



从概念到成品，极速完成

面向小型蜂窝和大规模MIMO的集成DPD

- 背景：4G到5G过渡
- 小型蜂窝和大规模MIMO概述
- 集成DPD的AD9375宽带RF收发器
- AD9375设计资源
- 总结

4G以及5G过渡 需要超级连接...

1000倍的流量提升

↑10 Gbit/s的峰值数据速率

100 Mbit/数据速率（不限位置）

↓1 毫秒延迟

10—100倍数量的设备支持

超级连接

5G

Performance
requirements
2020+

容量

用户数据速率

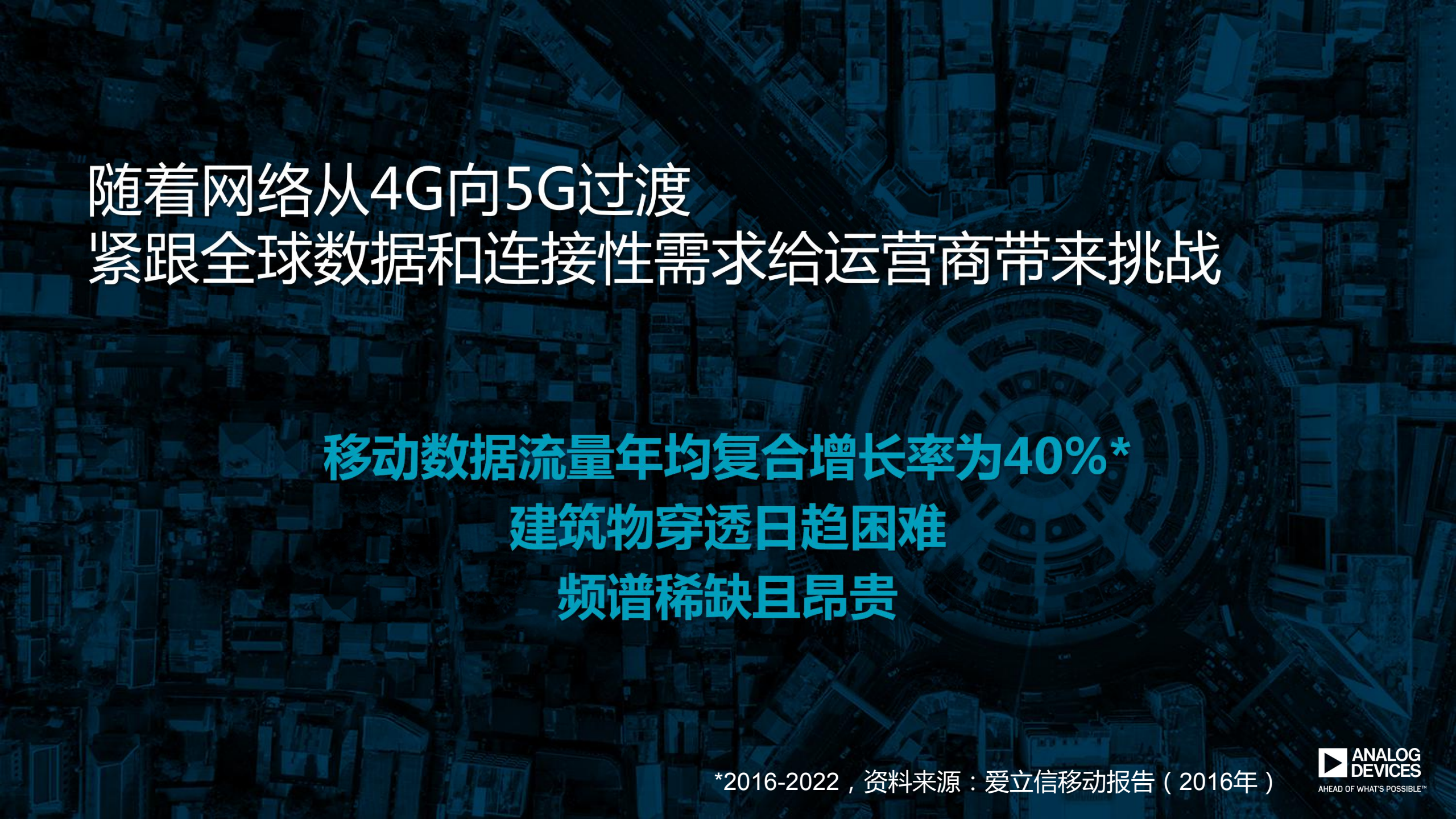
覆盖范围

延迟

功耗

成本

LIMITS



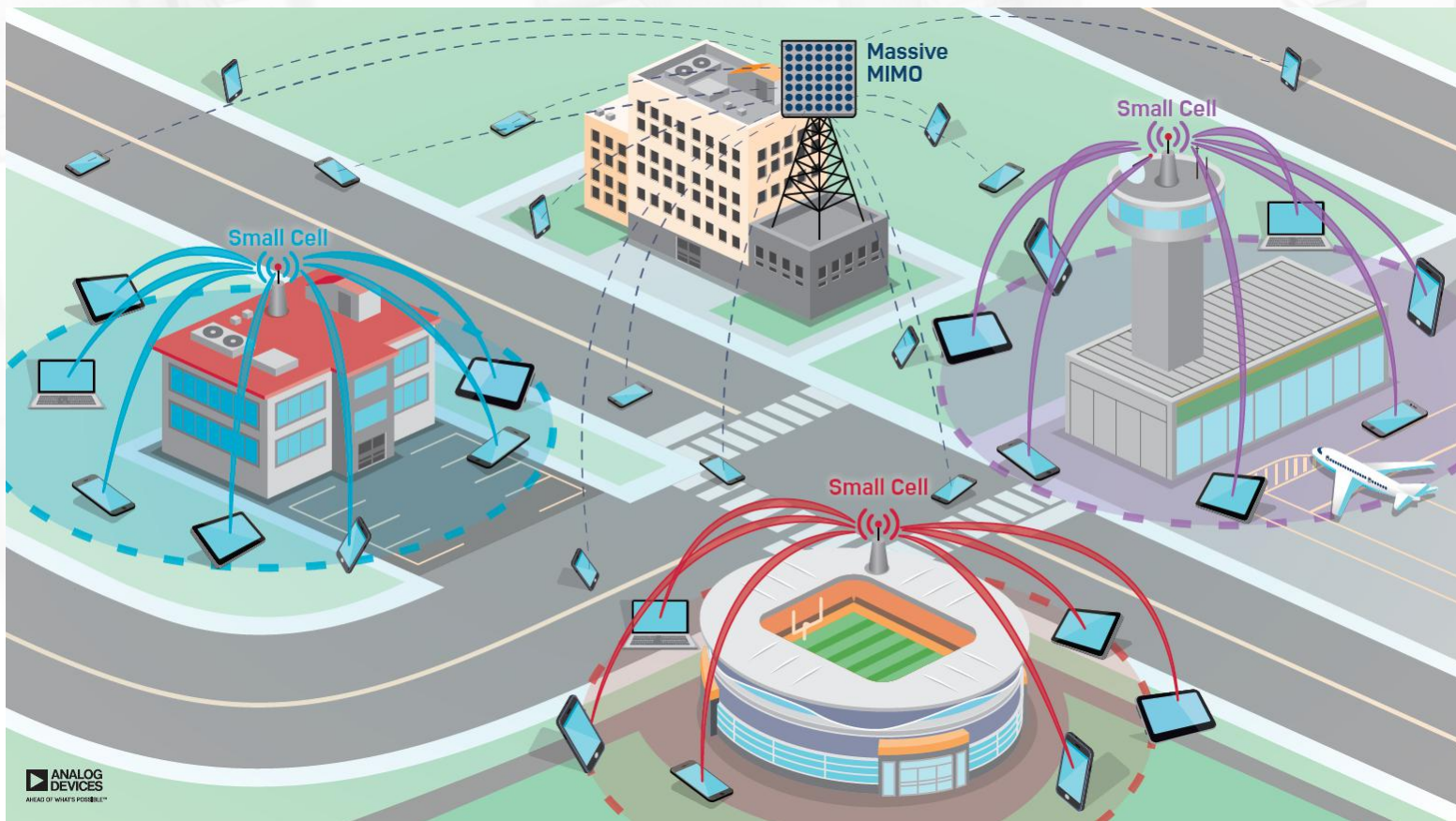
随着网络从4G向5G过渡
紧跟全球数据和连接性需求给运营商带来挑战

移动数据流量年均复合增长率为40%*
