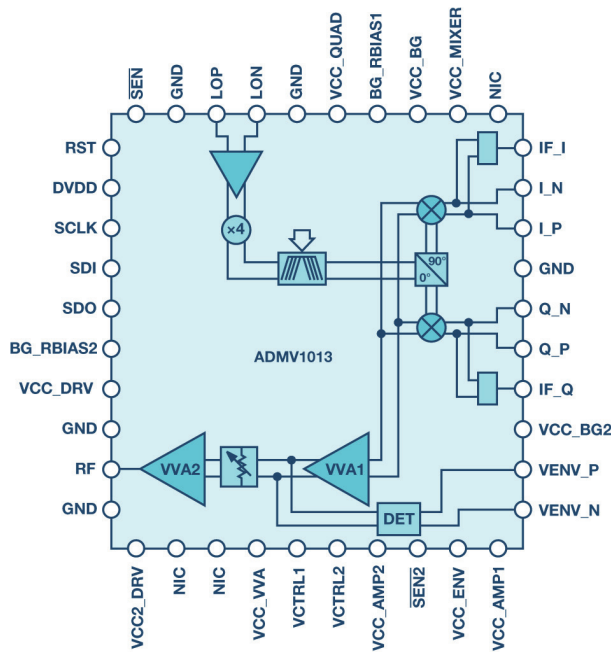


24 GHz至44 GHz宽带集成 上变频器和下变频器可提升 微波无线电性能，同时缩小尺寸

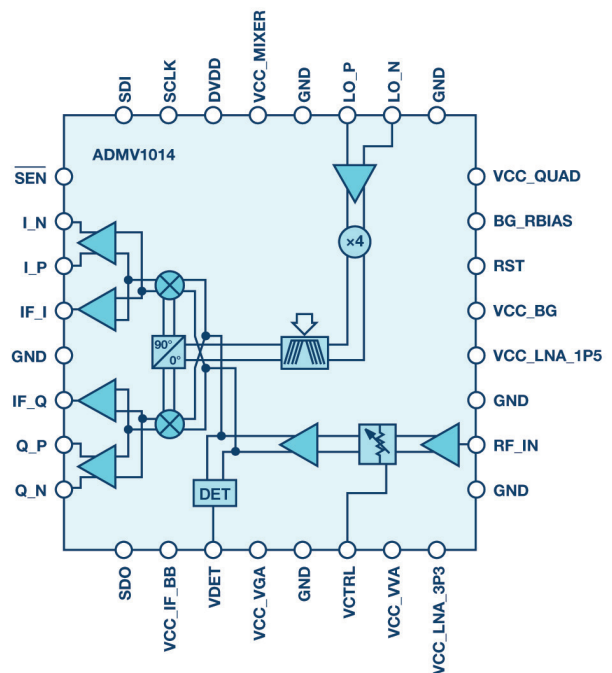
作者：James Wong、Kasey Chatzopoulos和Murtaza Thahirally
ADI公司

ADI公司推出了一对高集成的微波上下变频器，ADMV1013和ADMV1014。这两颗器件的工作频率极宽，从24 GHz到44 GHz，并提供50 Ω 匹配，同时可以支持大于1 GHz的瞬时带宽。ADMV1013和ADMV1014的性能特性简化了小型5G毫米波(mmW)平台的设计和实现，这些平台包括回传和前传应用中常见的28 GHz和39 GHz频段，以及许多其他的超宽带发射器和接收器应用。

每个上变频器和下变频器芯片都是高集成的（见图1），由IQ混频器及片内正交移相器构成，可配置为基带IQ模式（零中频，IQ频率支持dc至6 GHz），或者配置为中频模式（实中频，中频频率支持800 MHz至6 GHz）。上变频器的RF输出端集成了一个含压控衰减器(VVA)的驱动放大器，下变频器的RF输入端包含低噪声放大器(LNA)和带VVA的增益放大器。两个芯片的本振(LO)链路由一个集成式LO缓冲放大器、一个四倍频器和一个可编程的带通滤波器组成。大部分可编程和校准功能都通过SPI接口进行控制，这使得IC易于通过软件配置至出色的性能水平。



