

载波聚合基础

FOR
DUMMIES[®]

Qorvo[®] 专版

Larry Miller

WILEY

载波聚合基础 For Dummies®, Qorvo 专版

出版商:

约翰·威利父子公司

111 River St.

Hoboken, NJ 07030 - 5774

www.wiley.com

新泽西州霍博肯市约翰·威利父子公司版权所有© 2016

非经出版商事先书面准许,不得复制本出版物的任何部分,或将其保存于检索系统,或以电子、机械、影印、录制、扫描等形式或方式传输,但根据《1976年美国版权法》第107条或108条规定获得准许的情况除外。需要向出版商申请批准的,应将申请发送至:Permissions Department, John Wiley & Sons, Inc., 地址:111 River Street, Hoboken, NJ 07030, 电话:(201) 748-6011, 传真:(201) 748-6008, 也可在线提交,网址:<http://www.wiley.com/go/permissions>。

以下商标:威利(Wiley)、Dummies版(For Dummies)、Dummies人像标识(Dummies Man)、Dummies版之路(The Dummies Way)、Dummies.com、让一切变得更简单(Making Everything Easier)以及相关商业外观均为约翰·威利父子公司和/或其在美国和其他国家关联机构的商标或注册商标,未经书面准许,不得使用。Qorvo和Qorvo标识是Qorvo公司的商标。所有其他商标也分别归属于各自所有者。约翰·威利父子公司与书中提及的任何产品或销售商之间不存在任何关系。

责任限制/保证责任免责声明:本书出版商及作者对于本书内容的准确性或完整性不做任何声明或保证,并且特别声明免除一切保证责任,包括但不限于对特定用途的适合性保证。不得因为销售或促销资料而形成或扩展任何保证责任。书中提出的建议和策略不一定适合所有情况。本书在销售时,即已理解QORVO和出版商均不提供任何法律、会计或其他专业服务。如需专业服务,应当寻求有资格的专业人士。无论出版商还是作者,对本书所产生的任何损害均不承担任何赔偿责任。书中提及某个组织或网站作为引证和/或潜在补充信息来源的,这种情况并不表明作者或出版商认可该组织或网站所提供的信息或建议。此外,读者应当认识到,在作品成书与读者读到这段期间,书中出现的网站可能已经变更或不复存在。

关于我们其他产品和服务的一般信息,或者如何为您的企业或组织定制Dummies版书籍,请联系我们在美国的业务发展部,电话:877-409-4177,电子邮件:info@dummies.biz,网址:www.wiley.com/go/custompub。关于如何为产品或服务申请Dummies版品牌许可,请联系:BrandedRights&Licenses@Wiley.com。

ISBN 978 - 1 - 119 - 25895 - 7 (pbk); ISBN 978 - 1 - 119 - 25897 - 1 (ebk)

美国制造

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

出版商鸣谢

我们为本书以及为其付出辛勤劳动的所有人感到自豪。关于如何针对您的公司或组织定制Dummies,请联系:info@dummies.biz,或访问网站:www.wiley.com/go/custompub。关于如何为产品或服务申请Dummies版品牌许可,请联系:BrandedRights&Licenses@Wiley.com。

为本书上市做出贡献的部分人员有:

项目编辑: Martin V. Minner

购置编辑: Katie Mohr

编辑经理: Rev Mengle

业务开发代表: Karen Hattan

生产编辑: Siddique Shaik

特别援助: Dennis Mahoney、David Schnauffer、Philip Warder、Mark Wong、Nicolas Layus、Tanuj Khurana、Les Young、Brian Bailey、Warren Strand

引言

为了满足订阅用户的高数据需求，移动运营商必须不断寻求经济且高效的解决方案。有限的频率分配和非连续频谱块依旧给移动运营商带来挑战，因为他们的网络必须支持海量数据上传和下载。随着视频和社交媒体内容的增多，这些挑战也呈指数级增长。

为了解决移动生态系统中的这些难题，全球许多移动运营商已经开始部署载波聚合 (CA) 解决方案。

关于本书

本书简要介绍了载波聚合技术（第 1 章），考察了部署策略（第 2 章），探讨了几种发展趋势和挑战（第 3 章），最后总结了载波聚合的优点（第 4 章）。

Dummies 式假设

之前提到，大多假设已不再关乎使用，尽管如此，我仍然做出以下假设。

首先，我假设您是移动载波行业的一位销售经理或工程师，因此，您具备一定的技术背景。我同时假设，您对载波聚合技术及其带给贵组织的利益感兴趣。

果真如此的话，本书正适合您！如果都没猜中，您也要读下去！这本书很有用，读完后，您会更了解载波聚合技术！

书中符号

在书中，我偶尔会使用一些特殊符号，以引起读者注意一些重要信息。这些符号如下：



这个符号指示的信息可能值得您牢记——就像记住某些周年纪念日 and 某人生日一样重要！



您不会在这里看到人类基因图谱（不过，也许会吧），不过这个符号解释的术语中的术语 - 所谓“技术宅”或“传奇”就是靠它炼成的。这个符号会在术语下方解释术语！



感谢您的阅读，希望您能享受本书，还请照顾一下作者！严格来说，这个符号所指的是一些有帮助的建议和实用内容。



这个符号表示妈妈的告诫。好吧，这是玩笑。但最好留意，说不定会节省时间，减少麻烦！

书本之外

虽然本书信息庞杂，但在短短 24 页内，我只能写出这么多。所以，如果您想：“老天，这本书棒极了，我哪里才能学到更多？”您只需访问网站 www.qorvo.com。

