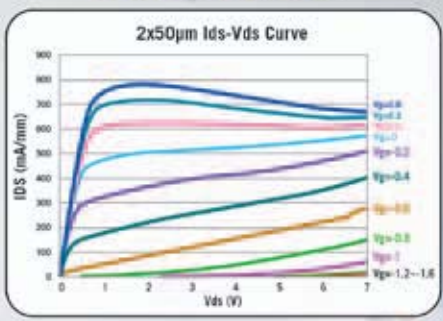
- 0.1μm gate length pHEMT technology
- 9V off-state breakdown voltage for power application
- Wafer thickness options of 50um (PP10-10) and 100um (PP10-11) available
- 860 mW/mm P_{sat} at 29GHz with V_d=4V
- 400 mF/mm² capacitor for design flexibility



PP10-10, 11 Transconductance Curve



PP10-10, 11 I-V Curves



Comparison of WIN's millimeter wave pHEMT technologies

	PP25-21	PP15-50/51	PP10-10/11
Gate length	0.25μm	0.15μm	0.1μm
Operating Frequency	Up to 20GHz	Up to 30 GHz	Up to 90GHz
Max Drain Bias	8V	6V	4V
Max Id (Vg=0.5V)	490 mA/mm	630 mA/mm	760 mA/mm
IDSS (Vg=0V)	340 mA/mm	470 mA/mm	520 mA/mm
Max Gm	410 mS/mm	460 mS/mm	725 mS/mm
Vto	-1.15 V	-1.35 V	-0.95 V
Von (Diode turn on)	0.8 V	0.8 V	0.9 V
BVGD	20V (18V min)	16V (14V min)	9V (8V min)
f _r	65 GHz	90 GHz	130 GHz
f _{max}	190 GHz	185 GHz	180 GHz
Power Density (2x75μm)	1100 mW/mm @ 8V, 10GHz	870 mW/mm @ 6V, 29GHz	860 mW/mm @ 4V, 29GHz (2x50μm)

WIN SEMICONDUCTORS CORP.

Tel: +886-3-3975999#1257
E-mail: markyu@winfoundry.com

Fax: +886-3-397-5069
http://www.winfoundry.com

电阻 (R_4 和 R_6) 用于设定正向源极直流电压和漏极电流。这些电阻的值可以通过电流方程式轻松算出。

$$I_{DS} = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_p} \right)^2 \tag{1}$$

其中，门源电压 (V_{GS}) 和夹断电压 (V_p) 均为负值。确定漏极偏置电流 (I_{DS}) 后，即可算出 V_{GS} 。门极电压的值较小。它通过电阻分压器 (R_1 和 R_2) 以及一个连接到门极的阻值超高的并联电阻 (R_3) 作用于电路。给定门极电压，就可以计算源极电压和电阻值。电压为 5V 时，总电流为 100mA。此外还必须考虑输出晶体管的散热性能。为此，我们借助热量计算器优化了 LNFET 器件的布局。

第一级的设计主要照顾到了噪声系数和输入回波损耗这两项限制条件。为了同时优化噪声系数和输入匹配，它采用了最佳的尺寸和电感负反馈技术。第二级设计用于获得最佳的 IP3 性能。每一级的偏置条件对确定最佳整体 IP3 而言都至关重要。用户可以选择最佳偏置条件，从而取消二阶和三阶互调产物。^[6]

漏极电流由门极和漏极电压控制。如果是小信号，则可以用二维泰勒级数展开式将其表示为一个增量型漏极电流。^[7,8]

$$\begin{aligned} i_d(v_g, v_d) &= I_d(v_g, v_d) - I_d(v_{g0}, v_{d0}) \\ &= \frac{\partial I_d}{\partial v_g} v_g + \frac{\partial I_d}{\partial v_d} v_d + \frac{1}{2} \left[\frac{\partial^2 I_d}{\partial v_g^2} v_g^2 \right. \\ &\quad \left. + 2 \frac{\partial^2 I_d}{\partial v_g \partial v_d} v_g v_d + \frac{\partial^2 I_d}{\partial v_d^2} v_d^2 \right] \\ &\quad + \frac{1}{6} \left[\frac{\partial^3 I_d}{\partial v_g^3} v_g^3 + 3 \frac{\partial^3 I_d}{\partial v_g \partial v_d^2} v_g v_d^2 \right. \\ &\quad \left. + 3 \frac{\partial^3 I_d}{\partial v_g^2 \partial v_d} v_g^2 v_d + \frac{\partial^3 I_d}{\partial v_d^3} v_d^3 + \dots \right] \end{aligned} \tag{2}$$

其中 V_{g0} 和 V_{d0} 为直流偏置电压， v_g 和 v_d 为小信号门极和漏极电压。

如果忽略高阶项并简化回归系数，则上述小信号增量型漏极电流可以表示为

$$\begin{aligned} i_d(v_g, v_d) &= g_m v_g + G_{ds} v_d + \frac{1}{2} g_m' v_g^2 + \frac{1}{2} G_{ds}' v_d^2 \\ &\quad + m_{11} v_g v_d + \frac{1}{6} g_m'' v_g^3 + \frac{1}{6} G_{ds}'' v_{ds}^3 \\ &\quad + \frac{1}{2} m_{12} v_g v_d^2 + \frac{1}{2} m_{21} v_g^2 v_d \end{aligned} \tag{3}$$

其中，回归系数 g_m 、 g_m' 和 g_m'' 分别是跨导系数以及跨导系数相对于 v_g 的一阶和二阶导数。

$$g_m = \frac{\partial I_d}{\partial V_g}, g_m' = \frac{\partial^2 I_d}{\partial V_g^2} \text{ and } g_m'' = \frac{\partial^3 I_d}{\partial V_g^3} \tag{4}$$

G_d 、 G_d' 和 G_d'' 分别是漏 - 源极跨导系数以及漏 - 源极跨导系数相对于 v_g 的一阶和二阶导数。

$$G_d = \frac{\partial I_d}{\partial V_d}, G_d' = \frac{\partial^2 I_d}{\partial V_d^2} \text{ and } G_d'' = \frac{\partial^3 I_d}{\partial V_d^3} \tag{5}$$

$$\begin{aligned} m_{11}, m_{12} \text{ 和 } m_{21} \text{ 为交叉项，分别表示为} \\ m_{11} = \frac{\partial^2 I_d}{\partial v_g \partial v_d}, m_{12} = \frac{\partial^3 I_d}{\partial v_g \partial v_d^2} \text{ and } m_{21} = \frac{\partial^3 I_d}{\partial v_g^2 \partial v_d} \end{aligned} \tag{6}$$

漏极到源极跨导系数在 V_{ds} 较高的饱和区间可以假定为很小的值。上述交叉项通常也很小，可以忽略不计。这样一来，上述 i_d 方程式就可以进一步简化为

$$i_d(v_g) = g_m v_g + \frac{1}{2} g_m' v_g^2 + \frac{1}{6} g_m'' v_g^3 \tag{7}$$

以上方程式粗略介绍了优化二阶截取点 (IP2) 和三阶截取点 (IP3) 的原理。从中可以看出，要使产物的二阶和三阶失真度最低，必须最大限度地减小跨导系数的一阶和二阶导数 g_m' 和 g_m'' 。理想状况下，最好能同时降低 IP2 和 IP3 产物的失真度。这可以通过仔细选择偏置点以及优化放大器在较宽偏置范围内的跨导曲线来实现。以上分析还显示，这种方法还会受到晶片均质性和增益曲线的影响。通过选择工艺参数⁹和拓扑结构以及采用反馈技术,可以降低这一影响。^[2]

带源极反馈的达灵顿拓扑结构可以优化增益和提高线性度。芯片上的电容 C1 和 C2 可帮助实现最佳增益平坦度，而且不会产生大的输入和输出回波损耗。这些电容还可用作源极电阻的旁路，从而降低噪声系数 (NF)。芯片上的 R_1 和 R_2 用于设定门极电压。

图 2 为带外部元件的测试板原理图。外部 RF 反馈电阻 R_2 用于让输入和输出回波损耗与增益之间达到最佳平衡。C1、C2 和 C4 用于阻隔直流。

稳定性设计

典型的规格要求实现最高 18 GHz 频率下绝对稳定工

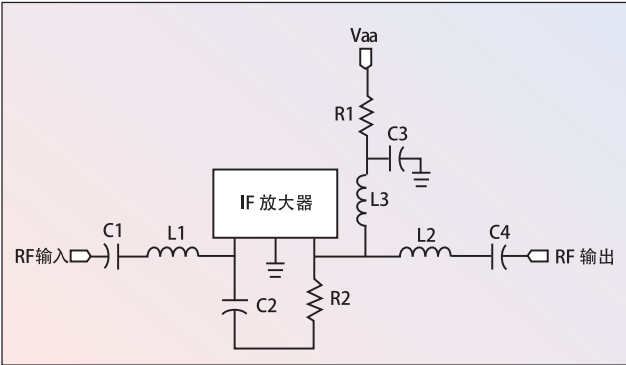


图 2：评估板原理图。

技术文章 Technical Feature

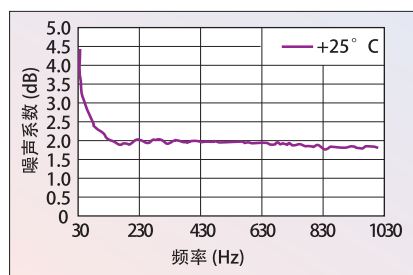


图 3：噪声系数与频率的关系。

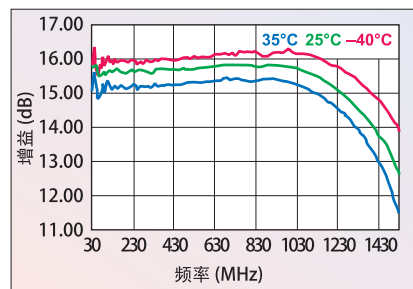


图 4：小信号增益与频率的关系。

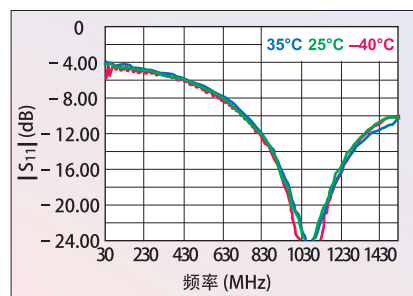


图 5：输入回波损耗。

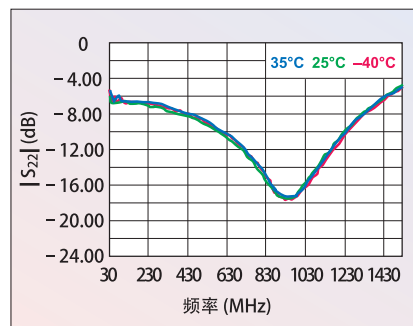


图 6：输出回波损耗。

作。该放大器也必须符合绝对稳定工作的要求，包括所有条件下的外部元件和偏置。为此，它采用和集成了多种稳定性设计技术。为解决低工作频率下的稳定性问题，通常会在源极加入一个电感。

选择元件的注意事项

如果需要调整增益，可以调节

外部反馈电路元件 R_2 和 C_2 。输入和输出匹配网络分别由 L_1 和 L_2 构成。输入和输出匹配电路的频率应接近 700~1200 MHz 的中值。这也可以通过外部匹配元件 L_1 、 C_1 和 L_2 、 C_4 进行调整。

测量结果

放大器是装配在前述带电压的测试板上进行测试的。 V_{dd} 为 5V，总电流 $I_d = 100\text{mA}$ 。图 3 显示了在 30 ~ 1030MHz 的带宽范围内测得的噪声系数。测量结果没有排除输入连接器和测试板线路的影响。在此频带下测得的输入传输线路损耗为 0.1 dB。在 100 ~ 1000MHz 范围内测得的噪声系数 (NF) 约为 2 dB，包括输入传输线路损耗。图 4 显示了输入功率为 -20dBm 时，在多个温度下测得的与频率相关的放大器增益。450 MHz 时测得的增益为 15.6dB。从该图还可看出，在温度为 -40°C ~ 85°C 的整个范围内，增益变化小于 1 dB。

图 5 和 6 分别显示输入功率为 -20 dBm 时，测得的输入和输出回波损耗。在工作频带以内测得的输出三阶截取点 (OIP3) 高于 43dBm。OIP3 测量是通过两个信号源完成的，每路输出功率为 $P_{out} = 5\text{dBm}$ 时，频率分别为 433.25 和 449.25MHz。

结论

中频放大器的设计必须考虑多种性能问题。下一代中频放大器必须具备高效的拓扑结构和有竞争力的设计工艺，才能满足未来不断增长的应用需求。本文介绍的中频放大器采用耗尽型 PHEMT 技术，性能优异，能够满足新电路应用中极富挑战性的要求，必将得到广泛应用。

参考资料

1. R.G. Meyer and R.A. Blauschild, "A 4-term Wideband Monolithic Amplifier", IEEE Journal of Solid State Circuits, 第 6 号第 16 期, 1981 年 12 月, 第 634-638 页。
2. C.T. Armijo and R.G. Meyer, "A New Wideband Darlington Amplifier", IEEE Journal of Solid State Circuits, 第 4 号第 24 期, 1989 年 8 月, 第 1105-1109 页。
3. K.W. Kobayashi, "High Linearity Wideband PHEMT Darlington Amplifier with +40 dBm IP3", 2006 Asian-Pacific Microwave Conference Proceedings, 第 1035-1038 页。
4. K.W. Kobayashi, "High Linearity Dynamic Feedback Darlington Amplifier", 2007 IEEE Compound Semiconductor Integrated Circuit Symposium Digest, 第 1-4 页。
5. C.C. Meng, T.H. Wu 和 S.S. Lu, "28 dB Gain DC-6 GHz GaInP/GaAs HBT Wideband Amplifier with and without Emitter Capacitive Peaking", 2002 Gallium Arsenide Applications Symposium.
6. S.A. Maas, Nonlinear Microwave Circuits, IEEE Press, Piscataway, NJ, 第 349-351 页。
7. A.M. Crosmun 和 S.A. Maas, "Minimization of Intermodulation Distortion in GaAs MESFET Small-signal Amplifiers", IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, 第 9 号第 37 期, 1989 年 9 月, 第 1411-1417 页。
8. G.Qu 和 A.E. Parker, "Intermodulation Cancellation in HEMTs", 1998 International Conference on Microwave and Millimeter Wave Technology Proceedings, 第 84-87 页。

你最近能为我做些什么呢？ 太多了！



16,000瓦的 Pure Power

是的！利用我们全新16000A225放大器打破了我们的旧有限制。它覆盖10 kHz至225 MHz，可提供16,000瓦功率。

我们推动着科技发展

我们用小型化、轻量化固态混合电源模块打开了方便之门。这些模块可在超宽瞬时带宽（4至18GHz）范围内提供高输出功率（最高5瓦）。



准确性、线性和带宽。 需要我们多说吗？

我们的两款最新激光驱动电场探头FL7040（2 MHz至40 GHz）和FL7060（2 MHz至60 GHz），每款都具有卓越的精度和线性，可作为多个探头使用。



给你提供更多大功率

这些产品更小、更轻。然而，我们新的“S”系列放大器工作范围为0.8至4.2 GHz，功率20至1200瓦，一切尽在掌控。



我们新的双频放大器突破了旧有壁垒

一个封装中有两个放大器，你终于可以利用固态可靠性实现从0.8至18 GHz的性能。



我们新的EMI接收机：

惊人的速度，令人难以置信的精确度

CISPR兼容的DER2018覆盖20Hz至18GHz及以上。它结合了灵敏度、动态范围和速度与更直观的界面。

完全集成的测试系统

用更短的时间做更多的事，一切唾手可得。由于这一切都是由AR提供，您可获得最佳的精度、最低的风险，以及在交付之前对经过全面测试系统的最大支持。



Corad 中国电话：86-10-516-16228。

www.arworld.us/plenty



射频/微波仪器

其他 ar 部门：模块化射频 • 接收系统 • ar欧洲

美国 215-723-8181。应用工程师请致电800-933-8181。

www.arworld.us

版权所有©2012年AR。AR产品上的橙色条纹为美国专利及商标注册。

降低射频和微波频率上的相位噪声

Battling Phase Noise at RF and Microwave Frequencies

John Hansen 安捷伦科技有限公司

过去 20 年里，为了适应矢量调制通信和先进雷达系统的迅速发展，射频和微波信号发生器的性能和复杂度都有所增长。对于这些应用，最关键的性能参数之一就是相位噪声。

针对要求低相位噪声的应用而采购现有的信号发生器会产生很高的成本。低相位噪声通常是高端信号发生器中最昂贵的性能选项。假设信号发生器允许接入到构成合成器链路的参考硬件、压控振荡器（VCO）和锁相环（PLL），那么我们可以采取多个步骤改进和优化发生器的相位噪声性能。在探讨这些步骤之前，我们有必要大致了解一下何为相位噪声。

相位噪声是发生器内部各个元器件和电路所引起的信号相位的随机起伏，它会使输出功率分散到周围频率上。理想情况下，合成的连续波（CW）信号均位于单一的频点上。相位噪声可以通过随机相位调制来建模。相位噪声功率的单位（称为 $L(f)$ ）为 dBc/Hz 或 dB；它表示在连续波输出的频偏范围内，每偏置 1 Hz 带宽时，被测载波功率的下降幅度。例如，发生器的相位噪声可指定为：对于 20 GHz 频率的连续波，频偏为 100 kHz 时，相位噪声是 -97dBc/Hz。通常采用双对数轴来绘制相位噪声，使您能够轻松查看近端相位噪声（频偏 < 1 kHz）和远端相位噪声（偏置 > 10 kHz）。查看图 1 中的实例。

绝对相位噪声代表信号发生器的总体相位噪声

在信号发生器中，相位噪声有四个主要来源：频率参考、合成器（鉴相器和 PLL）、振荡器以及宽带本底噪声。图 2 显示了信号发生器硬件的各个部分对相位噪声特征的支配比例。

频偏低于 1 kHz 时，参考部分（一般由 10 MHz 初始信号驱动）决定信号发生器的稳定性和相位噪声。可在发生器内部生成或外部提供一个 10 MHz 频率参考。频率参考部分使相位噪声的下降初始为 $1/f^3$ 相关，随后转换为 $1/f^2$ 相关，这在双对数图表中表示斜率为 20 dB/dec。