(a) ADMV1013 Upconverter Chip Block Diagram



(b) ADMV1014 Downconverter Chip Block Diagram

图1 (a) ADMV1013上变频器芯片框图。(b) ADMV1014下变频器芯片框图。

ADMV1013上变频器内部视图

ADMV1013提供两种频率转换模式。一种模式是从基带I和Q直接上变频至RF频段。在这种I/Q模式下，基带I和Q差分输入信号范围是从dc到6 GHz，例如，由一对高速数模转换器(DAC)产生的信号。IQ输入信号的共模电压范围为0 V至2.6 V；因此，它们可以满足大部分DAC的接口需求。当所选DAC的共模电压在这个范围内时，可以通过配置上变频器的寄存器，使其输入共模电压和DAC输出的共模电压实现最佳的匹配，从而简化接口设计。另一种模式是复IF输入（例如由正交数字上变频器器件生成的信号），单边带上变频到RF频段。ADMV1013的独特之处在于，它能够在I/Q模式下对I和Q混频器的直流偏置误差进行数字校正，从而改善RF输出的L0泄漏。校准之后，在最大增益下，RF输出端的L0泄漏可以低至-45 dBm。对零中频无线电设计造成妨碍的一个更困难的挑战是I和Q的相位不平衡，导致边带抑制能力差。零中频面临的另一个挑战是边带通常太接近微波载波，使滤波器难以实现。ADMV1013解决了这个问题，它允许用户通过寄存器调谐对I和Q相位不平衡进行数字校正。正常操作期间，上变频器展现出未经校准的26 dBc边带抑制。使用片内寄存器之后，其边带抑制经过校准可以提高到约36 dBc。两种校准特性都是通过SPI实现，无需额外电路。在I/Q模式下，还可以通过调节基带I和Q DAC的相位平衡来进一步提高边带抑制。这些性能增强特性帮助最小化外部滤波，同时改善微波频率下的无线电性能。

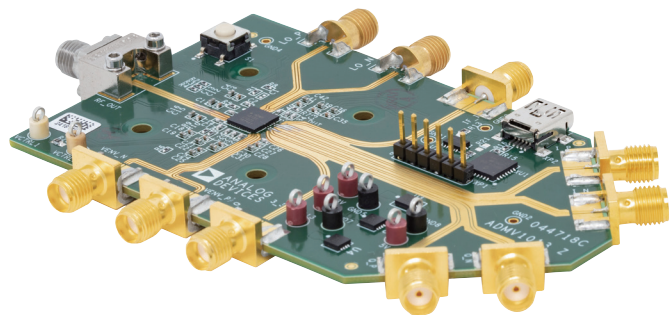


图2 采用6 mm × 6 mm表贴封装的ADMV1013在评估板上的图示。

集成了L0缓冲器之后，该部件所需的驱动力仅为0 dBm。因此，可使用集成压控振荡器(VCO)的频综（例如ADF4372或ADF5610）直接地驱动该器件，进一步减少外部组件数量。片内四倍频器将L0频率倍升至所需的载波频率，然后通过可编程的带通滤波器滤除不需要的倍频器谐波，该带通滤波器放置在混频器正交相位生成模块之前。这种布局大大减少了进入混频器的杂散频率，同时允许该部件与外部低成本、低频率的频率合成器/VCO协同工作。然后，经过调制的RF输出通过一对放大器级（两者中间存在一个VVA）进行放大。增益控制模块为用户提供35 dB调节范围，最大级联转换增益为23 dB。ADMV1013采用40引脚基板栅格阵列封装（见图2）。这些特性结合起来，可以提供卓越的

性能、最大的灵活性和易用性，同时最大程度减少需要的外部组件的数量。因此，可以实现小型蜂窝基站等小型微波平台。

ADMV1014下变频器内部视图

ADMV1014也有一些相似的元件，例如其L0路径中包含L0缓冲器、四倍频器、可编程的带通滤波器，以及正交移相器。但是，构建作为下变频器器件（见图1b中的框图），ADMV1014的RF前端中安装有一个LNA，紧接着安装了一个VVA和一个放大器。连续的19 dB增益调整范围由施加给VCTRL引脚的dc电压进行控制。用户可以选择在I/Q模式下使用ADMV1014作为从微波到基带dc的直接解调器。在这种模式下，经过解调的I和Q信号在各自的I和Q差分输出处放大。它们的增益和dc共模电压可以通过SPI由寄存器设置，使得差分信号可以dc耦合到（例如）一对基带模数转换器(ADC)。或者，ADMV1014可以用作单端复IF端口的镜像抑制下变频器。在任何一种模式下，I和Q相位、幅度的不平衡都可以通过SPI进行校正，在下变频器解调至基带或IF时，提高其镜像抑制性能。总的来说，下变频器在24 GHz至42 GHz频率范围内，可以提供5.5 dB总级联噪声系数，以及17 dB最大转换增益。当工作频率接近基带边缘（高达44 GHz）时，级联式NF仍然坚定保持6 dB。

