

5G射频前端芯片自主可控全景图

www.swsc.com.cn

西南证券研究发展中心
电子行业研究团队
陈杭（S1250519060004），曹辉
2019年7月

详解设备前端五大核心芯片



射频前端的功能与构成

射频前端市场规模与格局

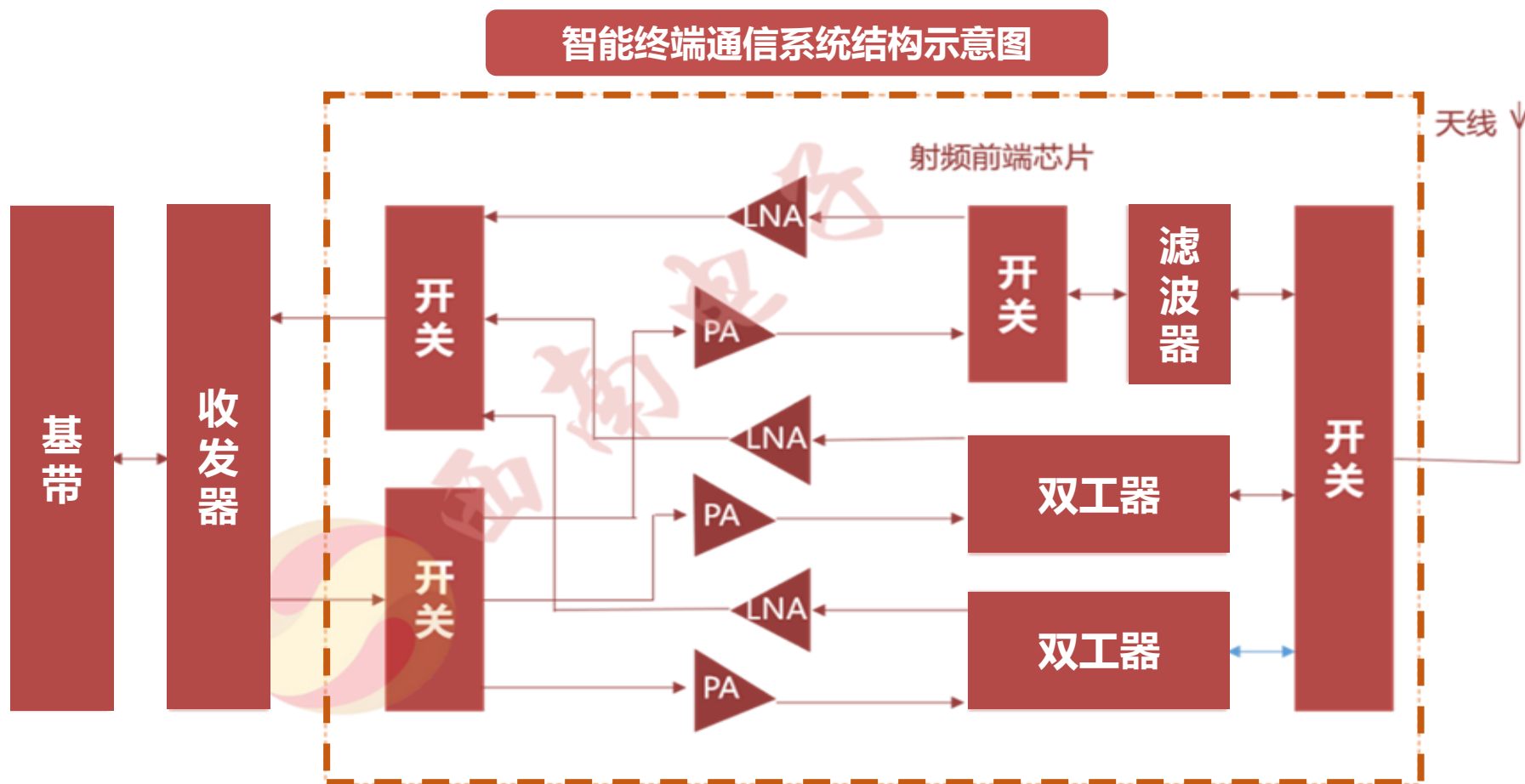
射频材料市场规模与格局

5G落地带来射频行业增量

射频行业未来发展趋势

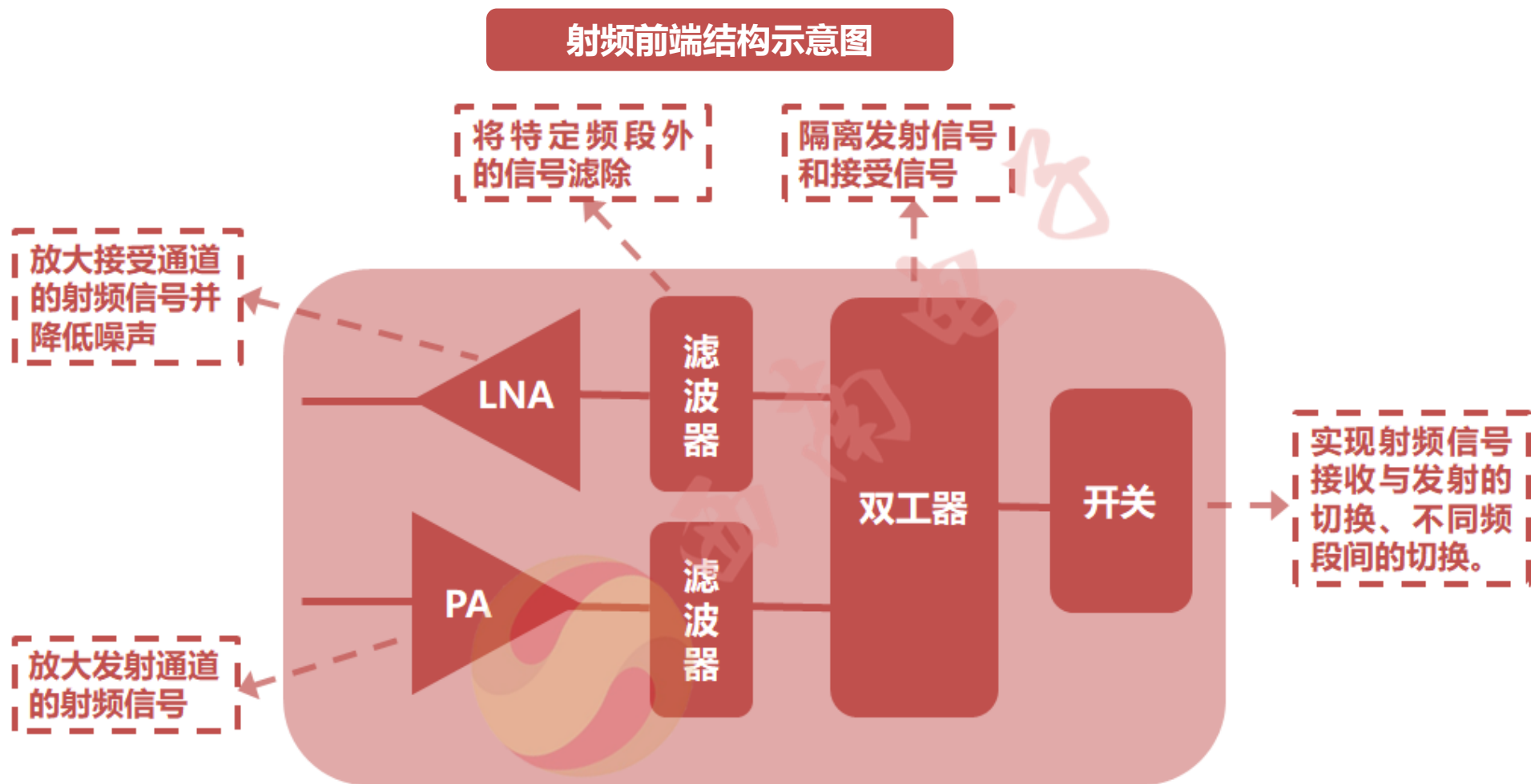
射频前端的功能与构成

- 无线通信包括天线、射频前端、射频收发、基带信号处理器，其中射频前端（Radio Frequency Front End，RFFE）模块位于无线通讯系统中基带芯片的前端，是无线电系统的接收机和发射机，可实现射频信号的传输、转换和处理功能，是移动终端通信的核心组件。