通常低相位噪声的信号发生器使用钇铁石（YIG）材

质的振荡器，它的性能优于一般 VCO。当远端载波频偏大于 100 kHz 时，YIG 振荡器的相位噪声将快速下降。这种振荡器表现出了宽调谐范围，意味着信号通过次数较少的相乘即可获得预期频率，进而在更高的频率上实现低相位噪声。PLL 带宽可以确定一个转折点，此时 YIG 振荡器对总体相位噪声的影响将受到抑制。当频偏处于 PLL 带宽范围时，信号发生器的总体相位噪声会受到鉴相器和参考振荡器的影响。

宽带本底噪声主要来自于信号发生器中的热噪声，大部分由输出部分的功率放大器贡献。频偏大于 10 MHz 时的相位噪声一般会受到本底噪声的限制。远端噪声是影

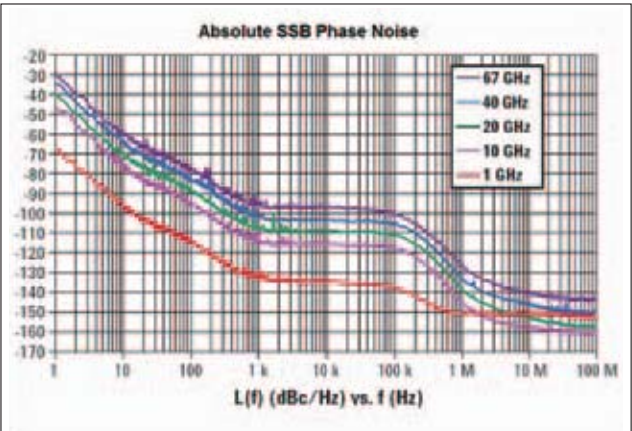


图 1：不同载波频率下的相位噪声图。

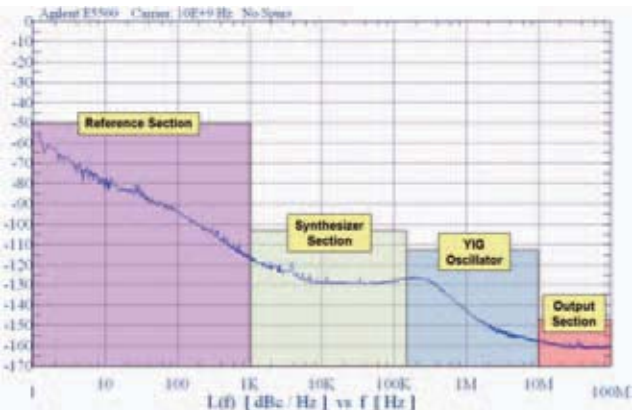
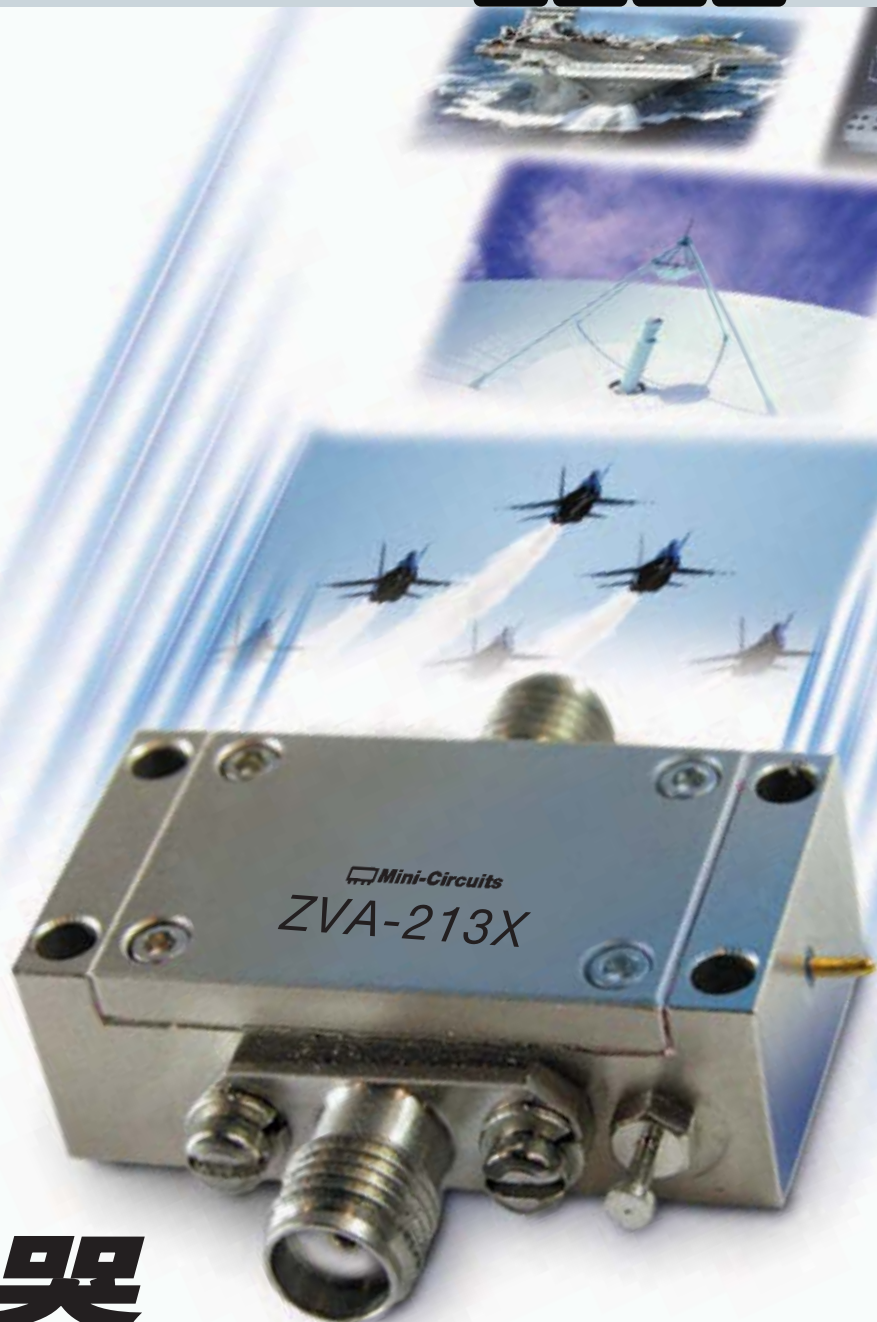


图 2：在不同频偏下，信号发生器的相位噪声来源。（配备低相位噪声选项的 Agilent E8257D 信号发生器）



超宽带 放大器

+24 dBm 输出功率 ... 0.7~21GHz 单价从 **\$845** 起

将这些放大器叫做“宽带”远不足以描述他们的特性，为什么呢？ZVA-183X及ZVA-213X放大器是无条件稳定的，1dB压缩点输出功率为+24dBm（典型值），26dB增益，+/-1dB增益平坦度，3dB噪声系数，+33dBm IP3。而且，他们是如此的牢固，能够承受当输出负载处于开路或短路时所反射回来的全部输出功率。这些超宽带放大器不仅可以用于宽带的军用或商用领域，而且也是实验室或生产环境中窄带应用的理想工具。

请访问我们的网站www.minicircuits.com，即可得到完整的性能细节资料 and 产品的可获得性信息。您也可以在线或联系伟博电讯进行订购，最快第二天就可获得所需器件。

型号	频率 (GHz)	增益 (dB)	输出功率 (dBm) @1dB 压缩点	噪声系数 (dB)	价格 (1-9只)
ZVA-183X+	0.7-18	26	+24	3.0	845.00
ZVA-213X+	0.8-21	26	+24	3.0	945.00

注：使用时必须加散热器来限制基板的温度。

	ZVA-183+	0.7-18	26	+24	3.0	895.00
	ZVA-213+	0.8-21	26	+24	3.0	995.00

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！

Mini-Circuits
ISO 9001 ISO 14001 AS 9100 CERTIFIED

P.O. Box 350166, Brooklyn, New York 11235-0003 (718) 934-4500 Fax (718) 332-4661



The Design Engineers Search Engine finds the model you need, Instantly

U.S. Patents
7739260, 7761442

For detailed performance specs & shopping online see minicircuits.com

Microwave Journal China 微波杂志 Jan/Feb 2012



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

25

IF/RF MICROWAVE COMPONENTS

教程 Tutorial

响宽带通信系统的最大因素，特别是对采用正交频分复用（OFDM）的系统。当频偏接近载波间隔时，如果此时的相位噪声过高，间隔紧密的多个载波之间会形成干扰。

抑制信号发生器中的相位噪声

测试设备制造商始终致力于改善信号发生器的体系结构，以期将相位噪声降至最低。改进相位噪声（尤其是近端相位噪声）的最基本方式之一是装置噪声更低的 10 MHz 参考信号源。通常将恒温控制晶体振荡器（OCXO）作为参考信号源，它可使晶体温度基本保持稳定。各大研究实验室不断寻求改进基准技术，并将取得的进展迅速融入当今的信号发生器中。

创新设计不断涌现，对相位噪声进行抑制并使其降至更低的水平，特别针对由合成器和 YIG 振荡器控制的相位噪声（参见图 2）。参考信号源和合成器的体系结构设计都得到了改进，包括：设计更好的频率规划以最大程度地减少杂散信号，多环路设计以增强稳定性，更高的环路驱动能力以在信号经过合成器链路时提高信噪比。

充分利用低残余相位噪声

残余相位噪声表示信号发生器在不包含参考信号源时的相位噪声。图 3 显示了同一个信号发生器（图 1 绝对相位噪声图所对应的发生器）的残余相位噪声。在方框图的两端，绝对相位噪声表示信号发生器的典型相位噪声和总体相位噪声。低残余相位噪声如何为我们增添裨益？

大多数信号发生器通过端口提供一个外部 10 MHz 参考信号源。使用非常干净的参考信号源有助于降低近端相位噪声，但噪声仍然远远大于残余相位噪声。信号发生器的参考部分不只是 10 MHz 参考信号源，它还包括鉴相器、PLL 和倍频器，在可用范围内为合成器链路的其他部分提供多个频率（参见图 4）。为了旁路这个参考信号源，必须使用外部的高频参考信号源。

高频外部参考信号源可将信号发生器的相位噪声降低至残余水平。信号发生器应允许在参考部分之后接入参考路径，外部高频参考信号源的固有相位噪声要低于信号发生器的内部参考信号源。许多高性能信号发生器的内部参考信号源都能提供出色的相位噪声特征。因此，新的参考信号源必须要具备超常的相位噪声性能。

针对应用优化相位噪声性能

在信号发生器中，PLL 的环路带宽是指位于鉴相器

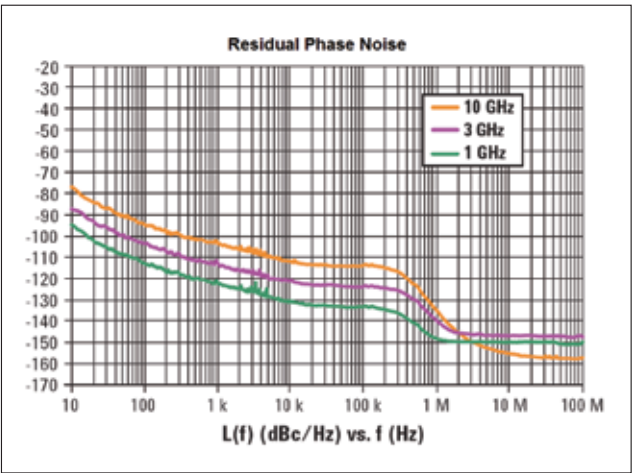


图 3：残余相位噪声表示信号发生器在不包含参考信号源时的总体相位噪声。

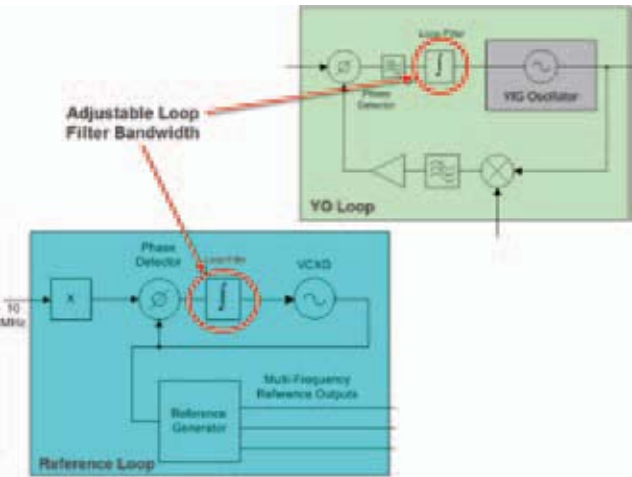


图 4：在信号发生器中，调节参考环路和 YIG 振荡器环路的 PLL 积分器 / 滤波器带宽。

后面的积分滤波器的带宽（参见图 4）。在参考路径和合成器路径中存在多个 PLL，每个 PLL 都对相位噪声产生不一样的影响。对于大多数信号发生器，环路带宽都会固定在适合多数应用的最佳点。参考振荡器和 YIG 振荡器（YO）PLL 的环路带宽可以优化在特定频偏时的载波相位噪声。这要求信号发生器调节当前的带宽。

通常采取固定步骤对参考环路带宽进行调节，其中内部或外部频率参考一般在 25 ~ 650 Hz 之间。这一调节会影响频偏 2 KHz 以内的相位噪声曲线的斜率。参考环路带宽越高，频偏小于 200 Hz 的相位噪声就越低。参考环路带宽越低，200 Hz ~ 2 kHz 频偏范围内的相位噪声会出现小幅下降。对其中一个偏置范围进行优化，势必会影响另外一个偏置范围。

新的合成器设计支持接入 YO 环路带宽和参考环路，而以往设计无法做到这一点。对 YO 环路带宽进行调节会

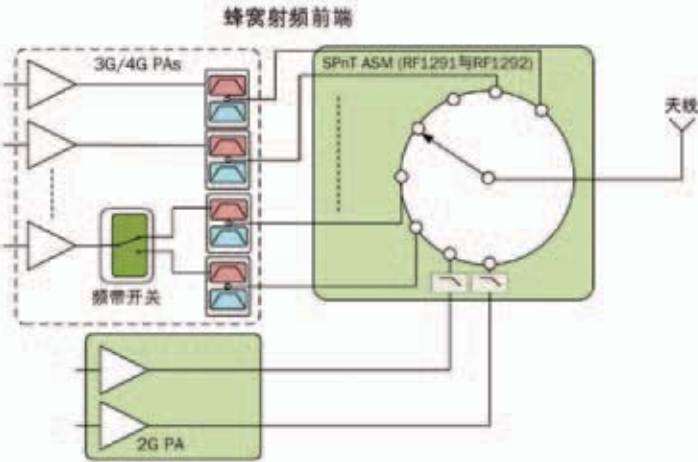
RFMD®

来自RFMD的天线开关模块： RF1291与RF1292



RFMD推出的RF1291与RF1292，是针对有着复杂的多频段和谐波指标等射频需求的3G/4Gs手机应用而专门优化开发的天线开关模块。SP10T RF1291与SP8T RF1292具备领先业界的线性与卓越的插入损耗，非常适用于单刀多掷应用，尤其适合应用于智能手机中多个移动通信标准(GSM/WCDMA/LTE/WiFi/Bluetooth®)共存的场景，天线开关的线性和谐波性能是其至关重要的指标。

	控制线	频率范围 (MHz)	功率容量 (dBm)	控制电压 (V)	插入损耗 (dB)	隔离 (dB)	开关速度 (uS)	IIP2 (dBm)	IIP3 (dBm)	封装 (mm)	大批量生产	型号
SP10T	4	DC 至 3500	35	0 / +1.8	0.7	40	3	131	72	3.2 x 3.2 x 1.0	NOW	RF1291
SP8T	3	DC 至 3500	35	0 / +1.8	0.5	40	3	115	72	2.5 x 3.2 x 1.0	NOW	RF1292



- 特性**
- 卓越的插入损耗与隔离性能
 - RF1291有8个，RF1292有6个线性路径，可灵活组合频段与空中接口
 - 极高的线性与卓越的谐波性能令其成为LTE应用的理想之选
 - 卓越的GSM TX谐波衰减
 - 1.2V控制电压时兼容所有规格
 - 电流消耗极低
 - 所有路径>2kV HBM ESD



RFMD® is a trademark of RFMD, LLC. All other trade names, trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners. ©2012 RFMD.

RFMD®
Mobility. Connectivity. Energy.