从哪里开始

第 1 章可能是不错的选择。尽管如此，如果您觉得哪一章让您兴趣大增，您也可直接跳读该章。每章自成一体，所以从哪里开始都可以。只要您觉得合适，您可按照任何顺序阅读本书（不过，反着或倒着就算了）。

第1章

了解载波聚合 (CA) 技术

内容提要

- ▶ 了解 CA 及其必要性
- ▶ 认识 CA 优势
- ▶ 了解 CA 数据速率的演进

在

本章中，您将了解到载波聚合 (CA) 的基本知识，包括覆盖范围优势和数据速率的演进。

载波聚合潜力展望

如今，全球有超过 26 亿智能手机用户。移动订阅服务总数（也包括移动宽带、移动电脑、平板电脑、路由器以及越来越多的物联网 (IoT) 设备）为 72 亿，几乎相当于地球上的每个男人、女人和孩子都有一份订阅服务！到 2020 年，此数字将增长至 90 亿以上（移动订阅服务数而非人数），而全球人口仅有 77 亿。

幸运的是，所有这些移动用户只想与亲友聊天，对吧？要是这样简单就好了！实际情况是，移动数据交流远远超过了语音流量。

据 2015 年 6 月发布的《爱立信移动研究报告》，2015 年第一季度，每月移动语音总流量仅为 250 PB 左右，而每月移动数据总流量却达 3,500 PB 左右！如今，虽然许多国家的移动设备端网络浏

览量已经超过 PC 端，但这只占数据流量的 10%。视频流量约占移动数据流量的 45%；爱立信预测，到 2020 年，该比例会增至 60%。无怪乎，我们不再问对方“你能听到我说话吗？”问题今天变成了“那个套餐有多少流量？”

移动运营商和制造商都在努力通过最新技术来应对这些移动数据流量挑战。这只是一个简单的供需问题。移动运营商

- ✔ 拥有的频谱被分隔成多个频段和区域
- ✔ 需要更多的容量和更快的数据速率来满足用户需求

解决移动数据流量挑战的一种方案是 LTE - 高级载波聚合 (CA)。载波聚合技术用于把可用频段的多个长期演进 (LTE) 分量载波 (CC) 组合起来，以

- ✔ 支持带宽更宽的信号
- ✔ 提高数据速率
- ✔ 改善网络性能

记住



聚合后的每个分量载波均称为一个 CC。

认识覆盖范围优势

载波聚合可以提高上行链路、下行链路或者上行和下行链路中的数据速率和网络性能。还能实现频分双工 (FDD) 和时分双工 (TDD) 以及许可和未许可载波频谱的聚合。

精彩内容



在 FDD 通信链路中，发射和接收使用独立的频段。在 TDD 通信链路中，通过在同一频段分配不同时间的方式实现上行链路与下行链路的分离。

截至目前，每个用户 100 MHz 带宽最多可以分配五个 CC，如图 1 - 1 所示。然而，第三代合作伙伴计划 (3GPP) 13 版将把支持数量扩大到 32 个 CC。