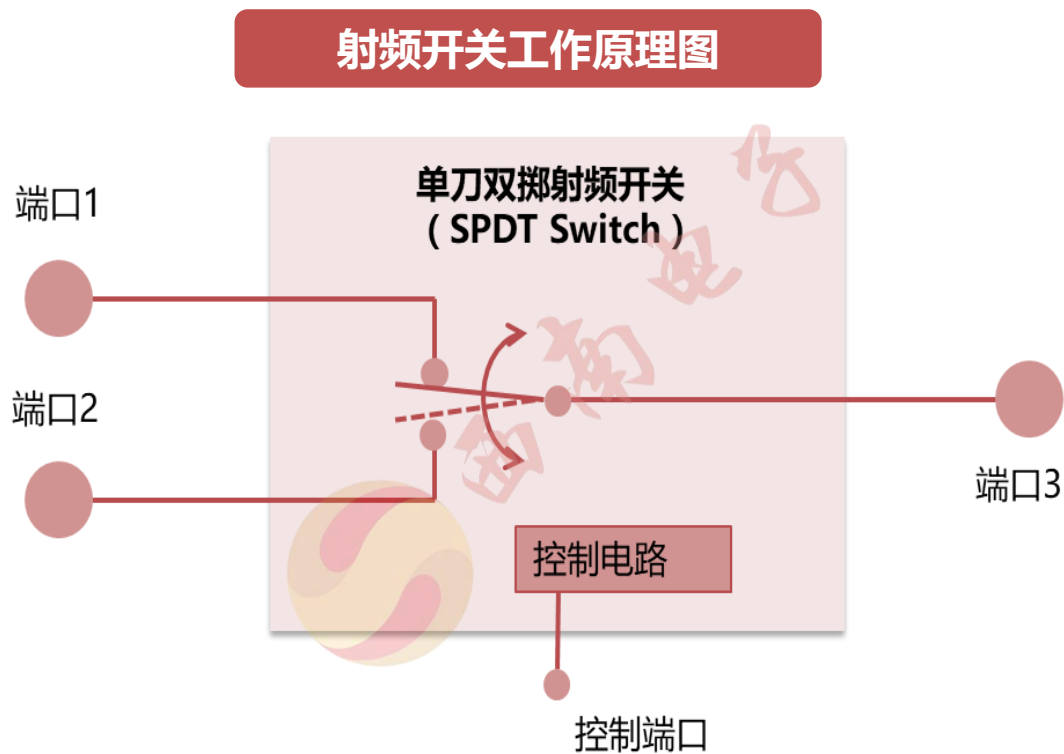
射频前端的构成：五大器件相互配合

- 射频前端由射频开关（Switch）、射频低噪声放大器(LNA)、射频功率放大器(PA)、双工器(Duplexers)、射频滤波器(Filter)等五大器件组成。



射频开关：控制信号传输途径

- 射频开关的作用是将多路射频信号中的任一路或几路通过控制逻辑连通，以实现不同信号路径的切换，包括接收与发射的切换、不同频段间的切换等，以达到共用天线、节省终端产品成本的目的。



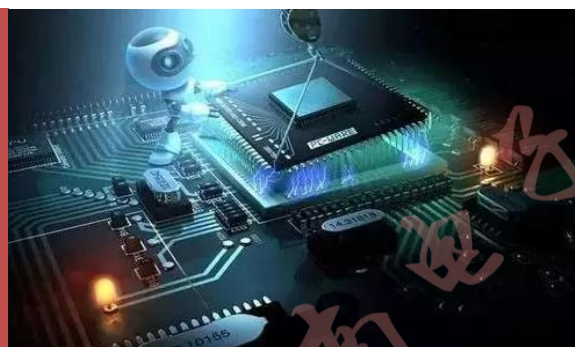
数据来源：卓胜微电子招股说明书，西南证券整理

- 以单刀双掷射频开关为例，当控制端口加上正电压时，连接端口1与端口3的电路导通，同时连接端口2与端口3的电路断开；当控制端口加上零电压时，连接端口1与端口3的电路断开，同时连接端口2与端口3的电路导通。

滤波器：筛选特定的无线信号

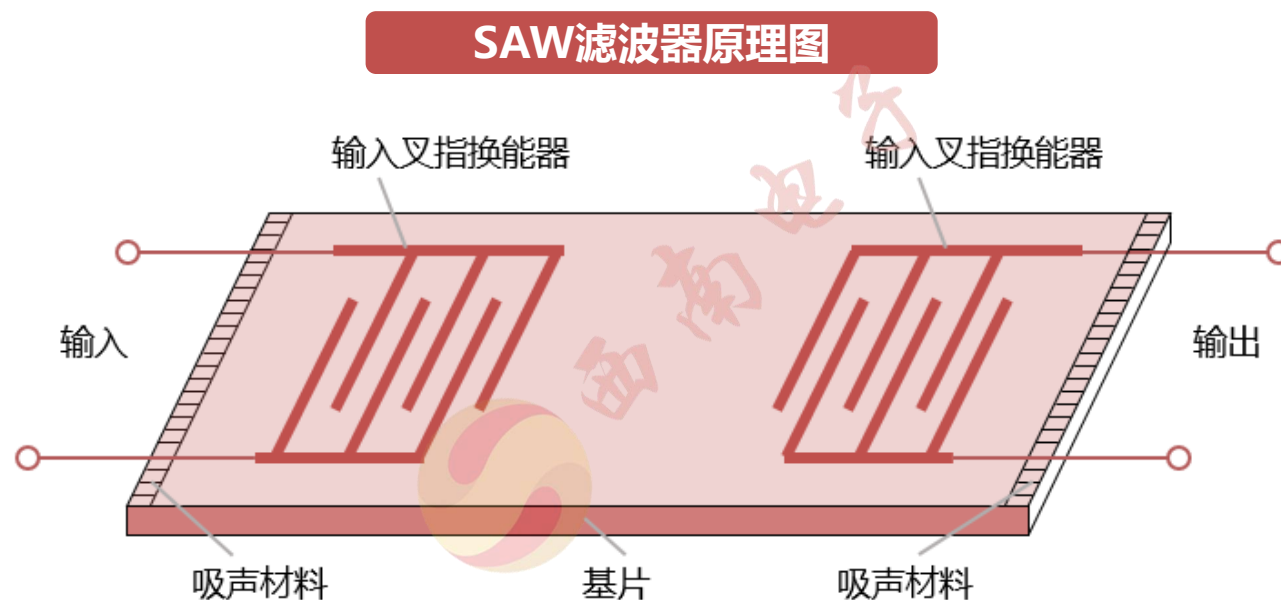
- 射频滤波器，又名“射频干扰滤波器”，主要功能是通过电容、电感、电阻等元器件的组合**移除信号中不需要的频率分量，同时保留需要的频率分量**，从而保障信号能在特定的频带上传输，消除频带间相互干扰。
- 目前手机中使用的主流滤波器主要有**声表面波滤波器**（Surface Acoustic Wave，**SAW**）和**体声波滤波器**（Bulk Acoustic Wave，**BAW**）。

滤波器应用领域



声表面波滤波器 (SAW)

- 声表面波滤波器 (SAWF) 是一种采用石英晶体、压电陶瓷等压电材料，利用其压电效应和声表面波传播的物理特性而制成的一种滤波专用器件，广泛应用于电视机及录像机中频电路中。
- SAW滤波器具有性能稳定、使用方便、频带宽等优点，是频率在1.6GHz以下的应用主流。但存在插入损耗较大、处理高频率信号时发热问题严重等缺点，因此在处理1.6GHz以上的高频信号时适用性较差。