建筑物穿透日趋困难
频谱稀缺且昂贵

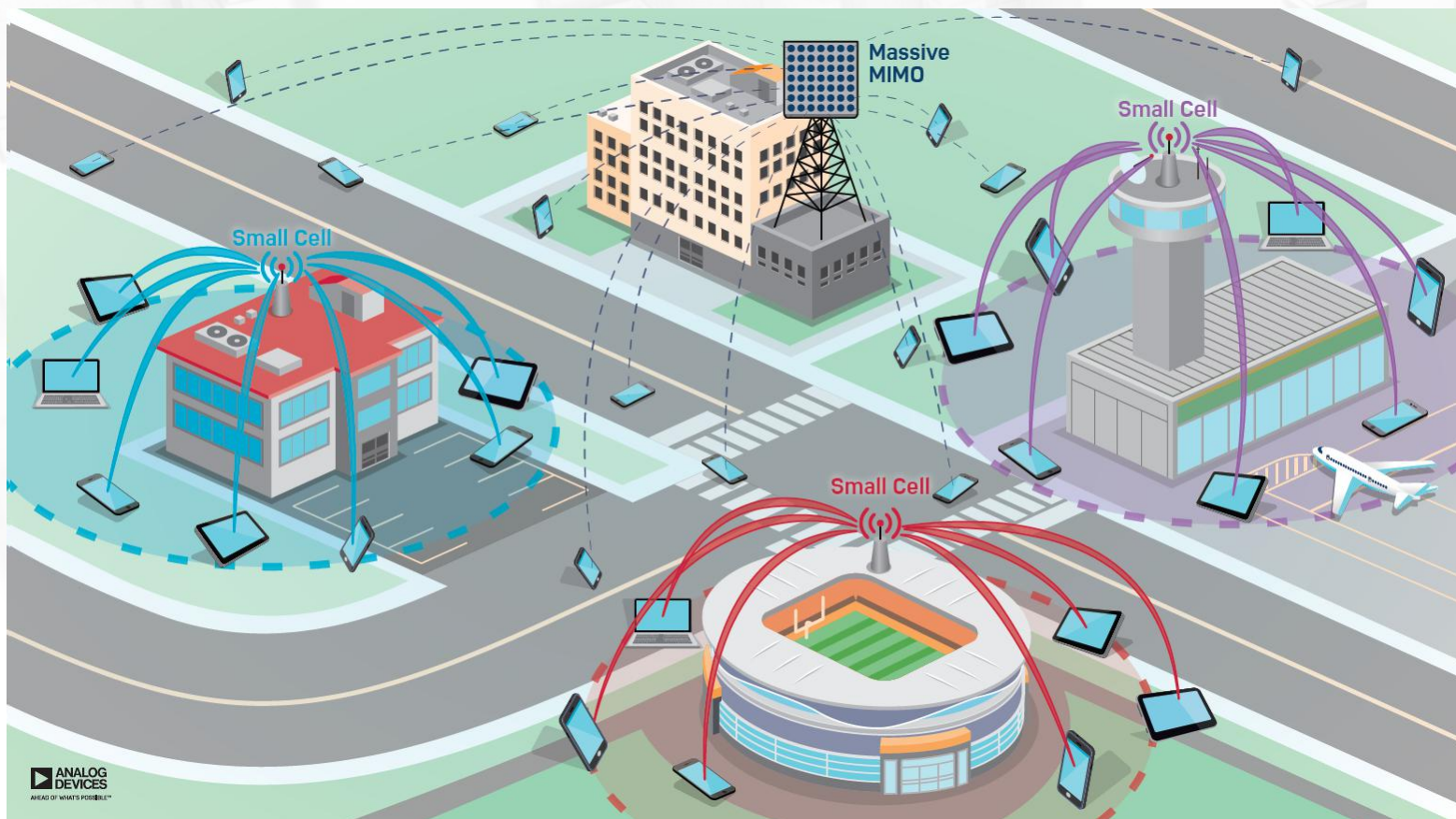
*2016-2022，资料来源：爱立信移动报告（2016年）

Sub-6GHz小型蜂窝和大规模MIMO

小型蜂窝与大规模MIMO是提升网络覆盖范围和容量的**关键底层技术**



小型蜂窝通过增加网络密度 提升容量和覆盖范围



覆盖范围和
容量提升

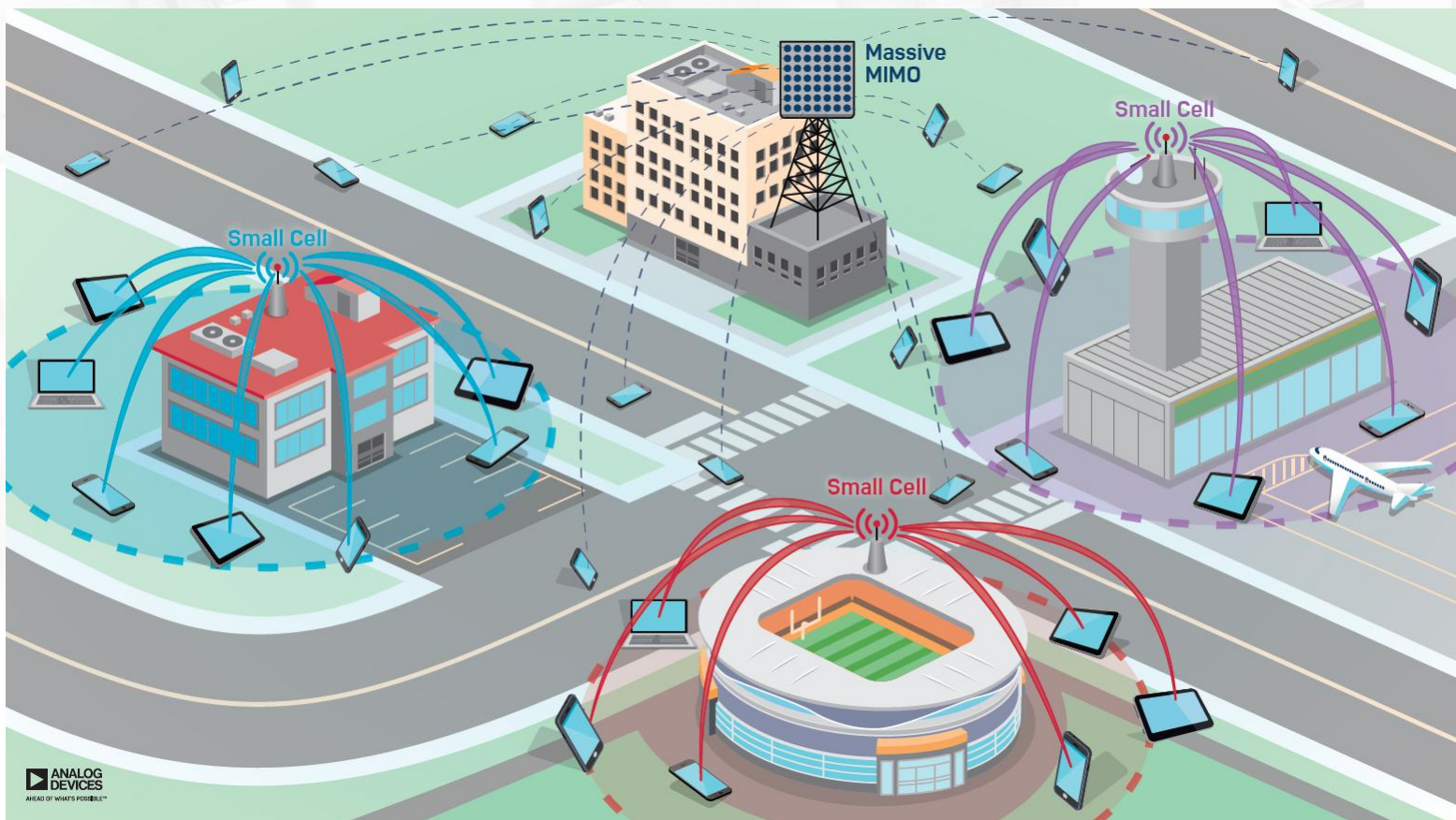
频谱
重用

小型蜂窝

网络密集化

室内/室外与
乡村

大规模MIMO基站使用波束成形来提供**更高数据速率和更大容量**



5倍容量提升

频谱
重用通过波束成形
实现

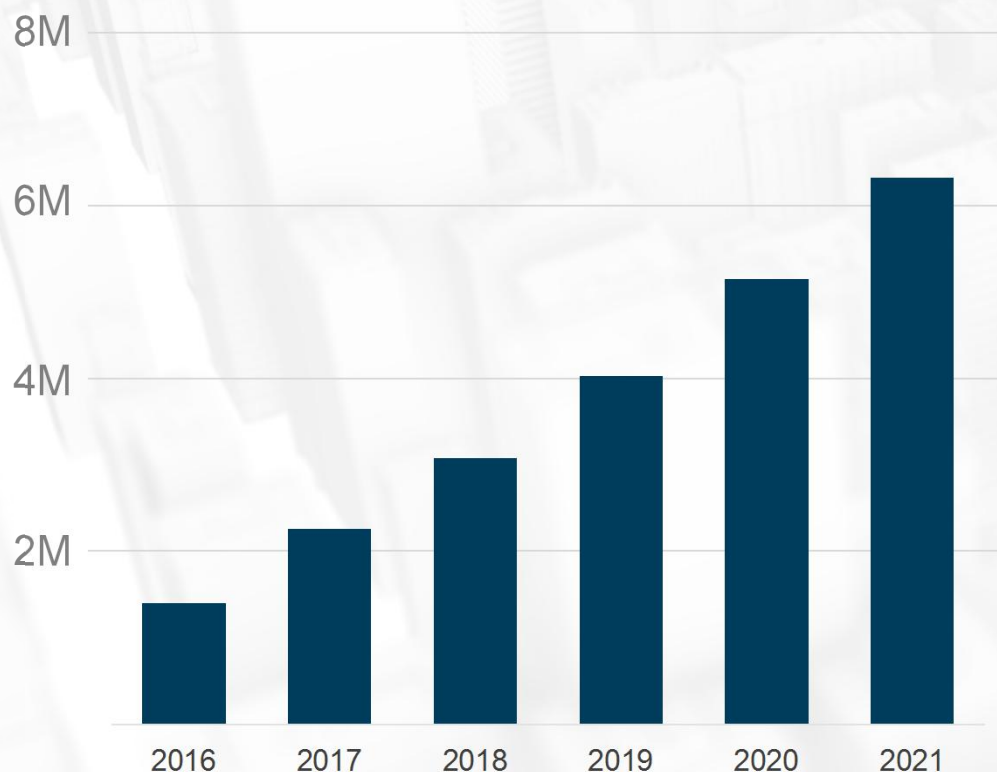
大规模
MIMO

更高数据速
率

市区网络密
集化

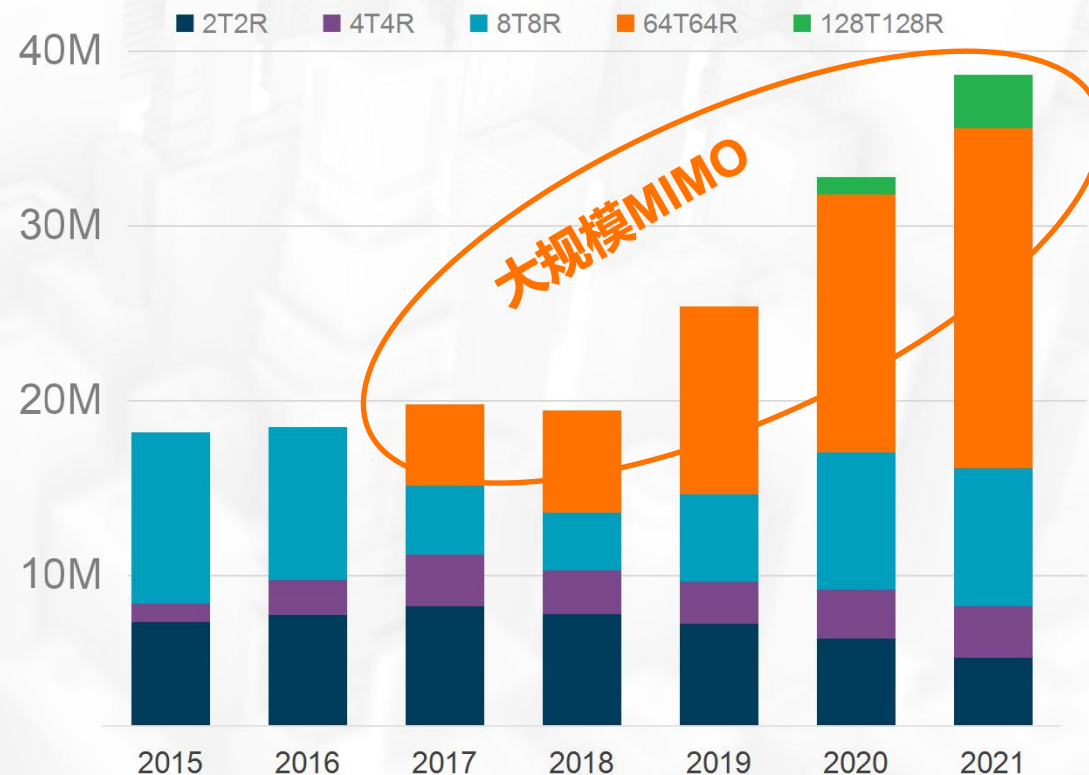
