

致敬 Qorvo™

Qorvo 专版

# 射频滤波器 应用

FOR  
DUMMIES®

## 您将了解:

- Qorvo LowDrift™ 和 NoDrift™ 滤波器技术
- 双工器、三工器和四工器的应用
- Qorvo 如何处理特殊滤波应用



莱瑞·米勒

## 关于 Qorvo

Qorvo (纳斯达克股票代码:QRVO) 是为移动、基础设施、空天/国防应用提供核心技术与射频解决方案的主要供应商。Qorvo 是 RFMD 与 TriQuint 两公司合并后成立的公司, 在全球拥有超过 6000 名雇员, 致力于提供领先的产品和技术, 帮助世界领先企业解决最高技术难题。Qorvo 拥有业界范围最广的产品与核心技术, 为移动设备、通信和网络基础设施以及航空电子系统、空间系统和国防系统提供全套解决方案和系统级专业技术。本公司还拥有通过 ISO 9001、ISO 14001 和 ISO/TS 16949 认证的世界级生产设施, 并且是美国国防部认证的砷化镓和氮化镓代工服务“可信供应商”(类别1A)。关于业界领先的核心射频解决方案, 请访问:  
[www.qorvo.com](http://www.qorvo.com)。



# 射频滤波器的应用

FOR  
DUMMIES<sup>®</sup>

*Qorvo* 专版

作者:莱瑞·米勒

WILEY

## 射频滤波器的应用, 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© 2015

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)、傻瓜版 (For Dummies)、傻瓜版人像标识 (Dummies Man)、傻瓜版之路 (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持有的普通商标或注册商标,未经书面准许,不得使用。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。Qorvo、低温漂 (LowDrift)、零温漂 (NoDrift), 以及 Qorvo、低温漂和零温漂标识和相关商业外观,均为 Qorvo 公司和/或其在美国和其他国家关联机构持有的普通商标或注册商标,未经书面准许,不得使用。

其他所有商标也分别归属其各自所有者。

**责任限制/保证责任免责声明:** QORVO 公司、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用性保证。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 QORVO、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存在。

ISBN 978-1-119-00840-8 (pbk); ISBN 978-1-119-00853-8 (ebk)

美国制造

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

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傻瓜版书籍,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](mailto:info@dummies.biz),网址:[www.wiley.com/go/custompub](http://www.wiley.com/go/custompub)。关于如何为产品或服务申请傻瓜版品牌许可,请联系:[BrandedRights&Licenses@Wiley.com](mailto:BrandedRights&Licenses@Wiley.com)。

## 出版商鸣谢

为本书上市做出贡献的部分人员有:

**开发编辑:**伊丽莎白·库伯尔

**项目编辑:**伊丽莎白·库伯尔

**购置编辑:**凯蒂·摩尔

**编辑经理:**莱夫·门格尔

**业务开发代表:**卡伦·哈坦

**项目协调:**美利沙·科塞尔

**特别援助:**菲利普·沃德、尼古拉斯·拉亚斯、大卫·施瑙费尔、凯文·加拉格尔、肯迪斯·克里斯汀森、安·简森、阿里·巴宛干瓦拉、艾德·阿尔萨巴格、拉吉夫·帕尔玛

# 引言

**全**球频谱本已经拥挤不堪,而对有限空间的需求却与日俱增,这为滤波应用带来了新的机遇。以温漂问题为例,由于频带越来越拥挤,并且服务提供商努力地榨干频谱中每一比特可用带宽,因此传统办法已不能充分解决该问题。面向 V2X (车对基础设施) 通信标准和载波聚合等下一代技术的特别应用要求创新滤波应用。

本书介绍了当前为解决现代 LTE 环境下的特别问题,正在使用的创新滤波应用。

## 傻瓜式假设

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,我假设您对无线产业和滤波品技术有一定兴趣。果真如此的话,本书正适合您!如果不是这样,您也要读下去——我会让您改变想法!

再者,我假设您是设计工程人员、经理、销售人员、客户、供应商、投资人,或者只是需要更多了解滤波器技术的某个人。如此,本书同时面向技术读者和非技术读者。

## 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,也许会的),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。



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。

## 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](http://www.qorvo.com) 和 [www.triquint.com](http://www.triquint.com)。在这些网站,您能更多了解 Qorvo 滤波器解决方案,下载技术资料和数据表,观看有帮助的视频等等!