教程 Tutorial

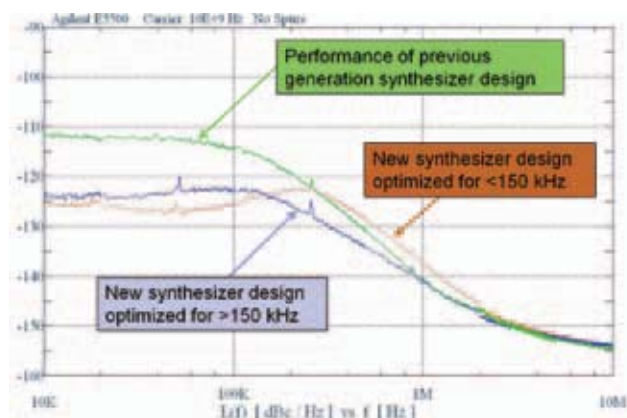


图 5：优化 YIG 振荡器的环路带宽。

对相位噪声图产生很大的影响。这种调节也会对 1 kHz ~ 1 MHz 频偏范围内的相位噪声产生影响。将 YO 环路带宽设置在大约 240 kHz（宽范围），可优化频偏高于 150 kHz 时的相位噪声。将 YO 环路带宽设置在大约 130 kHz（窄范围），可优化频偏高于或低于 150 kHz 时的相位噪声。

在较低频率中使用分频器，而不是外差混频器

信号发生器通常使用分频器进行粗略的频率调节。当载波信号经过分频器时，载频降低为 $1/n$ （ n 是除数）：

$$F_{\text{out}} = F_{\text{in}} / n \quad (1),$$

其中： F_{in} 是输入频率， n 是除数。

当 $n=2$ 时，输出频率是输入频率的 $1/2$ 。

除了载频降低之外，载波相位噪声也会降低 $20 \log(n)$ ：

$$L(f)_{\text{out}} = L(f)_{\text{in}} - 20 \log(n) \quad (2)$$

以 $1/2$ 分频器为例，输出频率的相位噪声将会比输入频率的低 6 dB ($20 \log 2$)，请参见图 1 的相位噪声图。在信号发生器中使用频率调制或相位调制（FM 或 PM）时，对载频进行分频将会使 FM 偏差和 PM 偏差减少 $1/n$ 。当载频较低时，调制偏差会变得极小而失去作用。许

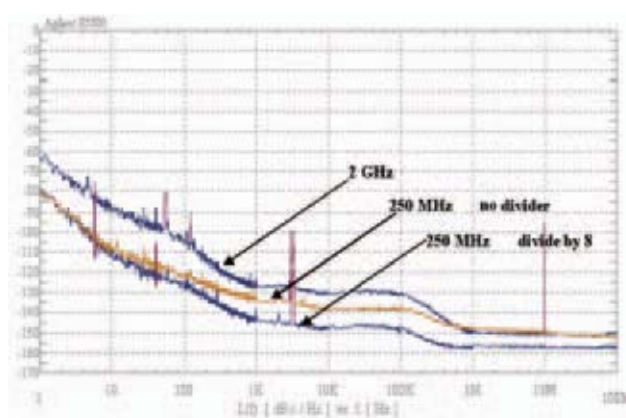


图 6：使用分频器的相位噪声优势。

多信号发生器为了保持调制带宽会在较低频率上切换为外差混频机制，而不再使用分频器。请注意，在低频中使用外差混频不会降低相位噪声。图 6 显示了两个 250 MHz 信号的相位噪声，其中一个信号是通过分频器从 2 GHz 信号中分频出来，另外一个是通过外差混频而得。

分频器可在外部使用，部分信号发生器配有集成的分频器。启用分频器时，发生器可对低频上的输出信号应用分频技术。这使您在所有这些频率偏置上均可获得改进的相位噪声。您可以禁用该分频器，将信号发生器返回到标准模式，使用外差技术生成低频信号。该模式为 FM 和 PM 信号提供较宽的偏差带宽。

结论

在对射频和微波元器件及系统（特别是接收机）进行测试与表征时，通常需要使用干净的测试激励。典型的测试方法规定激励信号的性能保真度必须至少比正在表征的器件或系统高出一个数量级。否则，激励信号源的异常就可能会破坏测试结果。

亚太卫星产业联合应对信号干扰

通过国家、地区和全球卫星产业群之间更紧密的合作，正在解决亚太地区预防和减少干扰的问题。一项质量保证计划在由减少干扰工作组（IRG）、全球 VSAT 论坛（GVF）和印尼卫星产业协会（ASSI）联合亚太卫星通信理事会（APSCC）联合举办的干扰预防首脑会议期间宣布。

已经开始在几个亚洲国家实施的该计划起源于卫星产业与世界广播联盟 - 国际卫星运营集团（WBU ISOG）和无线电频率干扰 - 最终用户倡议广泛的全球合作。

通过该计划，四驾齐驱的计划正在进行：培训、产品质量保证、频谱管理和运营商 ID。前三个方面的计划旨在帮助防止干扰，而第四个计划旨在帮助行业在干扰事件发生时更有效地予以应对。

APSCC、ASSI、GVF 和 IRG 的联合声明称：“亚洲卫星通信服务需求在呈指数升级，现在是业界提供更高服务质量保证的时候了。加强技能，提高产品性能和频谱管理，以及卫星运营商对干扰事件的反应能力，将有助于整个行业继续提供用户所期望的高水平的服务。”



性能驱动应用的创新设计解决方案

Aeroflex/Weinschel

在微波和射频技术领域拥有超过58年的领先开发优势。

今天，作为Aeroflex的一部分，我们将继续用适合最严格客户应用的各种新产品树立器件和子系统创新方面的新标准。

我们的使命是提供优异的设计能力、始终如一的高质量产品，以及高水平的服务，帮助我们的客户在今天激烈的全球市场竞争中脱颖而出。

从宽频到基站，从国防子系统到卫星，无论您的哪种应用，您都可以利用Aeroflex/Weinschel的创新的、高性能产品解决方案。

电话：800-638-2048

weinschel-sales@aeroflex.com

www.aeroflex.com/weinschel

AEROFLEX
WEINSCHTEL

50 W衰减器（90型） 及负载（1467型）

- 标准dB值：3、6、10、20、30
- dc-18 GHz 工作频率
- N或3.5mm连接器选择

251 型高功率同轴衰减器

- dc-6 GHz 工作频率
- 对流冷却：20 W（双向）
- 标准dB值：10、20、30和40 dB
- N型连接器

40 GHz 可编程衰减器

- 可选择 0-70/10 dB步长（153-70型）及0-110/10 dB步长（153-110型）
- 低插入损耗及优异的可靠性
- 500万次长寿命运行
- 2.92mm连接器

高可靠性同轴衰减器

- 全新及扩展频率设计达42/52 GHz
- 标准dB值：3、6、10、20、30
- 连接器可使用：3.5mm、2.92mm或2.4mm
- 可选择定制dB值
- MIL-DTL-3933及航天认证

4202-63 型数字衰减器

- 0.4-6 GHz 工作频率
- 衰减范围：0-63/1 dB步长
- 衰减精度：±1 dB或4%
- 切换时间：最大300ns
- 内置TTL接口
- 可选择定制配置

3 端口短路/开路/负载 1591型

- 专门设计可简化无线测试设置
- dc-2 GHz
- TNC母连接器
- VSWR：最高1.35

AEROFLEX
A passion for performance.



混合有限元：使用边界积分法实现高效的辐射与散射仿真

Hybrid Finite Element: Boundary Integral Technique for Efficient Simulation of Radiation and Scattering

John Silvestro、Kezhong Zhao 和 Arien Sligar ANSYS 公司

有限元法 (FEM) 作为一种分析和设计工具，已广泛应用于天线、微波和信号完整性等众多电子工程领域。FEM 求解器与其它矩量法 (MoM) 和时域有限差分法 (FDTD) 等数值方法相比拥有多项显著的优势。这些优势包括：1) 能够处理复杂的非均匀和各向异性材料；2) 能够借助四面体单元准确地描绘复杂几何形状；3) 能够使用高阶基函数实现准确性；4) 具有多种端口和入射波等激励方式。利用这些功能优势，FEM 就能够以极高的准确性对波导结构进行建模。

但是，在对于开放空间问题，例如天线向开放空间辐射的时候，FEM 求解器需要通过在人工截断的边界表面上设定辐射边界条件 (RBC)，以便将无限域截断为有限域。两种广泛使用的 RBC 包括一阶吸收边界条件 (ABC)¹ 和理想匹配层 (PML)²，后者通常情况下都能够提供最佳的准确性。两种方法都保留了 FEM 系统矩阵的稀疏性，但仅适用于凸起的辐射表面。两种都属于近似方法，都存在准确性问题，比如会产生来自辐射表面的非物理伪反射。这个问题可以通过增大 RBC 与辐射结构的间距，让反射降至可忽视的水平，来予以解决。

另一方面，积分方程 (IE) 法，比如 MoM，则非常适合对位于匀质边界或无限大介质中的结构进行建模。其分析内核采用格林函数，可以在无穷远处采用 Sommerfeld 辐射条件。因此，不管是从内存占用，还是从

CPU 时间占用来说，对多个在空间上分离，互不相连的同质结构，IE 求解器都毋庸置疑地成为更好的选择，因为它不需要对目标之间的空间进行详细的建模。

早在 1990 年，Yuan³ 就已经成功实现了 FEM 求解器和 IE 求解器的混合算法，这个方法现普遍称为混合有限元边界积分方法 (FEBI)。这种方法把边界积分——Sommerfeld 辐射条件的 MoM 解，用作 FEM 解的截断边界，因此可以在理论上准确地处理远场辐射条件。这样就引出一系列有意思的特性，比如可用作任意形

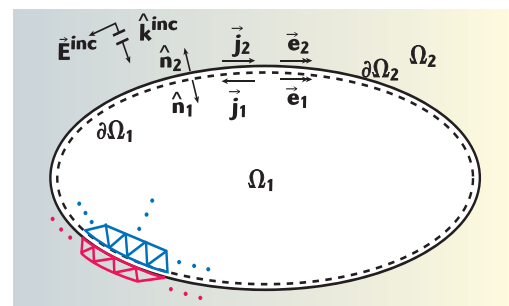


图 1：将目标域分解为 FEM 域和 IE 域。

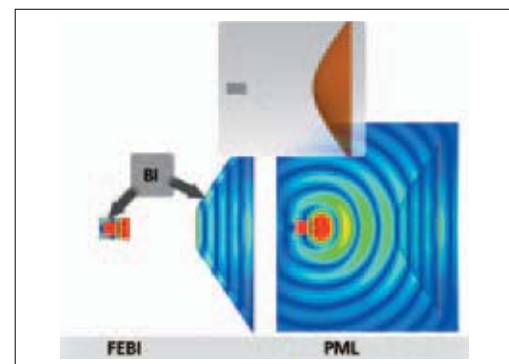


图 2：采用矩形喇叭馈源的介质透镜。





超 小

2, 3 和 4 路功分器

100 kHz ~ 7.2 GHz 单价从 96 美分起 (数量 25)

100多个目录型号可供选择。 Mini-Circuits高可靠的LTCC和半导体功分器有窄带和宽带的型号，频率直到7.2GHz。它们兼具小尺寸、低成本、高性能的优势，可以处理高达20W的输入功率并具有高的隔离和低的插损。非常值得一提的是，它们不会占用宝贵的电路板空间，尺寸只有0805 (2.0x1.3mm) 那么小，这使得幅度和相位不平衡可以实现最小化，同时还保持了器件在性能上极佳的批量一致性及稳定性。

我们工业上领先的超小型功分器将使用户投入较少而收获更多。无论就何种经济状况而言，Mini-Circuits已帮助您将“降低成本、



BP



SP



WP



SCN, QCN

Mini-Circuits®
ISO 9001 ISO 14001 AS 9100 CERTIFIED



Mitron Inc.
Authorized Mini-Circuits Rep in China

P.O. Box 350166, Brooklyn, New York 11235-0003 (718) 934-4500 Fax (718) 332-4661

Yow!2 The Design Engineers Search Engine finds the model you need, instantly
U.S. Patents
7739260, 7761442

• For detailed performance specs & shopping online see minicircuits.com

伟博电讯——把最好的微波射频产品带给中国

总部地址：福建省福州市349信箱

邮编：350003

全国市话服务热线：400-887-3088

传真：0591-87870011

E-mail: sales@mitron.cn

网址: www.mitron.cn

IF/RF MICROWAVE COMPONENTS

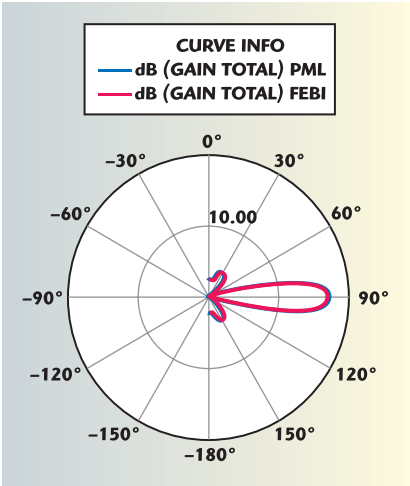


图3：透镜的辐射特性。

状的距离辐射体很近的全共形的辐射表面。

本文将介绍 ANSYS 公司在 HFSS 中提供的一款全新的 FEBI 求解器。该求解器得力于近期区域分解方法的进步。在现有的 FEBI 方法中，无限未知域被分割为两个互不重叠的域：一个有界 FEM 域和一个无界同质外部域。两个域间的耦合通过其交界面上的合适的边界条件加以考虑。

基于域分解的 FEBI 求解器

FEBI 求解器首先将原始的目标域 Ω 分割为两个互不重叠的子域 Ω_1 和 Ω_2 ，如图 1 所示。

$$\Omega = \bigcap_{i=1,2} \Omega_i, \Omega_1 \cap \Omega_2 = \emptyset \tag{1}$$

Ω_1 和 Ω_2 之间的公共界面在 FEM 域中表达为 $\delta \Omega_1$ ，在 IE 域中表达为 $\delta \Omega_2$ 。这种区分是必要的，因为现有的公式允许两个域间的非共形耦合。也就是说，可以分开处理各个域的网格剖分、基函数和基函数阶数、矩阵建立和求解过程。对于一个稳健的 FEBI 求解器来说，能够以模块化的方式处理每个域的不同基函数阶数是非常重要的，因为更高阶的 IE 求解器还在开发的过程中。

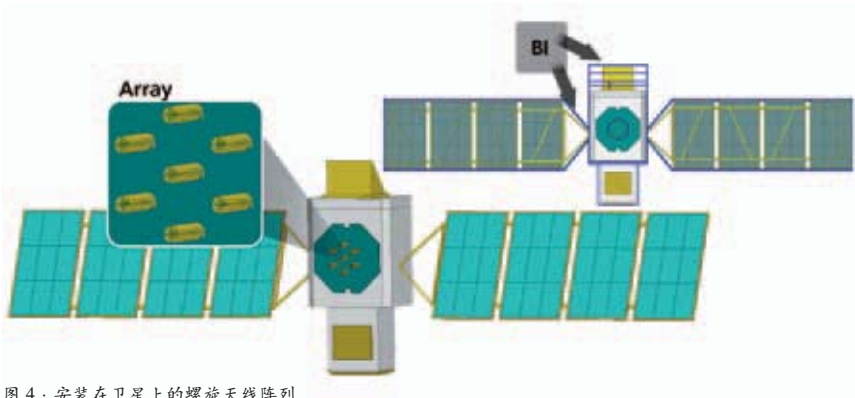


图4：安装在卫星上的螺旋天线阵列。

根据上述的域分解情况，可以写出如下最终的系统矩阵：

$$\begin{bmatrix} A_{FE} & C \\ C^T & A_{BI} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{FE} \\ x_{BI} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_{FE} \\ y_{BI} \end{bmatrix} \tag{2}$$

这里， A_{FE} 和 A_{BI} 分别代表 FEM 域和 BI 域的系统矩阵。 C 是两个域之间的耦合矩阵。由于是通过界面上的电流和磁流来实现耦合的，因此这种耦合非常稀疏。等式 2 的解可以通过把下式拆分后迭代求得

$$\begin{bmatrix} A_{FE} & \\ & A_{BI} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{FE}^{(n)} \\ x_{BI}^{(n)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_{FE} \\ y_{BI} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} C \\ C^T \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{FE}^{(n-1)} \\ x_{BI}^{(n-1)} \end{bmatrix} \tag{3}$$

然后用迭代法求得：

$$\begin{aligned} A_{FE} x_{FE}^{(n)} &= y_{FE} - C x_{BI}^{(n-1)} \\ A_{BI} x_{BI}^{(n)} &= y_{BI} - C^T x_{FE}^{(n-1)} \end{aligned} \tag{4}$$

域分解法的优势可以从 4 式中清楚地看出。FEM 域和 BI 域被去耦合了，因此并行化就很容易了。上文已经介绍过，BI 可以在 FEM 中用作准确的截断边界。由于这种实现方式的模块化特征，可以轻松地实现先进的 FEM 求解器和 IE 求解器的混合求解。

应用

在本节中，将重点介绍使用这种混合方法的两个例子来突显 FEBI 的优势。如前文所述，一阶 ABC 可以用于足够大的有界共形空间，但这个

空间不能有凹陷。另一方面，PML 可以拉近与模型的间距，但最适合于长方体有界区域。对混合 FEBI 技术来说，由于可以精确计算边界上电流和磁流的耦合，不用考虑这些外形和大小的约束问题。从这种新边界的测试显示可以看出，当间距为 $\lambda_0/10$ 的时候，能够实现速度和求解规模的最佳平衡⁵。这里 λ_0 是开放空间中的波长。另外，FEBI 边界可以做到完全共形，包括凹区域。另外，还可以把模型的各个部分独立闭合为单独的域，每个域都有一个 BI 边界。通过使用高度共形和分离空间的区域，可以大幅度缩小有限元求解域的范围，从而实现高效率的仿真。为证明这一点，下面将介绍两个例子，一个使用独立空间，一个使用高度共形边界表面。

第一个例子使用的是完全符合教科书的介质透镜⁶。透镜及其馈源喇叭如图 2 所示。透镜将来自于源天线的电磁场聚焦于正前方。仿真的

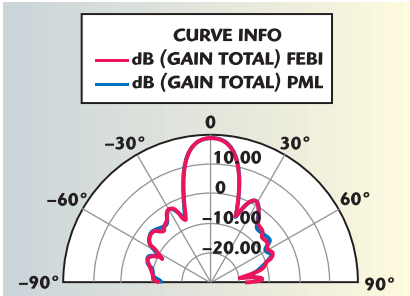


图5：安装在卫星上的天线阵列的辐射特性。



衰减器的权威

温补与固定式
元件布局一致，
提高设计灵活性

Thermopads® 温度补偿衰减器

固定衰减器

尺寸	1512	0805	0807	0706	1206
尺寸	3.81 x 3.05 mm	2.03 x 1.27 mm	2.03 x 1.78 mm	1.78 x 1.52 mm	3.05 x 1.52 mm
工作频率	DC - 6 GHz	DC - 6 GHz	DC - 18 GHz	DC - 20 GHz	16 - 50 GHz
Thermopad®	TVA	AN7	MTVA	WTVA	KTVA/QTVA
固定衰减器	TS03	TS07	TS05	TS09	KFA/QFA

EMC 技术的温度补偿和固定衰减器享誉全球四十多年，
为微波工程师提供无数设计解决方案。

- 各种贴片式温度补偿和固定衰减器，
工作频率 50 GHz
 - 温度补偿式
 - ◇ 衰减变化达 0.1 dB/C
 - 固定式
 - ◇ 衰减值 30 dB
- 亦有可引线接合及同轴版本



smiths
interconnect
bringing technology to life

北京：+86 10 8455 1929
成都：+86 28 8438 5589
上海：+86 21 3318 4650 Ext 8820

深圳：+86 755 2579 3518/+86 755 8957 7511
西安：+86 29 8825 2690
www.emc-rflabs.com sales@emc-rflabs.com