大幅提升5G mmW无线电性能

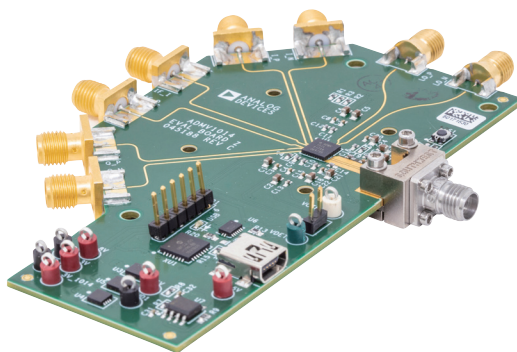


图3 采用更小型的5 mm × 5 mm封装的ADMV1014在评估板上的图示。

图4所示为下变频器在28 GHz频率时的测量性能，测量时，采用5G NR波形，包含4个独立的100 MHz通道，每个通道都在-20 dBm输入功率下调制至256 QAM。测量得出的EVM结果为-40 dB (1% rms)，支持对mmW 5G所需的高阶调制方案进行解调。凭借上下变频器>1 GHz的带宽容量，以及上变频器的23 dBm OIP3和下变频器的0 dBm IIP3，其组合可以支持高阶QAM调制，从而实现更高的数据吞吐量。此外，该器件也支持其他应用，如卫星和地面接收站宽带通信链路、安全通信无线电、RF测试设备和雷达系统。其出色的线性度和镜像抑制性能令人瞩目，与紧凑的解决方案尺寸、较小外形、高性能微波链路结合之后，可以实现宽带基站。

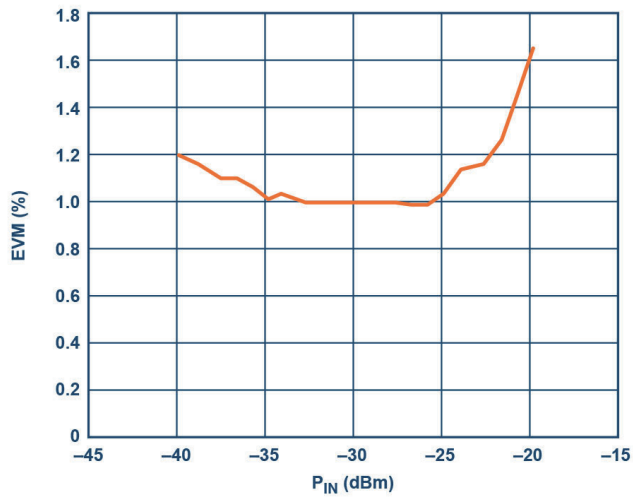
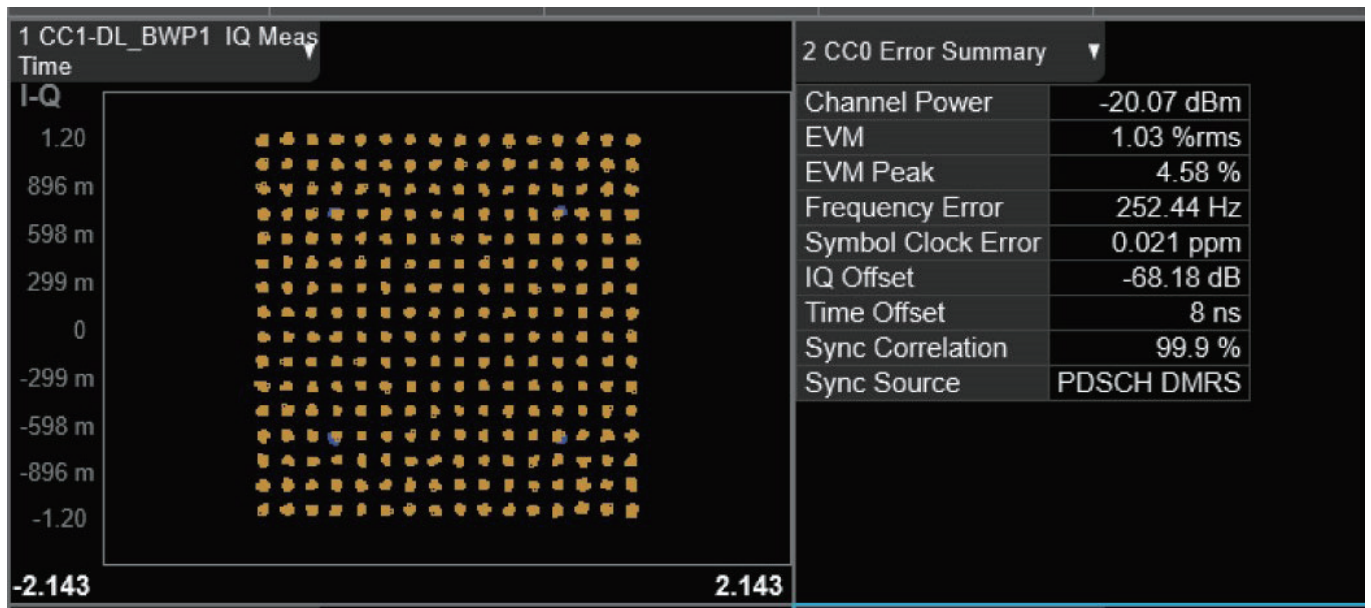