## 从哪里开始

如果您不晓得从哪里开始,随便哪章都可以——不过第 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

## Qorvo 低温漂和零温漂滤波器

### 本章提要

- ▶ 认识温漂
- ▶ 利用零温漂声表面波解决 Band 13 频段问题
- ▶ 利用零温漂体声波解决 Band 30 频段问题
- ▶ 为地区和世界范围应用挑选滤波器

# 在

本章，您将了解温度对滤波器性能的影响，以及 Qorvo 如何利用其创新的低温漂和零温漂滤波器技术，解决温度变化及地区问题。

## 温漂可以消耗整个保护频带

随着移动无线数据的快速增长，为容纳流量，产生了新的谱带需求。许多新的蜂窝频带非常靠近其他无线应用，因此需要通过滤波技术，管理系统之间的干涉。由于新分配的频带越来越靠近现有频带，因此滤波器在温度作用下发生的变化成为越来越重要的设计因素。先前的办法对应的工艺温漂百万分率 (ppm) 较高，现在这些方法已不能满足上述需求，因此需要 Qorvo 低温漂和零温漂滤波技术等新型滤波工艺。

滤波器的温漂取决于工艺的 ppm/°C 特性，以及滤波器在最终应用中的超温。例如，假设一个滤波器的温漂为 45ppm/°C，中心频率为

1,000 MHz, 工作温度范围是  $-20^{\circ}\text{C}$  至  $85^{\circ}\text{C}$ , 标称温度为  $25^{\circ}\text{C}$ 。您会看到超温是  $-20^{\circ}\text{C}$  和  $85^{\circ}\text{C}$ 。则温漂如下:

温漂 = 超温  $\times$  中心频率  $\times$  特征温度

冷温漂 =  $-45^{\circ}\text{C} \times 1,000 \text{ MHz} \times -45 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C} = 2.025 \text{ MHz}$

热温漂 =  $60^{\circ}\text{C} \times 1,000 \text{ MHz} \times -45 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C} = 2.70 \text{ MHz}$

通常, 滤波器的频率和最终产品的环境工作状态是固定的, 减少温漂的唯一方法是使用本身温度特性较低的工艺, 例如, Qorvo 低温漂和零温漂技术。

## Qorvo 低温漂和零温漂滤波器技术

Qorvo 目前解决温漂问题的方法之一是低温漂和零温漂滤波器技术, 该技术极大提高了温度性能。低温漂声表面波可以达到  $-15 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$  至  $-25 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ , 零温漂声表面波则可基本达到  $0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 。零温漂体声波达到的温度性能与零温漂声表面波相似。这些技术让 Qorvo 能够在整个移动滤波器范围内, 提供温度非常稳定的解决方案。



小贴士

在《射频滤波器技术傻瓜版》第 2 章, 您可了解低温漂和零温漂的基础知识。

由于 Qorvo 在温度补偿型低温漂和零温漂技术上的进步, 该公司的体声波和声表面波产品能够满足新兴应用日益严格的性能需求。零温漂和低温漂技术带来以下优势:

- ✔ 减少了插入损耗, 增加了滤波边缘斜度, 与非温度补偿型声表面波和体声波滤波器相比, 提高了滤波性能的稳定性。
- ✔ 提高了接收选择度、隔离度和抑制度。

对于移动设备用户而言,这些技术优势代表了更高的数据速率、更低的掉话率、更长的电池寿命以及数据和语音同时传输的能力。对于设备设计人员而言,Qorvo 高级滤波器有助于简化射频设计和实施 LTE 技术进步。

## 声表面波技术举例

在利用温度稳定性满足严格规范上,Qorvo TQQ1013是声表面波滤波器的一个例子。该产品采用零温漂声表面波技术支持 Band 13 上行链路(777 至 787 MHz),这个频带靠近美国的公共安全频带(769 至 775 MHz)(参见图 1-1)。图中所示为一个网络信令案例(NS\_07),当移动设备所在区域存在窄带公共安全系统时,网络将向移动设备发出信令。作为响应,移动设备需要在769MHz至775MHz频率范围将发射杂散抑制提高22dB。

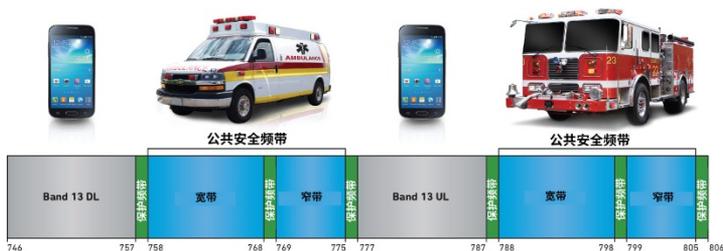


图 1-1: Band 13 频谱

在最初开发 Band 13 频带时,提升发射杂散抑制能力的唯一可行办法是降低移动设备的输出功率。所需的降低幅度是上行链路传输中基准块数量与位置的一个函数。在最坏情况下,降低幅度高达 12 dB。