特别报道 Special Report

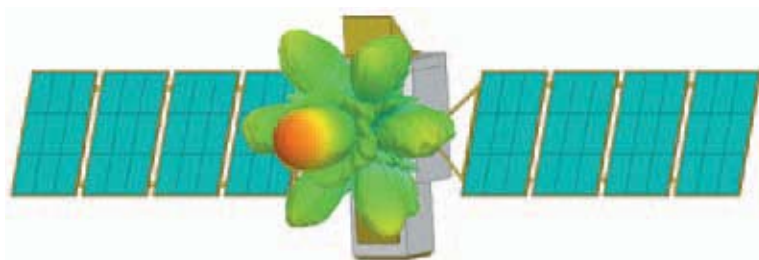


图 6: 7 元阵列同等激励下的辐射电磁场三维极化图。

透镜采用长方体波导管作为馈源, 其 $\epsilon_r=2.56$, 正面直径为 $4.4\lambda_0$ 。然后使用混合 FEBI 法对系统进行分离域的建模, 馈源喇叭及周围的长方体空间作为一个域, 透镜周围的圆锥形区域作为另一个域, 每个分离空间的截面采用 BI 边界。

为便于比较, 同时采用了 PML 对该天线系统进行建模, 为求得准确的答案, 使用了一个更大的长方体空气盒子将整个模型包在内, 并距离辐射体足够的距离以保证结果的准确。与采用 PML 仿真相比, FEBI 模型使用的较小空间可以将内存的占用降低 10 倍。图中同时显示了两种仿真计算得出的电场的阴影图。如其显示, 虽然 FEBI 仿真使用的分离空间较小, 透镜和喇叭内外和周边的电磁场都得到了准确的计算, 并与 PML 计算的结果吻合。喇叭的反射系数 (Γ) 随与透镜的距离缩小而增大。在比较加透镜前后的喇叭端口反射时, 两种仿真都显示 Γ 有 1.8dB 的相同增长。图 3 是两种方法计算得出的该天线系统的前方向图。再度体现出 FEBI 和 PML 之间的高度吻合。图 2 和图 3 说明 FEBI 在使用分离空间来确定天线系统的特性时, 具有相当的准确性。

第二个例子考查的是一组安装在复杂平台上的天线阵列, 该模型如图 4 所示。它是一个由螺旋天线组成的 7 元阵列, 安装在卫星平台上。卫星两端之间的长度为 18 英尺, 天线工

作频率 3.5GHz。由于这是一个大型模型, 所以还是采用域分解法 (DDM) 来将 FEM 域分割为多个较小的域。⁷ 这种集成运载平台的的天线系统之前曾采用标准的 ABC 进行仿真, 使用大型闭合长方体空间。⁵ 该模型闭合的空间的体积大约为 $21000\lambda^3$, DDM 将求解范围分解为 34 个域。仿真总共需要的存储为 210GB RAM。

FEBI 仿真采用全共形的空间, 该共形区域如图所示。闭合的空间体积下降到 $1200\lambda^3$ 。由于目标空间缩小, 只需要在 12 个域上应用 DDM, 仿真只要 21GB 的 RAM 就足够了。相对于使用标准 RBC 求解, FEBI 仿真所需的存储大小会大幅度减少。图 5 是两种仿真的同等幅度和相位激励下所有天线元的辐射特性, 而两种特性实现了完美的吻合。使用 FEBI 对位于卫星上的等激励天线阵列仿真得出的三维极坐标方向图如图 6 所示。根据这个例子可以了解到, 通过将 FEBI 与高度共形的有界域结合使用, 可以在单个桌面计算机上能够完成大型复杂天线系统的仿真工作。

结论

混合 FEBI 是 HFSS 的 FEM 求解器中功能强大的新成员。设计工程师可以利用这种新技术将 FEM 仿真的优势与 IE 求解器在开放边界问题上的效率和准确性结合在一起。这个方法对共形区域、凹空间和 / 或独立

空间都能取得相当的准确性, 可以让用户缩小 FEM 求解域的范围, 从而大幅度缩短求解时间和减少求解所需占用的内存。

参考资料

1. J. Jin, The Finite Element Method in Electromagnetics, Second Edition, John Wiley & Sons Inc., New York, NY, 2002 年.
2. Z.S. Sacks, D.M. Kingsland, R. Lee and J.F. Lee, "A Perfectly Matched Anisotropic Absorber for Use as an Absorbing Boundary Condition," IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 43, No. 12, 1995 年 12 月, 第 1460~1463 页.
3. X. Yuan, "Three-dimensional Electromagnetic Scattering from Inhomogeneous Objects by the Hybrid Moment and Finite Element Method," IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 38, No. 8, 1990 年 8 月, 第 1053~1058 页.
4. M.N. Vouvakis, S.C. Lee, K. Zhao and J.F. Lee, "A Symmetric FEM-IE Formulation with a Single-level IE-QR Algorithm for Solving Electromagnetic Radiation and Scattering Problems," IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 52, No. 11, 2004 年 11 月, 第 3060~3070 页.
5. A. Sligar, "HFSS 13: Hybrid FE-BI for Efficient Simulation of Radiation and Scattering," presented at Ansys Users Group Meeting, 2010 年 10 月.
6. R.E. Collin, Antennas and Radio Wave Propagation, McGraw-Hill, New York, NY, 1985 年.
7. J. Silvestro and M. Commens, "HPC Options for HFSS," Ansys Advantage, 2010 年 11 月.





连接你想连接的

超过 25 年的品质信誉，
现提供超过 100 种不同的
电缆类型以迎合您的具体要求：

- Lab-Flex® – 型低插损高频电缆，
工作频率达 50 GHz
- Lab-Flex® S – 型 全新低插损绞合导线高频电缆，
工作频率达 65 GHz
- ASR – 型全新高精度测试用电缆组件
- 半刚电缆组件
- 半柔电缆组件
- 各种可定制软电缆，工作频率达 50 GHz

众多可选择的连接器类型以迎合独有配置

我们的电缆组件给你所想要的



smiths
interconnect
bringing technology to life

北京：+86 10 8455 1929
成都：+86 28 8438 5589
上海：+86 21 3318 4650 Ext 8820

深圳：+86 755 2579 3518/+86 755 8957 7511
西安：+86 29 8825 2690

www.emc-rflabs.com sales@emc-rflabs.com





应用案例 Application Note

电-热微波单片集成电路的设计流程

An Electrical-Thermal MMIC Design Flow

Sherry Hess AWR 公司行销副总裁

高功率和高热量是相互伴随着的。如果您同意这个观点，您对高热量是如何影响单片集成微波电路的设计了解多少呢？

让我们做这个测试，请回答如下是否正确或错误：

- 基片的过孔通常散热效率不高；
- 薄的外延层对节点温度影响很大；
- 钝化层可以影响节点温度；
- 按比例分配的稳态热分析不能准确的预测占空比的性能。

如果对所有问题，您的回答都是“正确”——那么恭喜您，做的不错！

实际上，大多数的高功率功率放大器的设计者知道这些隐藏的，最优的实践方法，然而经验教训通常来源于反复的实验甚至是器件的烧毁（是的，有时候故意这么做）。换句话说，大功率射频器件——比如功放——不仅仅产生大的功率，还产生很多的副加热量。这样，在微波单片集成电路投产以前，最好知道产生的热量将怎样影响器件的电性能。

到目前为止，专用于微波单片集成电路的电热联合设计流程在很大程度上并不存在。因此，当涉及到电-热设计流程时，单片微波集成电路设计者有两种方法：

- 只进行电性能的仿真，忽略所有的热性能的仿真（亦称作“买者需要小心使用模式”）；
- 或者分别进行两种仿真——一种是关于热性能的，另一种是电性能的一并且进行独立的结果评估（例

如“不是我的问题”）。

这两个选择都不具有吸引力，当功率放大器工作时，它们仅为产品失效提供了可能性，并没有给出电热是如何相互影响的分析。例如：在总体收发机的设计中，在一小块芯片上，平衡功率放大器的散发的热对接收机中低噪放性能的影响在好的案例中非常容易解决，而在最坏的案例中就只能猜测。当综合应用电-热联合设计流程时，微波单片集成电路在真实世界中的行为将完全在设计者的掌控之中。优势如下：

- 由于 MMIC 设计者不需要依赖其他设计者进行仿真，可以快速的进行设计转换；
- 快速的电热协同仿真可以决定最佳的设计，比如设计一个特定应用的最紧凑的有源设计（偏置 / 功率电平 / 效率）。

想象一下现在具有的可能性，热量可以设定为 PA 偏置的一个函数进行分析，热量和电效应之间的环路不需要手动操作，而是在仿真中进行直接的数据交换即可被关闭。此外，可以在热仿真中进行直流和芯片的布局

的分析，在电领域进行谐波平衡分析，瞬态甚至系统仿真。

AWR Connected for SYMMIC 产品就是一种电热联合解决方案。这在以前并没有考虑到或者被简单的忽略了，但现在却真正的被实现了。这个产品的设计流程使得 AWR 的 Microwave Office 结合 CapeSym's SYMMIC 软件包，在进行电设计的同时可以进行热分析，并且反过来也一样。

AWR 与 CapeSym 的结合使高功率射频设计人员能够在考虑工作温度的同时获得最优的电性能，可以设计更加可靠稳定的下一代射频和功率系统。你可以在 AWR.TV(www.awr.tv)上观看 AWR Connected for SYMMIC 电热协同仿真的流程，或者去 www.awrcorp.com 下载评估副本并自己尝试着做一下。

作者：

Sherry Hess : AWR 公司行销副总裁，负责 EDA 领域的销售，拥有超过 15 年的市场和管理拥有经验。获得在美国的宾夕法尼亚州匹兹堡的卡耐基梅隆大学的 BSEE 和 MBA 学位。

中国联通选用康普平滑壁射频电缆

中国联通在其广西北海北部湾一号等众多项目中采用康普 HELIAX FXL 平滑壁射频同轴电缆。

据悉，康普公司 HELIAX FXL 平滑壁电缆采用铝作为电缆外导体的导管，具有获得专利的微小尺寸介质发泡技术和发泡填充内导体，与传统的全铜电缆比较，HELIAX FXL 具有更高能效、更强耐用性和更大的灵活性。同时，其制造和运输需要更少的电力和燃料。此外，因其铝制的外导体，相比整体采用铜的网络构件，可以减少网络因被盗而造成破坏的问题。





必有一款应用适合您

低插入损耗及高隔离度

- LTCC 和 Teflon®
技术可以符合任何应用、任何需求
- 最宽广的耦合器选择范围，
频率可从 64MHz 至 18GHz
- LTCC 提供坚固的结构，
具有更好的热效应性能；Teflon®
提供极具竞争力的性能和成本优势
- 可提供通用焊盘或根据客户需要定制
- 优化了的相位和幅度平衡
- 产品广泛应用于 3G/4G 的通信、
广播、MRI 和卫星等领域



smiths
interconnect
bringing technology to life

北京：+86 10 8455 1929
成都：+86 28 8438 5589
上海：+86 21 3318 4650 Ext 8820

深圳：+86 755 2579 3518/+86 755 8957 7511
西安：+86 29 8825 2690

www.emc-rflabs.com sales@emc-rflabs.com



无线通信基站用滤波器与多工器的设计

The Design of Wireless Communication Base station Filter and Multiplexer

梁基富、殷实、宋永民、梁国春，江苏贝孚德科技股份有限公司

1. 简介

本文介绍了适用于无线通信基站的常规与先进的滤波器与多工器的技术与产品。无线基站的无线前端 (front-end) 远比手持装置端要严格很多，低插损、高隔离是主要的要求。由于目前无线通信基站系统的频率是从 700MHz~2600MHz 之间，波导空腔 (方形或圆形) 的尺寸过大，同轴金属的谐振腔体 (亦即梳形滤波器使用的腔体)，虽然腔体的 Q 值小于波导空腔，但已在很多基站的中应用中可以满足其低插损的要求下，同轴金属腔体的滤波器 / 多工器的尺寸与价格也被广泛接受。

在某些运用中，有时由于滤波器的频宽过小，举例来说，1.25MHz 及 5MHz 在 PCS 频段的应用，或是在频宽边缘有较强的抑制要求，同轴金属滤波器在频宽的边缘的插损会过大而不符合系统需求。介质加载的空腔滤波器可以在相同体积下，提供 2 至 3 倍高于同轴金属滤波器的 Q 值，介质空腔滤波器便成为窄频宽与严格控制要求的系统规格下最佳的选项。TE01 模介质滤波器提供最高的 Q 值，但其高次模约在主模频率的 1.4 倍左右，有时需低通滤波器加以抑制。

本文是以金属同轴谐振腔及介质加载滤波器为主的技术，介绍与整理其在通信系统中的应用，包括滤波器、双工器与多工器。

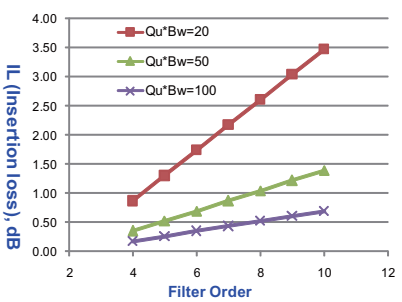


图 1：滤波器插损，级数，与 Q 值、相对频宽的基本关系。

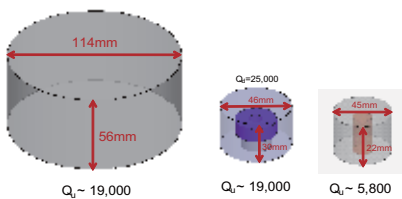


图 2：微波空腔，金属同轴与介质加载腔 (TE01) 的结构图。

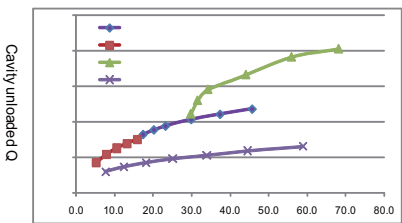


图 3：金属同轴与介质加载腔不同尺寸 (体积 in cm³) 的 Q 值。

2. 金属同轴谐振腔与介质加载谐振腔 [1-7]

微波滤波器空腔的主要特征是：Q 值，尺寸大小与高次模谐振频率。微波空腔的基本规律是：腔体愈大，Q 值愈大，高次模谐振频率愈低。滤波器的最根本需求是带外抑制，带外抑制的能力取决于滤波器的级数。一个契比雪夫带通滤波器的频带内中心频率的插损，大致可由以下公式决定：

$$IL = \frac{8.686 \times (n - 2)}{Q_u \times BW} \tag{1}$$

IL= 插损 n= 滤波器的级数
Qu= 空腔 Q 值 BW= 相对带宽

图 1 显示了滤波器插损级数，从 4~10，与 Q 值、相对频宽的基本关系。从图中可知，Qu*BW 的值应在 500~1000 间，换句话说，1% 相对频宽滤波器的 Qu 需求约在 5000~1000 间，3% 约是 1670~3300 之间，5% 约是 1000~2000 之间。以上资料是以契比雪夫带通滤波器中心频率的大略推算，通常通带边缘的插损一般而言，

表 1: 金属梳形同轴空腔与各种介质加载腔体的尺寸与特性, 介质双模空腔也列入其中, 以作为参考与比较。

Design	Cavity		DR Disk/Post		Cavity Performance				DR
	D(mm)	H(mm)	D(mm)	H(mm)	fo(MHz)	Qu	Volume	Qu/Vol	Volume
A	45.9	30	27.0	10.0	2022	18487	49.6	372.6	5.15
B	38.0	66	12.7	60.0	2026	18410	74.8	246.1	7.60
C	38.0	33	12.7	30.0	2026	11282	37.4	301.6	3.80
D	38.0	33	7.0	33.0	2027	9419	37.4	251.8	1.27
E	38.0	33	12.7	27.1	2026	5531	37.4	147.9	0.00
A: TE01 mode					Volume: in cm³				
B: half-wave TM mode									
C: dielectric combline									
D: TM mode with both ends shorted									
E: Coaxial cavity									

会有 2 倍~5 倍于以上公式的大小。商用的微波电路分析程序可准确的估算整个通带的插损。

在无线通信基站应用的金属同轴空腔大都是属于大尺寸的梳形空腔，或方形或圆形，其外径约在 20mm~75mm 之间，Q 值约在 2000~6000 之间。介质加载滤波器 TE01，或方形或圆形，其外径约在 30mm~100mm 之间，Q 值约在 10,000~20,000 之间。图 2 显示了梳形金属与介质加载空腔的结构图，图 3 则显示其它不同尺寸(体积)的 Q 值。在图 3 中，除了金属同轴谐振腔与介

正规

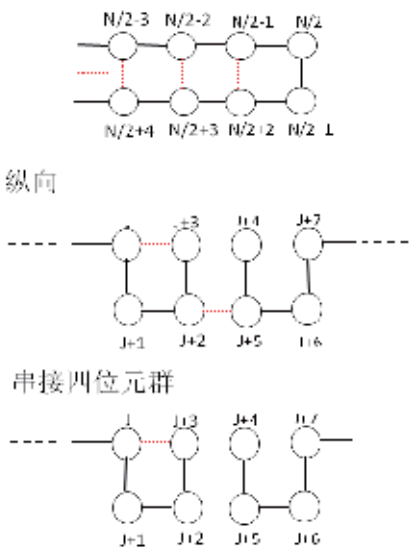


图 4：对称性零点的实现布局。

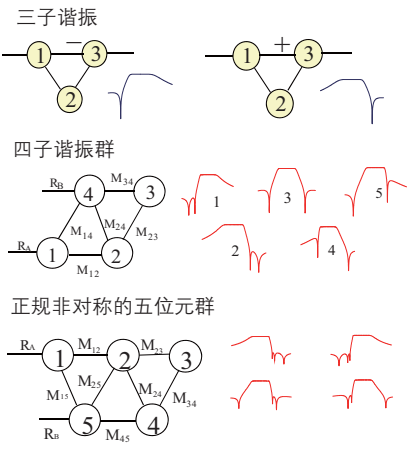
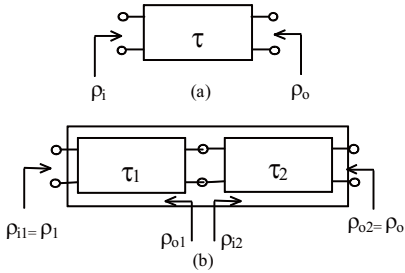


