

Wyatt Taylor and
Duncan Bosworth
ADI公司

带宽需求给卫星通信 设计带来新的压力

in | 分享至LinkedIn

✉ | 电子邮件

摘要

过去二十年来，商用航空领域一直依赖卫星通信协调民用航空乘客出行。随着数据流量和物联网(IoT)应用的增长，对卫星通信系统的需求已达到顶峰。

对于商用喷气机和大型客机而言，商用飞机的高带宽数据访问需求也增长显著。我们发射了支持更高频率的新卫星，以实现这种带宽增长。本文将考察这些技术趋势，以及可通过市场上提供的可定制架构实现所需性能并缩短上市时间的解决方案。

SATCOM介绍和历史

不断提高数据速率的需求正在推动SATCOM领域中的许多新发展。SATCOM链路的数据速率将从kbps提高至Mbps，这将实现更高效的数据和视频传输。无人机的大幅增加为SATCOM链路创造了一个新的舞台。而且，商业航空航天市场中对数据和互联网接入不断增长的需求正在推动K_u频段和K_a频段不断发展，以支

持最高达1000 Mbps的数据速率。同时，支持传统数据链路、最大限度减小尺寸、重量和功耗(SWaP)和减少系统开发投入也正在推动对开发灵活架构和最大限度提高系统重用率的需求。

SATCOM系统通常利用对地静止轨道(GEO)卫星—相对于地球表面静止的卫星。要实现对地静止轨道，卫星必须具有非常高的海拔高度—与地球表面的距离超过30 km。这样的高轨道的好处在于，覆盖大面积的地面只需要很少的卫星，而且由于知道其固定坐标，因此将数据传输至卫星较为简单。由于这些系统的发射成本较高，因此它们专为长使用寿命而设计，非常稳定，但有时也会有点过时。

由于海拔高度较高且存在辐射，因此往往需要采用额外的设备屏蔽或卫星屏蔽措施。而且，由于卫星离得太远，地面上的用户可能会有重大信号损失，同时还会影响信号链设计和元件选择。地面到卫星的距离较长还会造成用户和卫星之间的高延迟，这会影响部分数据和通信链路。

最近，人们提出了许多GEO卫星的替代方案或补充系统，无人飞行器和低地轨道(LEO)卫星也正在考虑当中。借助低轨道，这些系统可减小基于GEO的系统方面的挑战，但会影响覆盖范围，需要更多的卫星或无人飞行器才能实现类似的全球覆盖。

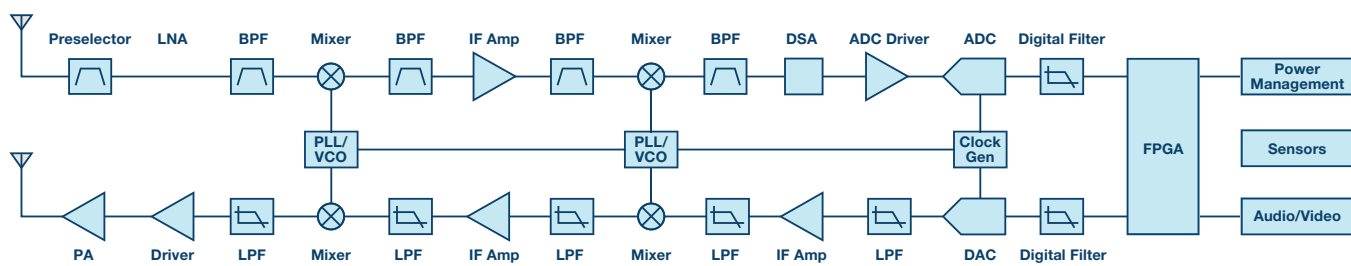


图1. 传统Ka频段/Ku频段超外差接收和发送信号链

商用航空

飞机和商用喷气机乘客在全球旅行时需要连接互联网。航空公司正在力求增加驾驶舱的数据链路，而实现IoT系统监控和报告则需要具有数百甚至数千Mbps数据链路的高数据速率SATCOM平台。