4G至5G迁移始于小型蜂窝和大规模MIMO基站的部署

小型蜂窝BTS预测



资料来源：Mobile Experts，2017年4月。不包括住宅毫微微蜂窝

宏BTS收发器预测



资料来源：Mobile Experts，2017年4月

小型蜂窝和大规模MIMO无线电设计挑战

降低无线电SWaP以提升无线电密度
频段和输出功率的激增
产品上市时间的压力

小型蜂窝和大规模MIMO系统给无线电 尺寸、重量和功耗带来压力

小型蜂窝无线电需要支持多个频段，同时最大限度降低对功耗和尺寸的影响

单频段
每系统

小型蜂窝

3 - 4频段
每系统

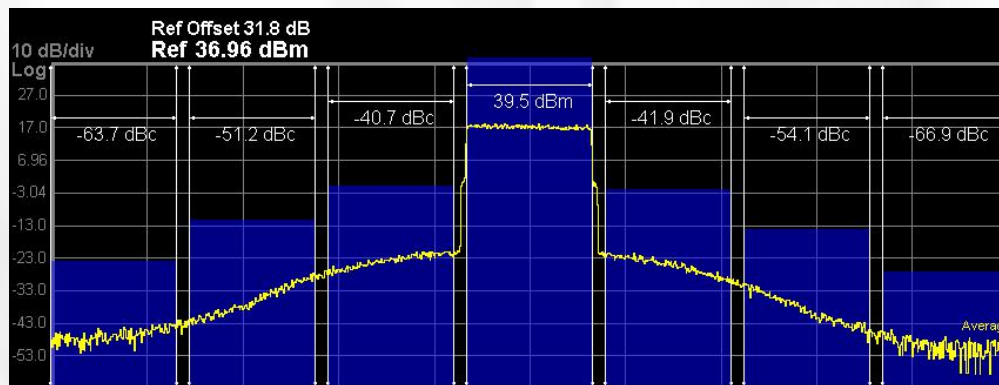
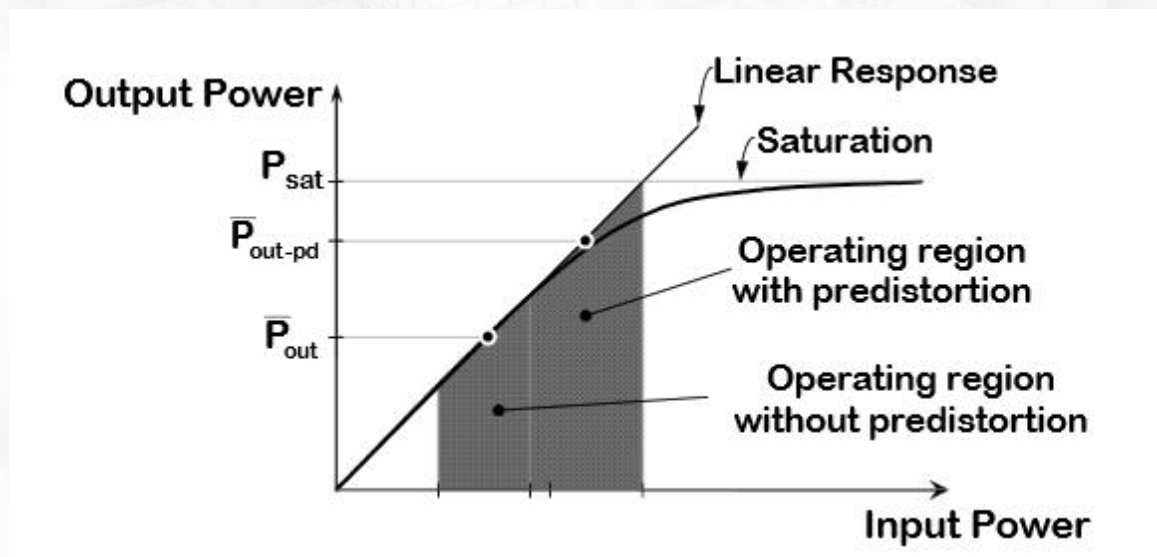
大规模MIMO无线电将天线数量从2T2R增加到128T128R，同时最大限度降低尺寸、功耗、重量和成本