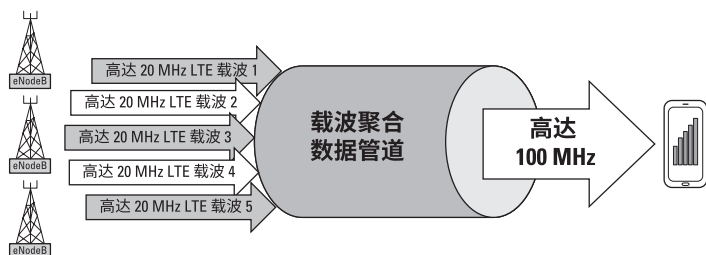


图 1-1： 载波聚合把多个 LTE 载波信号组合起来，以提高数据速率，改善网络性能。

移动运营商可以运用 CA 来改善网络性能，如图 1 - 2 所示。

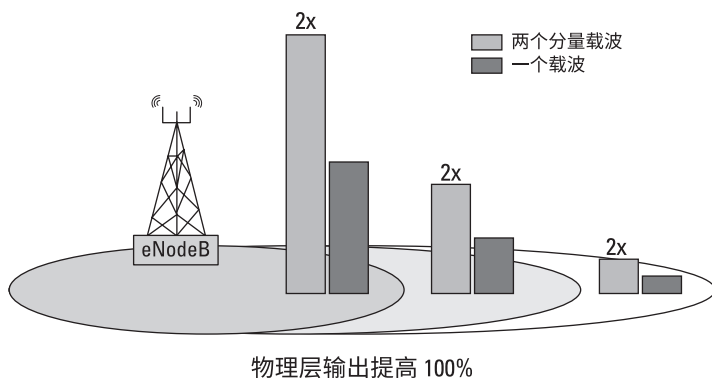


图 1-2： 载波聚合技术可提升载波性能。

例如：

- ✓ AT&T 在芝加哥开始采用 CA 技术之后，其平均下载速度就从 10.69 Mbps 提升至 15.18 Mbps。

✓ Sprint 计划运用 CA 把两个 2.5 GHz TDD - LTE 通道组合起来。具体而言，就是把频谱资源块组合起来，以产生更多容量，并可能使峰值下载速度提升一倍以上。



LTE 的构件是物理资源块 (PRB 或 RB)。调度算法负责处理 LTE RB 的所有分配。一个 RB 为 0.5 毫秒，对于频域中的每个正交频域多工 (OFDM) 符号，含有 12 个子载波。

随着 LTE 需求的上升和 3G 需求的下降，其他载波将加入这一趋势。运营商将运用 CA 技术把低、中、高三个频段的频谱组合起来，以提升速率和容量。



借助载波聚合技术，运营商一方面可以提升容量和网络效率，另一方面还能实现最佳用户体验。用户以前体验到的是缓慢的下行链路和上行链路，现在则可无缝体验到更快的数据速率和最佳比特率。



请前往 www.qorvo.com/filters-for-dummies，下载《RF 滤波器技术Dummies》和《RF 滤波器应用Dummies》，了解有关频段的更多知识。

了解数据速率的演进

2013 年，CA 在 LTE Advanced 网络上的首次商用在韩国出现。自此以后，CA 技术已经在世界各地的 LTE 网络中部署，尤其是英国、北美和中国。

为了支持 CA，移动设备制造商必须推出功能强大的 CA 产品。在 LTE 领域，用户设备 (UE) 类别决定移动设备的能力。网络识别出移动设备支持的类别后，便得知设备能力，可相应地调整数据链路。这些类别与 CA 带宽的对应关系如图 1 - 1 所示。

商用 LTE 网络从 3 类和 4 类设备开始，最高支持 100 - 150 Mbps，具有连续 20MHz 频谱，如图 1 - 3 所示。2015 年，9 类设备产生了最高 450 Mbps 的数据速率，频谱为 60 MHz；不久的将来有望实现高达 1 Gbps 甚至更高的数据速率。

表 1-1 LTE 用户设备类别对应的聚合下行链路带宽和数据速率

聚合下行链路带宽	下行链路数据速率	调制解调器级
10 MHz	75 Mbps	
15 MHz	100 Mbps	LTE 3 类
20 MHz	150 Mbps	LTE 4 类
25 MHz	185 Mbps	
30 MHz	225 Mbps	
40 MHz	300 Mbps	LTE 6/7 类
50 MHz	375 Mbps	
60 MHz	450 Mbps	LTE 9/10 类
80 MHz	600 Mbps	LTE 11/12 类

*假设下行链路中为 64 - 正交幅度调制 (QAM)

*64 QAM 与 256 QAM 之间的数据速率比例因子为 1.33 (8 - 位符号与 6 - 位符号)

*超过 20 MHz 的任何带宽需要至少两个 - CC CA

*超过 40 MHz 的任何带宽需要至少三个 - CC CA

*超过 60 MHz 的任何带宽需要至少四个 - CC CA

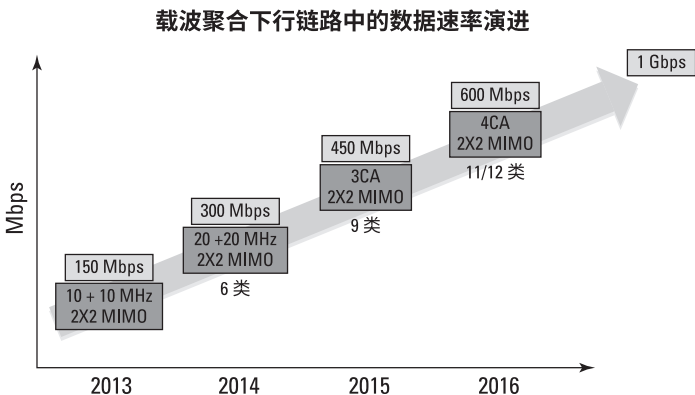


图 1-3: CA 的数据速率演进。



LTE 类别决定移动设备级别的性能规格，可实现已知性能水平下的基站通信。

2011 年, 3GPP 10 版 (见图 1 - 4) 中引入载波聚合概念, 定义了以下规格:

- ✔ 信号最多支持五个 CC
- ✔ 部署场景限于两个 CC
- ✔ 最大聚合带宽为 40 MHz
- ✔ 优先支持带内连续和带间

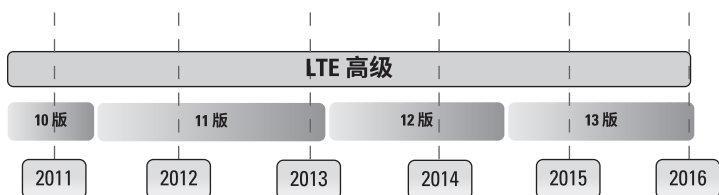


图 1-4: 3GPP 版本发布时间表。

2013 年的 3GPP 11 版扩大了 CA 的部署选项和能力, 具体如下:

- ✔ 支持多重时间前置 (上行链路 CA 需要)
- ✔ 定义带内非连续部署的核心要求
- ✔ 确定新的带间和带内组合性能要求

3GPP 12 版 (2014 年完成) 包括

- ✔ 定义上行链路 CA 带间核心要求
- ✔ 定义带内非连续部署的性能要求
- ✔ 完成带间三个 CC 的核心分析
- ✔ 最大聚合带宽为 50 MHz

第2章

了解 CA 部署策略

内容提要

- ▶ RFDD 和 TDD 与 CA 的关系
- ▶ 相同频段内邻近 CC 的组合
- ▶ 相同频段内独立 CC 的组合
- ▶ 不同频段内多个 CC 的组合

在

在本章中，您将了解不同的载波聚合 (CA) 类型和部署场景。

FDD 和 TDD 与 CA 的关系

如 3GPP 12 版所定义，CA 可以部署在频分双工 (FDD) 和时分双工 (TDD) 帧结构中。FDD 或 TDD 中的每个 CC 可拥有 1.4、3、5、10、15 或 20 MHz 的带宽。因此，如果有五个 20 MHz 的 CC，就可以通过 CA 实现 100 MHz 的最大带宽。

在 TDD 条件下，上行链路和下行链路的带宽和 CC 数量必须相同。

在 FDD 条件下，下行链路和上行链路可以有不同数量的 CC 和不同的带宽（即非对称配置）。但上行链路 CC 数量不得超过下行链路 CC 数量。FDD 条件下的 CA 可以改进覆盖范围和数据速率。



3GPP 12 版定义了 FDD - TDD 聚合，允许将 FDD 或 TDD 作为原小区。FDD - TDD 聚合是一种很有吸引力的组合方案，与低频段 FDD 组合可实现良好的覆盖范围，与高频段 TDD 组合可增加频谱以提高数据速率。

相同频段内邻近 CC 的组合

最简单的载波聚合部署场景（带内连续 CA）是把单个工作频段中的多个邻近 CC 组合起来。带内连续 CA（如图 2 - 1 所示）一般用于提高容量。

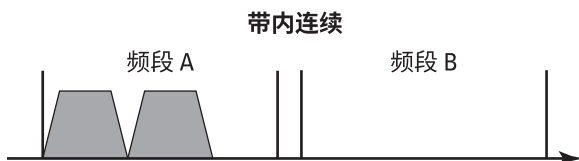


图 2-1: 带内连续载波聚合技术把相同工作频段中的多个邻近分量载波聚合起来。

不幸的是，受当前运营商频率分配限制，并非始终都能实现连续分量载波的聚合。然而，未来随着新频段（如 3.5 GHz 和 600 MHz）的分配，带内连续载波聚合可能变得更加常见。

相同频段内独立 CC 的组合

在频谱分配更加碎片化的地区（如北美），带内非连续载波聚合（如图 2 - 2 所示）是一种常见的部署场景。带内非连续载波聚合技术把一个工作频段中的多个独立分量载波聚合起来。

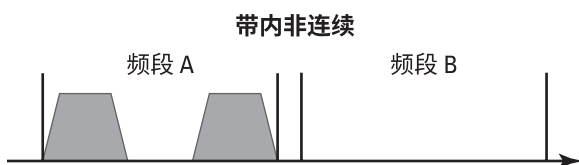


图 2-2：带内非连续 CA 把相同工作频段中的多个独立 CC 聚合起来。

不同频段内多个 CC 的组合

带间 CA（如图 2 - 3 所示）把不同工作频段中的多个 CC 聚合起来（各个频段中聚合的 CC 可以是连续的，也可非连续的）。

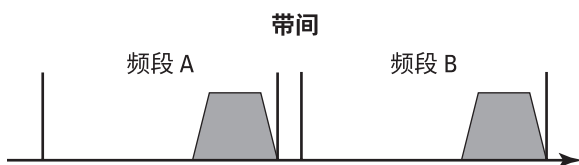


图 2-3：带间 CA 把不同工作频段中的多个 CC（连续或非连续）聚合起来。



带间 CA 比带内 CA 更复杂，因为多载波信号不能处理为单信号，因此，用户设备 (UE) 中需要更先进的收发器。

运营商为何对 CA 感兴趣？因为他们需要争取并留住客户。为客户提供一流的网路性能可以实现这一目的。CA 可增强载波网路性能，确保优质的用户体验，尤其是上行链路和下行链路数据速率。