如此高的降低幅度对系统性能产生严重影响,Band 13 频带的运营商一直想要的解决方案是:既能解决干涉问题,又不需要大幅降低输出功率。滤波方案必须能够在 775 MHz 下提供 22 dB 衰减(提升发射杂散性能),同时还能通过 777 MHz (Band 13 频带低缘)。

再者,还需要在一定温度下达到衰减要求,这让问题更加棘手。图 1-2 所示为行业标准声表面波滤波器的温漂,以及 Qorvo 低温漂和零温漂声表面波的温漂。鉴于通带和阻带的间隙为 2 MHz,显然只有最具温度稳定性的滤波器工艺——Qorvo 零温漂声表面波——才能用于满足本项需求。

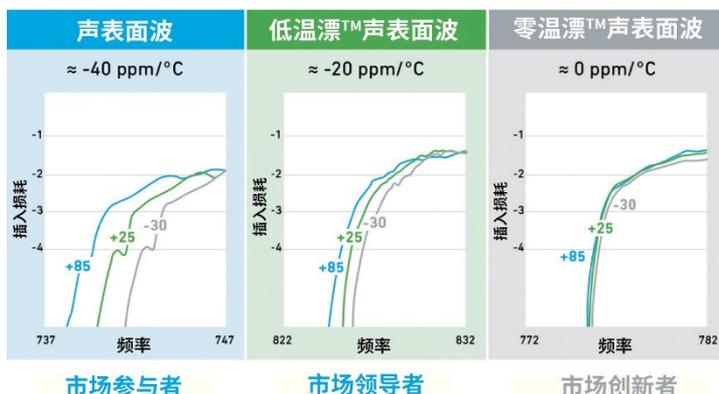


图 1-2: Qorvo 低温漂和零温漂声表面波滤波器

## 体声波技术举例

低温漂和零温漂体声波滤波器发挥作用的频率范围与体声波相同,也同样适合 3G 和 4G 滤波器和双工器。采用体声波技术的产品有 Qorvo TQQ1030 Band 30 双工器,该产品采用零温漂体声波。

这种 Band 30 发射滤波器必须帮助支持严格的频谱杂散模板(参见图 1-3)。该频段紧靠并低于卫星的无线电服务,进入卫星服务的发射杂散信号必须尽量减少。另外,还要限制杂散模板,尽量减少 Band 30 以下政府频段的发射信号。



图 1-3: Band 30 频带频谱

为满足频谱发射杂散模板,所需的滤波器频响如图 1-4 所示。通带范围是 2,305 至 2,315 MHz, 最难的衰减点是在 2,296 和 2,324 MHz。这两个频点都距离通带边缘 9MHz, 需要 11 dB 的绝对衰减。

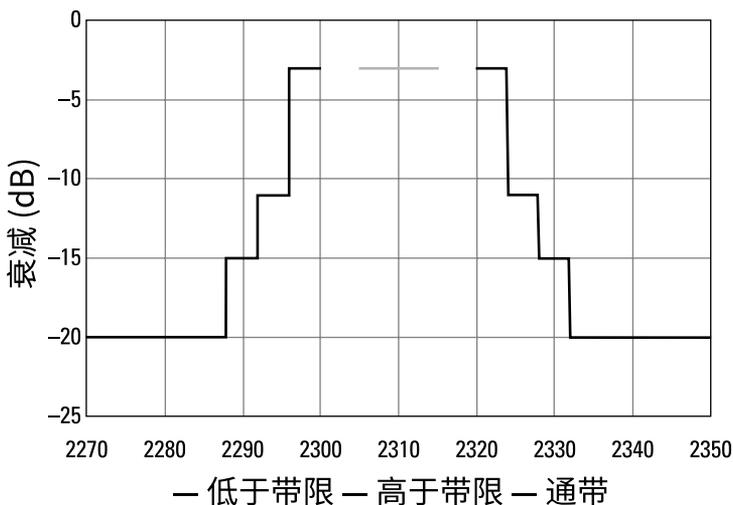


图 1-4: Band 30 发射滤波需求

以 Band 13 (本章前文介绍) 为例, 该频带需要在一定温度下满足该衰减要求。图 1-5 所示为 Qorvo 低温漂和零温漂体声波滤波器的温漂与同类型薄膜体声波谐振器的体声波技术的比较。尽管低温漂体声波是许多应用的不错选择, 但是鉴于其中要求非常严格的发射杂散模板和高频率, 需要零温漂体声波提供的改进温度稳定性。