2T2R或4T4R

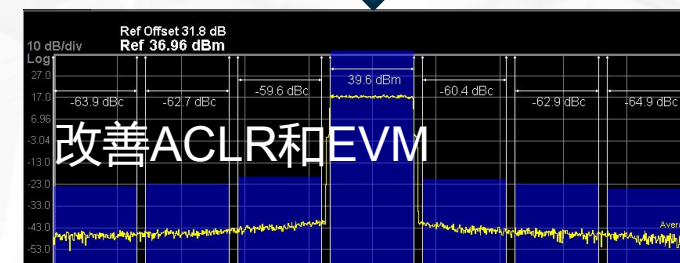
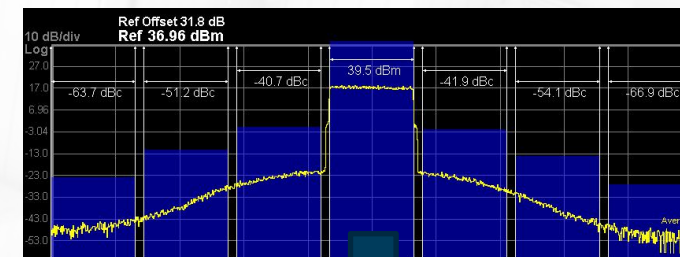
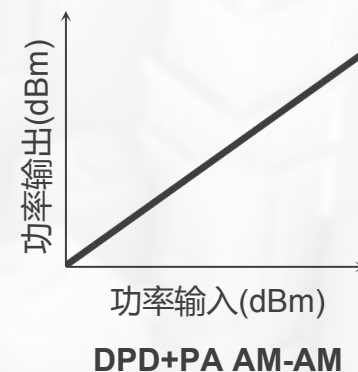
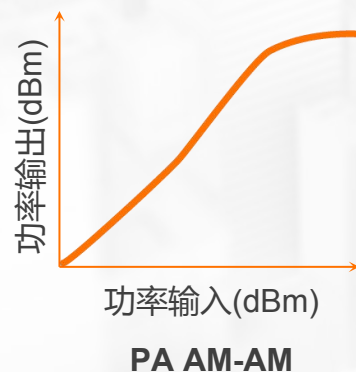
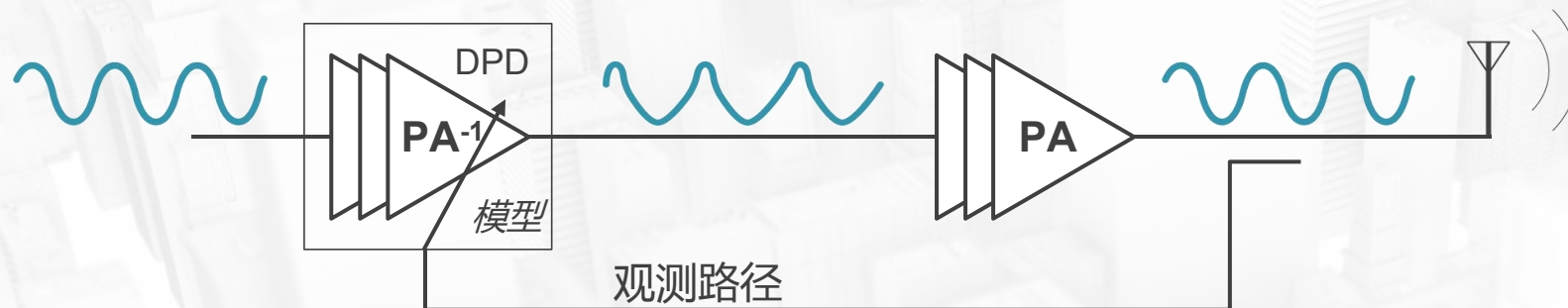
大规模MIMO

64T64R或
128T128R

需要高效率功率放大器(PA)以使功耗最低



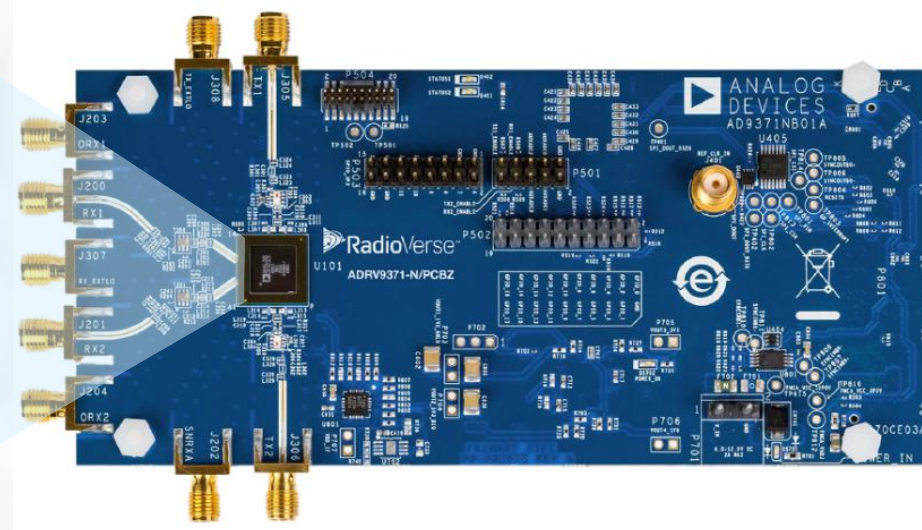
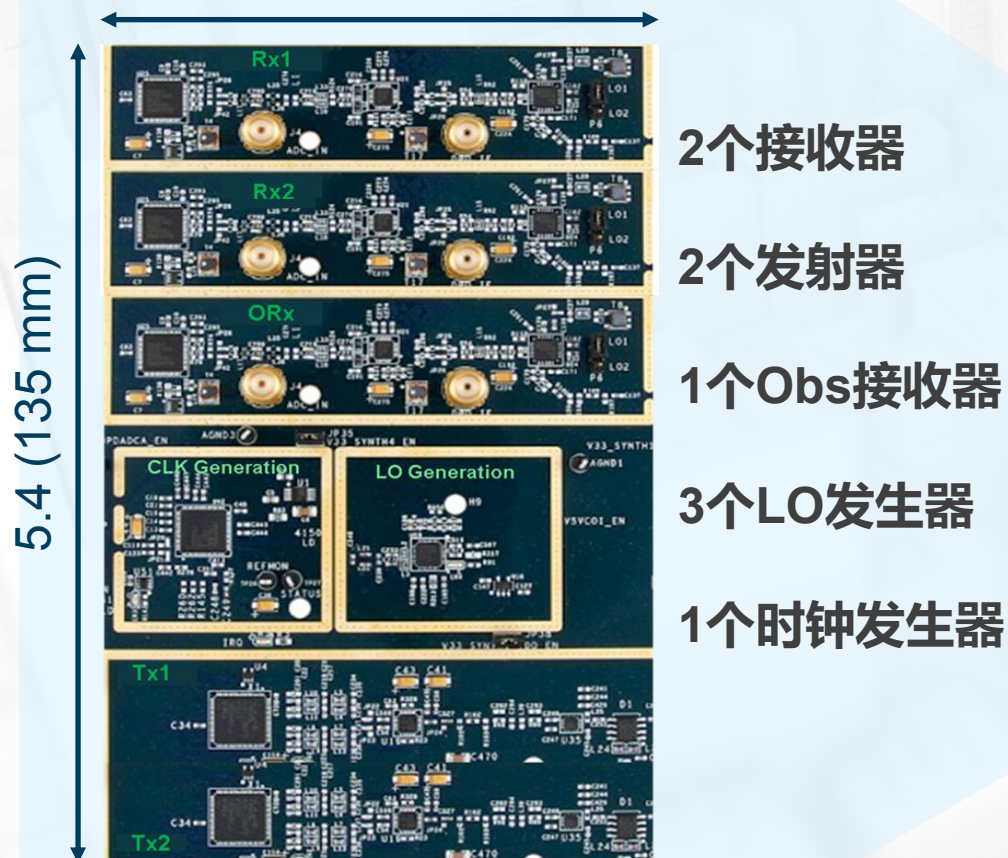
数字预失真(DPD)支持使用高效率功率放大器(PA)