CA 有利于无线电链路容量和数据速率，但运营商采用的是 FDD - LTE 还是 TDD - LTE 会造成差异。

举例来说，如表 2 - 1 和 2 - 2 所示，如果下行链路中 FDD - LTE 以 40MHz 聚合，其结果与 TDD - LTE 大不相同（40 MHz FDD - DL = 300 Mbps，TDD - DL = 224 Mbps）。

表 2-1 FDD 最大数据速率

聚合带宽	下行链路 数据速率	下行链路 MIMO	下行链路 调制	上行链路 数据速率	上行链 路 MIMO	上行链路 调制
10 MHz	75 Mbps	2	64 QAM	25.5 Mbps	1	16 QAM
15 MHz	100 Mbps	2	64 QAM	38.3 Mbps	1	16 QAM
20 MHz	150 Mbps	2	64 QAM	51 Mbps	1	16 QAM
25 MHz	185 Mbps	2	64 QAM	63.7 Mbps	1	16 QAM
30 MHz	225 Mbps	2	64 QAM	76.5 Mbps	1	16 QAM
40 MHz	300 Mbps	2	64 QAM	102 Mbps	1	16 QAM
50 MHz	375 Mbps	2	64 QAM	128 Mbps	1	16 QAM
60 MHz	450 Mbps	2	64 QAM	153 Mbps	1	16 QAM
80 MHz	600 Mbps	2	64 QAM	204 Mbps	1	16 QAM

*对于 UL 64 - 正交幅度调制 (QAM), 将数据速率乘以 1.50

*对于 DL 256 QAM, 将数据速率乘以 1.33

表 2-2 TDD 最大数据速率

聚合带宽	下行链路 数据速率	下行链路 MIMO	下行链路 调制	上行链路 数据速率	上行链 路 MIMO	上行链路 调制
10 MHz	56 Mbps	2	64 QAM	5.85 Mbps	1	16 QAM
15 MHz	84 Mbps	2	64 QAM	8.78 Mbps	1	16 QAM
20 MHz	112 Mbps	2	64 QAM	11.7 Mbps	1	16 QAM
25 MHz	140 Mbps	2	64 QAM	14.6 Mbps	1	16 QAM
30 MHz	168 Mbps	2	64 QAM	17.6 Mbps	1	16 QAM
40 MHz	224 Mbps	2	64 QAM	23.4 Mbps	1	16 QAM
50 MHz	280 Mbps	2	64 QAM	29.2 Mbps	1	16 QAM
60 MHz	336 Mbps	2	64 QAM	35.1 Mbps	1	16 QAM
80 MHz	448 Mbps	2	64 QAM	46.8 Mbps	1	16 QAM

*假设 UL/DL 配置 2 (6 DL/2 特殊/2 UL) 和特殊子帧配置 7

*对于 UL 64 QAM, 将数据速率乘以 1.50

*对于 DL 256 QAM, 将数据速率乘以 1.33



低频段和高频段 CA 是运营商常用的一种配置, 因为许多运营商拥有价值较高且覆盖优势明显的低频段频谱 (如 700 MHz)。在 2 GHz 频段中将低频段频谱 (如 700 MHz) 与高级无线服务 (AWS) 配对可以最大限度地发挥运营商频谱资产在覆盖范围和容量方面的潜力。

第3章

了解载波聚合趋势 和挑战

内容提要

- ▶ 解决下行链路挑战
- ▶ 解决带内上行链路挑战
- ▶ 了解带间上行链路挑战

在

本章中，您将了解与不同类型的载波聚合 (CA) 相关的各种下行链路和上行链路挑战。

了解下行链路挑战

下行链路 CA 挑战包括

- ✓ 下行链路灵敏度
- ✓ 谐波生成
- ✓ CA RF 无线电设计中的灵敏度劣化挑战

下行链路灵敏度

在非 CA、单载波 FDD（频分双工）场景中，RF 双工器可确保上行链路上传输不会干扰下行链路上的接收。

如果为每个频段设计一个双工器以确保下行链路频段不受影响，把两个双工器路径连接起来可能会影响两个双工器的滤波器特性，从而丧失在系统灵敏度下工作所需的发射与接收路径隔离。



无线电接收器灵敏度为天线接头端测得的最小接收器输入功率，在此功率下，可实现最小吞吐量，或者误帧率/误码率 (FER/BER) 不会超过静态条件下针对各种频段定义的值。

在某些 CA 情况下，两个频段（例如，中频段与低频段）之间如果有较大的频率间隔，则可以添加一个独立的同向双工器。同向双工器插在天线与两个单独的特定频段双工器之间。

在 CA 架构中，有些设计人员会在适用的情况下用多工器和六工器代替双工器（详见《载波聚合应用 Dummies》第 2 章）。如果需要多工器，则设备中的每个滤波器都需要进行复杂的开发。把两个滤波器集成到一个封装中，它们就会作为一个统一的设备工作吗？事情没这么简单。设计人员必须确保多工器中的各个频段能协同工作。尽管多工器的开发更具挑战性，但可以简化 RF 前端设计人员的工作，并能增加 PC 电路板的可用面积。图 3-1 为一个简单前端，显示了双工器和同向双工器。