图 5：非对称性零点的实现布局。



$$\tau = \frac{\tau_1 \tau_2}{1 - \rho_{o1} \rho_{i2}}$$

图 6：非对称零点的串接原则。

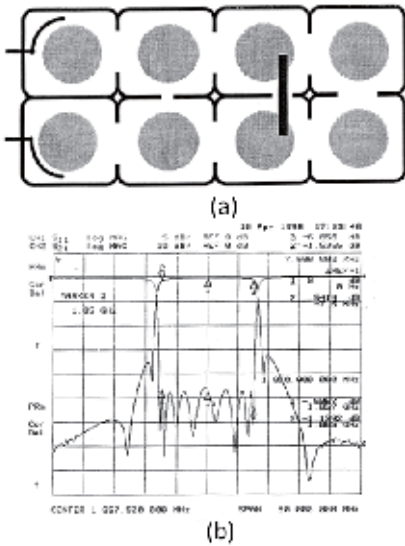


图 7：8 阶 TE01 模介质滤波器 (a) 机械结构 (b) 测试曲线。

质加载 TEO1 谐振腔外，还有其它模 (TM010 以及 DR 梳形)，这两个模提供了 Q 值介于 5,000~10,000 的应用。

表 1 中标列了金属梳形同轴空腔与各种介质加载腔体的尺寸与特性，介质双模空腔也列入其中，以作为参考与比较。就作者所知，目前双模介质还没运用于无线通信基站，主要因素可能是结构复杂、调试难度高、量产不易，价格偏高。

3. 滤波器的先进响应与布局 [8-15]

多重的对称与非对称传输零点已普遍用于无线基地站的前端滤波器、双工器的应用。传输零点可用非相邻耦合来实现，其相对的谐振器的布局

可以以传输零点的对称性来区分。对称性零点的实现布局有正规、纵向与串接四位群的方式，如图 4 所示。非

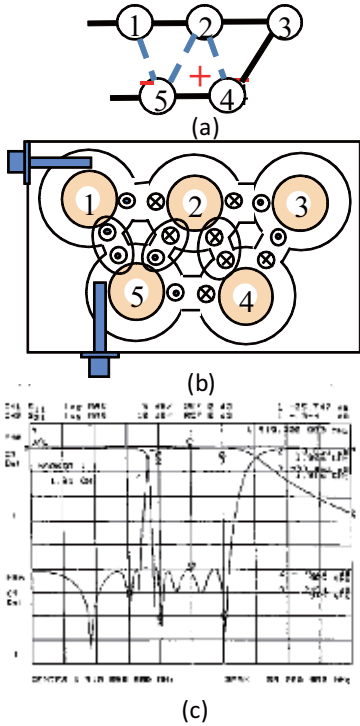


图 8：5 级三零点的 TE01 模介质滤波器的 (a) 非相邻耦合布局 (b) 机械结构的顶视图 (c) 测试曲线。

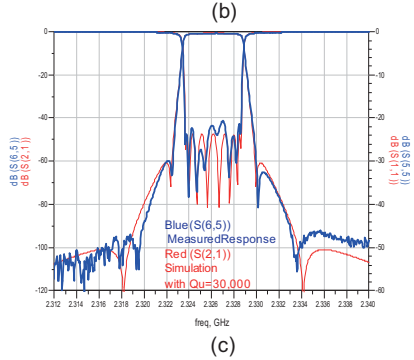
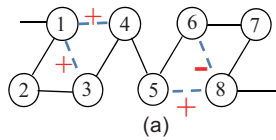


图 9：8 阶高 Q 值 (Q=30000) 介质滤波器的 (a) 非相邻耦合布局 (b) 机械结构的顶视图 (c) 测试曲线。

应用案例 Application Note

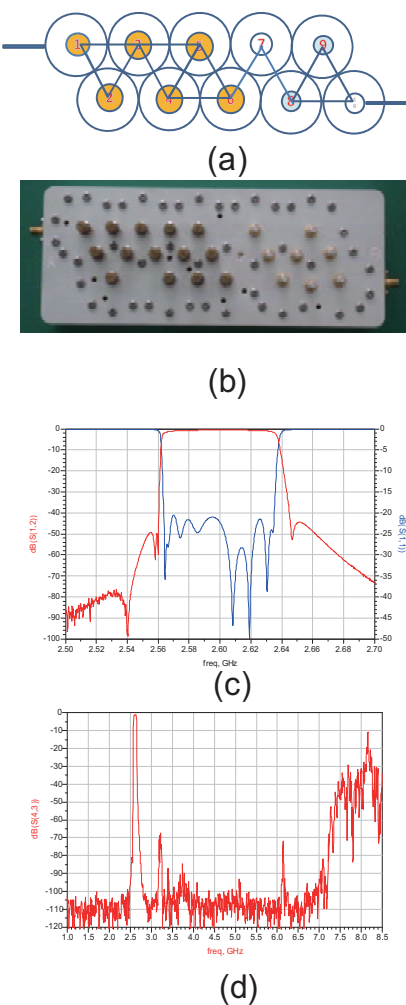


图 10：10 阶四零点的混模滤波器 (a) 非相邻耦合布局 (b) 外观图 (c), (d) 测试曲线。

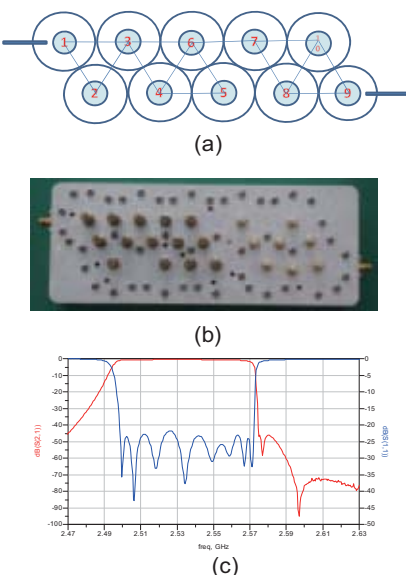


图 11：10 阶五零点的梳形金属滤波器的 (a) 非相邻耦合布局 (b) 机械结构的顶视图 (c) 测试曲线。

对称的则有可串接三位群，广义的四位群与正规非对称的五位群，如图 5 所示。

图 6 是提出一种非对称零点的串接原则，一个阶数小于 10 的滤波器可以分成两个或三个子谐振子群，每一个谐振子群可有三、四或五个谐振子，相邻谐振子群的谐振子可以共享。此处所谓的寓意的四位群是指如图五中有 M14 及 M15 非相邻耦合的布局，可合成对称与非对称性的频率响应。图四中的四位群则只有 M14 以及其类似的非相邻耦合，其合成的响应只能是对称的。

4. 设计实例

在此章节中，数个设计实例不仅展示无线通信基站的一般设计实例，一方面也展示了先进技术的应用实例。

设计实例一：8 级 TE01 模介质滤波器，通带是 15MHz，中心频率在 PCS 内。图七是其机械结构与测试曲线。一共有四个传输零点，通带上下各有两个零点。

设计实例二：5 级 3 零点 TE01 模介质滤波器。图八是其耦合布局，机械结构与测试曲线，这个滤波器是一种 5 级的非对称正规滤波器。

设计实例三：Q 值 30000 的 8 级 TE01 模介质滤波器，如图 9 所示，两个介质的四振子位的谐振群的串接实现了四个传输零点。

设计实例四：10 级介质（TE01 模 DR）与金属（梳形）混合空腔滤波器。有三个传输零点实现在下端阻带，在上端阻带则有一个。图 10 是其耦合布局，机械结构与测试曲线。

设计实例五：10 级 5 零点（四个在上端阻带，一个在下阻带）的金属梳形滤波器。图 11 是其耦合布局、机械图以及测试曲线。

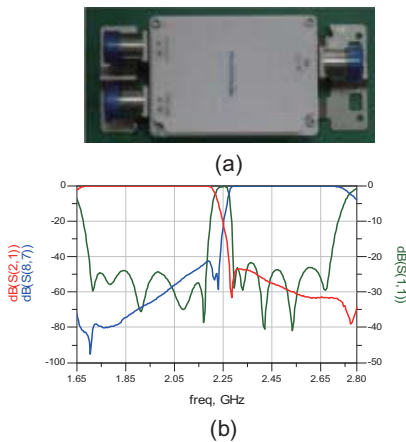


图 12：宽带双工器的 (a) 外观图 (b) 测试曲线。

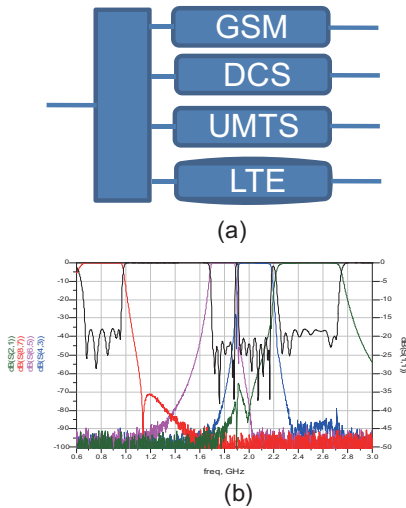


图 13：基站站使用的四工器的 (a) 电路结构 (b) 测试曲线。

设计实例六：宽带双工器。图 12 显示其外观图与测试曲线。

设计实例七：四工器。图 13 显示了其概略电路结构与测试响应，其带通通道是：696970MHz,1910-1880 MHz, 1920-2170 MHz 以及 2300-2690MHz。

5. 结论

本文介绍了使用无线通讯基站的微波滤波器、多工器的技术与产品。金属梳形与介质 TE01 模滤波器是主要的技术支撑，实现对称于非对称性零点的非相邻耦合布局已十分普遍地应用于实际产品。设计实例与此测试结果展示了这些技术在实际产品的成果。

下转第49页

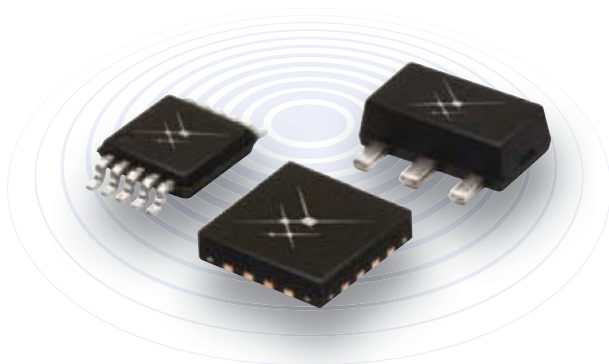


分立与集成射频解决方案

丰富的产品系列:

- **放大器** — 蜂窝放大器, WLAN 放大器, 基站放大器, 低噪声放大器, 通用放大器
- **前端模块** — 蜂窝模块, WLAN/WiMAX 模块, ZigBee®与 ISM 模块
- **开关** — SP2T 至 3P12T 开关及用于蜂窝系统、WCDMA 开关、LTE 开关、嵌入式 WiFi 系统与 WiMAX 开关的天线开关模块
- **混频器** — 解调器/调制器, 单通道, 分集混频器, 上/下变频转换器
- **频率合成器** — 高性能整数 N 合成器, 分数 N 合成器
- **衰减器** — 固定式, 数字式, 电压可变式
- **循环器与隔离器** — 商用, 军用雷达, 无线, 宇航与国防
- **光耦与光绝缘体** — 军用, 宇航, 混合动力, 工业, 医疗与电讯
- **工业陶瓷器件** — 磁性材料, 介质谐振器, RF 元件, 先进材料
- **二极管** — 限幅二极管, PIN 二极管, 肖特基二极管, 变容二极管

Skyworks Solutions 是高可靠性模拟与混和信号半导体器件的创新者。从智能电话、宽频接入到网络基站、智能电网应用, Skyworks Solutions 器件皆扮演关键角色。



新款设计师套件

为在线采购者提供精选产品与样品/设计师套件。

www.skyworksinc.com



Innovation to Go™

欢迎您2012年2月23-25日莅临IIC-China展会上我们的展位: 深圳会展中心1M29



USA: 781-376-3000 • Asia: 886-2-2735 0399 • Europe: 33 (0)1 43548540 • Email: sales@skyworksinc.com
<http://china.skyworksinc.com> • NASDAQ: SWKS





新闻 News

RFMD推出温度补偿衰减器 RFSA4013 及 RFSA4023

RFMD 新型 RFSA4013 与 RFSA4023 属于全单片模拟温度补偿衰减器 (TCA)，用于补偿射频组件的温度增益衰减，无须使用闭环反馈。这些 TCA 拥有三种可供客户选择的温度系数。每个衰减器中的新电路架构可解决与衰减器架构相关的问题：高 IP3、低直流及宽带宽。RFSA4013 及 RFSA4023 只需要一路电源电压和两个逻辑位，就可以设置控制衰减斜率与温度的关系。每个 TCA 耗费的电流低至 1mA，采用 3mmx3mm 的小型 QFN 封装。在其额定控制范围和频率范围内，衰减器的内部电阻与 50Ω 匹配。

特点：宽频的频率范围为 50MHz ~4000MHz；3 个可选衰减斜率与温度的关系；IIP3: +55dBm；IIP2: +85dBm；P1dB: >+30dBm；通常电源电流：1mA；电源：5V (RFSA4013), 3.3V (RFSA4023)。应用：移动电话、3G 基础设施，WiBro、WiMax、LTE，微波无线电，高线性电平控制。100 件批量单价 3.94 美元起。

MILMEGA 参展 IME 2011

MILMEGA 于 2011 年参加在上海举办的第六届国际微波及天线技术交流展览会，展示三款今年推出的新品。

该新品系列基于 2010 年推出产品——MILMEGA 针对商用 EMC 测试，依照 IEC 61000-4-3 标准进行的实验室测试推出了一款 250W、80 至 1000MHz 的放大器。今年，MILMEGA 推出了 175W 放大器，适用于采用定制 EMC 天线、对放大器功率要求较低的实验室；500W 和 1000W 放大器，适用于专注于汽车零部件测试的 EMC 实验室。

在此次展会上，MILMEGA 总经理 Pat Moore 先生还在展会举办的高端微波技术应用论坛中，就 EMC 测试功率放大器的选用技巧发表主题演讲，分析判别购买典型值规格产品的最佳方法及重要指标，与业内人士交流微波技术与应用的最新发展趋势。

康普苏州生产基地进一步扩建

为满足日益增长的中国无线市场需要，康普将进一步扩建其苏州生产基地，提高产能。新的扩建项目占地 5,000 平方米，并将增添新的生产线，预计将于 2012 年初全面投入运营。这是康普苏州生产基地的第四次扩建。苏州基地始建于 1997 年，主要为中国和亚洲其他市场生产安德鲁解决方案无线设备。此次扩建项目投资高达数

百万美元，康普将新建一个生产车间、一个基站天线装配厂、以及 HELIAX® FXL RF 平滑馈线生产线和办公区域。

康普公司全球制造事业部高级副总裁 Chris Story 表示，“苏州基地是康普全球化生产网络中的模范基地之一，它为我们的客户提供一站式服务，包括研发、制造、测试、产品演示和培训。”

苏州生产基地目前拥有员工 2,500 余名，生产面积超过 25,000 平方米，主要生产安德鲁解决方案系列产品，包括 HELIAX 同轴电缆、接头、电缆组件、基站天线、ValuLine 微波天线和组件。新扩建的 5,000 平方米的面积将提高基站天线和 500 hm 电缆的产能。

2011 年 4 月，康普公司的基站天线测试中心在苏州生产基地正式落成。康普在苏州的另一家工厂专门生产有线电视、企业和无线网络产品。

莫仕在镇江开设新的射频组件及装配厂

Molex Incorporated 宣布位于中国江苏省镇江市的射频 / 微波组件及装配新厂开业。该设施将同时支持国内及海外市场，满足数据及电信业务中对射频及微波连接器和电缆组件快速增长的需求。该工厂为垂直整合设施，涉及产品设计及开发、制造、装配和客户技术支持。新建筑占地 8,000 平方米，预计二期扩建后总生产面积将超过 15,500 平方米。

江苏莫仕天安连接器有限公司诞生于 2009 年 11 月。当时，莫仕收购了镇江天安电信电器有限公司。产品包括专为通讯基站等应用设计的大型和中型同轴电缆连接器、避雷装置、电信跳线、同轴电缆组件、微波同轴电缆组件、终端和分离器 / 组合器。新工厂使莫仕能够为移动电话、笔记本和平板电脑生产专为 WiFi 和蓝牙天线应用而设计的微波同轴电缆，同时也为全球电信基础设施市场提供更多的跳线组件和连接器。据悉，该厂是全球第四家莫仕射频生产基地。

2011 年西电 - 罗德与施瓦茨奖学金颁发

2011 年 11 月 26 日上午，西电 - 罗德与施瓦茨奖学金颁奖仪式在西安电子科技大学北校区科技实验楼举行。本次奖学金共有 18 人获得，其中特等奖三名，每人奖励 6000 元，一等奖六名，每人奖励 3000 元，二等奖九名，每人奖励 1500 元。





90° 功分器

5MHz ~ 8GHz 单价从 \$3⁹⁵ 起 (数量20)

两路90度功分器 (电桥) 是各种射频设计解决方案中的关键模块, 这就是为什么Mini-Circuits要提供非常好的相位和幅度平衡指标的原因, 因为只有这样才能保证用户所希望的高性能设计得以实现。除此之外, 我们牢固的器件在性能上具有极佳的批量一致性及稳定性, 有超过70个不同的表贴型号供选择, 覆盖频率范围也是行业内最宽的 (可从5MHz到8GHz), 封装尺寸却小到2.0x 1.3mm。

对各种LTCC型号, 现在无需额外费用, Mini-Circuits均可提供小数量盘带封装, 标准数量为20, 50, 100, 200, 500, 1000和2000。请访问我们的网站 www.minicircuits.com, 即可得到完整的性能细节资料和产品的可获得性信息。您也可以在线或联系伟博电讯进行订购, 最快第二天就可获得所需器件。

Mini-Circuits... 我们重新定义价值所在!



