

5G通信及其未来

Thomas Cameron博士
ADI公司

2018年中期，ADI公司无线技术总监Thomas Cameron博士谈到了第五代通信技术的ADI解决方案和开发情况，以及其未来。Cameron博士拥有超过30年的电信网络技术研发经验，包括蜂窝基站、微波无线电以及电缆系统，他在接下来的采访中分享了他的专业见解。

我们来谈谈5G通信及其未来。

5G进展顺利，许多现场试验已完成，还有许多其他工作正在全球稳步进行。GSA最近发布的5G试验快照报告显示，迄今全球已确定了326个以上的单独5G试验和示范，约有62个国家和地区的134家移动运营商宣布了5G试验。虽然其中许多试验都侧重于展示更高吞吐量，但5G颇具灵活性，其提供的新特性将实现新用例。5G为无线标准奠定基础，带领我们走进2030年和未来。

展望未来，随着视频共享在社会中越来越普遍，移动数据的产生和消耗丝毫没有减缓。但是，随着我们进入即将到来的机器时代，在未来，连接也意味着与我们身边的世界相连。我们正迈入数字转型时代，届时，我们每天的生活方式、工作方式以及移动方式都将发生翻天覆地的变化。虽然当前智能手机充当人与信息之间的接口，但未来的设备将积极地相互通信，不受人类互动的限制，通过密集的互连传感器网络监控我们周围的环境。以高可靠性和低延迟连接每个人、连接万物的强大移动网络，是即将到来的数字转型的核心。

虽然作为工程师，我们更关注带宽、延迟等新兴规范，但5G的基础之一是灵活性。如果我们观察这些规范是如何形成的，就可以看到人们正在定义波形，希望通过规定还未预想到的用例来实现目前设想的一系列用例。

从较高层面来看，实现三大用例的目标推动着5G的发展。

- ▶ 增强移动宽带(eMBB)
- ▶ 大规模机器类通信(mMTC)
- ▶ 高可靠低延迟通信(uRLLC)

目前，行业5G焦点的相当一部分是增强移动宽带，利用中频和高频频谱中的波束成型技术向高网络容量和更高吞吐量发展。我们也开始看到利用5G网络架构低延迟特性的用例兴起，例如工业自动化。

无线电技术在哪些方面对5G贡献最大？

增强移动宽带推动了对更高数据吞吐量和更高网络容量的需求。蜂窝基站容量可通过三大措施予以提高：获得新频谱，提高基站密度，以及改善频谱效率。虽然我们不断看到全球为移动应用提供新的频谱，并且网络密度通过增加小型蜂窝而提高，但仍然非常需要改进可用频谱的利用率。近年来兴起的大规模MIMO技术可显著改善频谱效率。大规模MIMO涉及到使用大量有源天线元件，这些天线可以通过相干方式进行调整，以精确地将信号传递给空间中的目标用户，同时控制对其他用户的干扰。大量天线与信号处理算法相结合，使系统实质上将频率复用扩展到微观尺度。这给频率复用引入了一个新因素，现在可以使用空间让基站能同时并在同一频谱中向多个用户传送独立的数据流。这导致频谱效率大幅提高，进而大大改善蜂窝的吞吐量。图1显示了这样一个系统。天线在物理上显示为面板，其上安装有許多辐射器（天线振子）。每个辐射器后面是无线电信号链。

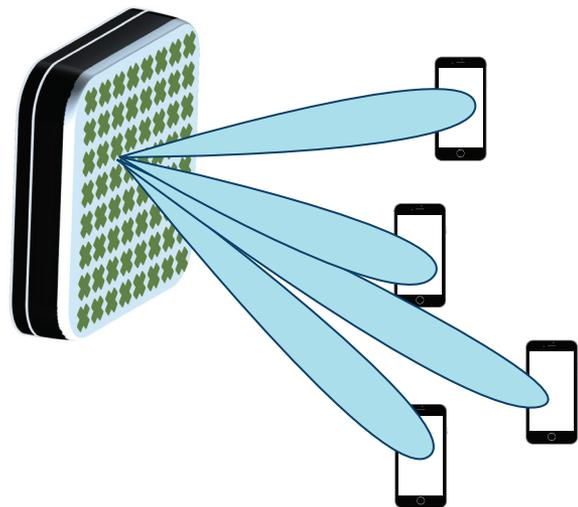


图1 大规模MIMO

大规模MIMO现状如何?