谐波生成

谐波由非线性元件生成，如接收器输出级、功率放大器 (PA)、双工器和开关。在元件开发过程中，设计人员必须谨慎地权衡各种设备性能标准，以便降低这些设备产生的谐波和其他互调产物。

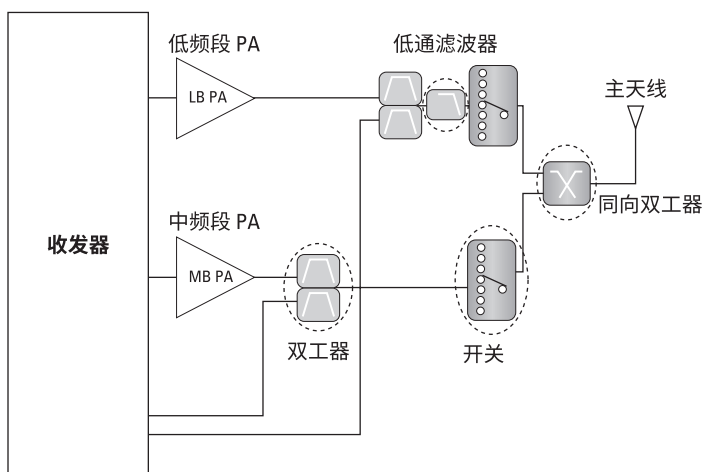


图 3-1: 带双工器和同向双工器的前端。



谐波是一种信号，其频率为某个参考信号频率的整数倍。

当发射信号的谐波处在配对 CA 频段的接收频段中时，谐波可能导致系统灵敏度下降，这种现象称为灵敏度劣化 (desense)。系统灵敏度劣化可能出现在系统信号路径间隔离不足的情况下。这样就会形成以下情况：接收器的灵敏度下降，因为该频段中的谐波水平很高，以致妨碍目标信号被检测到。

高开关隔离和滤波器衰减可以最大程度地减小端口间的干扰。谐波可能因隔离不足而干扰另一频段。例如，在图 3 - 2 中，来自频段 17 的低频段谐波泄漏至频段 4 的高频段信号路径中，结果导致高频段接收器的灵敏度劣化。要缓解这个问题，需要高开关隔离和谐波滤波。

RF 设计中的灵敏度劣化挑战

多频段 RF 无线电信号可能因滤波器衰减不足而相互干扰。这意味着，如果发射路径与接收路径之间的隔离或交叉隔离不足，CA 应用中更可能出现灵敏度劣化。

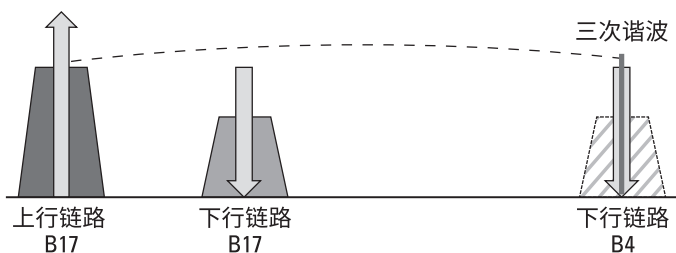


图 3-2: 要缓解谐波导致的灵敏度劣化, 需要高开关隔离和谐波滤波。

图 3 - 3 所示为一个射频前端, 其中, 天线端的同向双工器把低频段和中频段信号隔离开来。双工器可在频段 17 上提供 FDD 性能, 并且有助于接收信号的带外抑制。

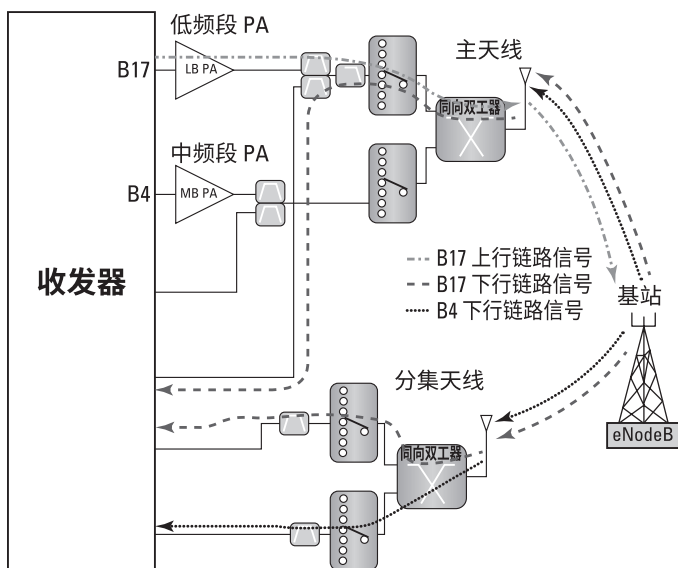


图 3-3: 带天线同向双工器的 RF 前端。

但这种情况下存在某一程度的灵敏度劣化挑战。如图 3 - 2 和图 3 - 4 所示, 来自低频段 17 的三次谐波与中频段 4 接收信号路径耦合, 导致灵敏度劣化。可能导致灵敏度劣化的另一个问题是主天线与分集天线之间的隔离不足。