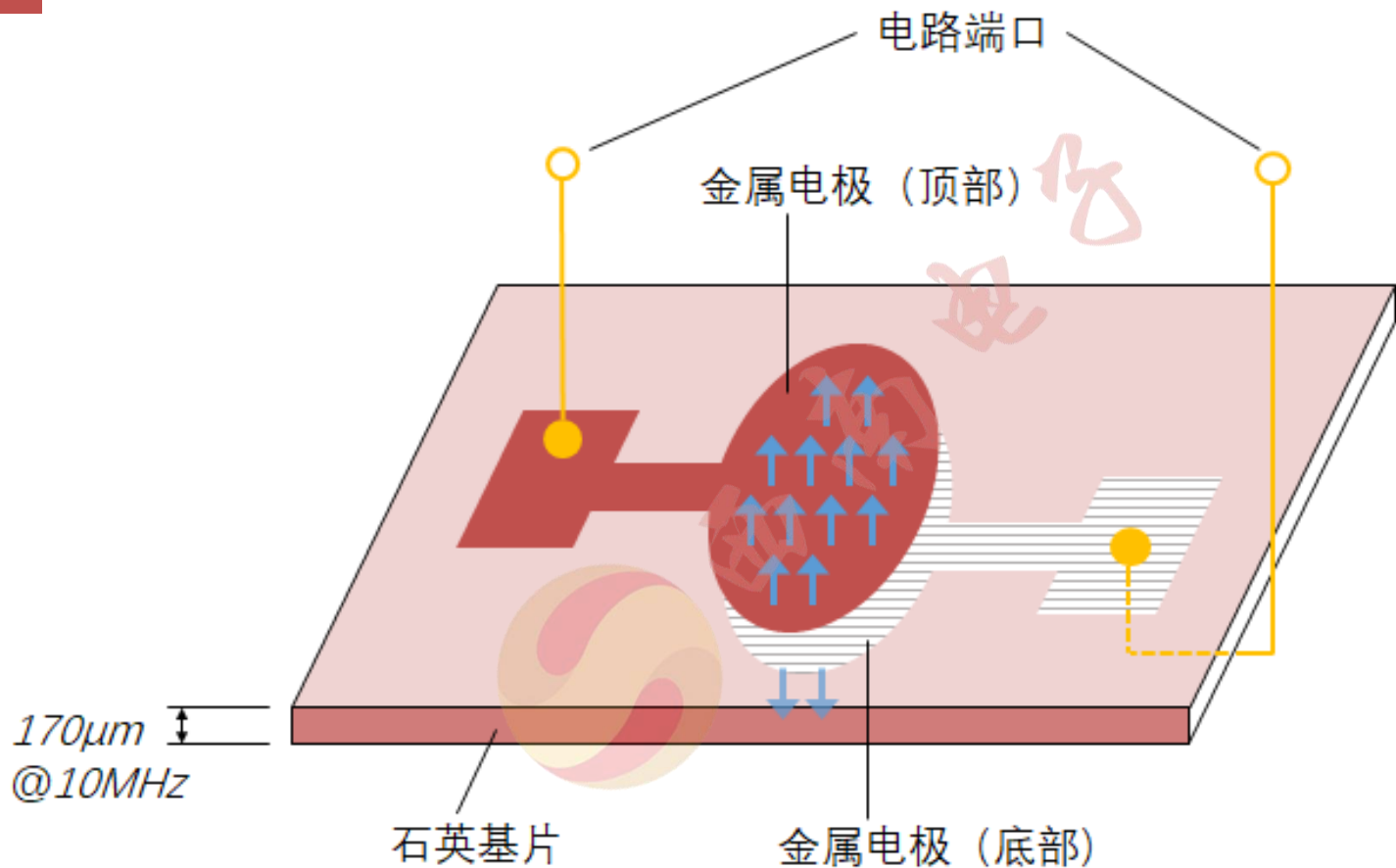


- 输入信号后，输入端换能器将电能转换成声能，发出声表面波，输出端换能器将接收到的声表面波声能转换成电能输出，从而完成滤波。

体声波滤波器（BAW）

- BAW滤波器采用3D腔体结构，具有插入损耗小、带外衰减大等优点，同时对温度变化不敏感，因此**尤其适用于2GHz以上的高频通信**，在5G与sub-6G的应用中有明显优势。**但BAW制造成本显著高于SAW。**

BAW滤波器原理图



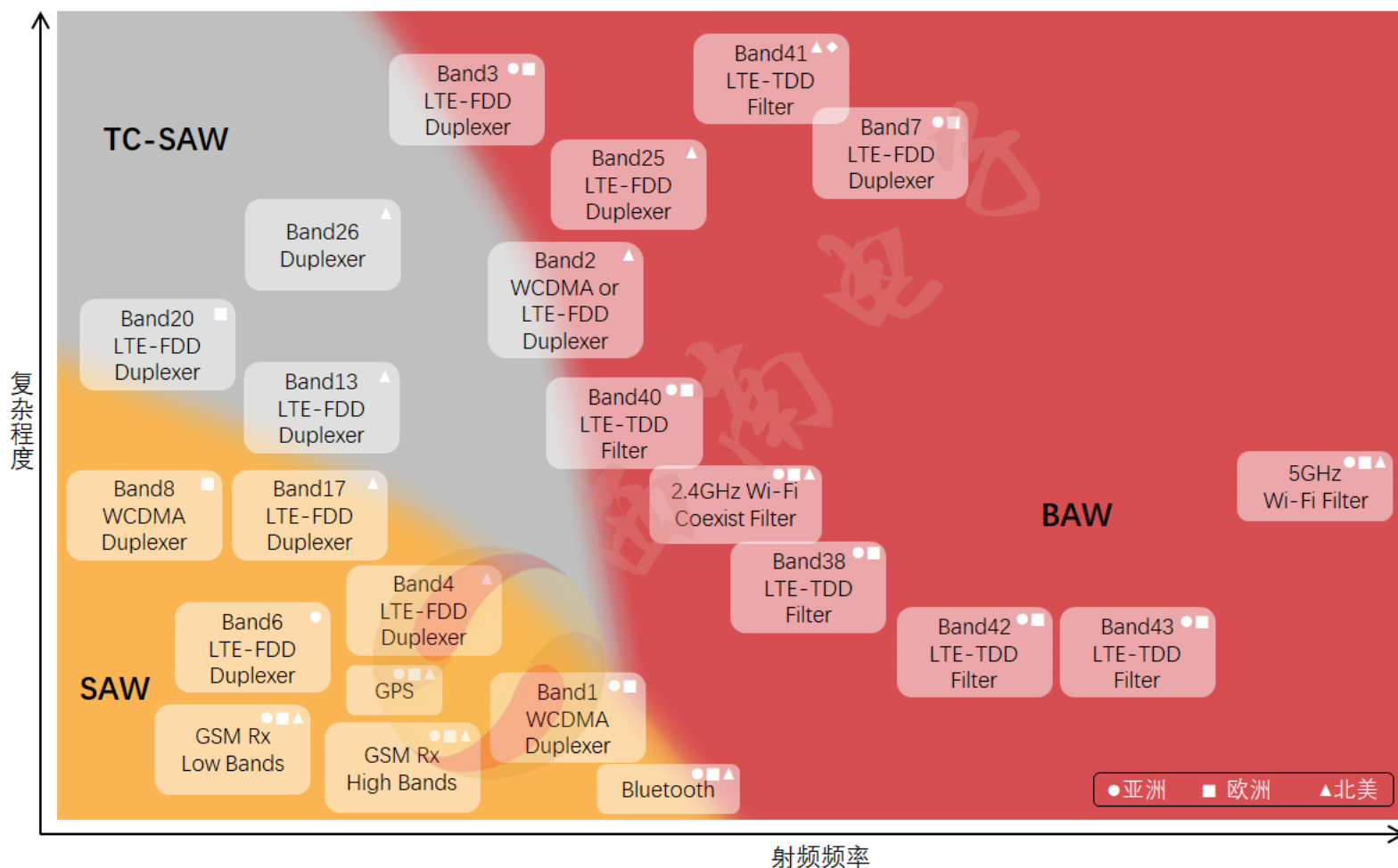
- 收到声波信号时，贴嵌于石英基板顶、底两侧的金属对声波实施激励，使声波从顶部表面反弹至底部，以形成驻声波，通过驻声波的往返完成过滤。

数据来源：Qorvo，西南证券整理

BAW将成为高频通信的主流

- 由于成本的限制，SAW与BAW将在近几年内仍将保持共存。2GHz以下SAW的市场占有率较高，2GHz以上BAW的市场占有率较高。不过随着未来5G高频通信的普及，BAW将占据主导地位。

SAW与BAW适用频率范围

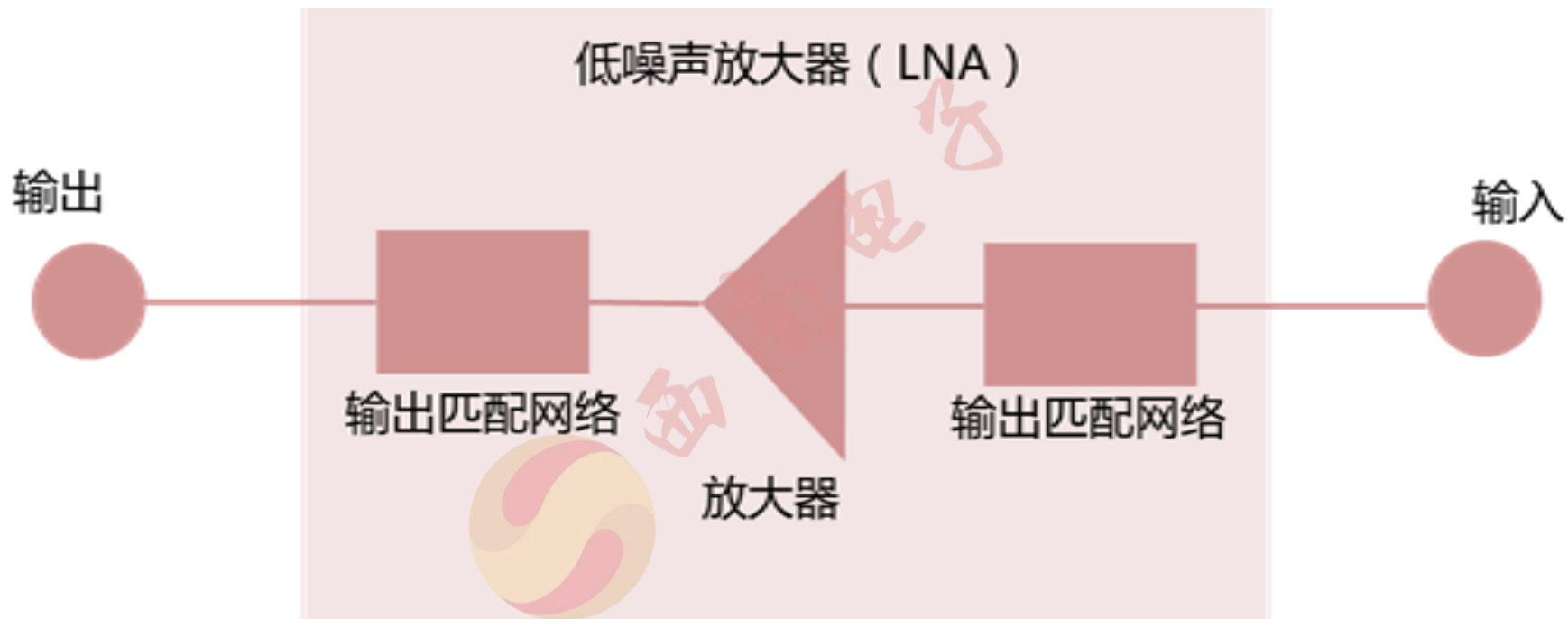


数据来源：Qorvo，西南证券整理

低噪声放大器：降噪放大，提高通信质量

- 射频低噪声放大器的功能是把天线接收到的微弱射频信号放大，尽量减少噪声的引入，在移动智能终端上实现信号更好、通话质量和数据传输率更高的效果。
- 射频低噪声放大器的工作原理为输入的射频信号被输入匹配网络转化为电压，经过放大器对电压进行放大，同时在放大过程中最大程度降低自身噪声的引入，最后经过输出匹配网络转化为放大后功率信号输出。