满足 RoHS 要求

Mini-Circuits®
ISO 9001 ISO 14001 AS 9100 CERTIFIED

P.O. Box 350166, Brooklyn, New York 11235-0003 (718) 934-4500 Fax (718) 332-4661



设计工程师的搜索引擎, 立即找到您所需的器件

更多详情&在线采购, 请登录 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

全国市话服务热线: 400-887-3088

E-mail: sales@mitron.cn

邮编: 350003

传真: 0591-87870011

网址: www.mitron.cn

IF/RF MICROWAVE COMPONENTS

特色产品 Product Feature

R&S 高端信号与频谱分析仪

新款高性能 R&S FSW 信号与频谱分析仪专为满足用户的高要求而开发。其设计具有很宽的分析带宽，操作简单、直观，适合航空航天与国防领域和未来通信系统的开发人员使用。

该分析仪的内部架构能够提供之前高端分析仪所无法提供的射频性能。例如，9GHz 左右的第一中频 (IF) 在无需使用 YIG 预选器的情况下就能使镜像抑制达到 8GHz，而传统分析仪该频率被限制在 3 至 4GHz。好处是在 8GHz 以下得到非常平坦、稳定，可再现性的频率响应特性，从而使绝对电平准确度达到 < 0.4dB。该特性对于 5GHz 频段的无线应用尤其重要，例如 WLAN IEEE 802.11a/n/ac。

另外，R&S FSW 对于不同的射频频率使用不同的信号路径。频率从 2Hz ~30MHz 或 40MHz（取决于使用的分辨率带宽）的输入信号，直接被采样率为 200MHz、16 位 A/D 转换器数字化。

频率在 1GHz 以下时第一中频为 1.31GHz，由于第一中频非常低，可以使用动态范围非常高的低频本振和低频混频器，因而可获得高达 30dBm 的三阶截止点和低的相位噪声。

微波频率

R&S FSW 分析仪在 8GHz 频段或 26.5GHz 微波频段采用预选器，能提供非常高的动态范围。例如，在 20GHz 使用预放时，显示平均噪声电平 (DANL) 为 -166 dBm (1Hz)。通过噪声补偿，可达到 -173 dBm (1 Hz)，接近热噪声基底值。FSW 不仅提供非

常好的灵敏度，而且还能处理非常高的信号电平。例如，在 2GHz 频率，3G 信号的邻道泄漏比 (ACLR) 为 -88 dB，此特性对于移动无线基站制造商尤其重要。

R&S FSW 是能够在谐波测量时提供可切换的射频低通和带通滤波器的分析仪，其滤波器频率是移动无线基站或手机谐波测量最重要的频段。R&S FSW 二次谐波截止点为 70dBm，无需使用配备开关矩阵的外部滤波器，用户也不再需要对外部信号路径装置进行校准，节省了成本。

由于采用内部的 YIG 技术和定制的罗德与施瓦茨专用 ASIC，R&S FSW 在 偏离载波 10kHz(1GHz 载波) 时相位噪声可达到 -137 dBc (1 Hz)。它还提供了之前在窄带宽应用（如公共移动无线电）中邻信道功率测试所无法获得的动态范围。

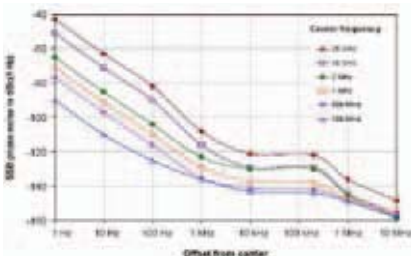


图 2：同时显示多种测量结果，例如频谱分析和脉冲信号特定分析结果。

宽带和多标准应用

R&S FSW 提供宽带调制信号测



图 1：扁平式菜单结构和框图设计，使得测量设置非常容易。

量所需的高达 160MHz 分析带宽，例如将来的 4 G、WLAN IEEE 802.11 ac 和频率捷变信号。另外，考虑到将来更高的带宽要求，射频信号通道可处理高达 500MHz 的带宽。IF 输出端可提供 500MHz 带宽，并可用于连接 R&S RTO 示波器进行宽带分析。

新仪器将分析提高到了一个新的水平，可使用多标准无线分析仪 (MSRA) 功能同时测量多种标准。用户可以检测并消除信号互相干扰导致的误差。

易于使用

R&S FSW 采用触摸屏用户界面和扁平的菜单结构（如图 1 所示），不再需要使用复杂的菜单树结构，菜单内容简单、清楚。

在分析仪的 12.1 英寸大屏幕上，以独立窗口同时显示多种测量结果，（请参见图 2）。由于设置保存在内存中，用户可以快速的切换不同设置，不需要从磁盘重新载入。除了仪器设置之间的无延时切换外，R&S FSW 远程操作时的测量速度 可达 1000 次扫描 / 秒。

总结

目前，R&S FSW 有三种型号，频率范围从 2 Hz ~ 8/13.6/26.5 GHz。R&S FSW 最初主要针对 A&D 应用，现在配备了测量相位噪声、噪声系数和增益、脉冲信号的应用固件。还提供移动通信最常用的测量应用，例如 LTE 和 3G 信号分析。其他测量应用和频率扩展将逐步实现，以覆盖 R&S FSU/Q 频谱与信号分析仪的整个应用范围。

泰克射频、微波功率传感器/功率计

泰克公司日前推出紧凑型射频 (RF) 和微波功率传感器 / 功率计产品系列,覆盖射频、微波频率范围,提供从基本平均功率到脉冲参数(pulse profiling) 的功率测量。PSM 功率计系列在全工作温度范围内已完全校准,无需传感器归零和功率计参考校准。

PSM3000、PSM4000 和 PSM5000 系列是紧凑型 USB 功率传感器 / 功率计,根据所选型号的不同,可用于 CW 和脉冲调制测量。功率计带有基于 Microsoft Windows 的功率计应用软件,用于控制功率计、显示读数和记录数据,无需独立功率计主机,适用于无线基站的安装与维护,生产测试,或无线设备与雷达的研究与设计等应用。

准确的功率测量已成为 RF 和微波设计与制造领域的一项绝对要求。虽然 RF 产品的测试在过去几年变得更快更容易,但测试 RF 功率仍然是最基本和耗时的测试之一。泰克 PSM 系列功率计的测量速度高达每秒 2000 个读数。并提供动态功率测量信息。自带软件提供数据存储功能,可将这些数据输入计算机进行分析。产品动态范围 (-60 dBm~+20 dBm) 和频率范围 (10 MHz~26.5 GHz) 宽广,用途广泛。

归零和校准是重要考虑事项,这些工作会花费时间和增加费用。PSM 传感器采用专利技术来确保在整个温度范围上的稳定性和校准,这使它们在变动的环境温度下较为准确。其他功率计需要耗时的断开连接或者归零和频繁的校准。

PSM3000 系列 RF 功率计提供了平均功率测量,可以对宽带调制信号进行准确的功率测量。PSM4000 系

列提供平均功率 (CW) 测量,并提供脉冲信号峰值功率测量。PSM5000 系列功率计提供了与 PSM4000 系列相同的测量,并为脉冲 RF 和微波系

统中的信号观察和检测增加了脉冲参数测试功能。

PSM 系列 RF 功率传感器 / 功率计现已全球发售。

2012第七届中国国际
RFID与物联网应用展览会
期待您的到来

时间: 2012年6月9~11日
地点: 广州琶洲保利世贸博览馆

合作
产生无穷的力量

展会官网 <http://www.autoidchina.org>

主办单位

香港生产力促进局
中商流通生产力促进中心
广东省连锁经营协会

中国物联网产业推广中心
亚太RFID技术协会
广东省防伪行业协会

承办单位

广州日晖会展服务有限公司
香港绿色数码科技有限公司

020-82567179 82562031 23377494 陈小姐

Microwave Journal China 微波杂志 ■ Jan/Feb 2012

45

JournalChina微波杂志

广告索引
Ad Index

目录 Contents
P.6-24 P.30-56

推荐朋友
Refer a friend

免费赠阅
Subscribe

◀ 🔍 🔍 ▶

ACT

特色产品 Product Feature

Skyworks具有互调失真性能的隔离器/环形器

Skyworks 公司

蜂窝基频设施系统中多载波无线电使用的增加推动着高线性度组件的需求，尤其是在功率放大器链。众所周知，隔离器和环形器在历史上影响了无线传输系统的整体互调失真 (IMD) 性能，因此对规格非常关键。Skyworks Solutions 和 Trans-Tech (Skyworks Solutions 的子公司) 的工程团队已成功开发出适用于隔离器和环形器的新材料 / 器件设计，对 IMD 性能进行了优化，并可提供低的 IMD 规格。全新 SKYFR-000700 环形器具有优于 -90 dBc 的 IMD 性能和双 + 47 dBm 频音。

IMD 是在一个器件内的两个或两个以上信号混合非线性效应，可产生不良的高阶乘积。这些无用信号可能出现在传送或接收频段，从而造成干扰。这些关系如图 1 所示，其中 f1 和 f2 是两个频音。

由于奇数乘积发生在频率接近基频时，是最需要关注的，而三阶最具支配性。一个行业标准测试测量了使用两个连续波 (CW) 频音 (f1 和 f2) 器件的 IMD 性能。这些相隔 5 MHz 的信号被组合起来并输入器件。在输出端测量三阶和五阶乘积。三阶

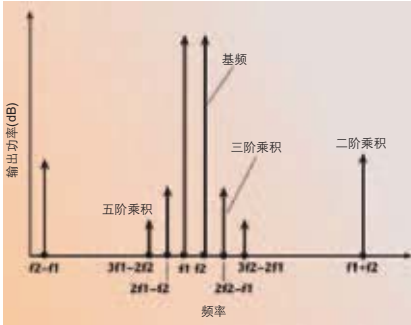


图 1：双频音信号频率 f1 和 f2 的 IMD 乘积。

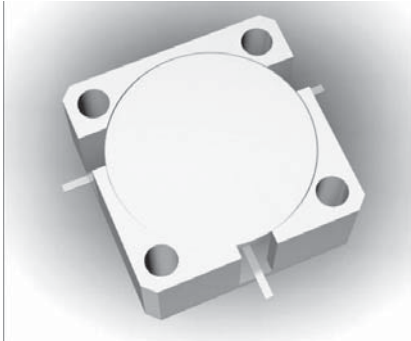


图 2：SKYFR-000700 外观。

乘积在 $2xf_1 - f_2$ 和 $2xf_2 - f_1$ ；五阶乘积在 $3xf_1 - 2xf_2$ 和 $3xf_2 - 2xf_1$ 。

SKYFR-000700 是采用 25 mm × 25 mm 外壳的单结环形器 (见图 2)，适于运行在 925~960 MHz 的标准 GSM 频段。这个环形器可以实现优于 -90 dBc 的 IMD 性能和 + 47 dBm 的双 CW 频音，间隔为 5 MHz。所使用的两个测试条件为 f1 = 925

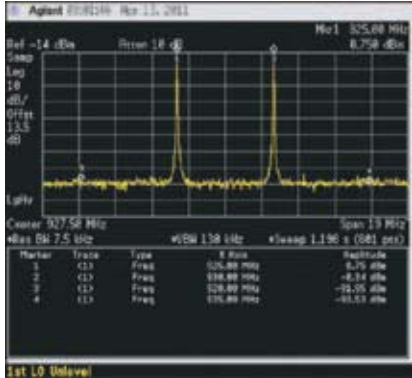


图 3：925 MHz 条件下测量的 SKYFR-000700 双音 IMD。

MHz 和 f2 = 930 MHz，以及 f1 = 960 MHz 和 f2 = 965 MHz，每个频音为 47 dBm。

SKYFR-000700 的 IMD 性能单元达到了 -73 dBc 的 IMD 性能，而 Skyworks 的单元超过了 -90 dBc。实际性能如图 3 所示。

SKYFR-000700 改善了 IMD 性能约 10 dB，源于其选材和改善的环形器结磁电设计。这种非线性的新方法使环形器设计者能够使现有产品的 IMD 性能改善超过 10 dB。预计未来将通过器件和材料的进一步优化组合得到进一步改善性能。

www.skyworksinc.com

ADI 推出战术级 10 自由度 MEMS IMU

ADI 公司推出第三代 iSensor MEMS IMU (惯性测量单元) ADIS16488，这是一款战术级 10 自由度 (DoF) 传感器，在单封装中集成一个三轴陀螺仪、一个三轴加速度计、一个三轴磁力计和一个压力传感器。

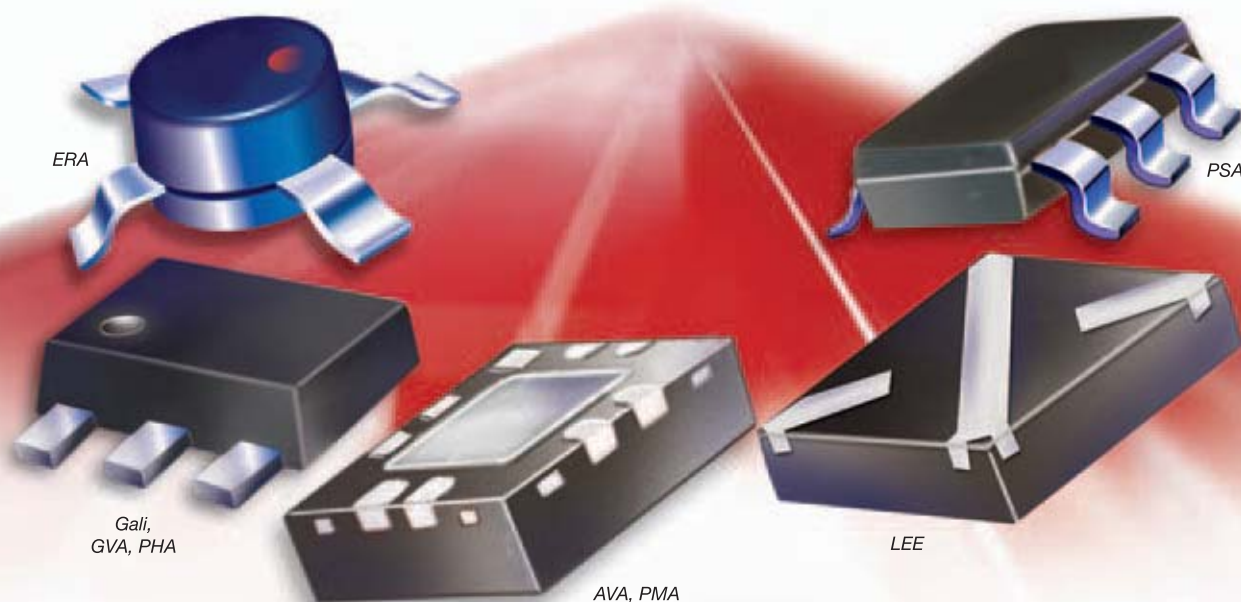
新款 MEMS IMU 提供完整的集成传感器套件，支持高性能导航和平台稳定控制应用的要求。产品主要特性：陀螺仪零偏稳定度：6°/hr；陀螺仪动态范围：450°/s；陀螺仪角度随机游走：0.3°/rt-hr；陀螺仪噪声：0.005°/s/√Hz rms；非线性：0.01%；偏置温度系数：0.0025°/s/°C；灵敏度温度系数：35ppm/°C；加速度计零偏稳定度：100ug；加速度计动态范围：±18g；X/Y/Z 对准精度：0.05°；带宽：330Hz；磁力计动态范围：±3.5 高斯；气压计动态范围：10~1200mbar。

ADIS16488 产品采用带连接器接口的 47 mm × 44mm × 14 mm24 引脚模块封装，千片批量单价为 1190 美元。

Product Feature 特色产品

MMIC 放大器

DC ~ 20 GHz 73 美分起 (数量1000)



噪声系数低至0.5dB, IP3高达+48dBm, 增益8~31dB, 输出功率达+30dBm

我们为您所想。有超过 ~~124~~ ¹⁴⁵ 个目录型号, Mini-Circuits提供了业界最全的低成本MMIC放大器选择。我们超宽带的InGaP HBT和PHEMT放大器具有低噪声系数、高IP3的特点, 且提供多种增益电平供选择, 这使得最佳地满足您的商业、工业和军事应用成为可能。

我们拥有极其严格的生产流程控制, 保证不同批次之间产品性能的一致性。因此, 您可以对每一个放大器的性能和质量充满信心。实际上, 在任何一个频率级联我们的放大器, 总增益几乎不会超过1dB的变化。这些MMIC放大器供电电压低至2.8V, 电流消耗低至20mA, 封装小如SOT-363, 且依然能够达到您对关键性能指标的要求。

请访问我们的网站www.minicircuits.com, 选择满足您特定要求的放大器, 每个型号都提供价格、完整的电气、机械和环境指标, 以及包括S参数在内的一整套的特性参数。您也可以在线或联系伟博电讯进行订购, 最快第二天就可获得所需器件。

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

P.O. Box 350166, Brooklyn, New York 11235-0003 (718) 934-4500 Fax (718) 332-4661



设计工程师的搜索引擎, 立即找到您所需的器件

更多详情&在线采购, 请登录 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

全国市话服务热线: 400-887-3088

E-mail: sales@mitron.cn

邮编: 350003

传真: 0591-87870011

网址: www.mitron.cn

Microwave Jou

IF/RF MICROWAVE COMPONENTS

47

特色产品 Product Feature

Agilent要让国防电子和雷达测试更经济更便利

临近 2012 的新年,安捷伦科技(中国)有限公司于在北京举办了一次展示暨研讨会,作为 2011 年最后一次的“安捷伦测量测试大会”以“追随科技发展的脚步”为主题,共分“无线通信论坛”和“射频微波论坛”两个分论坛。安捷伦公司微波与通信产品事业部业务开发经理刘斌在论坛期间介绍了公司推出的新产品。

首先刘斌介绍了目前航空航天领域存在的诸多挑战,他认为:“无线通信制式所占用的频段以及相关电子设备对航空航天、雷达频带占用、干扰越来越多;战争更多得进入城市,例如伊拉克战争。小范围、低移动速率目标的监测和探索要求越来越多,移动目标正从原来的高速运动,比如导弹、飞机,变成了背着防弹衣、拿着狙击步枪的士兵个体。如何快速发现这些目标?这是军用领域新的挑战;再次,政府或企业对于军用、航空航天领域设备投资要求越来越敏感。”

他认为:“雷达和国防电子设备开始进入更高的毫米波频段;在频率越来越高的前提下,信号带宽也越来越宽;系统相位噪声要求越来越高。”