到目前为止，这种高带宽数据链路主要在飞机落地时提供，并使用一个安装在地面的系统实现与飞机的连接。如果要实现横跨大陆的覆盖，SATCOM是唯一能够实现连接的有效方法，例如国际海事通信卫星的L频段覆盖。在未来，要达到所需的带宽，工作频率必须移至 K_u 频段或 K_a 频段。这些这些高频率可提供所需的带宽，但仍然存在许多设计挑战，而且系统必须支持传统数据链路。

K_u 频段/ K_a 频段和LEO系统

国际海事卫星组织正在为用户提供使用具有 K_a 频段数据链路的GEO卫星的功能，以应对前面提及的一部分挑战。从架构的角度来说，这提供了一种解决带宽不足问题的方案，但同时也对设计工程师引入了一些新的挑战。图1描述了在 K_a 频段和 K_u 频段工作的典型超外差接收和发送信号链。这些系统往往需要两个模拟上变频和下变频阶段，有时候甚至三个，每个阶段需要一个合成器、放大系统和增大系统SWaP的滤波系统。但是，要在包含适用于所有可能数据链路的此类信号链的现有飞机架构和配电系统内实现匹配不太可能。

尽管这明显是一个简化原理图，但通过假定每项功能使用分离元件实现，SWaP的含义清楚了。元件数量大、功耗大和隔离难题多意味着印刷电路板(PCB)将非常大。而且由于高频布线，可能需要更多RF适当的PCB材料，这会显著影响成本。除了需要继续支持L频段的工作频率外，SWaP和设计工作难题也很复杂。

LEO卫星可能缓解了一些压力。这类卫星在低得多的海拔工作——与地球表面的距离约为1 km——但在此海拔，它们并非静止，而是迅速掠过地球表面，一个轨道周期约为30分钟。低海拔可降低发射成本，而且由于环境没有那么恶劣，需要的屏蔽和防护也更少。最重要的是，低海拔也意味着传播延迟更小。但是LEO系统

的主要困难在于，卫星在用户范围内的时间相当短，必须使用传送系统。

无人机也可能是此问题的一种解决方案，也可将某些平台视为扩展互联网覆盖范围的手段。无人机可提供低延迟高带宽链路，类似于LEO，但现在还具备了相对静止的优势。但是，这种方案的成本与覆盖范围对全球应用而言具有挑战性。

解决SATCOM困境

尽管上文所述的SATCOM难题看起来非常棘手，但现在已经有许多新的先进解决方案可应对这些难题，减小SWaP，或提供能够部分重用或在系统之间进行使用的信号架构。

对于MUOS等高带宽UHF SATCOM，新的连续时间 Σ - Δ 型(CTSD)带通模数转换器(ADC)可提供RF采样解决方案。例如，AD6676是一款整合了ADC、模拟增益控制(AGC)和数字下变频的中频接收机子系统。CTSD ADC可用噪声交换带宽，提供系统灵活性和固有带通滤波响应，从而降低外部滤波要求。由于AD6676能够直接采集MUOS下行线路，消除了前端混合阶段和合成器，信号链减少至一个低噪声放大器和一个简单的无源滤波器。