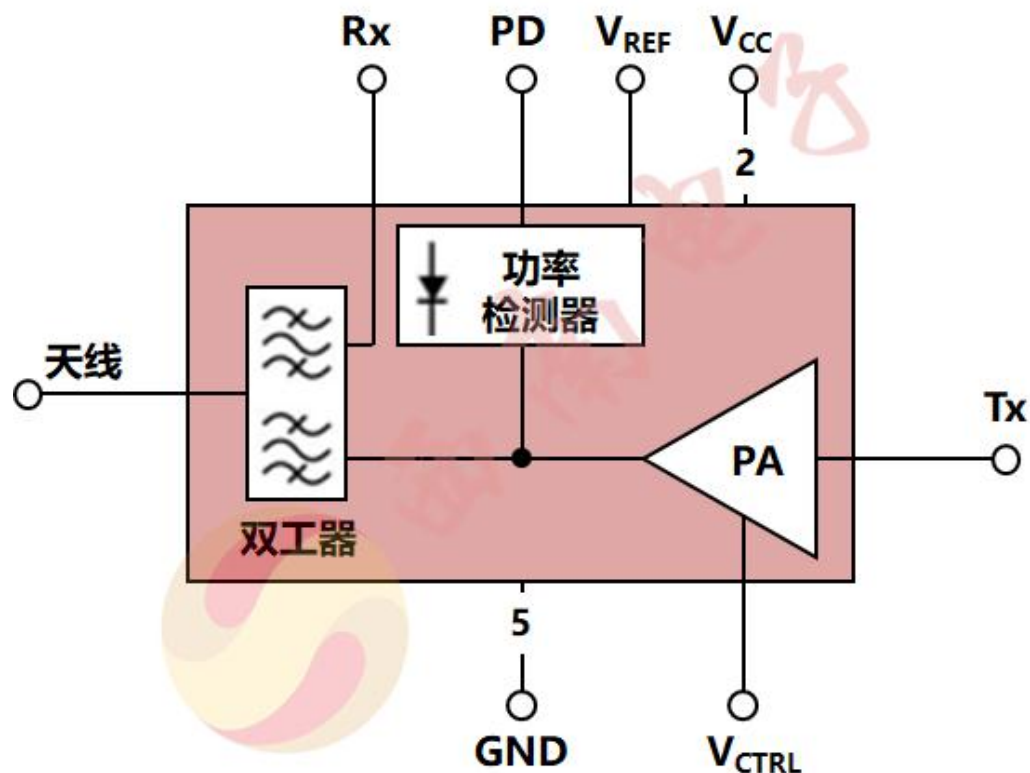
射频低噪声放大器工作原理



功率放大器：放大发射端射频信号

- 功率放大器是将**发射端的小功率信号转换成大功率信号**的装置，用于驱动特定负载的天线等。
- 功率放大器是无线通信设备射频前端最核心的组成部分，其性能直接决定了手机等无线终端的通讯距离、信号质量和待机时间。

功率放大器工作原理

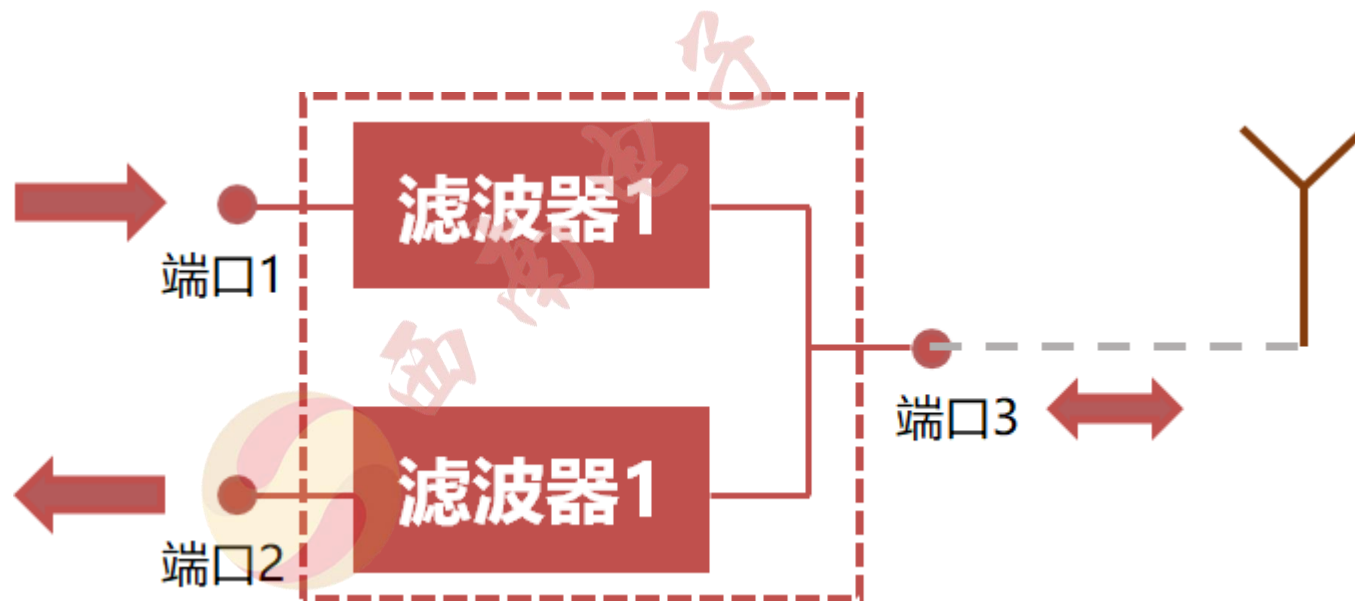


数据来源：Qorvo，西南证券整理

双工器：隔离发射与接收信号

- 双工器的作用是将**发射和接收信号相隔离**，保证接收和发射都能同时正常工作。它是由两组不同频率的带阻滤波器组成，避免本机发射信号传输到接收机。

双工器工作原理



数据来源：Qorvo，西南证券整理

射频前端的功能与构成

射频前端市场规模与格局

射频材料市场规模与格局

5G落地带来射频行业增量

射频行业未来发展趋势

射频前端行业市场规模持续增长

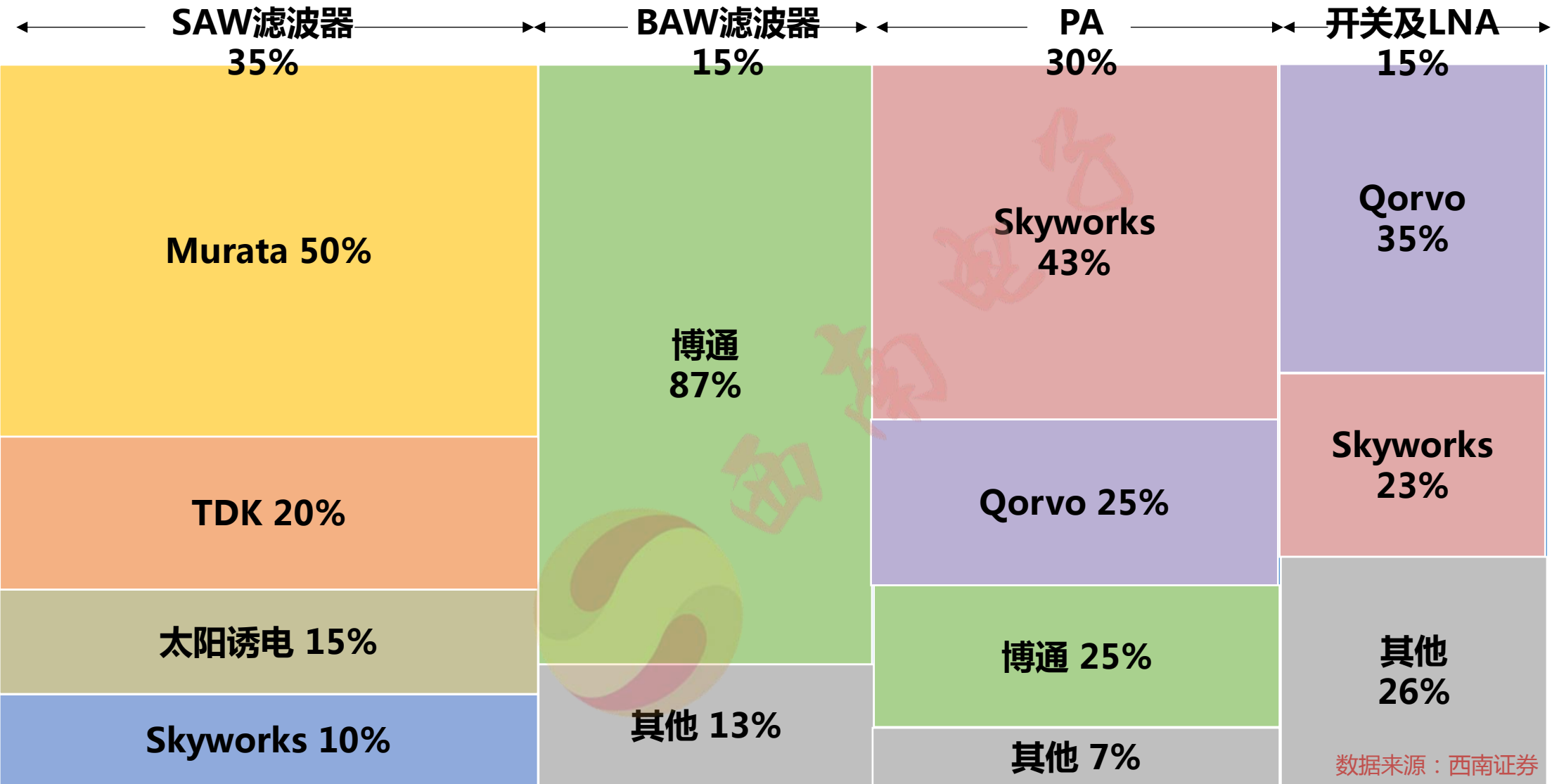
■ 射频前端芯片市场规模受移动终端需求和单机射频芯片价值增长的双重驱动。在移动终端稳定出货的背景下，射频前端芯片行业的市场规模持续快速增长。根据QYR Electronics Research Center的统计，从2010年至2017年全球射频前端市场规模以每年约13%的速度增长，2017年达130.38亿美元，2020年接近190亿美元，CAGR超过13%。