...但现有基于FPGA的DPD算法低效且不能应对天线数量的增加

AD9375介绍

其前身 -- **AD9371**于2016年6月面世，
替代了20种分立部件



12 mm × 12 mm BGA

AD9375介绍

首款集成DPD的宽带RF收发器

- ▶ DPD信号带宽：40MHz
- ▶ 3G和4G波形
- ▶ TDD和FDD操作
- ▶ 调谐范围：300MHz – 6GHz

接收器

带宽：100MHz
Rx NF：12.5dB
IIP3：22dBm

发射器

合成带宽：250MHz
Tx Pout：+7dBm
OIP3：27dBm

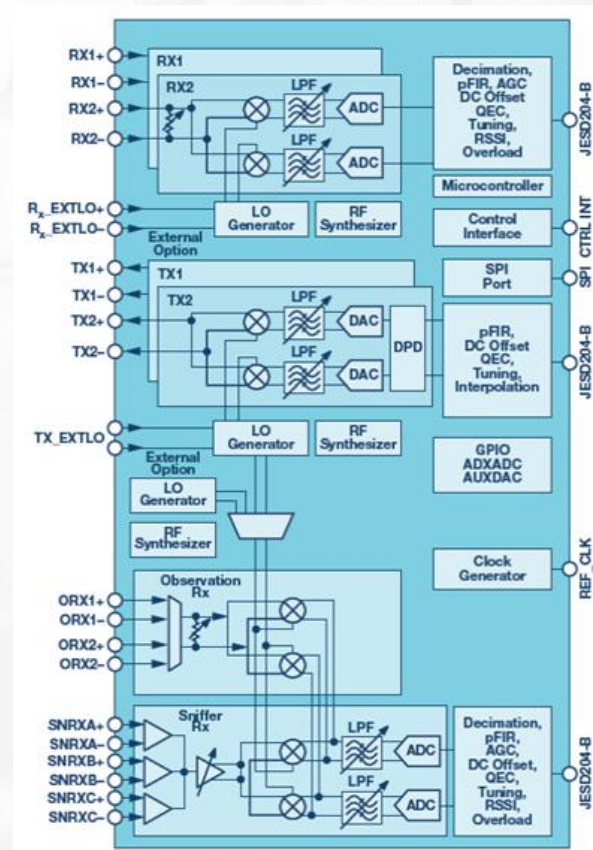
观测路径

带宽：250MHz
2路输入

- ▶ Integrated Tx & Rx Los
- ▶ Tx/Rx QEC、DC失调、LO泄漏、API支持
- ▶ 发射闭环增益控制和VSWR监控器
- ▶ 6Gbps JESD204B接口
- ▶ 功耗：4.8W（最大带宽时）