为适应这些新的测试挑战,安捷伦推出一系列宽带信号产生与分析解决方案以及针对雷达应用推出测试工具。

安捷伦曾在去年推出 PXA N9030 信号分析仪,其单机可以做到 50G 载波频率,解调带宽可达到 160M,为了实现更高的带宽,公司通过外混频的方式,使得 PXA N9030 信号分析仪可支持高达 900 MHz 的中频带宽信号输出,用作宽带下变频器,再配合一个经济示波器,或者模拟化的信号分析仪,比如,安捷伦 DSAX93204A 33GHz 实时示波器和其它型号实时示波器,就可以直接分

析数 GHz 调制带宽的脉冲内调制雷达信号而无须变频。刘斌介绍:“这是一种通过经济的手段实现微波频段的信号以及宽带信号的解调”——即通过和 PXI 模块化矢量信号分析仪配合可以在 50GHz 甚至更高载波频率下全面分析 900MHz 调制带宽的信号方式,用于分析航空航天与国防电子中的宽带通信和雷达信号。

在模拟发射机领域,安捷伦曾在 2003 年推出了 E8257D 和 E8267D 微波信号源,它们可提供非常干净的信号,其中,E8267D 微波矢量信号发生器其带宽可以达到 160MHz,当用作外部输出时,调制带宽可以达到 2GHz。现在,公司又在此基础上推出超低相位噪声选件 UNY。据介绍,通过选件,可改善近端相位噪声 5dB,改善平台段相位噪声达 10dB,可以在雷达研发阶段替代本振(LO)。

此外,安捷伦还在矢量信号源上(微波及射频频段)推出具有模拟真实世界天线行为的脉冲信号构建功能 N7620A,以代替昂贵的实际飞行测试,在实验室中完成复杂测试。刘斌介绍:“对于雷达设备研发和生产厂家来说,做雷达性能测试和验证时,

打开雷达的资金投入非常巨大,这种实测只能在整个雷达设备已基本完成时才能进行。而雷达中的部件是否能够满足要求就无法验证。N7620A 通过基于天线的波数以及回波信号的性能提供了经济的手段。利用矢量信号发射器,提供相应的符合模拟雷达天线发射的波数,或者接收回来的波数,验证用户相应的发射机或者接收机,来实现整个设备的验证。整个设备可以多次重复利用。”

在这个方案里,配合不同天线的集化程度、辐射模板以及扫描方式等等,可模拟各种各样的场景,包括雷达模拟仿真。同时还可通过新推出的、可工作在 X 系列分析仪、PSA 频谱分析以及示波器等多种平台上的脉冲分析软件 N9051A 分析多达 1000 个连续脉冲、全面分析周期、脉宽、PRI/PRF、droop、过冲、上升/下降时间、峰值及平均功率、PDF、CDF、CCDF 等参数,以实现各种各样脉冲信号的分析和解调。

“军用通信领域正面临巨大的测试挑战。安捷伦希望通过经济、便利、精确的测量手段,实现国防和航空航天领域更好更快的新产品。”刘斌说。

英飞凌射频大功率管技术交流会成功举办

2011 年 12 月 1 日,英飞凌(Infineon)携手其增值服务分销商世强电讯,在福建泉州联袂举办“英飞凌射频大功率管技术交流会”。

会议首先由来自英飞凌的工程师介绍英飞凌 LDMOS 产品路线及封装科技,特别介绍了 Infineon LDMOS APD Doherty 设计经验,以及 Infineon LDMOS 供电 pin 脚的特殊之处,如何通过 LDMOS 型号功率来进行功率分配、微带计算,进行 Doherty 功放设计;此外,介绍了非对称 2 路 Doherty PA 的设计方法,3 路 Doherty PA 设计方法,着重介绍了如何调试的问题;另外,还就 Infineon 小信号这一块,如 LNA 做了相关介绍。

来自世强的 FAE 重点对几款英飞凌 LDMOS 功放 DEMO 做了介绍,如针对单载波 WCDMA 设计的射频方案,针对 PICO 1W 项目设计的方案,针对宽带 LDMOS 设计的射频方案等,这些 demo 方案,大多由世强射频实验室设计而成。来自 EMC 公司的销售经理对 EMC 射频器件作了简要介绍。此外,世强的市场经理介绍了 Rogers(罗杰斯)公司提供的射频功放领域周边的应用材料。

力科推出 60 GHz 实时带宽示波器

力科 (LeCroy) 公司宣布其在最新 LabMaster 10 Zi 系列示波器上采用可实现 36GHz 带宽和 80GS/s 采样率的芯片组技术, 并通过公司的数字带宽交错复用 (DBI) 专利技术组合两个 36GHz 通道, 将芯片级的 36GHz 模拟带宽和 80GS/s 采样率延伸到 60GHz 的模拟带宽和 160GS/s 的采样率。这样, LabMaster 10 Zi 系列示波器可实现在一个采集模块中的 2 通道带宽达到 60GHz, 4 通道带宽达到 36GHz。

此外, 通过公司通道同步 (ChannelSync) 专利技术使得高达 20 个完全基于芯片技术的 36GHz 带宽和 80GS/s 采样率的通道以及高达 10 个 60GHz 带宽和 160GS/s

采样率的 DBI 通道得到精确的同步, 即使得 LabMaster 10 Zi 系列示波器能实现 10 通道 60GHz 带宽, 20 通道 36GHz 的带宽以及最高采样率为 160GS/s, 可分析存储深度最高能达到 1024Mpts/ch 的性能; LabMaster 10 Zi 还实现触发带宽 30GHz——两倍于力科的 WaveMaster 8 Zi-A 和 LabMaster 9 Zi-A 系列示波器。

另外, 示波器抖动噪声性能指标为: 50GHz 或者 60GHz 型号只有不到 100 fsrm; 60GHz 带宽信号的上升时间 (20%~80%) 只有 5.5ps, 36GHz 型号只有 9.75ps。LabMaster 10Zi 可实现高达 14.1Gb/s 的 80 位串行码型触发

支持 8b/10b 和 64b/66b 符号触发, 增强了其调试高速串行数据的能力。

据介绍, 力科 36GHz 芯片组采用的是 IBM 第四代商用 8HP 锗化硅工艺, 可实现晶体管切换速率达 200GHz, 并具有更低的电气噪声。力科同时也发布了基于硅芯片的 25GHz 带宽和 30GHz 带宽型号, 每个通道具有 80GS/s 的采样率。还有一种在两个通道上可实现 50GHz 带宽和 160GS/s 采样率的型号, 所有的型号在将来都可以升级到 60GHz 的带宽。对于已经拥有 LabMaster 9 Zi-A 的用户也可以将 LabMaster 9 Zi-A 的采集模块与新发布的 LabMaster 10 Zi-A 型号配合使用。

上接第40页

参考资料

1. Ji-Fuh Liang and William D. Blair, "High Q TE01 mde DR filters for PCS wireless base stations," IEEE Trans. on Microwave Theory Tech., vol. MTT-46, NO 12, 第 2493 页, Dec. 1998 年 .

2. Raafat R. Mansour, "Filter technologies for wireless bas stations," IEEE Microwave magazine, 2004 年 3 月 .

3. C. Wang and K. Zaki, "Dielectric resonators and filters," IEEE Microwave magazine, 2007 年 10 月 .

4. C. Wang, K. Zaki and Ali E. Atia, "Dielectric combine resonators and filters," IEEE Microwave magazine, IEEE Trans. on Microwave Theory Tech., vol. MTT-46, NO 12, 第 2501 页, 1998 年 12 月 .

5. Toshio Ishizaki, "Temperature-stable dielectric TM010-mode resonator and its application to compact base station filter," IEICE Electronic Express, Vol.7, No.6, 第 454~459 页, 2010 年 .

6. M. Moeft, "Bandpass filter design using TM-mode dielectric rod resonators with novel input coupling," Proc. IEEE MTT-Symposium, 第 1601~1604 页, 2009 年 .

7. Ji-Fuh Liang, Guo-Chun Liang, marco Song, George He and Tony An, "Single mode DR filters for wireless bas stations," ZTE Communications, Vol. 9, No.2, 2011 年 6 月 .

8. A. E. Atia and A.E. William, "New types of bandpass filters for satellite transponders," Comsat Tech. Rev. Vol. 1, 第 21~43 页, Fall 1971 年 .

9. A. E. Atia and A.E. William, "Narrow bandpass waveguide filters," IEEE on Microwave Theory and Tech., vol. MTT-20, 第 258~265 页, 1972 年 4 月 .

10. R. J. Cameron, "General prototype network synthesis methods for microwave filters," ESA Journal, 第 193~206 页, vol. 6, 1982 年

11. Ralph Levy, "Direct synthesis of cascaded

quadruplet (CQ) filters," IEEE Trans. on Microwave Theory Tech., vol. MTT-43, 第 2940~2950 页, 1995 年 12 月 .

12. H. C. Bell, Jr, "Canonical Asymmetric coupled-resonator filters," IEEE Trans. on Microwave Theory Tech., vol. MTT-30, 第 1335~1340 页, 1982 年 9 月 .

13. J. D. Rhode and R. J. Cameron, "General extracted pole synthesis technique with application to low-loss TE01 mode filters," IEEE on Microwave Theory and Tech., vol. MTT-28, 第 1018~1027 页, 1980 年 9 月 .

14. Ji-Fuh Liang and Dawei Zhang, "General coupled resonator filters design based on canonical asymmetric building blocks," IEEE International Microwave Symposium Digest, 第 285 页, 1999 年 .

15. Ji-Fuh Liang, "On the Equivalent Circuits of Microwave Coupled Cavities and Coupled-Cavity Filters," APMC, 2004



世强电讯—满足您的无线需求



产品: 手机PA/FBAR双工器, 单片放大器、砷化镓单片放大器、混频器、分频器、毫米波器件、VCO器件, 6-30GHz点对点通信方案, PIN管、肖特基二极管, 三极管、场效应管

应用: 应用于CDMA/WCDMA, TDSCDMA, 基站、直放站等移动通信设备中

特点: 高市场占有率, 高可靠性, PA,LNA



产品: DC-110GHz RFIC/MMIC器件及模块, 小信号放大器、驱动放大器、衰减器、倍频器、混频器、射频开关、检波器、直接调制器、VCO、中功率微波放大器、分频器、ADC、模数转换器

应用: 移动通信基站、中继站、卫星广播高频头、有线电视系统、无限局域网及MMDS、Pt2Pt、雷达及其他军工产品

特点: MMIC/RFIC全套解决方案可提供从频率源到混频、开关、调制、放大等一系列产品。混频器具有高IP3、低成本、体积小、的特点。数控衰减器具有极高的输入IP3和完美的性价比。业内领先的高隔离度、低插损开关拥有极高的性价比。PLL/VCO极低相位噪声, 业内首选。均值/峰值功率检测器具有宽动态范围



产品: 天线开关IC、放大器件 (LNA、HTB、通用Tr等)

应用: 广泛应用于手机、数据卡、WiFi/WLAN、FRS等无线消费领域。

特点: MMIC SWIC绝大部分为砷化镓材料, 能提供SPDT到SP9T等的MMIC SWIC, 覆盖频率从500MHz到6GHz。放大器件具有高性能、低成本的性能优势。



产品: 射频大功率 LD/MOS

应用: 全面应用于移动通信, 数字电视、发射机等领域。

特点: 低热阻, 高可靠性; 高功率密度, 带供电pin, 设计简单。



产品: RO4533/RO4725/RO4730/RO3730天线专用材料、RO4000系列、RO3000系列、RT/duroid5000/6000系列, ULTRALAM2000/3000 系列, TMM系列

应用: 射频功率放大器、微带天线、微波光通讯、卫星广播的LNB、高性能高速数字电路多层板及军工产品等

特点: 可靠性高, 稳定性佳, 一致性好, 低生产成本, 众多的产品家族为客户提供更多、更佳的选择



产品: 固定衰减器、温补衰减器、负载、3dB电桥、定向耦合器、测试电缆等

应用: 移动通信基站、中继站、ODU、WLAN、雷达以及其他军工产品

特点: 业界最大的微波无源器件供应商之一, 频率覆盖范围广, 衰减器可以到50GHz, 测试电缆可以到60GHz。低频段衰减器AN7系列、负载、耦合器有极高的性价比。



www.secomtel.com

专业电子元器件及测试仪器分销商

深圳世强电讯有限公司

深圳: 40088-73266

香港: +852-3184 8481

上海: +86-21-5237 1816

沈阳: +86-24-3188 3081

南京: +86-25-8455 2900

北京: +86-10-8233 6666

成都: +86-28-8662 4147

郑州: +86-371-6869 2107

武汉: +86-27-8732 2726

西安: +86-29-8832 3435

青岛: +86-532-8872 2664

重庆: +86-23-6712 1702

厦门: +86-592-5806 950

杭州: +86-571-8839 8810

苏州: +86-512-6935 1315

Http: www.secomtel.com

E-mail: sales@secomtel.com

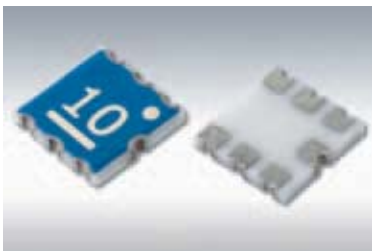
热线电话: 40088-73266

AR 新的固态放大器

AR 射频 / 微波仪器部门推出了新的固态放大器系列，较以前的型号更紧凑、更有效、更强大。新的“S”系列覆盖 0.8~4.2 GHz，功率高达 1200 瓦特。新型号使用新的设计提供两倍于旧型号的功率。

EMC 科技无源射频功率有效值检测器

PST-10-A-1 是 EMC 科技最新研发的具有内部温度补偿的无源射频功率有效值检测器。主要用于频率在 DC~6GHz 范围内的功率检测。和适当的定向耦合器合用，也可用作电压驻波比测试。



PST-10-A-1 以薄膜技术将射频终端和功率检测器组合成一个无源器件芯片，具有线性的功率响应，从而降低了功率检测电路设计的复杂性。此产品对静电释放（ESD）不敏感，用它取代二极管检波器及其他半导体有源器件，将会提升可靠性。PST-10-A-1 现有两种设计以对应商业和高可靠性应用。高可靠性设计已通过美国航天航空应用验收。对大量贴片装配需求，EMC 科技可以卷带包装供货。

ADI 新型微波 PLL 频率合成器

ADI 公司推出一款 PLL（锁相环）频率合成器 ADF41020，它可以用在无线接收机和发射机的上变频和下变频部分，实现 18 GHz 的本振。ADF41020 提供 18GHz 高带宽，设计中无需倍频器级，适合的应用包括微波点到点和多点无线电、无线基础设施设备、VSAT（甚小孔径终端）无线电、半导体测试设备、雷达应用和私人移动无线电。

ADF41020 PLL 频率合成器由低噪声数字鉴频鉴相器、精密电荷泵、可编程参考分频器和高频可编程反馈分频器组成。该 PLL 与外部环路滤波器和压控振荡器（VCO）一起使用时，可以实现完整的频率合成器。该 PLL 可以通过有源环路滤波器驱动外部微波 VCO。主要特性：最高 18 GHz RF 输入频率；集成预分频器；可编程双模预分频器；2.7 V~3.3 V PLL 电源；可编程电荷泵电流；三线式串行接口；模拟和数字锁定检测；硬件和软件关断模式。产品千片批量报价 12.77 美元 / 片，采用 20 引脚 LFCSP 封装。

NI PXI 射频信号分析仪

全新的 NI PXIe-5665 是一种高性能的 PXI 射频信号分析仪，适用于频谱分析和宽带矢量信号分析。它的频域覆盖宽度为 20 Hz~14 GHz，分析带宽高达 50 MHz。它具有 +24 dBm 处的三阶交调截取点，±0.10 dB 的绝对幅度精度，以及基于 256 QAM 调制信号的仅为 0.33% 的幅度误差向量。它还具有超低的相位噪声：在偏离 800 MHz 的 10 kHz 处的相位噪声仅为 -129 dBc/Hz，而其平均噪声仅为 -165 dBm/Hz。



R&S 重新定义网络分析仪

罗德与施瓦茨的新产品 R&S ZNB 和 R&S ZNC 矢量网络分析仪具有高达 140dB 动态范围、4ms 扫描时间（401 扫描点数）和稳定性。两款产品满足严格的射频器件的生产与研发需求，适合应用于移动通信领域和电子产品工业。两款网络分析仪覆盖了从 9 kHz~3 GHz、4.5 GHz 或 8.5 GHz 的频率范围。



RF1604D 宽频低功率 SP4T 开关

RFMD 的新型 RF1604D 器件是一款专为接收分集转换应用而设计的单级四投（SP4T）开关，适合用于要求具有高转换性能和极低直流能耗的电池供电的应用中。RF1604D 还包括整合式译码逻辑，仅允许通过两条控制线路进行开关控制。RF1604D 尺寸为 2.5mm x 2.5mm x 0.6mm，12 引脚无铅 QFN 封装。在射频通路上不需要直流阻隔电容，除非直流电是从外部作用于器件端口。

特点：有端口上均具有 2kV HBM ESD 保护；可在低频率至超过 2.7GHz 的频率下操作；低插入损耗：在 1GHz 时为 0.4dB；极高的隔离：在 1GHz 时为 40dB；与低电压逻辑兼容（VHIGH 最小值=1.3V）；在射频通路上不需要外置直流阻隔电容；应用：多模式 GSM/EDGE/WCDMA 和 LTE 应用；无线基础设施应用；接收分集转换。100 件批量单价为 0.98 美元起。



第二十届中国国际广播电视信息网络展览会

CHINA CONTENT BROADCASTING NETWORK 2012

■2012年3月21-23日 ■北京·中国国际展览中心 ■www.cchin.cn

69,000 平米展覽面積

90,000专业观众

1,000+ 家參展商



www.ccbn.cn



→ 注: 上述企业标准仅为部分内容且顺序不分先后。

安捷伦支持 MSR 信号分析仪软件

安捷伦 89600 VSA 软件现可支持多类无线研发测量，同时分析多载波和多制式的信号，为无线测试领域提供更高效率的测试和更深入的信号分析。89600 VSA 支持多类无线研发测量，专为多标准无线技术（MSR）等测试而设计。通过结合最近推出的用于 X 系列信号分析仪的 MSR 测量应用软件，安捷伦测试解决方案支持 MSR 基站从研发到生产制造的整个生命周期。

89600 VSA 软件是用于研发的矢量信号分析解决方案。它拥有通用和标准工具，可进行信号频谱测量、调制和时域的表征。该软件可使工程师顺利完成对物理层信号问题的故障诊断。能兼容 30 多种安捷伦信号分析仪、示波器和逻辑分析仪，并在运行 Microsoft Windows 的 PC 或基于 PC 的仪器中运行。