数据来源：卓胜微电子招股说明书，西南证券整理

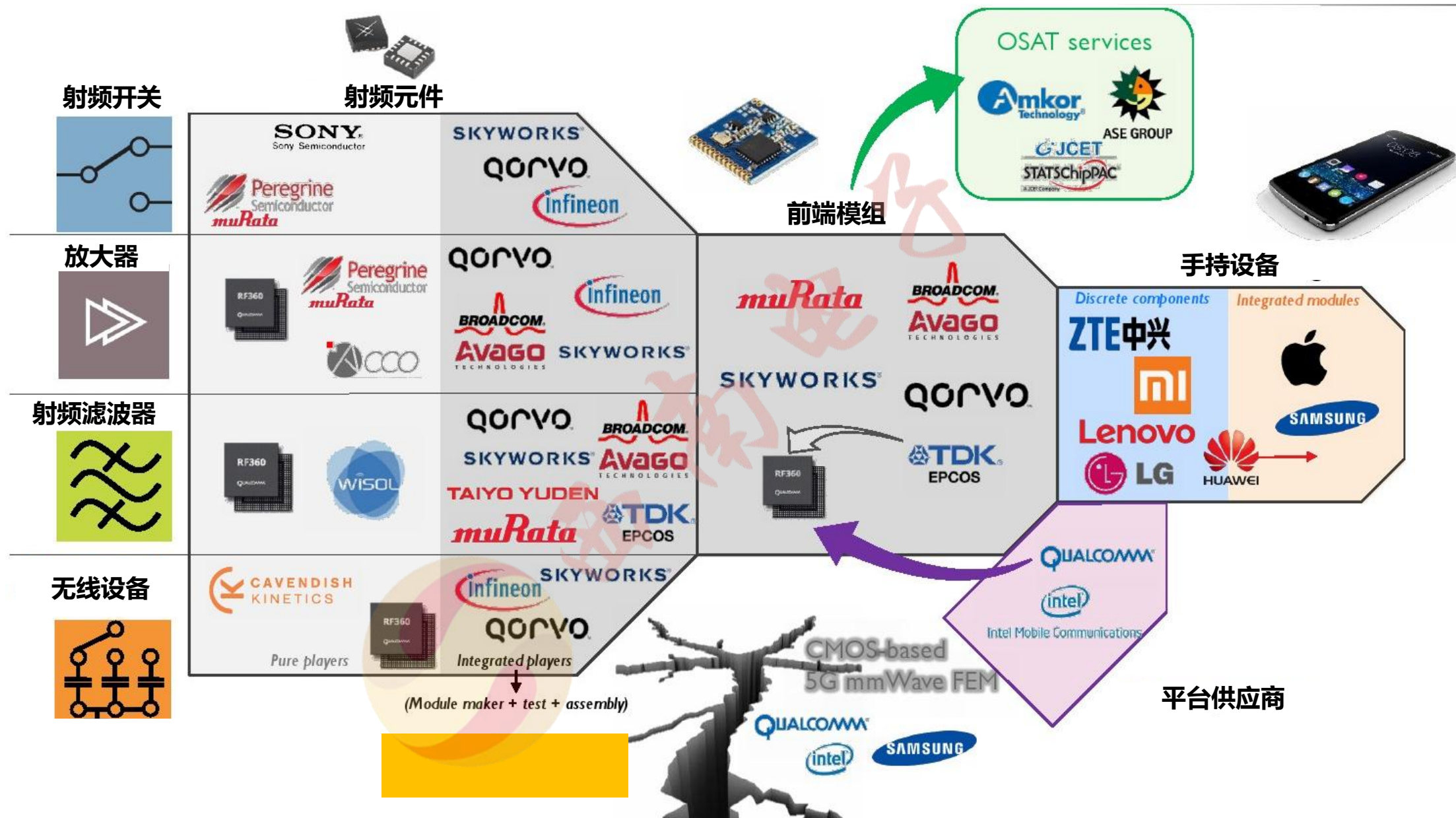
射频市场的规模与格局

■ 射频前端各部件中，滤波器占比约50%（SAW占35%，BAW占15%），功率放大器占比约30%，开关与低噪声放大器合计占比约20%，目前各细分市场均为日美巨头垄断，市场集中度较高。



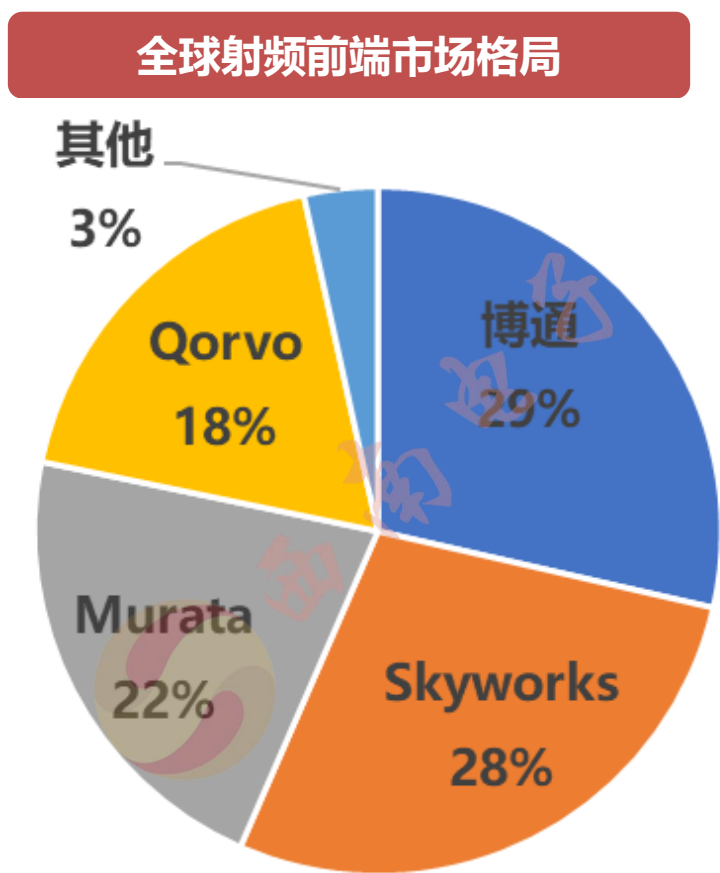
数据来源：西南证券

射频组件和供应链模块（核心公司）



欧美大厂垄断市场，市场整体高度集中

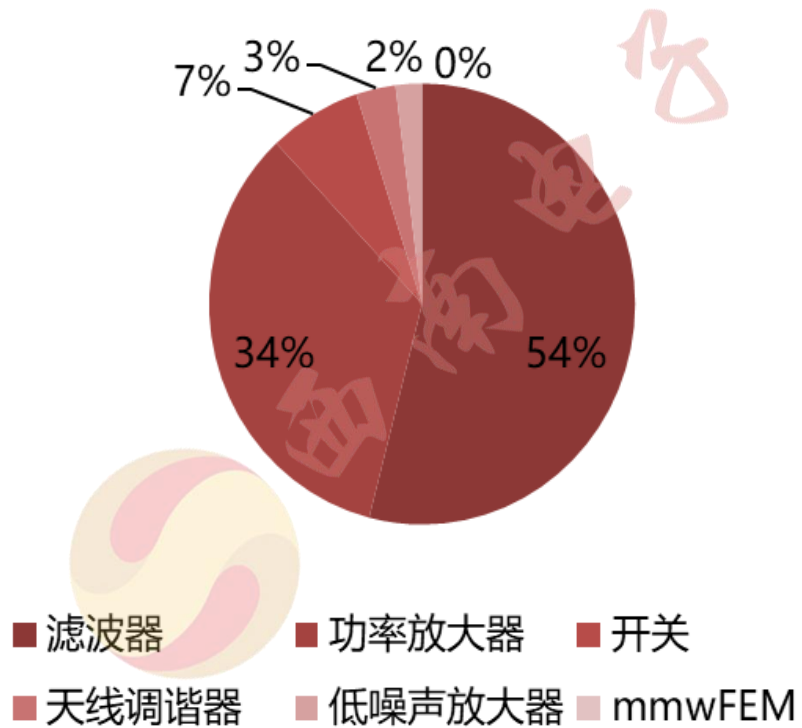
- **美日厂商长期垄断射频市场。**射频前端领域设计及制造工艺复杂、门槛极高，现阶段全球射频前端芯片市场的集中度比较高，主要被Broadcom、Skyworks、Qorvo等国外企业占据，而我国射频芯片厂商依然在起步阶段，市场话语权有限，产量远远无法满足全球市场。