应用

- 3G/4G小型蜂窝基站(BTS)
- 3G/4G大规模MIMO/有源天线系统



与AD9371引脚兼容

AD9375集成DPD的优势

1

与其他基于FPGA的解决方案相比，降低90%的DPD功耗

2

SERDES通道数量减半

3

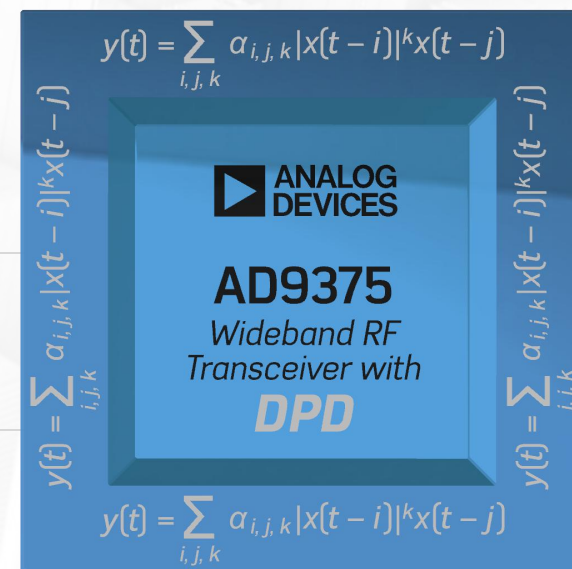
需要更少的FPGA资源，降低复杂度和成本

4

易于使用 – 经测试的PA库、API、评估套件、客户支持

5

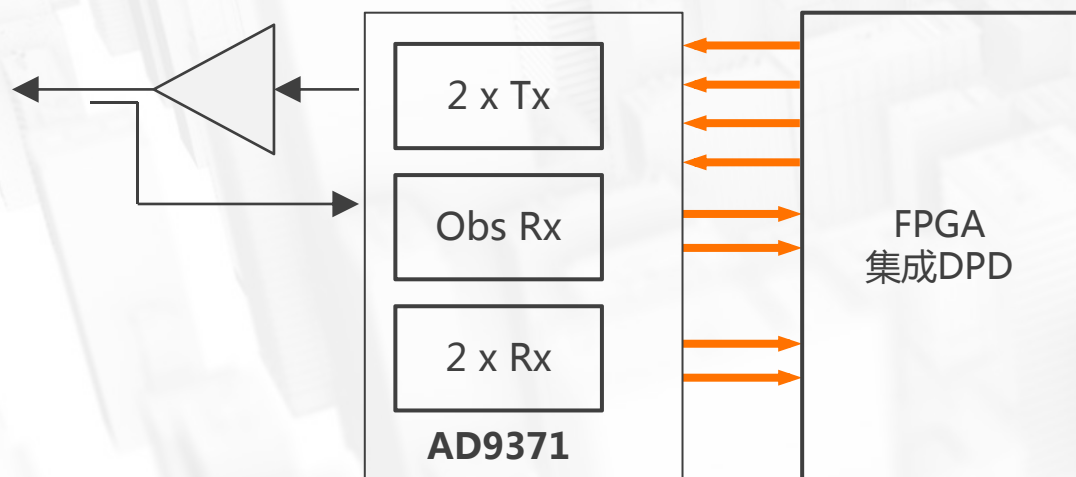
利用经验证的小型蜂窝无线电参考设计缩短上市时间



集成DPD助力实现智能系统分区

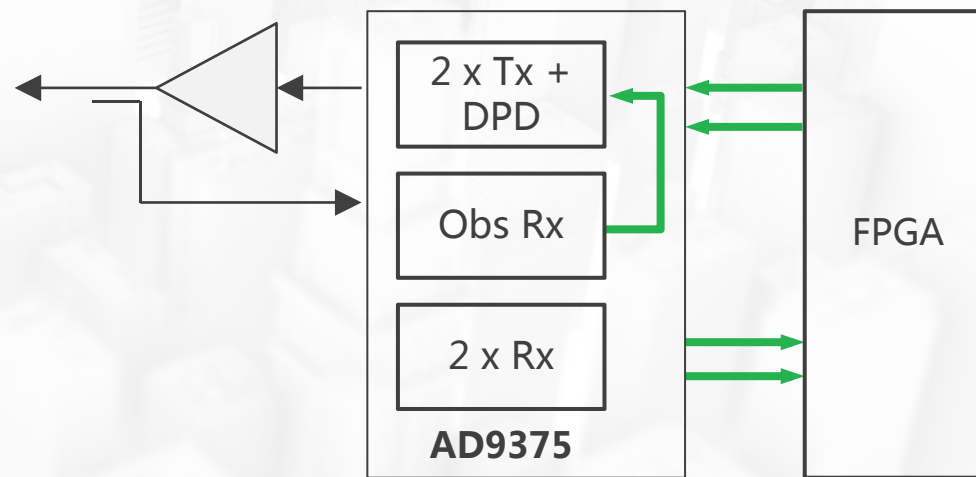
2T2R示例

DPD集成在FPGA中



8条SERDES通道

DPD集成在收发器中

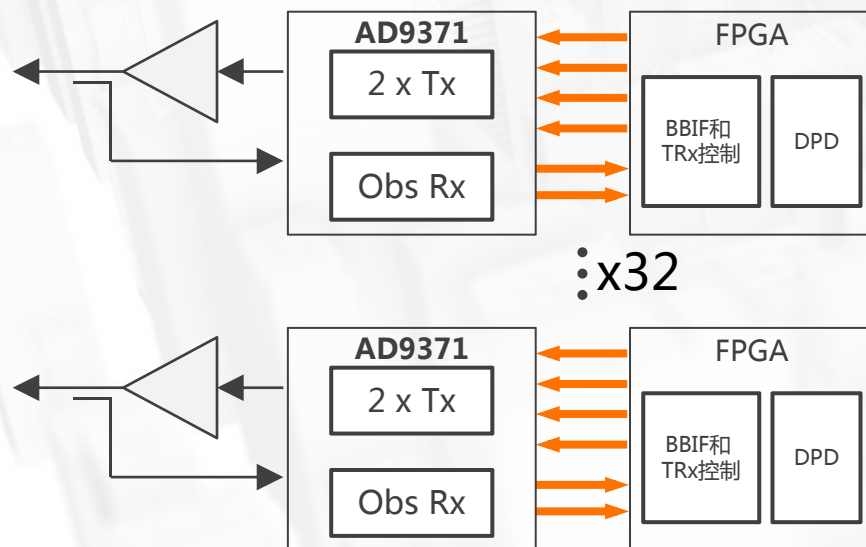


4条SERDES通道

功耗节省600mW

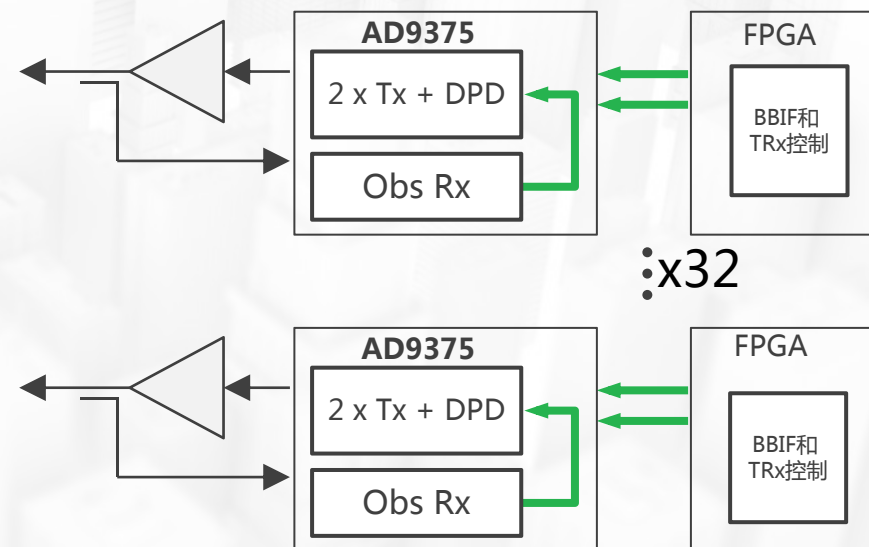
节省的功耗和SERDES通道数量 64T64R大规模MIMO中

DPD集成在FPGA中



384条SERDES通道

DPD集成在收发器中

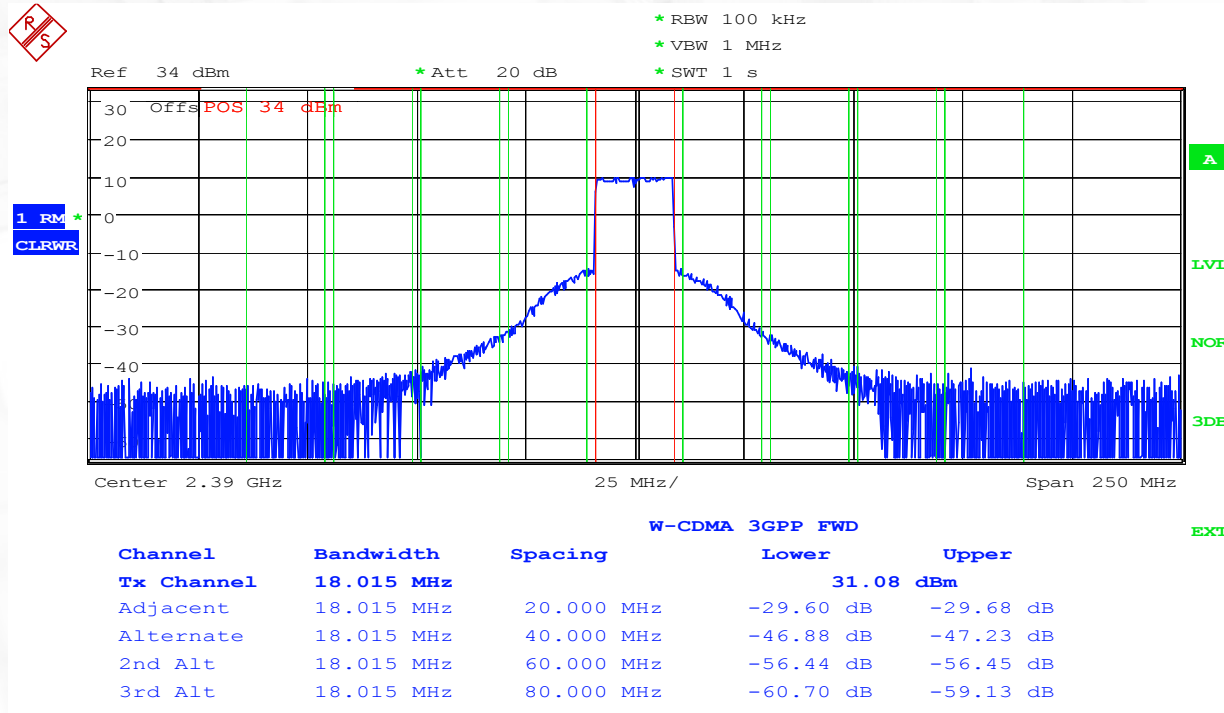


128条SERDES通道

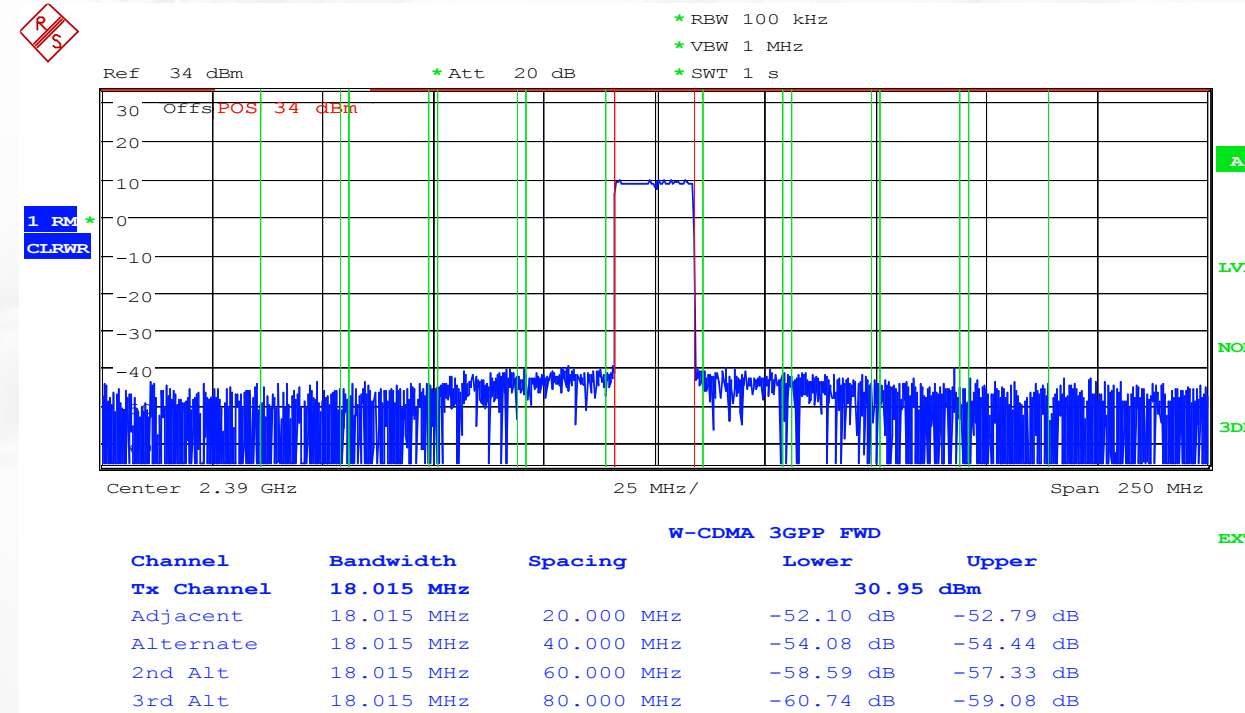
功耗节省19W

典型性能 – 20MHz带宽

LDMOS Doherty PA , 42%漏极效率 , 2.39GHz , 38dBm rms Pout , 20MHz LTE , 7.5dB PAR



DPD之前
-28dBc ACLR



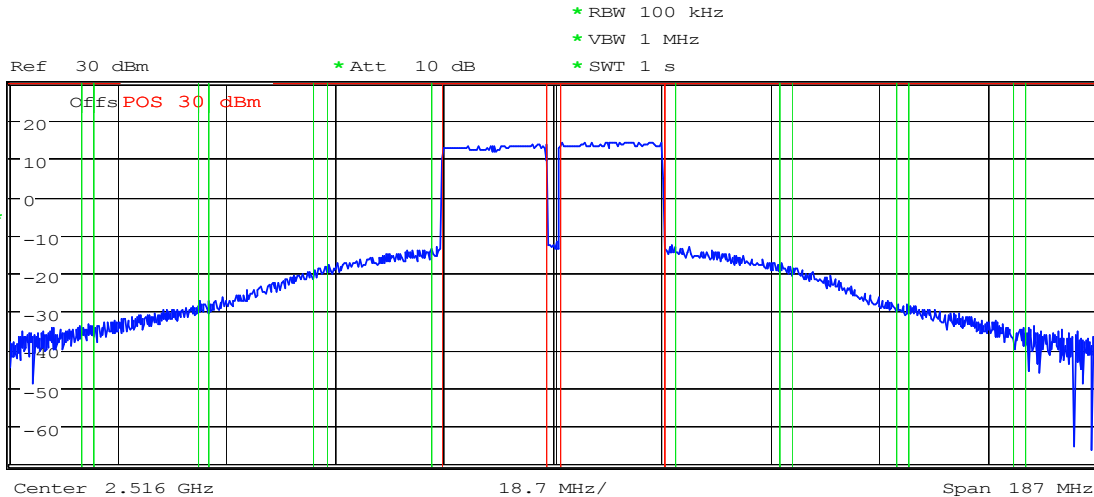
DPD之后
-52dBc ACLR

典型性能 – 40MHz带宽

LDMOS Doherty PA , 42%漏极效率 , 2.6GHz , 38dBm rms Pout , 2 x 20MHz LTE , 7.5dB PAR



1 RM
CLRWR



Standard: W-CDMA 3GPP FWD

Tx Channels

Ch1 (Ref) 34.74 dBm