大规模MIMO已被证实能够使移动数据吞吐量提高3至5倍，并且还将继续提高。全球许多移动运营商已完成大规模MIMO试验，预计在2019年至2020年，早期采用者就会开始商业部署该技术，以支持网络中最拥堵地区的通信。展望未来，随着大规模MIMO技术的演进和3GPP无线标准中新特性的增加，我们预计这种无线电规格会在全球移动网络中普及。

这项技术给工程界带来哪些挑战?

在大规模MIMO系统中，我们给系统添加了更多无线电通道，使其从普通8T8R（8个发射器、8个接收器）TDD（时分复用）无线电头端扩展为64T64R系统。虽然大规模MIMO系统能大幅改善基站容量，但其代价是无线电头端的复杂性提高。传统无线电部署采用无源天线罩，由远程无线电头端通过电缆馈送信号。大规模MIMO物理结构基于有源天线架构，现在有源无线电信号链嵌入天线组件中。这些无线电系统通常是塔式或杆式安装，因此有源天线系统的容许尺寸和重量存在限制。天线尺寸由天线元件间距决定，而直流功耗也是影响系统重量的关键因素。为在尺寸、重量和功耗限制范围内实现所需的无线电性能，无线电设计人员面临着许多技术挑战。

ADI产品如何支持5G，您公司针对无线电开发有何最新解决方案?

有多种方法可以减小无线电系统的尺寸、重量和功耗，最常见的方法是利用电路集成和摩尔定律来缩小尺寸并提高功效比。ADI公司提倡通过系统级方法解决这些重大问题。当然，集成是最直接的无线电收缩办法，但集成本身也许无法产生预期的好处。然而，如果我们分割系统并优化集成架构，便能产生令人印象更深刻的结果。例如，如果我们基于可减少和/或消除大滤波器及其他无源要素的无线电架构进行构建，便能得到一个综合性能出色的解决方案。再比如，由于采用了零中频无线电架构，整体系统复杂性和功耗降至最低，故能实现很高的无线电功能集成度。

ADI公司的集成CMOS无线电收发器产品系列基于零中频架构，能够带来高集成度，显著改善整体无线电系统的大小、重量和功耗。除了CMOS无线电收发器之外，ADI公司还提供用于无线电前端信号链的各种高性能RF器件系列、精密监测和控制功能、高效电源管理电路。

我们的收发器产品系列颇受好评，AD9375和最近发布的ADRV9009就是其中几个例子。2017年，我们发布了AD9375，它是首款片内集成数字预失真(DPD)算法的RF收发器，专门用于优化小型蜂窝无线电和有源天线系统的发射功效比。“由于DPD系统从FPGA划分到收发器，故JESD204B串行数据接口通道数减半，使得功耗大幅降低，尤其是在每个基站的天线数增加的情况下。”¹

最近，ADI公司推出业界最宽带宽RF收发器ADRV9009，以扩展其屡获殊荣的RadioVerse™技术和设计生态系统。该收发器为设计人员提供单一无线电台来加速5G部署，支持2G/3G/4G覆盖范围，并简化相控阵雷达设计。ADRV9009 RF收发器提供两倍于前代器件的带宽(200 MHz)，可取代多达20个器件，功耗降低一半，封装尺寸减小60%。ADRV9009内置LO（本振），支持多芯片相位同步，可实现高性能数字波束合成成型，同时减小尺寸、重量和功耗。



图2. 业界最宽带宽RF收发器加快2G到5G基站和相控阵雷达的开发

能否给我们详细讲一下ADI公司的RadioVerse无线技术，以及该技术如何加速5G发展?