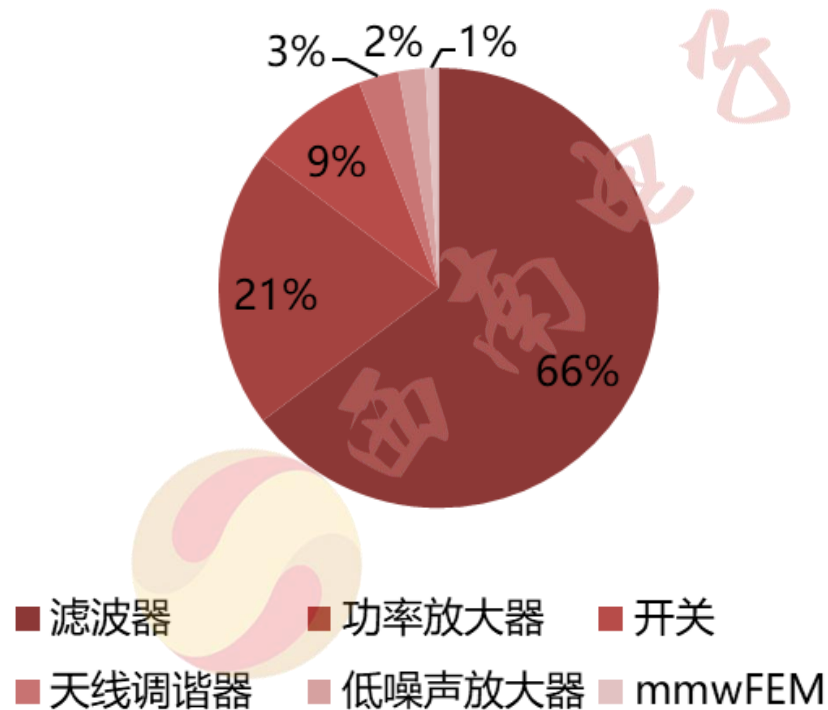
射频前端细分市场

■ 将射频前端行业按照市场规模来划分，滤波器是射频前端市场中最大的业务板块，占比约54%，并且随着通信频段的增加，其份额将进一步提高，到2021年将达到66%；功率放大器是射频前端市场中的第二大业务板块，占比约34%；射频开关占比约7%，天线调谐器及其他占比约5%。

2017年射频前端市场业务结构



2023年射频前端市场业务结构（预测）

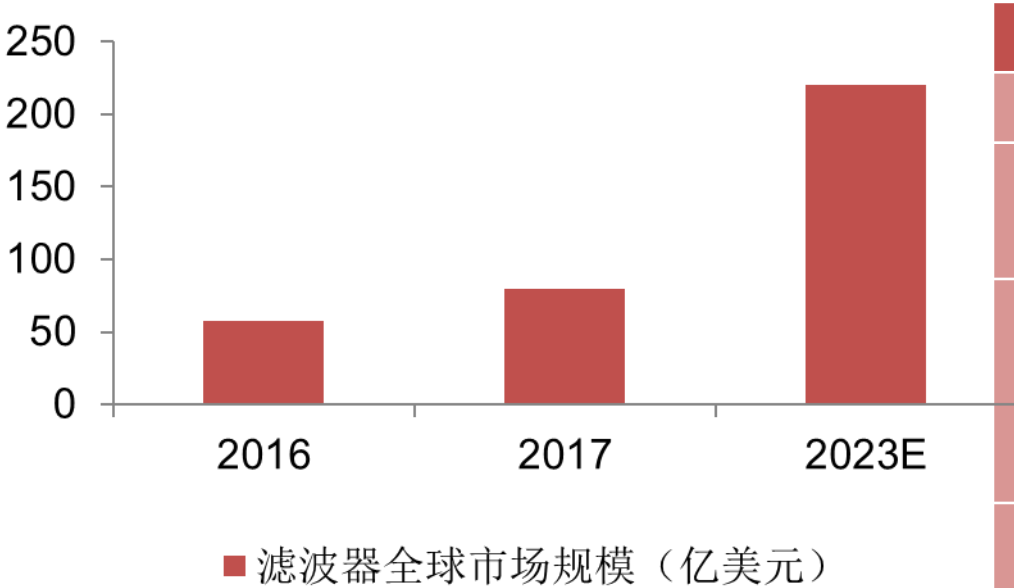


数据来源：Yole，西南证券整理

滤波器：市场规模快速增长

- 滤波器在无线通信中发挥着重要作用，占据射频前端模块总体市场的50%以上。随着5G频段的增加，预计滤波器的市场规模也将从2017年的80亿美元增加到2023年的225亿美元。
- 全球射频器件厂商不断通过并购重组争夺滤波器市场，声波滤波器领域在多轮并购洗牌后，形成了寡头垄断的新局面。

滤波器全球市场规模（亿美元）



数据来源：SIMIT战略研究室，西南证券整理

声波滤波器近年全球主要并购整合情况梳理

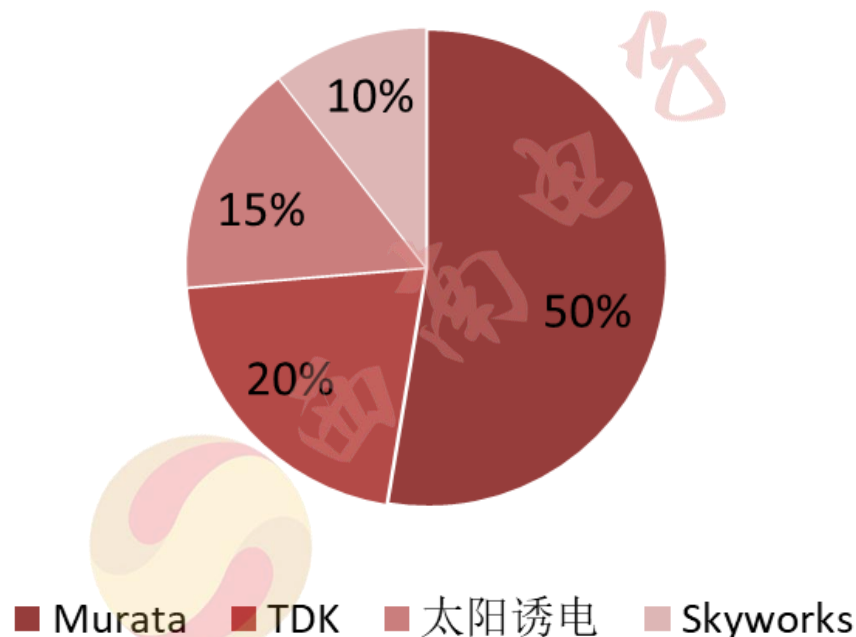
厂商	并购重组情况
Avago	2015年安华高斥资370亿美元收购博通
Skyworks	2016年，Skyworks斥资7.65亿元收购松下滤波器部门，弥补了自己在SAW领域的技术短板
Qorvo	RFMD2014年斥资16亿美元收购TriQuint，合并为Qorvo。得益于并购的协同互补作用，在BAW-SMR滤波研发生产方面，Qorvo获得了TriQuint的传承；SAW研发生产能力则从RFMD处获得。
Qualcomm	2016年，高通通过与TDK共同出资30亿美元建立合资企业RF360获取声学滤波器生产技术