Ch2 35.53 dBm

Total 38.17 dBm

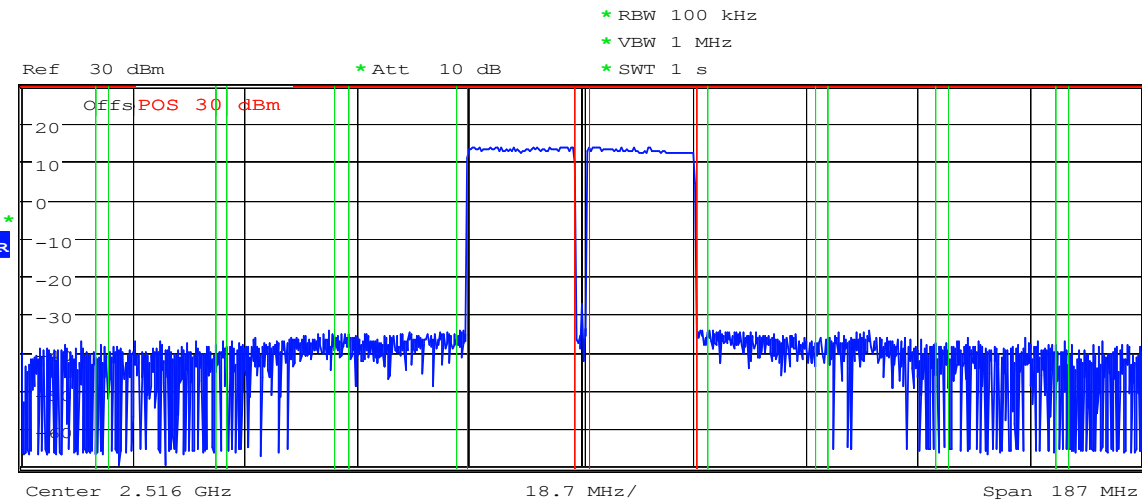
Adjacent
Alternate
2nd Alt
3rd Alt

Lower dB	Upper dB
-29.23	-28.68
-36.51	-35.87
-44.66	-44.85
-----	-----

DPD之前
-28dBc ACLR



1 RM
CLRWR



Standard: W-CDMA 3GPP FWD

Tx Channels

Ch1 (Ref) 35.10 dBm

Ch2 34.87 dBm

Total 38.00 dBm

Adjacent
Alternate
2nd Alt
3rd Alt

Lower dB	Upper dB
-50.56	-50.22
-52.14	-51.91
-55.54	-54.83
-----	-----

DPD之后
-50dBc ACLR

AD9375 RadioVerse设计资源 和小型蜂窝无线电参考设计

推出RadioVerse以帮助客户 解决无线电难题

市场领先的ADI无线电技术

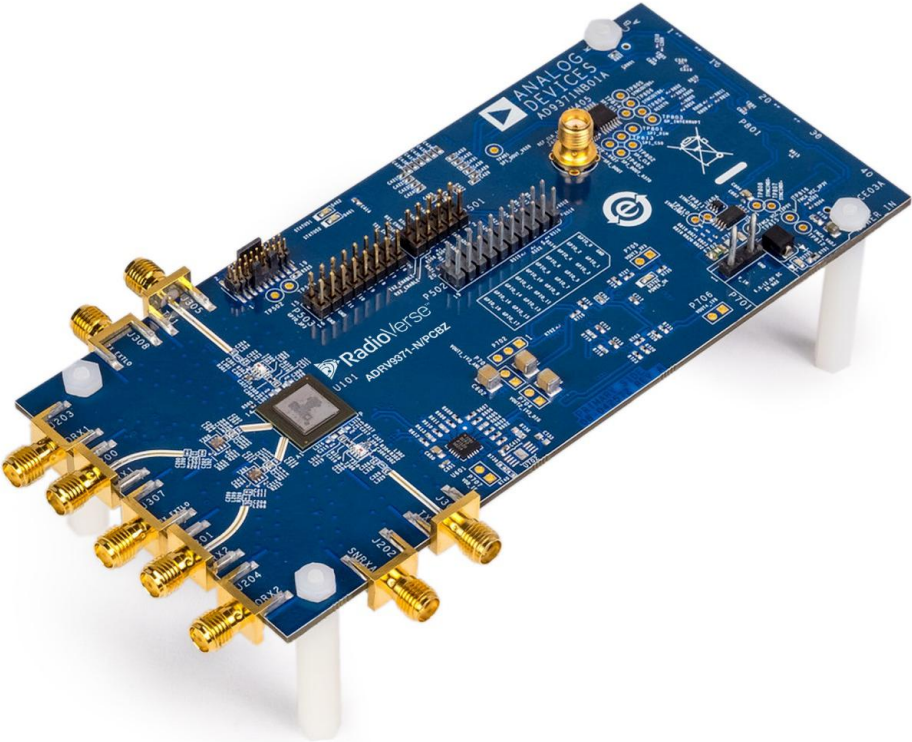
涵盖工具、文档、参考设计和模块的生态系统

最佳合作伙伴

特定市场洞察力、支持、观点、路线图规划

AD9375 RadioVerse设计资源

评估套件	▶ 带SKY66297 PA的ADRV9375-N/PCBZ评估卡
载体平台	▶ Xilinx ZC706 (单独订购) 
仿真工具	▶ MATLAB®滤波器向导 ▶ MathWorks Simulink®模型 
软件驱动程序和GUI	▶ DPD GUI ▶ Windows GUI ▶ API
客户支持论坛	▶ ADI EngineerZone®—宽带RF收发器、API、Linux® 驱动程序、FPGA参考设计
参考设计和合作伙伴	▶ 小型蜂窝无线电参考设计  ▶ 与PA供应商合作完成测试的PA报告 



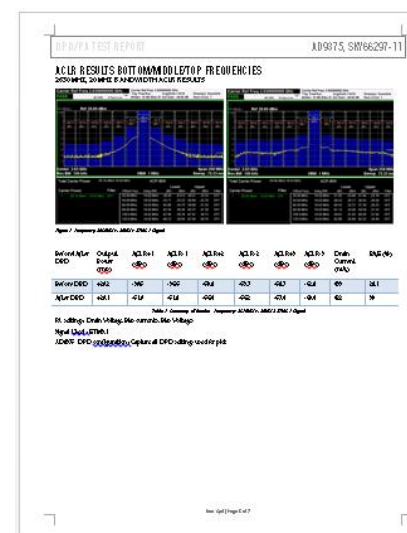
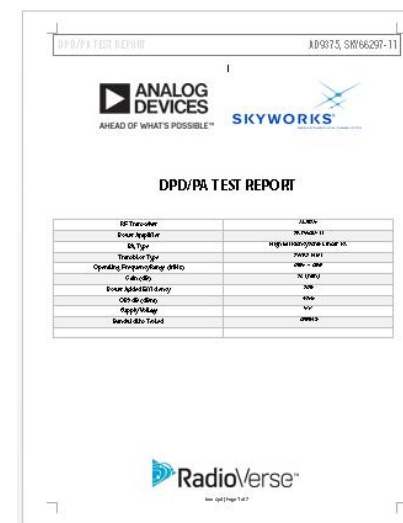
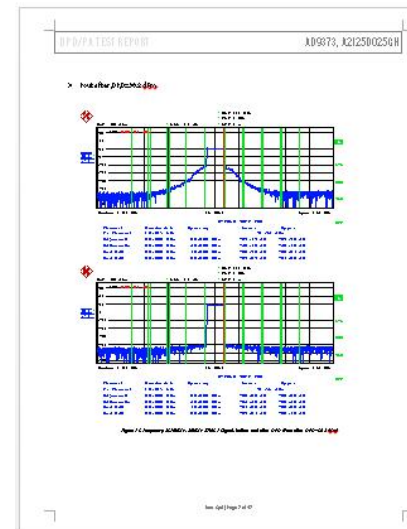
有关更多信息，请访问analog.com/cn/RadioVerse-DPD