Times Microwave 的 SilverLine VNA 系列

Times Microwave Systems 推出其新一代高端射频 / 微波测试电缆 Silverline VNA 系列。该款产品专为矢量网络

分析仪配备，具有的电气和机械性能，适用于各种要求精确，环境复杂的测试应用。目前，Silverline VNA 可提供 18GHz、26.5GHz、40GHz 等频段，及不同长度的配置。



Skyworks 推出高功率、高线性度串联 PIN 二极管

Skyworks Solutions 推出面向发射和接收开关应用的高功率串联 PIN 二极管。SMP1325-087LF 是一款使用高散热封装的分立解决方案，适用于大信号开关和衰减应用。它实现很低的插入损耗 (0.04 dB)、较高的线性度 (90 dBm)、良好的隔离性、出色的功率容量 (35W) 以及低失真。该产品的目标市场包括手机、基础架构、军事及其他需要高功率开关的应用。



艾法斯S系列数字信号发生器（6GHz）和矢量信号分析仪（13GHz）

艾法斯（Aeroflex）有限公司将新添两款新型 S 系列数字信号发生器——SGD 的 3GHz 和 6GHz 型号以及两款新型矢量信号分析仪——SVA 的 6GHz 和 13GHz 模型。S 系列产品采用了艾法斯的 PXI 技术。



SGD 数字信号发生器

SGD-3 和 SGD-6 都具备 +13 dBm 的标准输出电平，增加选件还可以支持 +20 dBm 的最大信号输出。信号源产品内安装了一个支持 300 MHz 的射频带宽的 IQ 调制器，使其能够产生较宽带宽的调制信号。其内置的双通道任意波形发生器（AWG）采样速度高达 250 MS/s，板载波形存储空间最高可达 4GB（选件），支持快速的波形信号输出并具有存储多个信号的能力。嵌入式 IQCreator® 波形产生工具使用户能够建立一个调制方案，并且通过调用模板创建一个可供 AWG 使用的调制波形文件。

SGD 在 1GHz 频点偏置 20KHz 时仅有 -135dBc/Hz 的超低单边带（SSB）相位噪声，支持仅为 100μs 的快速频率切换时间。IQ 调制器的高动态范围提供了 WCDMA 信号高达 -71dBc 的邻道功率特性（ACLR），使用户能设

计并测试其放大器性能。

SVA 矢量信号分析仪

SVA-13 的测试频率范围可扩展至 13GHz，允许该仪器被用来分析常用的通信频带中信号的二次谐波性能。分析带宽高达 90MHz 使它同样适用于测量和分析窄带和宽带通信系统。SVA 仪表可直接测量的峰值电平可高达 +30dBm。凭借 -148dBm/Hz 的最大测试灵敏度，极低电平的信号也能够从噪声中清晰的分离出来，这对测量发射机的杂散信号输出尤为重要。

此外，SVA 拥有一组多样化的、用于无线通信测试的测量套件（选件），覆盖了绝大多数 2G、3G、4G、WMAN、WPAN、WLAN 及 LTE 标准，可提供符合测试标准的功率电平、调制质量和频谱参数等测量结果。本振在 2GHz、偏置为 10MHz 时的相位噪声为 -138dBc/Hz；在频率高达 6GHz 时，频率切换设置能在 250μs 内完成，使 SVA 适用于高产能 RFIC 测试。SVA 可与 SGD 信号发生器或其它 S 系列模组同步并组合使用。

S 系列全系仪表都有直观的液晶显示（LCD）触摸屏界面，借助 S 系列模块化结构设计的 Aerolock 互锁机构，可以使用户自行对新添置的 S 系列仪表在机械上进行自由组合。

展会计划 Coming Events

1月 January

2012 Computing, Communications and Applications Conference (ComComAp)
日期: Jan 11 - 13, 2012
地点: 香港, 中国 Hong Kong, China

2月 February

Mobile World Congress
日期: Feb 27-Mar 1, 2012
地点: 巴塞罗那, 西班牙 Barcelona, Spain

3月 March

**中国国际广播电视信息网络展览会
China Content Broadcasting Network (CCBN)**
日期: Mar 21-23, 2012
地点: 北京, 中国 Beijing, China

2012 16th IEEE International Symposium on Power Line Communications and Its Applications (ISPLC)
日期: Mar 27 - 30, 2012
地点: 北京, 中国 Beijing, China

**慕尼黑上海电子展
Electronica China, Shanghai**
日期: Mar 20-22, 2012
地点: 上海, 中国 Shanghai, China

4月 April



**2012年春季（第79届）中国电子展
The 79th China Electronics Fair**
日期: Apr 11-13, 2012
地点: 深圳会展中心, 中国 Shenzhen Convention & Exhibition Center, China

**第五届中国国际医疗电子技术大会暨展览
China Int'l Medical Electronics
Tech 2011(CMET2011)**
日期: Apr 16-21, 2012
地点: 深圳、上海、北京, 中国 Shenzhen, Shanghai, Beijing, China

Asia-Pacific Microwave Photonics Conference 2012 (APMP2012)
日期: Apr 25-27, 2012
地点: 京都, 日本 Kyoto, Japan

5月 May

**2012年国际微波毫米波技术会议
2012年微波毫米波科技成果及产品展
Microwave Wireless Industry Exhibition (MWIE)**
日期: May 5-8, 2012
地点: 深圳会展中心, 中国 Shenzhen Convention & Exhibition Center, China

2012 16th International Symposium on Electromagnetic Launch Technology (EML)
日期: May 15 - 19, 2012
地点: 北京, 中国 Beijing, China

2012 4th International High Speed Intelligent Communication Forum (HSIC)
日期: May 17 - 18, 2012
地点: 南京、江苏, 中国 Nanjing, Jiangsu, China

2012 IEEE Innovative Smart Grid Technologies - Asia (ISGT Asia)
日期: May 21 - 24, 2012
地点: 天津, 中国 Tianjin, China

**2012 国际通信与移动计算会议
2012 4th International Conference on Communications, Mobility and Computing (CMC)**
日期: May 21 - 23, 2012
地点: 广西, 中国 Guangxi, China

2012 IEEE 5th International Beijing Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC)
日期: May 22- 25, 2012
地点: 北京, 中国 Beijing, China

**第六届上海国际微波及天线技术交流展览会
China International Conference & Exhibition on Microwave and Antenna**
日期: Oct 7, 2012
地点: 上海光大会展中心, 中国 Shanghai Everbright Convention & Exhibition Center, China

6月 June

**中国国际RFID 与物联网技术应用展览会
RFID China**
日期: Jun 9-11, 2012
地点: 广州, 中国 Guangzhou, China

IEEE MTT-S/ IMS
日期: June 17-22, 2012
地点: 蒙特利尔, 加拿大 Montreal, Canada

IEEE EMC Beijing
日期: Jun 28-30, 2012
地点: 北京, 中国 Beijing, China

9月 September

**中国国际信息通讯展览
PT Expo**
日期: Sep 18-22, 2012
地点: 北京, 中国 Beijing, China

10月 October

**欧州微波周
EuMW**
日期: Oct 28-Nov 2, 2012
地点: 阿姆斯特丹, 荷兰 Amsterdam, Holand

11月 November

**国际微波及天线技术展览会
IME**
日期: Nov 5-7, 2012
地点: 上海, 中国 Shanghai, China

**高交会电子展
China Hi-Tech Fair**
日期: Nov 16-22, 2012
地点: 深圳, 中国 Shenzhen, China



2012年国际微波毫米波技术会议 (ICMMT2012) 2012年微波毫米波科技成果及产品展 (MWIE2012)

主办单位: 中国电子学会

承办单位: 中国电子学会微波分会、哈尔滨工业大学深圳研究生院
华南理工大学、深圳市金瑞特科技有限公司

技术支持: 东南大学、清华大学、上海交通大学、香港城市大学
电子科技大学、西安电子科技大学、北京理工大学
中国科学技术大学、南京理工大学
中国电子学会天线分会
IEEE MTT-S、IEEE 南京分会、IEEE 北京分会
IEEE 上海分会、IEEE 哈尔滨分会、IEEE 成都分会



支持媒体: 《微波学报》、《移动通信》、《Microwave Journal》、《IEEE Microwave Magazine》、“微波射频网”、“微波仿真网”、“微波在线”

日期: 2012年5月5日~8日 (5日报到、布展)

地点: 深圳会展中心

微波毫米波科技成果及产品展 (MWIE) 是国内微波毫米波与射频领域最大规模的展览。每年一届, 逢双数年和国际微波毫米波技术会议一起举办, 逢单数年与全国微波毫米波会议 (中国微波年会) 同期举办。目的是为从事微波毫米波与射频领域的企业提供展示产品及服务交流的平台, 为微波毫米波领域的广大科学家、工程技术开发人员、学者提供一个相互交流、相互学习的机会。

MWIE 2012是继2011年在青岛、2010年在成都、2009年在西安、2008年在南京举办的“微波毫米波科技成果及产品展”的又一届盛会!

国际微波毫米波技术会议 (ICMMT) 是由中国电子学会发起的在中国召开的微波毫米波领域系列性国际会议, 由中国电子学会微波分会等单位承办, 每两年一届 (逢双数年召开)。

2012年国际微波毫米波技术会议 (ICMMT2012) 已经是第八届, 将在深圳会展中心举行, 活动得到了IEEE MTT-S的支持, 会议的论文将进入IEEE Xplore®, 会议宣讲或张贴的论文将被EI收录。

日程安排:

- 1、2012年5月6日上午在主会场有四个主题报告。报告人分别是中国、亚洲其他国家、美国和欧洲的微波毫米波领域的知名专家;
- 2、2012年5月6日下午至8日下午设有六个分会场和一个论文张贴区进行技术交流, 每一个分会场首先由一位国内外的知名专家做特邀报告 (30个);
- 3、2012年5月6日下午至7日下午在深圳会展中心6号馆举办“微波毫米波产业技术论坛”, 由多家著名公司做技术报告, 同时进行技术答疑。



参展范围:

- 微波毫米波元器件及部件生产商和销售商, 包括: 硅、砷化镓、氮化镓等微波毫米波器件 (含MMIC), 放大器、混频器、振荡器等有源部件和滤波器、双工器、耦合器、衰减器、天线等无源部件;
- 微波毫米波设计软件生产商和销售商;
- 射频电路板、连接器和微波暗室吸波材料等产品的生产商和销售商;
- 微波毫米波电容、电感和大功率电阻等产品的生产商和销售商;
- 微波毫米波仪器仪表生产商和销售商;

展位设置:

标准展位: 3米×3米, 包括: 十五个字以内的楣板文字, 一张桌子, 两把椅子和两盏射灯;
空地特装: 36平方米起。

展商服务:

- 1、为每家参展商提供一个版面140mm×210mm或210mm×285mm) 的彩色介绍, 将其印刷到我们制作的参展商手册 (发给每一位会议代表);
- 2、提供参观观众名录一份, 每天中午提供每家参展商两个盒饭。

详情请访问: www.cnmw.org

www.mws-cie.org/icmmt2012

深圳是中国最大的微波毫米波与射频产品应用的聚集地之一。是移动通信基站和无线传输设备制造商: 华为技术有限公司和中兴通讯股份有限公司的总部所在地, 再加上“深圳通创”、“深圳协同”、“广州海格”和“中国电子科技集团公司第7研究所”等单位。深圳及周边地区从事微波毫米波与射频工作的工程师达到几万人规模。深圳市又是以发展高科技著称的中国改革开放的窗口, 有着依山面海、风光秀丽的地理优势。ICMMT2012和MWIE2012将在深圳会展中心举办。

深圳会展中心地处深圳市中央商务区、位于深圳市东西方向的中轴线上, 紧邻香港, 交通十分便利, 这届微波展将有众多来自海内外的微波毫米波领域的专家、工程技术人员和学者等专业观众, 前来参观的从事微波毫米波与射频工作的专业观众将超过3000人, 是宣传您公司及产品的最好机会。

诚邀您参展、参观, 深圳欢迎您!

中国电子学会微波分会请联系: 汪海勇 研究员 E-mail: hywang@50.sh.cn
会议请联系: 汪洋教授、杨广琦和顾凯华老师
Email: icmmt2012@emfield.org

参展请联系: 魏子伦先生、徐晓辉小姐
电话: 0755-8365 5339 传真: 0755-83629073
Email: kingradio@188.com mwrf@vip.163.com



欧洲微波周2012
荷兰阿姆斯特丹RAI
2012年10月28日-11月2日



欧 洲
微 波
周
阿姆斯特丹RAI
2012年10月28日-11月2日
www.eumweek.com

微 波 空 间

欧洲领先的微波、射频、 无线和雷达活动

EuMW2012展览您将看到:

- 7,500平方米展览空间
- 来自世界各地的5,000位重要参观者
- 1,700 - 2,000名会议代表
- 超过250家参展商

同期举办的3个独立的展览, 与会议相辅相成:

- 欧洲微波集成电路会议 (EuMIC)
- 欧洲微波会议 (EuMC)
- 欧洲雷达会议 (EuRAD)

另增加了为期一天的国防和安全会议



EuMA
欧洲微波协会

官方出版物:

**Microwave
Journal**

主办单位:

h horizon
house

技术支持:

IET
The Institution of
Engineering and Technology

协办单位:

MTT-S

协办单位:

IEEE

EuRAD
2012

第九届欧洲雷达会议

42ND EUROPEAN MICROWAVE CONFERENCE 2012

第42届欧洲微波会议

EuMIC
2012

第七届欧洲微波集成电路会议

协办单位:

**ELECTRONIC
DEVICES
SOCIETY**



您有兴趣参展?

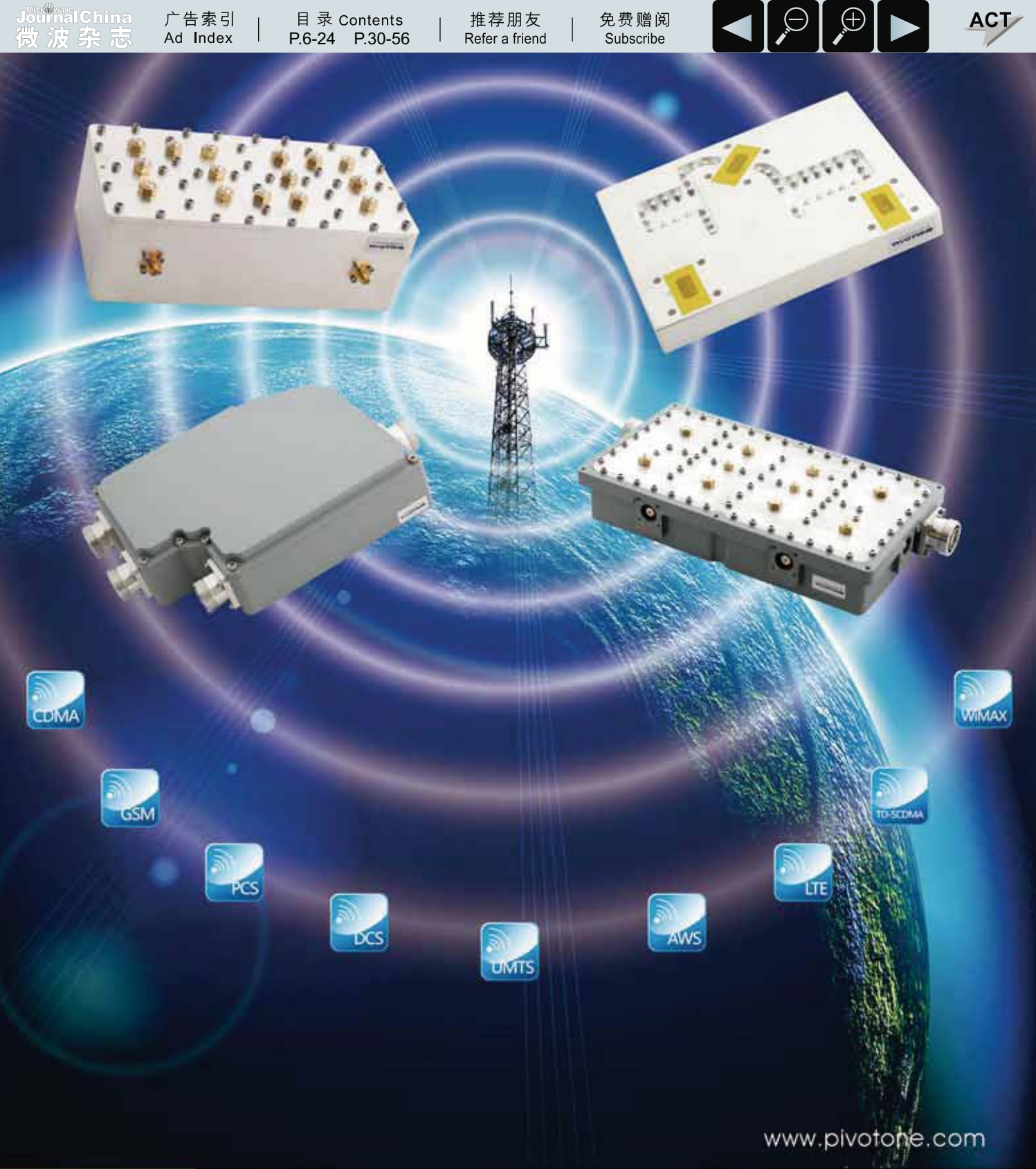
请致电

赵进昌 010-6609 4237
李 扬 010-6609 4224

或电邮

jin-chang-zhao@vip.163.com
liyangleon@hotmail.com





www.pivotone.com

微波元器件:

波导双工器

正交模转换器(OMT)

波导同轴转换器

波导负载

波导定向耦合器

波导电桥合路器/功分器

射频率元器件及模块:

滤波器/双工器

介质加载滤波器

塔顶放大器

功率分配器

定向耦合器

合路器

多系统合路平台

Vision drives the future

PIVOTONE

江苏贝孚德通讯科技股份有限公司

地址: 江苏无锡惠山经济开发区瑞桥工业园瑞桥路7-1号

邮编: 214174

电话: +86 510 8374 0009

传真: +86 510 8374 2009

电邮: sales@pivotone.com, info@pivotone.com

网址: www.pivotone.com