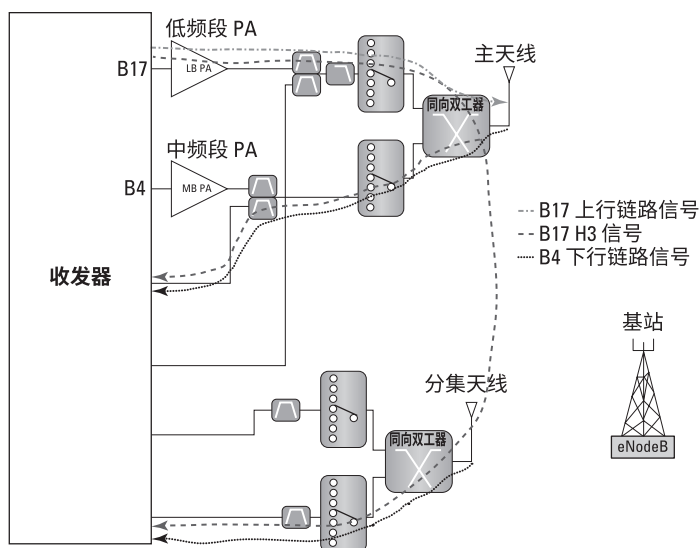


图 3-4：来自 B17 上行链路信号的三次谐波与 B4 下行链路耦合，导致灵敏度劣化。

如果 PC 电路板隔离不足，则频段 17 发射路径（功率放大器输出）可能通过 PC 电路板直接耦合到频段 4 接收路径，导致相同的谐波问题，如图 3-5 所示（以虚线箭头表示）。如果在设计 PC 电路板时使这些路径上的隔离大于 90 dB，则可缓解此问题。

最后，如果开关内部低频段或中频段开关路径之间隔离不足，则可能出现开关耦合，如图 3-6 所示。同样，谐波可以通过这些路径并导致系统灵敏度劣化。内部开关路径之间的高隔离可以缓解这个问题。



提示

上行链路和下行链路 CA 近期在蜂窝网络中的快速发展为 RF 接收器带来了新的灵敏度和灵敏度劣化挑战。针对 Rx（接收）路径中的插入损耗优化元件有助于维持智能手机的灵敏度，而改善 Tx - Rx（发射-接收）隔离则有助于缓解灵敏度劣化问题。

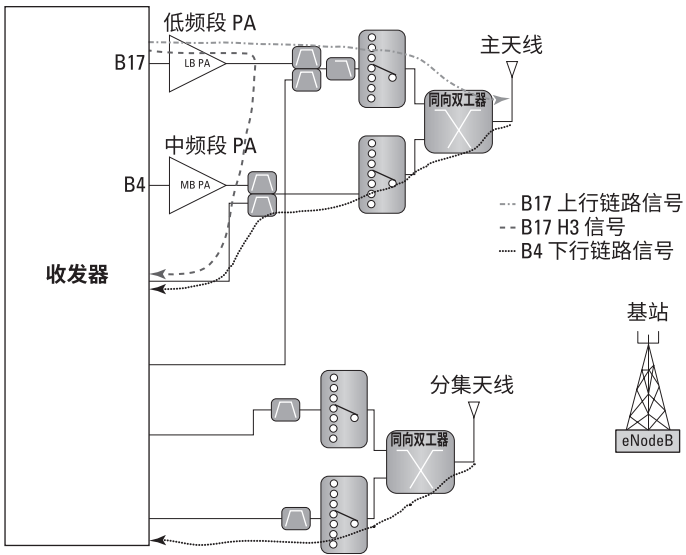


图 3-5: PC 电路板耦合不足可能导致谐波挑战。

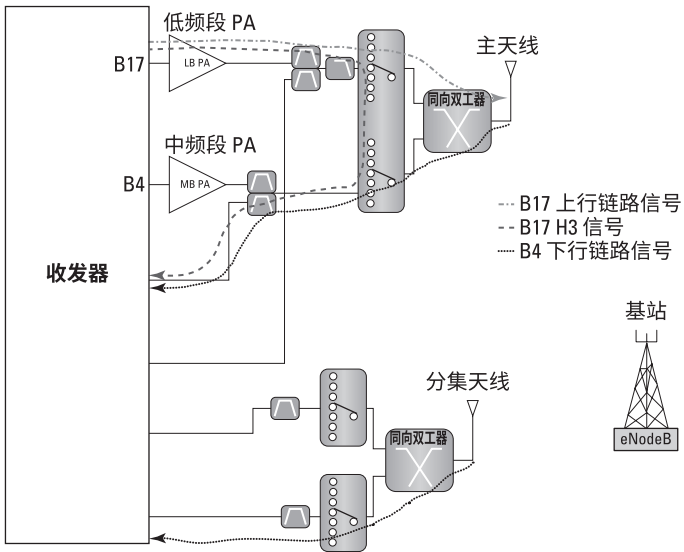


图 3-6: 内部低频段和中频段开关路径之间的隔离不足可能导致谐波挑战。

解决带内上行链路挑战

在中国市场，TDD 是 UL 载波聚合的主要推手。2014 年，中国电信和诺基亚网络发布了全球第一批 FDD - TDD CA 设备芯片组。该成果采用 FDD 频段 3 以提高 LTE 覆盖范围，采用 TDD 频段 41 以提高吞吐量。