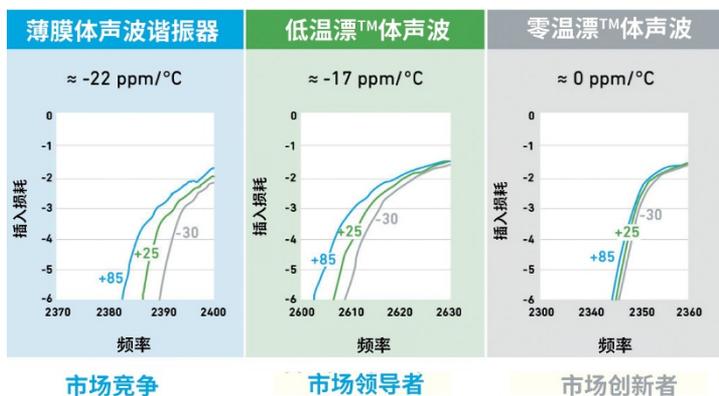


图 1-5: Qorvo 低温漂和零温漂体声波滤波器的温漂

记住



体声波滤波器与传统的声表面波滤波器相比, 本身对于温度的变化就不敏感。低温漂和零温漂体声波进一步降低了温度敏感性, 该技术在体声波可以处理的频率范围内, 特别适合极端应用需求。

## 为地区应用选择恰当的滤波器

让问题难上加难的是, 智能手机设计人员还必须考虑地区和运营商需求, 以及下一代高端设备的全球漫游问题。由于频谱分配的地方差异, 各地区或各国的滤波需求各有不同, 并且随着 LTE 频带的分配越来越多, 情况变得更加复杂。根据设备使用地区的不同, 有些频带比其他频带更加严格。

例如, 在北美地区, Band 13 和 30 (本章前文重点介绍) 由于共存问题而尤难处理, 对于支持欧洲地区漫游的设备, 设计人员必须特别注意 Band 3、7、20 和 38。对于亚洲地区, 制造商面临的问题是手机设计是面向整个亚洲地区, 还是单独的亚洲国家。中国拥有巨大的

市场潜力和自身独特的需求,例如,中国使用的 Band 40 和 41,以及 TDD-LTE 技术(与之相比,北美地区大都使用 FDD-LTE 技术)。韩国与日本和美国一起,是采用 LTE 技术的排名前三位的国家之一,该国需求独特,包括 Band 3、5、7 和 26。与之相比,日本则有些反常,该国使用 Band 26、11 和 21,还有 Band 41。

Qorvo 低温漂和零温漂滤波器拥有低插入损耗和极为精确的选择度,可以帮助解决世界范围内最难解决的干涉和共存问题。这两种滤波器使用的是原本可能与旧有滤波技术一起消失的频谱,以此让运营商和制造商能够提供更高的速度和更宽的带宽。

但是,哪些技术适合哪些频带或地区?表 1-1 列举了设计人员在设计面向各地区市场的设备时,应当考虑的滤波器技术。

**表 1-1 按频带和地区推荐的滤波器技术**

频带	滤波器技术	使用地区	双工器/滤波器模式
1	声表面波	亚洲、欧中非*、日本	频分双工
2	低温漂体声波	拉美、北美	频分双工
3	低温漂体声波	亚洲、欧中非	频分双工
4	声表面波	拉美、北美	频分双工
5	声表面波	拉美、北美	频分双工
7	低温漂体声波	亚洲、欧中非	频分双工
8	声表面波/低温漂声表面波	欧中非、拉美	频分双工
12	声表面波	北美	频分双工
13	零温漂声表面波	北美	频分双工
17	声表面波	北美	频分双工
20	声表面波/低温漂声表面波	欧中非	频分双工
23	低温漂体声波	北美	频分双工
25	低温漂体声波	北美	频分双工

(续)

表 1-1 (续)

频带	滤波器技术	使用地区	双工器/滤波器模式
26	低温漂声表面波	日本、北美	频分双工
27	声表面波	拉丁美洲	频分双工
28	声表面波	亚洲、拉美	频分双工
29	声表面波	北美	频分双工
30	零温漂体声波	北美	频分双工
32	声表面波	日本、欧中非	频分双工
34	低温漂体声波	中国	时分双工
38	低温漂体声波	亚洲、欧中非	时分双工
39	低温漂体声波	中国	时分双工
40	低温漂体声波	中国、印度	时分双工
41	低温漂体声波	中国、北美	时分双工
42	低温漂体声波	日本、欧中非	时分双工
43	低温漂体声波	欧中非	时分双工

\* 欧洲、中东和非洲



关于主要频带和地区考虑因素的其他详细内容, 请查阅 Qorvo 高级滤波解决方案手册, 网址: [www.qorvo.com/brochures](http://www.qorvo.com/brochures)。关于 FDD-LTE 和 TDD-LTE 技术以及双工的作用, 参见《射频滤波器技术傻瓜版》第 1 章。