数据来源：Yole，西南证券整理

滤波器市场高度集中，日美企业垄断主要份额

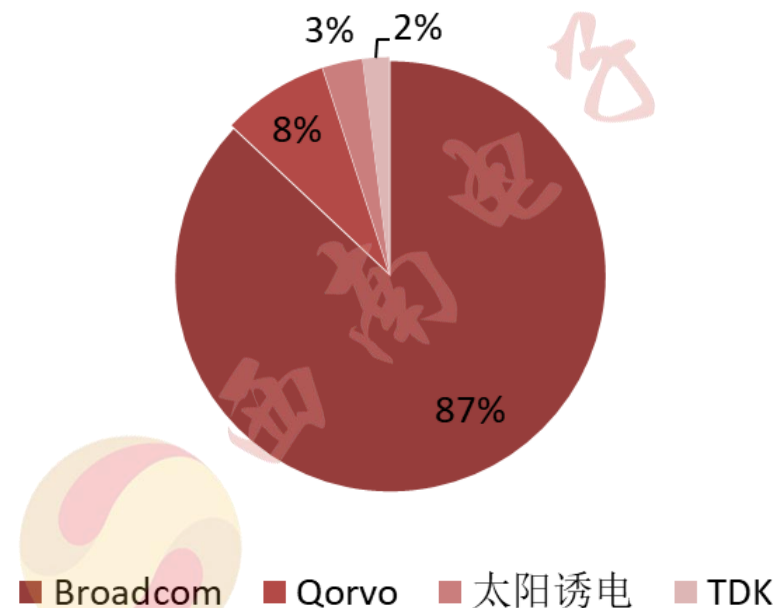
- 传统SAW滤波器市场的主要供应商为Murata、TDK、太阳诱电等几家日本厂商，总计占据了全球市场份额的80%以上。
- BAW滤波器市场被博通和Qorvo垄断。安华高和博通并购重组后，博通拥有了最具有竞争力的产品组合，其推出的FBAR滤波目前在高端智能手机应用市场中占据统治地位。

SAW滤波器竞争格局



数据来源：村田中文技术社区，西南证券整理

BAW滤波器竞争格局



数据来源：SIMIT战略研究室，西南证券整理

滤波器国产替代化仍处于起步期

■ 在声表面波技术发展的浪潮中，我国涌现了一批从事滤波器设计制造的企业，在滤波器领域打下了一定基础。但因为起步时间较晚，无论在技术方面还是配套产业方面，国产厂商与国外IDM厂商之间的差距还是比较明显，国内滤波器产业仍处于发展早期。

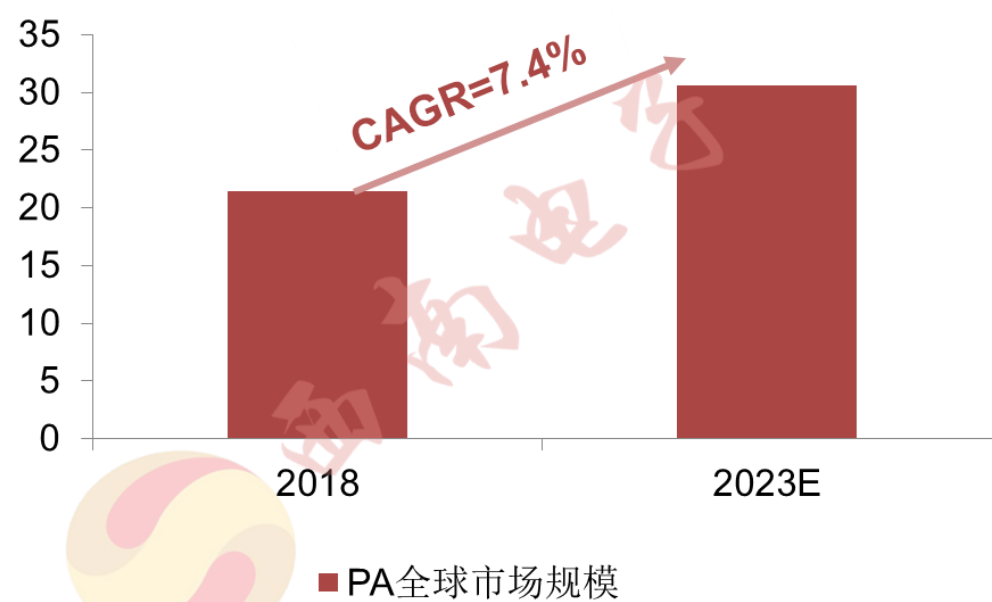
国内主要滤波器企业

企业名称	企业基本情况
麦捷科技	2015年开始研发滤波器，16年募投4.5 亿扩展SAW滤波器业务板块并于17年实现量产，公司与联发科和展讯技术平台合作紧密，产品被国产终端厂商广泛使用。
中电26所	声表技术处于国内领先、世界一流的地位。26所在商用滤波器领域实力强劲，其产品覆盖SAW、TC-SAW、 FBAR滤波器。
德清华莹	国内最早自主研发声表面波器件的企业之一，年产各类声表谐振器，声表滤波器8000万只。主要产品为铌酸锂钽酸锂晶片、声表面波滤波器、声表面波传感器、环行器和隔离器等系列产品。
好达电子	公司是国内知名的声表面波器件生产厂商，拥有国内最大、最先进的声表面波滤波器产线。核心业务为声表面波滤波器、双工器、谐振器等，产品被小米，中兴、宇龙、金立、三星、蓝宝、富士康、魅族，联想等主流终端厂商采纳

功率放大器：高端功放市场由IDM厂商领跑

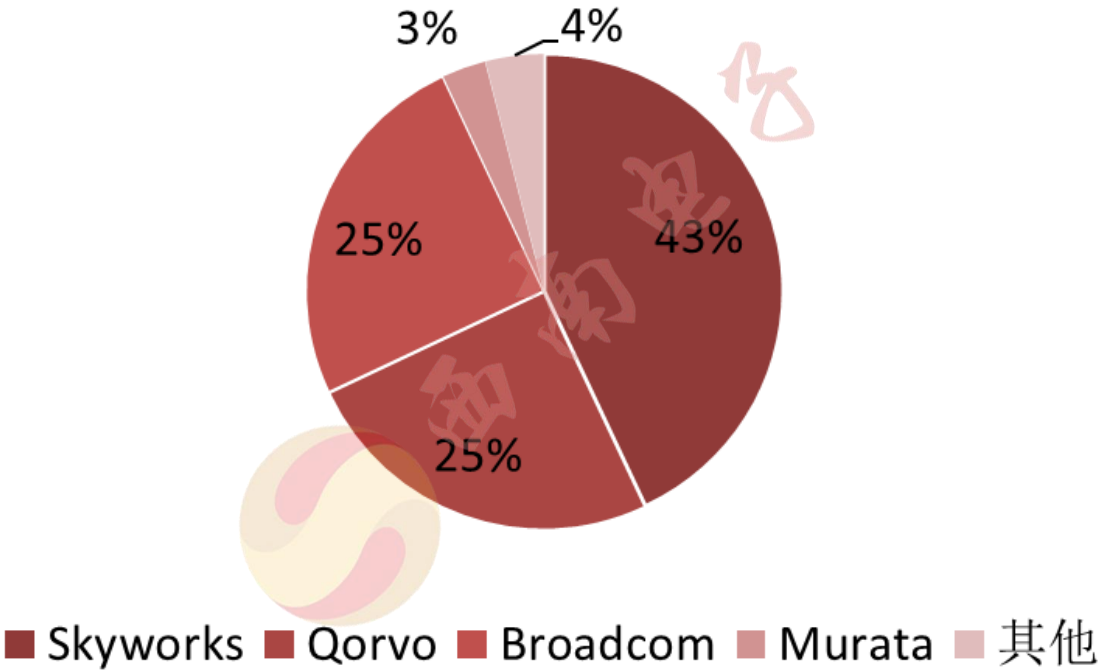
- 根据Marketsandmarkets预测，功率放大器市场预计将从2018年的214亿美元增长到2023年的306 亿美元，复合年增长率达到7.4%。
- 全球PA市场被Skyworks、Qorvo、Broadcom等IDM厂商垄断。因为GaAs/GaN化合物PA具有独特的工艺和较高的技术门槛，且被国外厂商掌握，因此当前PA市场主要被IDM巨头垄断，前三大厂商Skyworks、Qorvo、Broadcom合计占有超过90%的市场份额。

PA全球市场规模及增速（亿美元）



数据来源：Marketandmarkets，西南证券整理

全球PA市场份额



数据来源：各公司年报，西南证券整理

国产功放切入中低端，展望高端市场

- 射频功放一直是工业界的热点问题，我国也涌现了一批做射频PA业务的厂商。经过梳理，国内PA供应者主要有**紫光展锐、中科汉天下、唯捷创芯、苏州宜确半导体、国民飞骧、广州慧智微电子**等厂商。
- 国产PA厂商大多采用Fabless商业模式，主攻芯片设计，但这些公司的**产品主要集中在市场中低端，产品同质化现象比较严重，整体市场规模不大。**