RadioVerse技术体现了我们如何利用系统级方法为客户带来价值。通过我们全面的比特到天线产品系列，再加上系统级专业技术，我们不仅是供应商，更是客户的合作伙伴，帮助他们解决最棘手的问题。例如，通过设置和利用我们网站上的RadioVerse生态系统，客户能够快速从概念进入原型制作，再到生产。

无论客户使用我们高度集成的收发器产品进行设计，还是使用前沿数据转换器和RF产品系列进行设计，RadioVerse技术均可提供丰富的技术信息、参考设计、软件和工具，协助客户完成设计流程。通过EngineerZone™——一个包括支持论坛、博客及其他内容的活跃支持社区，设计人员可以与我们的技术专家互动，快速获得设计问题的答案。

AD9375小型蜂窝参考设计是RadioVerse生态系统中的又一个很好的例子。图3中的参考设计包括小型蜂窝无线电所需的所有元件，从SERDES接口到天线。该设计适用于2T2R 250 mW输出功率/每根天线的室内小型蜂窝。所有无线电元件均为板载元件，包括带DPD的AD9375、高效率PA、LNA、滤波器和电源解决方案。功耗小于10 W且尺寸小巧，手持非常方便舒适。只需一个12 V电源即可为电路板供电，它配有一个评估套件，可直接连接到基带子系统，使设计人员能够快速开发系统原型。

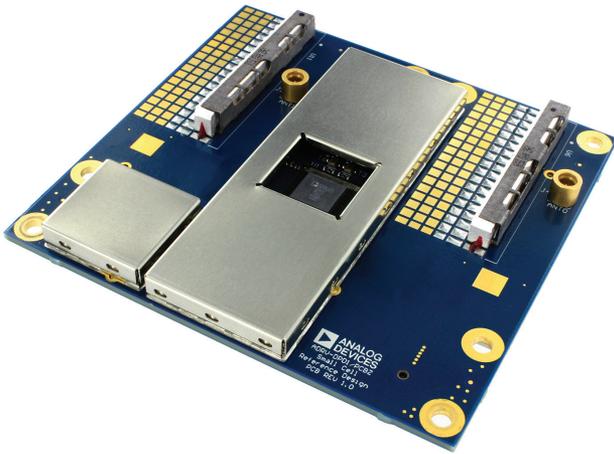


图3. 参考设计

能否分享一下5G的商业现实及其采用和发展?

2017年年底, 3GPP发布了首个5G NR规范(第15版)。虽然该非独立规范是实现5G的第一步, 但这能使SoC供应商可以有调制解调器向前迈进, 支持2019年推出5G手机。最近, 3GPP宣布完成了又一个里程碑——5G NR独立规范制定完毕, 这将支持5G NR网络的独立部署。虽然频谱选择因地区而异, 但预计到2020年, 5G商业部署将会启动, 届时消费者有望体验5G技术的先期优势。我们预计, 随着技术逐渐成熟, 在许多地区, 5G大规模MIMO将利用中频段, 接着是毫米波部署。在任何部署情况下, 无论低频段、中频段还是毫米波, ADI公司都能为我们的客户提供强大且不断发展的技术组合, 使其能够在5G中超越一切可能。

参考文献

¹ “ADI公司扩充RadioVerse无线技术和设计生态系统, 为4G到5G迁移奠定基础。” ADI公司, 2017年6月。

作者简介

Thomas Cameron博士是ADI公司无线技术总监。他的职责是为蜂窝基站系统的集成电路作出行业领先的创新。目前, 他正在研发5G系统的蜂窝和毫米波频段无线电技术。在此之前, 他担任ADI公司通信业务部门的系统工程总监。

Thomas拥有超过30年的电信网络技术研发经验, 包括蜂窝基站、微波无线电以及电缆系统。2006年加入ADI公司前, 他曾在Bell Northern Research、Nortel、Sirenza Microdevices以及WJ Communications领导各种RF系统和技术的开发工作。

Thomas拥有佐治亚理工学院电气工程博士学位。他有七项无线技术专利, 并撰写了大量技术论文和文章。联系方式: thomas.cameron@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 ezchina.analog.com



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

©2018 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. T20684sc-0-11/18

analog.com/cn

ANALOG DEVICES
超越一切可能™