图4. 测量得出的EVM性能 (rms百分比) 与28 GHz时的输入功率以及对应的256 QAM星座图。

作者简介

James Wong是ADI公司的RF产品营销经理。他曾担任高级营销和销售职位超过25年。此外，他从事RF、模拟电路和系统设计工作超过25年。联系方式：james.wong@analog.com。

Kasey Chatzopoulos是ADI公司微波通信部(MCG)的产品应用经理。他负责为MCG的微波集成频率转换、RF可调谐滤波器和波束成型产品提供支持。他于2012年获得马萨诸塞大学达特茅斯分校电气工程(EE)学士学位，于2017年获得马萨诸塞大学洛厄尔分校电气工程硕士学位。他于2012年加入ADI公司/Hittite Microwave并担任了两年产品工程师，然后担任RF和微波部的产品和应用团队负责人。随后被调往微波通信部担任了两年设计评估经理，后来作为产品线经理又工作了两年。最近，他在2019年初担任了产品应用经理一职。联系方式：kasey.chatzopoulos@analog.com。

Murtaza Thahirally是ADI公司微波通信部(MCG)的应用工程师。他负责为MCG的微波集成频率转换产品提供支持。他于2012年获得伍斯特理工学院电子与计算机工程(ECE)以及经济学学士学位，于2016年获得普渡大学电子与计算机工程硕士学位。他于2012年加入ADI公司，在RF和微波部担任了三年产品工程师。随后被调往微波通信部，作为应用工程师工作了四年。联系方式：murtaza.thahirally@analog.com。

在线支持社区

访问ADI在线支持社区，与ADI技术专家互动。提出您的棘手设计问题、浏览常见问题解答，或参与讨论。



请访问ez.analog.com/cn



全球总部
One Technology Way
P.O. Box 9106, Norwood, MA
02062-9106 U.S.A.
Tel: (1 781) 329 4700
Fax: (1 781) 461 3113

大中华区总部
上海市浦东新区张江高科技园区
祖冲之路 2290 号展想广场 5 楼
邮编: 201203
电话: (86 21) 2320 8000
传真: (86 21) 2320 8222

深圳分公司
深圳市福田中心区
益田路与福华三路交汇处
深圳国际商会中心
4205-4210 室
邮编: 518048
电话: (86 755) 8202 3200
传真: (86 755) 8202 3222

北京分公司
北京市海淀区西小口路 66 号
中关村东升科技园
B-6 号楼 A 座一层
邮编: 100191
电话: (86 10) 5987 1000
传真: (86 10) 6298 3574

武汉分公司
湖北省武汉市东湖高新区
珞瑜路 889 号光谷国际广场
写字楼 B 座 2403-2405 室
邮编: 430073
电话: (86 27) 8715 9968
传真: (86 27) 8715 9931

©2019 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners. Ahead of What's Possible is a trademark of Analog Devices. DN21223sc-6/19

analog.com/cn