## 第2章

# 双工器、三工器和四工器解密

### 本章提要

- ▶ 发现双工器
- ▶ 认识三工器
- ▶ 了解四工器

# 在

本章，您将了解双工器、三工器和四工器及其滤波应用。不要不知所措——并没有听起来那样复杂！

双工器、三工器和四工器都属于一类设备，这类设备统称为“多工器”。多工器有单一输入端口和多个输出端口。多工器是一组非叠加的滤波器，这些滤波器在组合方式上确保不相互加载，并且输出之间高度隔离。

## 双工器

双工器由两个(收发)滤波器合并组成，共用一个公共节点(天线)，允许设备同时发射(Tx)和接收(Rx)(参见图 2-1)。

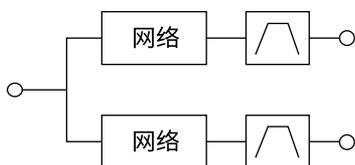


图 2-1: 双工器

双工器通常用于频分双工 (FDD) 无线电应用, 其中一个滤波器是发射滤波器, 另一个是接收滤波器。双工器的设计能够确保每个滤波器的通带不会加载另一个滤波器。另外, 接收滤波器输出中出现的发射信号需要显著衰减, 这一点也很重要。之所以需要这种高等级的隔离, 是为了确保信号不会导致接收前端发生过驱。这种隔离往往被称为发射频率下的收发隔离, 常见数值在 55 dB 以上。

另外, 接收频率下也需要高等级收发隔离。这是为了防止发射信号产生的宽偏移噪声 (接收频率) 在接收器输入中出现, 从而降低灵敏度。以上两种隔离要求构成“带内隔离要求”——收发滤波器对应同一频带。我们将在本章后文的“四工器”一节, 介绍更高量级多工器的交叉频带隔离要求。

Qorvo 在声表面波和体声波技术领域生产各种双工器。其中产品有 TQQ1013 Band 13 零温漂声表面波双工器 (参见第 1 章) 以及 TQQ1007 Band 7 低温漂体声波双工器。(想要更多了解 Qorvo 双工器, 请访问: [www.qorvo.com](http://www.qorvo.com) 和 [www.triquest.com](http://www.triquest.com))

警告



不要搞混双工器和同向双工器! 同向双工器可让两台不同设备共用同一条信道。同向双工器可以作为普通双工器使用, 但普通双工器不能作为同向双工器使用。

## 三工器

三工器由三台滤波器 (或端口) 组成, 共用一个节点 (或端口) (参见图 2-2)。三工器的通带加载和隔离目标与双工器相同。三工器有 12/13 频带三工器和 1/4 频带三工器。

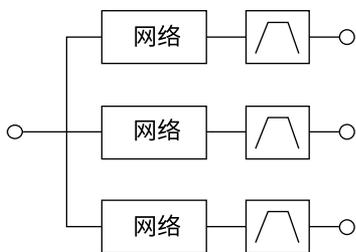


图 2-2: 三工器。

在频分双工系统中,常见的三工器应用是将通常需要两个双工器的地方合并成一个三工器,以此节省电路板空间。具体例子如图 2-3 所示。在上方,Band 12 和 13 被合并到一个三工器,这是因为两个频带的接收频带或下行链路频带相互邻近。因此,利用一个宽带更宽的滤波器合并两个滤波器,从而形成三滤波器结构。在下方,Band 1 和 4 被合并到一个三工器,这是因为 Band 4 的下行链路是 Band 1 下行链路的一个子集。

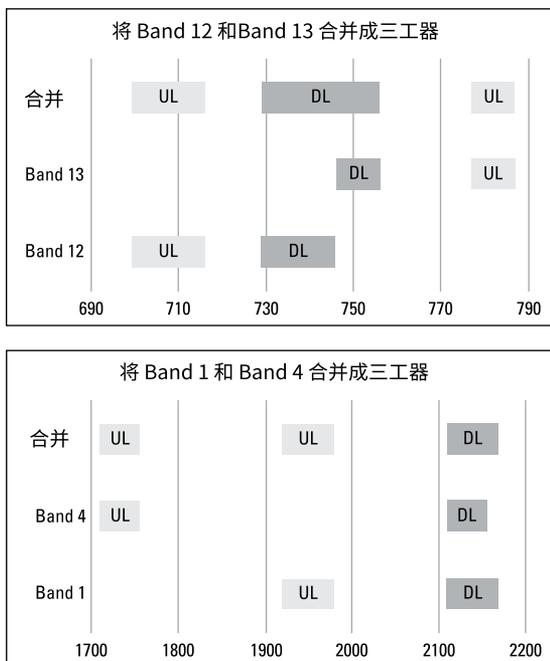


图 2-3: 将两个双工器合并成为一个三工器示例

## 四工器

四工器将四个滤波器合并, 共用一个节点(参见图 2-4)。四工器的通带加载和隔离目标与双工器相同。四工器有 Band 25/4 和 Band 1/3 四工器。四工器允许两个频带同时连接到天线, 这对于载波聚合等应用非常有用(在载波聚合中, 一部手机可能需要同时接收两个频带)。(关于载波聚合, 在第 3 章有介绍。)四工器的复杂程度高于双工器和三工器, 这是因为四个滤波器必须共同设计, 并且满足严格的交叉隔离规范。

