

Thomas Cameron
ADI公司

5G—微波技术展望

in 分享至LinkedIn

✉ 电子邮件

随着5G技术的出现，现在成为一名RF工程师是一件令人激动的事情。在我们通往5G——下一代无线通信系统——的道路上，工程设计社区有着数不清的挑战和机遇。5G代表着移动技术的演进和革命，已达到无线生态系统各个成员迄今发布的多项高级别目标。

普遍认为5G是一代能让蜂窝网络扩展至全新使用案例和垂直市场的无线技术。虽然5G一般用来提供超宽带服务——包括高清和超高清视频流——5G技术将还可以让蜂窝网络进入机器世界。它将造福于无人驾驶汽车，并用来连接数以百万计的工业传感器以及各种可穿戴消费电子设备——此处仅列举了其中的部分应用。

通往5G的革命性道路包括逐步增强传统蜂窝频段中的4G，并在频率上扩展到3 GHz至6 GHz范围的新兴频段。大规模MIMO具有迅猛的行业发展势头，并将从基于LTE的首款系统，演进至采用针对改善吞吐速率、延迟和蜂窝效率而设计的全新波形。

蜂窝行业将频谱视为一切的根本，但传统蜂窝频段(sub-6 GHz)的频谱无法满足未来几年内指数级增长的需要。因此，目前正在研究超过6 GHz的频段，以便测试在6 GHz以上频率分配部署无线接入的可行性。全球6 GHz以下的总频谱约为数百MHz，而20 GHz以上的潜在频谱则是数十GHz。掌握这种频谱对于实现真正互连的世界这一5G愿景来说至关重要。

因此，某个5G频段的工作频率也许要高很多(可能高达毫米波)，并有可能采用无法向后兼容LTE的最新空中接口技术。主要的行业参与者探讨的频段包含较高的频段，比如10 GHz、28 GHz、32 GHz、43 GHz、46 GHz至50 GHz、56 GHz至76 GHz以及81 GHz至86 GHz。然而，这些频段目前尚处于提议阶段，在进入无线系统定义和标准审议阶段之前，通道建模还有很多工作需要完成。ITU最近发布了5G标准化计划，目标定于2020年前后发布第一代IMT-2020规格。

考虑到5G尚处于起步阶段，在部署第一个商用系统之前还需完成通道建模、无线架构定义，以及最终的芯片组开发。但是，目前已经就某些趋势和要求达成了一致，待一些问题解决后将催生出5G系统。

让我们看一下微波和毫米波频段的5G接入系统。在微波频率下实施无线接入的最大障碍之一是克服不理想的传播特性。这些频段下的无线传播在很大程度上受到大气衰减、下雨、障碍物(建筑、人群、植物)以及反射的影响。微波点对点链路已部署多年，但这些链路基本上都是视距系统。这些链路的静态特性使其易于管理，且系统是最近几年才发展起来的，其利用高阶调制方案，支持极高的吞吐速率。该项技术正在不断演进中；我们将在5G接入中采用微波链路技术。

最初，人们认识到，若要克服接入系统的传播难题，就需要采用自适应波束成形。与点对点系统不同，波束成形需适应用户和环境，以便向用户提供有效负载。业界的普遍共识是：混合MIMO系统将用于微波和低毫米波频段，而在V频段和E频段中——带宽充足——系统可能仅采用波束成形来实现所需的吞吐速率目标。

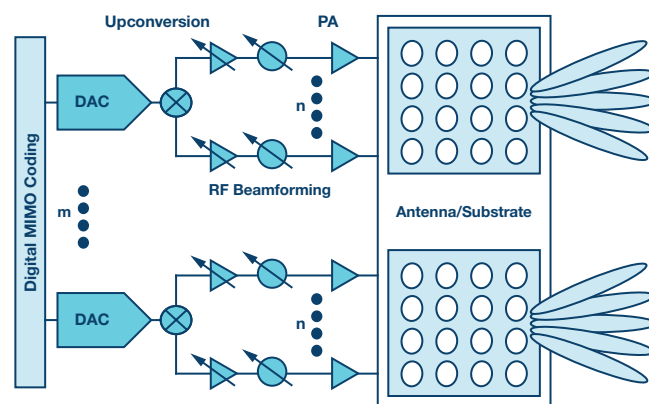


图1. 混合波束成形发射器功能框图

图1显示了混合波束成形发射器的高级功能框图。该图反过来看便是接收器功能框图。MIMO编码在数字部分执行,此外还进行典型数字无线电处理。可能有多条各种数据流馈入天线系统的MIMO路径会在数字部分进行处理。针对每一个数据流,DAC都会在基带或中频(具体取决于所选架构)将数字信号转换为模拟信号。信号经过上变频和分路处理后,通过各自的RF通道馈入各个天线。在每条RF通道上,信号配置不同的增益和相位,形成波束并从天线发出。

虽然功能框图很简单,但系统挑战和权衡取舍却很复杂。在这篇篇幅较短的文章中,我们仅讨论了部分问题,主要关注架构和无线方面的挑战。从最开始,到最终实现系统,重要的是须时刻关注系统的功率、尺寸和成本。