经测试的PA报告

与主要的功率放大器供应商合作

- ▶ 凭借成熟的PA和DPD解决方案为客户缩短上市时间
- ▶ 多种经过测试和性能优化的PA可供选择，与AD9375 DPD搭配使用
- ▶ 通过完整报告详细给出使用DPD前后的线性化性能，以及效率与频率和输出功率之间的关系
- ▶ 获取所有PA和DPD设置以方便使用

有关更多信息，请访问analog.com/cn/RadioVerse-DPD

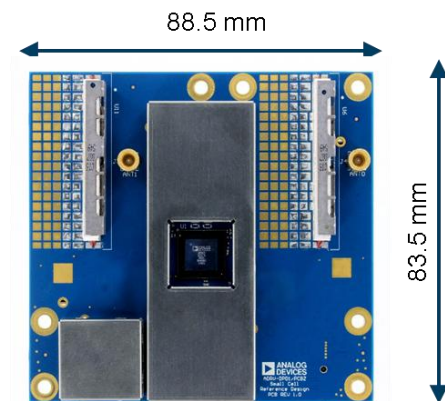
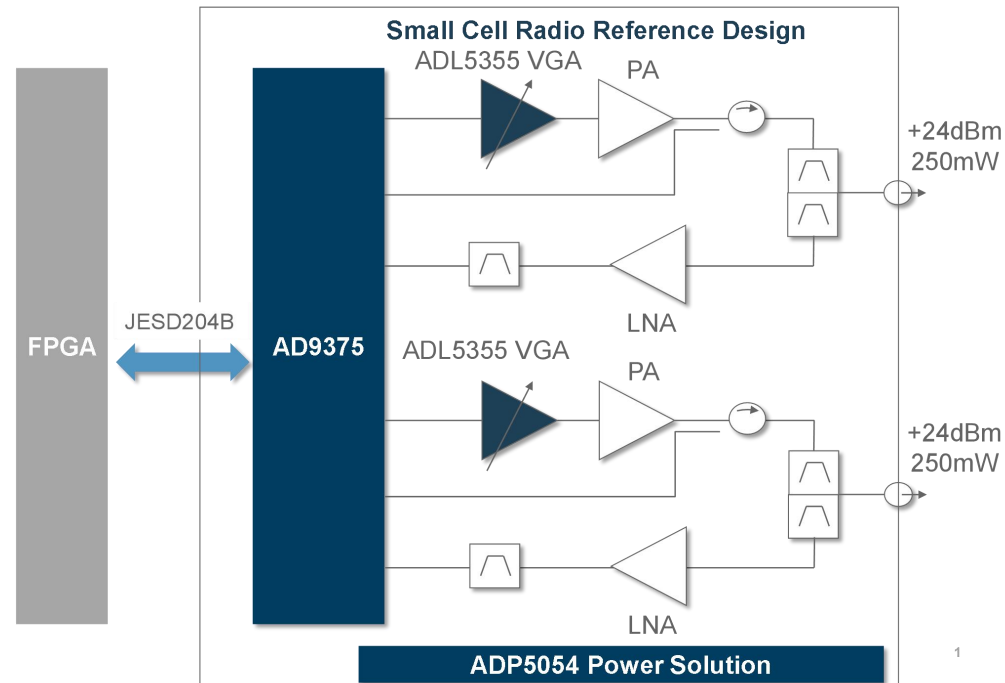


集成DPD的小型蜂窝无线电参考设计介绍

- 完整的JESD204B到天线设计
- 2 × 2 LTE 20 MHz，每天线250 mW输出功率
- BOM可重新配置到其他频段
- 包含所有元件：收发器、PA、LNA、滤波器、电源解决方案
- 小尺寸—88 mm × 83 mm

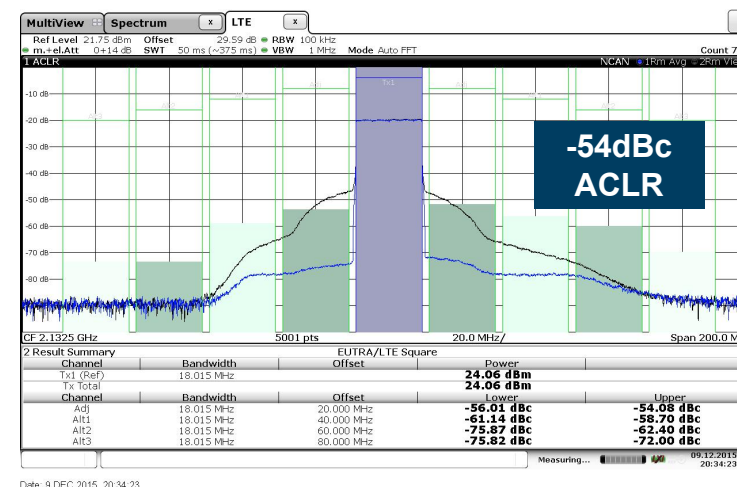
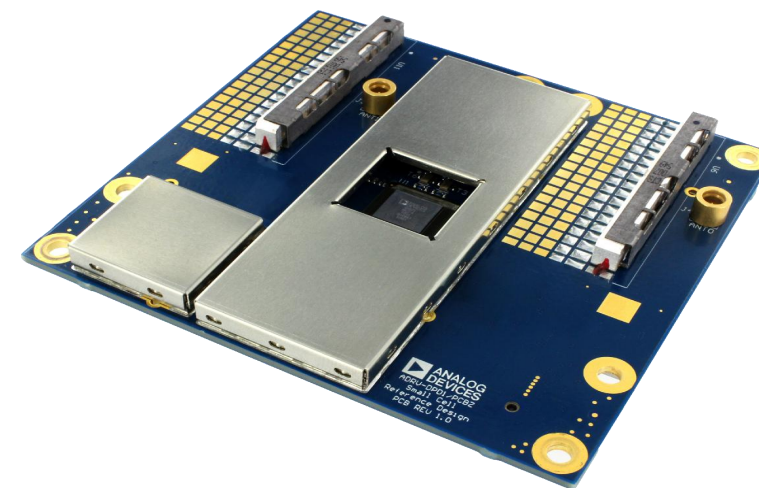
主要优势

- 利用经验证的小型蜂窝无线电参考设计更快进入市场
- 凭借可轻松重新配置到其他频段的通用平台设计提高研发效率
- 市场上功耗最低、尺寸最小的250 mW小型蜂窝无线电



AD9375 250mW小型蜂窝无线电参考设计

- ▶ 5 V单电源
- ▶ 低功耗：总功耗小于10 W
- ▶ ACLR < -54 dBc (典型值 , 24 dBm P_{OUT})
- ▶ 宽带设计
 - LTE频段7 FDD design
 - BOM可重新配置到其他3GPP频段：
- 高效率PA SKY66279 (29% PAE)
- ▶ 通过转接卡与Xilinx® ZC706主板接口



有关更多信息，请访问analog.com/cn/RadioVerse-DPD

总结

- ▶ 从4G向5G技术过渡正在进行中
 - 小型蜂窝与大规模MIMO是提升容量和覆盖范围的关键底层技术
- ▶ 小型蜂窝和大规模MIMO解决方案给无线电设计人员带来挑战
 - 缩减无线电尺寸、重量和功耗以提升无线电密度
 - 频段变形和输出功率的激增
 - 产品上市时间的压力
- ▶ 推出面向小型蜂窝和大规模MIMO市场的AD9375
 - 首款集成DPD的宽带RF收发器
 - 实现智能系统分区以降低无线电尺寸、重量和功耗
 - 宽RF调谐范围助力实现通用平台
 - 提供涵盖PA报告、评估工具和小型蜂窝无线电参考设计的完整生态系统，帮助客户缩短上市时间

谢谢观看！

- ▶ ADI中国地区技术支持热线：4006 100 006
- ▶ ADI中国地区技术支持信箱：
china.support@analog.com
- ▶ ADI样片申请网址：
<http://www.analog.com/zh/sample>