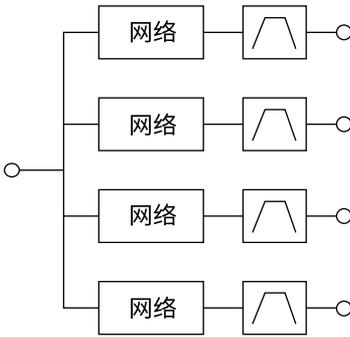


图 2-4: 四工器

“交叉隔离”是指频带之间的隔离。回想一下, 双工器要求发射信号在相应的接收频率输出端大幅衰减。对于四工器而言, 发射信号需要在两个接收输出端大幅衰减。与此相似, 为控制接收频带的噪声, 需要对接收频率下的发射信号进行隔离, 现在四工器有两个接收输出端。当您考虑所有情况时, 会发现四工器有八个重要隔离, 而双工器只有两个!

# 第3章

## 特殊滤波应用

### 本章提要

- ▶ 解决共存问题
- ▶ 探索多样化滤波器
- ▶ 认识载波聚合
- ▶ 了解网络基础设施应用

**在** 本章, 您将了解滤波应用可以解决的一些独特问题。

## 共存滤波器

我们需要更快速的支持带宽集约型应用(例如, 网页浏览和视频流)的无线网络, 这种需求推动了带有 Wi-Fi 功能的 LTE 智能设备的发展。在 2.4 GHz Wi-Fi 频带内, 对于使用紧邻频带的蜂窝通信——特别是 LTE 网络——而言, 发生干涉的可能性越来越大(参见图 3-1)。

因此, 设计人员必须解决 Wi-Fi 发射信号可能导致 LTE 接收设备丧失敏感度的问题, 以及 LTE 信号可能干涉 Wi-Fi 通信的问题。这些问题将随着移动设备复杂性的增加而增加; 许多下一代智能手机支持的射频频带将明显多于前一代。

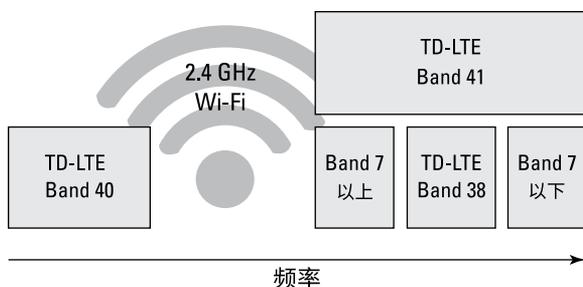


图 3-1: LTE/Wi-Fi 共存问题

这种 Wi-Fi 共存问题的解决需要射频滤波器能够抑制紧邻的频率。同时,滤波器还必须尽量减少 Wi-Fi 发射通路的插入损耗,以确保 802.11n 标准和 802.11ac 标准所需的高信噪比和相应的低误差矢量幅度 (EVM)。

在这些需求的满足上, Qorvo 体声波滤波器尤其有效,与蜂窝 Wi-Fi 应用使用的传统声表面波滤波器和陶瓷滤波器相比具有明显优势。在数吉赫工作频率范围内, Qorvo 体声波滤波器可以达到的质量因子 (Q) 要高于其他传统声学技术。由于质量因子高,滤波器裙缘斜率极高,同时通带边缘的插入损耗仍然保持在低水平。Qorvo 高性能体声波共存滤波器部分型号: 885032、885033、885070 和 885067。(您也可通过以下网站了解更多: [www.qorvo.com](http://www.qorvo.com) 和 [www.triquint.com](http://www.triquint.com))

Qorvo 体声波设备还具有无与伦比的温度稳定性。体声波滤波器着眼于未来的共存应用,可处理频率高达 6GHz,而常规声表面波滤波器的性能在较高频率下发生降级,在 2.5GHz 下达到实际极限。

## 多样化模块

现代化智能手机通常包含不止一项无线技术,广泛覆盖各种无线频谱,从 FM 广播和蓝牙到 Wi-Fi 和 LTE。为支持所有这些功能,今天的智能手机使用多条天线。

那么,什么是天线多样化?为什么需要天线多样化?简单来讲,“天线多样化”是指使用多条天线接收同一信号,这样做是为了改善无线链路的品质与可靠性。可采用分立式 SPxT 开关或外部多样化滤波器实现多样化,也可集成到一个模块(参见图 3-2)。