虽然目前这类无线电可以、并且正在使用ADI及其同行公司的分立式(主要是GaAs)器件针对原型5G系统进行搭建,我们尚需像部署蜂窝无线电那样在微波领域实现同样的高集成度。高集成度和高性能是行业需要解决的难题。

但仅靠集成度无法解决业界所面临的问题。我们需要智能集成。说到集成度,为了利用集成优势,我们需要首先考虑架构和分割。这种情况下,还需要考虑到机械和散热设计,因为电路布局和基板是息息相关的。

首先,需要定义有利于集成的架构。对于蜂窝基站的高度集成式收发器IC而言,很多人采用零中频(ZIF)架构以消除或最大程度减少信号路径上的滤波器。尤其在微波频率,必须最大程度减少RF滤波器损耗,因为产生RF功率的成本十分高昂。虽然ZIF会减少滤波器问题——当然是以降低LO抑制性能为代价——但我们把问题从物理结构转移到了信号处理和算法上。这里可以借鉴摩尔定律,因为无源微波结构不遵循这种动态调整规律。要实现目标,就必须利用可同步优化模拟和数字的优势。蜂窝频率有很多算法与电路技术可供微波领域借鉴。

接下来讨论半导体技术要求。正如前文所述,一流的微波系统通常采用GaAs元件实现。GaAs多年来一直是微波行业的主流技术,但SiGe工艺正在克服高频工作障碍,以便在多项信号路径功能上与GaAs一较高下。高性能微波SiGe Bi CMOS工艺具有这些波束成形系统所需的高集成度,惠及很多信号链以及辅助控制功能。

取决于每个天线所需的输出功率,可能需要采用GaAs PA。然而,在微波频率下甚至GaAs PA都效率较低,因为它们在线性区域内通常会发生偏移。微波PA的线性化是探索5G时代的必然选择,此趋势相比过去有过之而无不及。

那么CMOS又如何呢?能否占有一席之地?各种文档都已明确指出,CMOS适合大规模调整,这点在60 GHz的WiGig系统中已经得到了验证。考虑到目前尚处于开发的早期阶段,且使用案例也不甚明确,因而很难说CMOS是否、或者何时会用作5G无线电的技术选择。首先必须完成很多通道建模和使用案例方面的工作,以便总结无线电规格以及未来使用微波CMOS的可行性。

5G系统的最后一个考虑因素是机械设计和RF IC分割的相互依赖性。由于最小化损耗方面的难题,IC需要采用天线和基板设计,并考虑分割优化。在50 GHz以内,天线将是基板的一部分,并且预期路由和部分无源结构可能内嵌到基板上。目前有研究机构正在研究基板集成波导(SIW)领域,似乎有望实现此种集成结构。这种结构将可能在多层层压的一侧安装很多RF电路,并路由至前端的天线。RF IC可以以裸片的形式或表贴封装的形式安装在这种层压结构上。在行业文献中,将这种结构用于其它应用有着很好的先例。

超过50 GHz时,天线元素和间距就会变得足够小,可将天线结构封装在内,或集成到封装上。同样,这是目前正在研究的方向,它可能推动5G系统的发展。

无论如何,RF IC和机械结构都必须一并设计,确保路由的对称性,并最大程度减少损耗。如果没有强大的3D建模工具来进行这些设计所需的大量仿真,那么这些工作一项都不可能完成。

虽然本文择要介绍了5G为微波行业带来的挑战,但在未来数年内,仍有数不清的机遇推动RF创新。正如前文所述,严格的系统工程通过在整个信号链中采用最好的技术实现最佳的解决方案。从整个行业来看,从工艺和材料开发到设计技巧和建模,再到高频测试和制造,仍有很多工作需要完成。在实现5G目标的道路上,所有学科都将参与其中。

ADI公司借助其独有的位到微波功能,为5G微波作出了诸多贡献。ADI丰富的技术产品组合以及不断进步的RF技术与无线电系统工程的深厚历史相结合,使我们处于领先地位,带领我们的客户为新兴的5G系统开拓新的微波和毫米波频率解决方案。

正如本文开头所述,现在成为一名无线领域的RF工程师是一件令人激动的事情。5G才刚刚起步,我们还需要完成大量工作才能在2020年以前实现商用5G无线网络。

作者简介

Thomas Cameron博士是ADI公司通信业务部门首席技术官。他的职责是为无线电基站和微波回程系统的集成电路作出行业领先的创新。目前,他正在研发5G系统的蜂窝和微波频段无线电技术。在此之前,他担任ADI公司通信业务的系统工程总裁。

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。2006年加入ADI公司前,他曾在Bell Northern Research、Nortel、Sirenza Microdevices以及WJ Communications担任各种RF电路和系统的开发工作。

Cameron博士拥有佐治亚理工学院电气工程博士学位。

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。

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
上地东路 5-2 号
京蒙高科大厦 5 层
邮编: 100085
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

©2016 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. TA13827sc-0-4/16

analog.com/cn