由于带内上行链路是不同上行链路 CA 类型（见第 2 章）的最简单实施方式，因此也是大多数运营商的最初选择。

最大功耗降幅

带内上行链路 CA 信号比标准 LTE 信号使用更多带宽，并且拥有更高的峰均功率比 (PAPR)。另外，多分量载波 (CC) 中存在许多可能的资源块 (RB) 配置，其中信号可能混合并产生带外杂散问题。为了应对信号的新动态，3GPP 允许基于不同的 RB 配置，应用不同的最大功耗降幅 (MPR)。

举例来说，使用全部 200 个 RB 的两个连续 20 MHz CC 可使最大功率回退 2dB。同样是这两个 20MHz CC，如果每个 CC 均分配有 50 个 RB——共有 100 个邻近 RB——发射器的 MPR 为 1dB。这是因为 100 个邻近 RB 不会像 200 个 RB 那样造成大量带外问题。

线性度

带内上行链路 CA 信号给移动设备设计人员带来了许多挑战，因为它们可能拥有更高的峰值，更多的信号带宽，以及新的 RB 配置。必须针对超高线性度调谐 PA 设计，尽管信号功率可能回退。必须考虑邻近通道泄漏、非连续 RB 的互调产物、杂散辐射、噪声和灵敏度。

例如，发射两个 20 MHz CC（回退 2 dB）的 PA 要求比 20 MHz 100 RB FDD 波形（回退 1 dB）更高的线性度，才能实现相同的邻道泄漏比 (ACLR)，即使不考虑与更宽带宽相关的存储器效应也是如此。

线性度的权衡以是效率和热效应为代价的。尽管分立式设计可能具有一些优势，但这种方案的代价是损耗更高，开发时间也更长。



使用拥有最佳效率和线性度的优化型 Qorvo 前端模块产品（如 RF Flex、RF Fusion 和 MMPA 模块），可以实现 CA 应用所需要的性能和易用性。

了解带间上行链路挑战

带间上行链路 CA 把来自不同频段的发射信号组合起来。在这些情况下，从移动设备发射的最大总功率不会增加，因此，对于两个发射频段，每个频段携带的功率均为正常传输功率的一半，或者比非 CA 信号低 3 dB。

由于要用不同的 PA 来放大不同频段的信号，并且每个频段的发射功率都会降低，因此，PA 线性度不是问题。其他前端元件（如开关）需要处理来自不同频段的高电平信号，这些信号可能混合并形成互调产物。这些新信号可能与其中一个有源蜂窝接收器，甚至手机上的另一个接收器（如 GPS 接收器）发生干扰。为了管理这些信号，开关必须具有极高的线性度。

第4章

载波聚合的十个优势

内容提要

- ▶ 了解载波聚合的优势

一旦认识它们，你就会爱上它们。以下是载波聚合的十大优势，以经典*Dummies*风格呈现！

- ✔ **提高频谱利用效率：**运营商可以把持有的较小碎片化频谱组合成更大、更有用的块，结果形成的聚合带宽可能大于可从单个元件载波取得的带宽。
- ✔ **利用未充分利用的频谱：**利用 CA，运营商可以利用未充分利用且未许可的频谱，从而把 LTE Advanced 的优势延伸到这些频段。
- ✔ **更高的上行链路和下行链路数据速率：**更宽的带宽意味着更高的数据速率。
- ✔ **网络运营商负载均衡：**可实现与实时网络负载数据的智能化和动态负载均衡。
- ✔ **更好的网络性能：**借助 CA，运营商可提供更可靠、更强大的服务，而对其各自网络的压力也会随之下降。
- ✔ **更高的容量：**CA 可使数据速率提高一倍，同时还能使延迟减少约 50%。
- ✔ **可扩展性：**有了更大的覆盖范围，运营商可以快速扩展其网络。

- ✔ **动态切换：**CA 可在不同的分量载波 (CC) 之间实现动态流切换。
- ✔ **更好的用户体验：**CA 可带来更好的用户体验，因为它可以实现更高的峰值数据速率（尤其是在蜂窝边沿）、更高的用户数据速率和更低的延迟，同时还拥有更高的容量，可满足网络浏览、流视频等爆发式使用需求。
- ✔ **实现新型移动服务：**打造更好的用户体验，为运营商带来更多创新机会，提供新的高带宽/高数据速率移动服务。