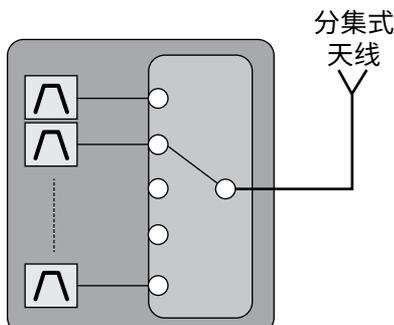


图 3-2: 集成的多样化模块

对于面向大众市场生产智能手机的制造商而言,由于这种手机不必覆盖全球,并且以低成本为目标,因此优先选择分立式组件,这是因为分立式组件可以带来设计的灵活性。不过,高端智能手机需要覆盖全球,面临着产品紧凑性的问题(因此,需要采用多样化模块)。

通过利用 Qorvo 的世界级滤波器技术,多样化模块再次证明了 Qorvo 面向快速增长的蜂窝技术市场提供大范围产品。

## 载波聚合

网络运营商面对不断增长的数据需求,努力提高网络性能。为保持客户体验,需要提供越来越高的数据速率,其直接方法就是增加带宽。载波聚合是一种 4G LTE 高级特性,该特性允许服务提供商将多个频谱块合并成一个较宽的信道,从而提供更高的数据速率(参见图 3-3)。载波聚合在 2014 年发展成为一个大的趋势,在 LTE 网络部署上走在前列的市场将率先采用载波聚合。

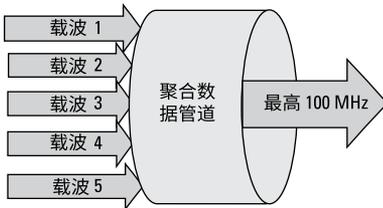


图 3-3: 载波聚合提高吞吐速度

载波聚合有三种类型(参见图 3-4)。第一类是“带间聚合”,指不同频带频谱的聚合。这些频带可以远隔或紧靠在一起。远隔频带的聚合最为简单,只需同向双工器即可。对于紧邻的频带,可能需要四工器或多天线方案才能解决。

其他两种类型涉及同一频带内的频谱合并。如果频谱块相邻,则称为“带内相邻聚合”。如果频谱块相互分离,则称为“带内非相邻聚合”。

运营商追求的聚合类型因为频谱的所有权、地理分布以及聚合的带宽数量而有所不同。最初部署的是双载波聚合,使用的是远隔频带。随着更大带宽聚合需求的出现,开始提出三载波聚合。三载波聚合显著提高了使用紧邻频带的可能性,推动了四工器的开发(在第 2 章介绍)。

载波聚合对滤波器的设计有几个方面的影响。对于远隔频带的聚合,分割信号的同向双工器产生额外损耗,该损耗必须由低损耗滤波器做出补偿。另外,滤波器阻带的衰减也必须规划,以确保其他聚合频带的充分衰减。最后,对于相邻频带,需要采用更复杂的多工器。

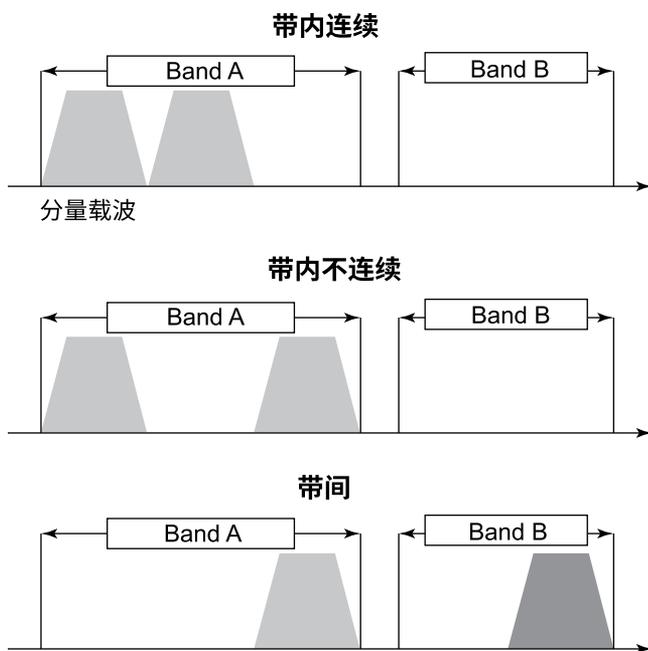


图 3-4: 载波聚合的类型

## 网络基础设施与汽车应用

Qorvo 滤波器也可广泛用于网络基础设施和汽车市场,具体如下:

- ✔ **中频滤波器:**中频滤波器支持的频率虽然低于射频滤波器,但仍然是基站无线电架构的有力组成部分。Qorvo 中频滤波器可以实现大带宽和优秀的通带平滑度以及纹波,并且能够在最低 $-40^{\circ}\text{C}$ 的较大温度范围内工作。以 Qorvo 中频滤波器 857218 为例,这是一种低损耗滤波器,覆盖超过 44% 的零散带宽。
- ✔ **微小型基站:**微小基站、蜂窝转发器、分布式天线系统必将显著增长,以加强现有的宏基站网络,尤其是在人口高度密集地区或城市地区。Qorvo 拥有独特的优势,该公司采用声表面波和体声波,为所有 LTE 频率提供整套的双工器和射频滤波器,这是其他公司难以匹敌的。Qorvo 产品可以实现小型化,提供

高功率处理能力 (27—30 dBm)、低插入损耗以及优秀的隔离能力——所有这些特性都是小型基站应用的优选。

- ✓ **汽车应用的滤波器:** 与移动设备的发展趋势相似, 车联网也开始采纳 LTE、Wi-Fi、蓝牙、GPS 和数字音频无线电服务 (SDARS), 以广泛支持包括安全和信息娱乐在内的各种服务。另外, 汽车应用的滤波器必须严格遵守汽车电子设备委员会 (AEC) 制定的可靠性标准。Qorvo 滤波器——例如, 885062 体声波带通滤波器和 885014 Band 30 零温漂体声波滤波器 (二者都经过 AEC-Q200 认证) ——可在密集频谱范围内实现信号共存, 而不会发生信号干涉。

对于车对车通信使用的 5.9 GHz 短距离数字通信, 体声波滤波器还将提供必要的选择性能。为接近 Wi-Fi 和电子收费系统, 该频带的边缘需要提供高斜率。

## 第4章

# 滤波器市场 十大趋势(预计)

### 本章提要

- ▶ 明确您应当知道的一些趋势
- ▶ 了解这些趋势对您的影响

以下是您需要知道的有关滤波器技术的大约十个重要趋势：

- ✔ 新频带相互之间越来越拥挤。这可能导致滤波器频响的温漂超出阻带之间的过渡区域。为支持这些新频带，下一代智能手机将需要更高的性能和新的技术。
- ✔ 为解决温漂难题，Qorvo 开发了低温漂和零温漂滤波器技术。零温漂声表面波技术和体声波技术可帮助在  $-20^{\circ}\text{C}$ — $85^{\circ}\text{C}$  范围内，实现频率温度系数接近零。
- ✔ 2013 年早些时候，一家主要的北美电信运营商要求对公共安全频带(Band 13 之间)应用苛刻的衰减标准。为达到新的标准，Qorvo 开发了零温漂声表面波技术。
- ✔ 双工器、三工器、四工器等多工器将多个频率集成到单台设备，在节省电路板空间的同时，还简化了射频设计。多工器共用输入，其设计旨在实现低插入损耗和高输出隔离。
- ✔ 载波聚合技术允许载波使用增加的带宽，以获得更高的数据速率。四工器是支持密集载波聚合的常见方法之一。

- ✔ 随着更多智能手机同时支持 2.4 GHz Wi-Fi 和 LTE Band 40、7、38 和 41, Wi-Fi 共存滤波器的需求激增。Qorvo 开发了体声波共存滤波器, 与蜂窝 Wi-Fi 应用使用的传统声表面波滤波器和陶瓷滤波器相比, 这种滤波器相当具有优势。
- ✔ 为广泛支持无线频谱, 今天的智能手机采用天线多样化技术——利用多个天线接收同一信号。低端智能手机可以采用多个分立式开关和多样化滤波器, 尽可能获得更多灵活性, 而高端智能手机则可采用集成的多样化模块, 节省宝贵的电路板空间。
- ✔ 小基站拥有严格的空间和尺寸限制, 因此系统设计人员需要从陶瓷或空腔滤波器转向声表面波滤波器和体声波滤波器。在服务微小基站市场需求上, Qorvo 作为世界领先企业, 广泛提供各种射频滤波器、双工器和多频带滤波器模块。
- ✔ 车联网系统已开始采用 LTE、Wi-Fi、蓝牙、GPS 以及 V2X (车对基础设施) 等各种界面标准, 将其广泛用于安全和信息娱乐等服务。Qorvo 滤波器能够确保这种密集频谱的共存, 而不会发生干涉。

# 利用先进的滤波器技术， 解决 LTE 技术挑战