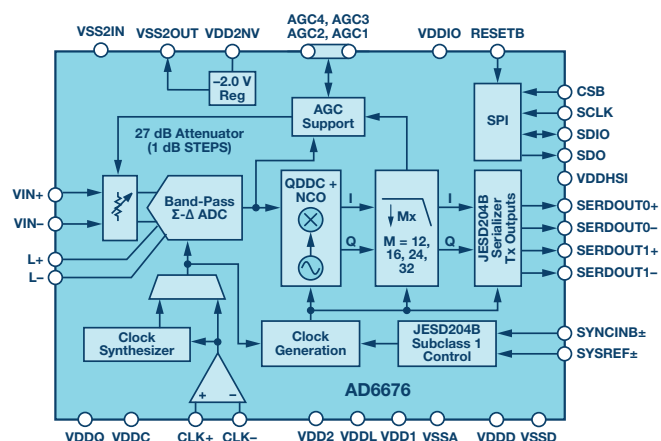


图2. AD6676接收机子系统架构

但是，由于MUOS采用全双工模式，功率放大器(PA)的功耗也变得至关重要。手持型SATCOM无线电需要在1 W和10 W之间的功率

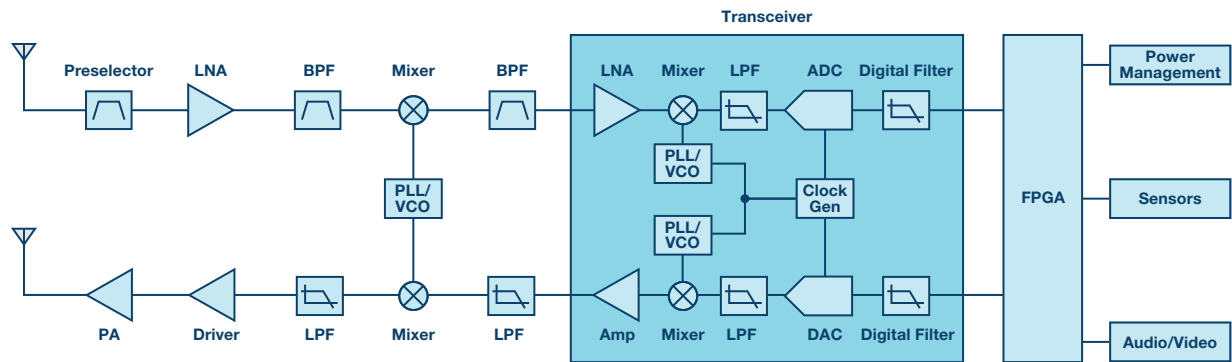


图3. 基于集成式中频接收机的 K_a 频段/ K_u 频段接收和发送信号链

水平传输，新的氮化镓(GaN)放大器设备，例如HMC1099，能够提供更高的功率效率，结合数字预失真(DPD)等其他线性化技术后，它们可提供对这些系统而言极具吸引力的SWaP解决方案。

对于 K_u 频段和 K_a 频段系统，全新、集成度更高的架构提供SWaP和信号链简化功能，以及支持重要系统在L频段和 K_a 频段之间重用的功能。图3描述了AD9361 RF收发器在用作中频转换器时能够节约的功耗，消除了两个上变频和下变频阶段、放大器和滤波器，以及ADC和DAC。

RF收发器通常用作一种灵活的直接变频无线电，这使其能够用作L频段解决方案的一部分。按照这种方式使用时，它可在这些平台中提供明显的共性，并且可最大限度提高软件和固件的重用率。总SWaP同样有所减小，大部分应用中仅消耗1.1 W的功率，而且能够封装在10 mm × 10 mm的空间中。

此外，新的PLL和VCO设备，例如ADF5355，能够提供超宽带、高性能、低SWaP频率源。ADF5355采用5 mm × 5 mm封装，能够提供低功耗、高性能LO源，这些来源能够从VHF一直扫描到13.6 GHz—为公共平台设计提供了一种理想的解决方案。

最后，对于未来的LEO系统，波束控制架构对确保链路的效率至关重要。尽管使用HMC247等数字式移相器的模拟波束形成解决方案可提供今天的解决方案，由于转换器技术变得越来越集成化，增强的信号处理过程变得更易在低功耗设备中使用，数字波束形成转变成了一种非常有吸引力的架构。在这种方法中，RF信号链在整个阵列中保持相同，波束在数字域中形成。数字波束控制的主要困难在于管理多个ADC或DAC设备的尺寸、时序和功率。设备间的任意时间或处理偏差都会对波束的质

量产生影响。AD9681等新设备可大幅简化数字波束控制设计。使八个ADC均使用一个相同的电压基准和时钟源可提高波束质量，而集成式设备则可减小封装尺寸并降低功耗。

总结

近几十年来，SATCOM在商用和军用通信和数据系统中扮演的角色越来越重要。但是，全球对带宽不断增长的需求对未来航空航天和防务SATCOM设计创造了新的挑战，同时还需要新的架构和系统设计。无论目标是延长士兵电池寿命，与较小无人机负载相匹配，还是在下一航班中提供互联网，SATCOM无线电的SWaP都将变得越来越重要。新的高线性度中频子系统、多通道高分辨率ADC、集成式RF收发器以及VCO和PLL组合将向下一代SATCOM无线电提供低SWaP解决方案。

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

 **EngineerZone™**
中文技术论坛

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. TA13543sc-0-7/16

analog.com/cn