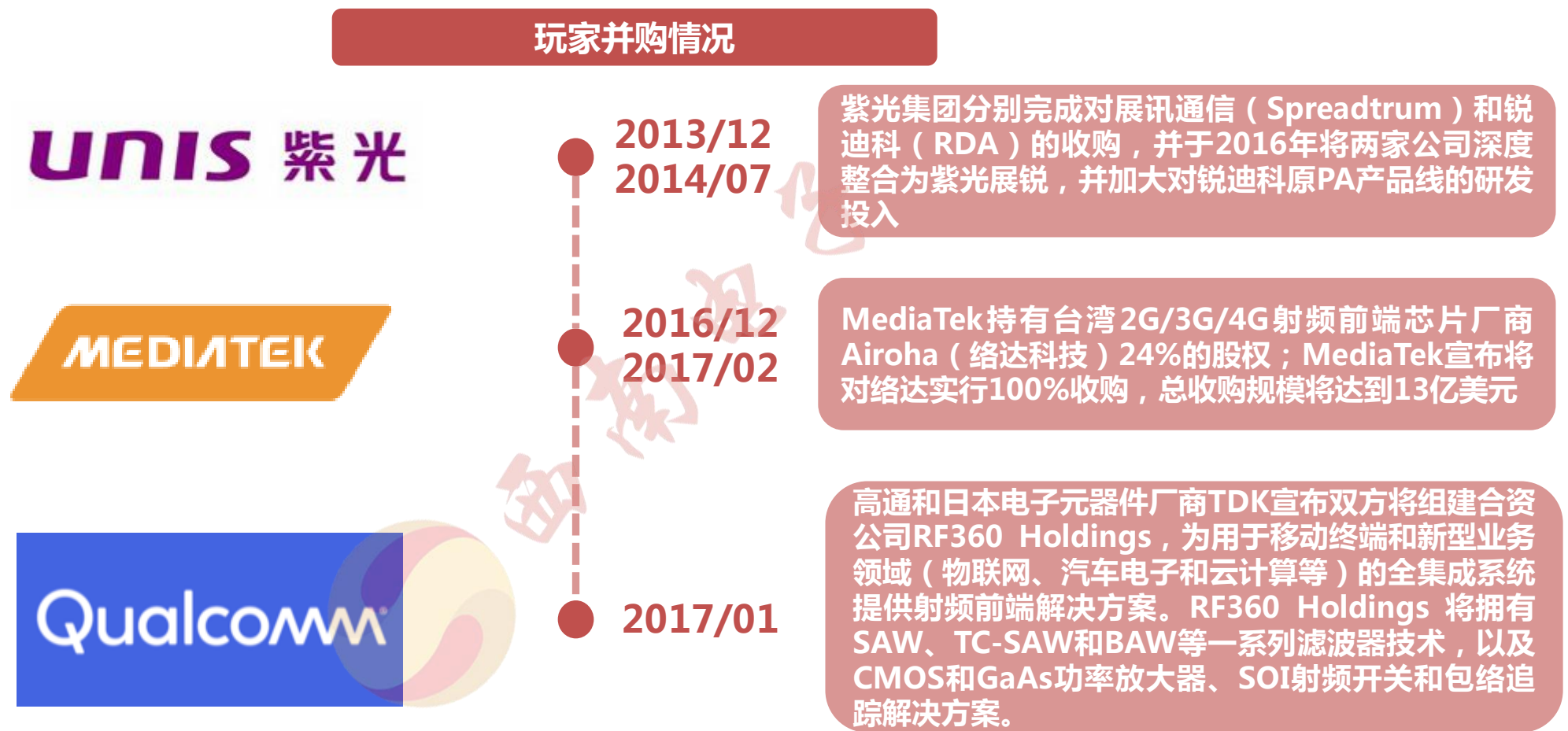
国内主要PA厂商

企业名称	主要产品	概况
紫光展锐	PA、滤波器	由RDA与展讯合并而成，致力于射频及混合信号芯片和系统芯片的设计、开发、制造、销售。目前产品涵盖2G/3G/4G移动通信基带芯片、射频功放和滤波器等。
唯捷创芯	PA	国内最大的射频IC设计公司，由前RFMD人员成立，以主流的GaAs工艺切入射频PA市场。主要产品是射频功率放大器，主要应用于2G，3G，4G，5G手机及数据卡产品。
广州智慧微	PA	2012年由前Skyworks技术海归创立，是全球首家量产可重构多频多模射频前端的芯片公司，特色是可重构 SOI+GaAs 混合工艺，产品包括 MMMBPA、物联网/WiFi 射频前端。
国民飞骧	PA、前端模组	2015年从国民技术分离出来，主要产品为2G/3G/4G 射频功率放大器，目前已拥有国内最完整的4G射频方案。
中科汉天下	PA	国内领先的2G、3G和4G射频前端芯片供应商，主要产品为手机射频PA，年出货量超过7亿颗，4G PA导入数家知名IDH方案商和品牌客户的BOM列表。
宜确半导体	PA、Switch、LNA	由前锐迪科高管成立，已完成 5G FEM芯片中主要功能模块的验证，包括 Sub-6GHz 以及 mmWave 两个频段的 PA、LNA、开关、滤波器。

数据来源：与非网，各公司官网，西南证券整理

射频PA新玩家：处理器芯片厂商跨界入局

■ 智能移动终端在经历了数年高速发展后出货量保持稳定，与此对应的则是移动终端处理器芯片出货量增速的放缓。除了从专业处理器芯片供应厂商处外购，越来越多的终端厂商踏入处理器芯片自主研发领域。原有玩家和新兴玩家在市场中正面相见，加剧了市场竞争的激烈程度，处理器芯片的利润空间不断缩小。为拓展新的利润增长点，处理器芯片厂商开始涉足PA领域。

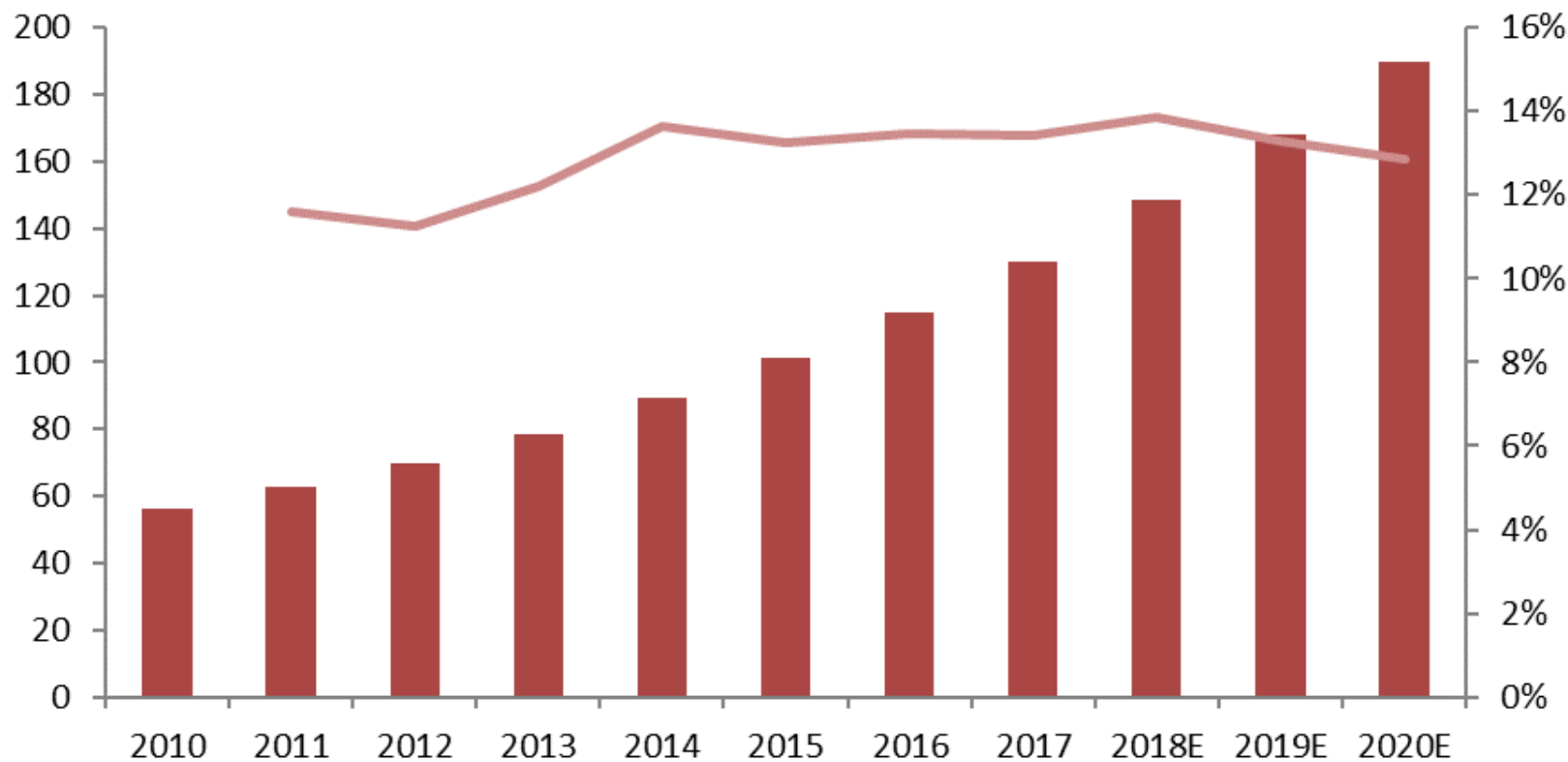


数据来源：公司官网，西南证券整理

射频开关需求强劲，市场规模快速增长

- 根据QYR Electronics Research Center的统计，全球射频开关市场自2011年起经历了持续快速增长，2018年全球市场规模达16.5亿美元。经预测，2020年射频开关市场规模将达到22.9亿美元，并随着5G的商业化建设迎来增速的高峰，此后增长速度将逐渐放缓。

全球射频开关市场规模（亿美元）



数据来源：Global Radio Frequency Front-end Module Market Research Report 2017，西南证券整理

射频开关市场被海外公司占领，国产化趋势有望期待

全球射频开关龙头



国产射频开关领先者

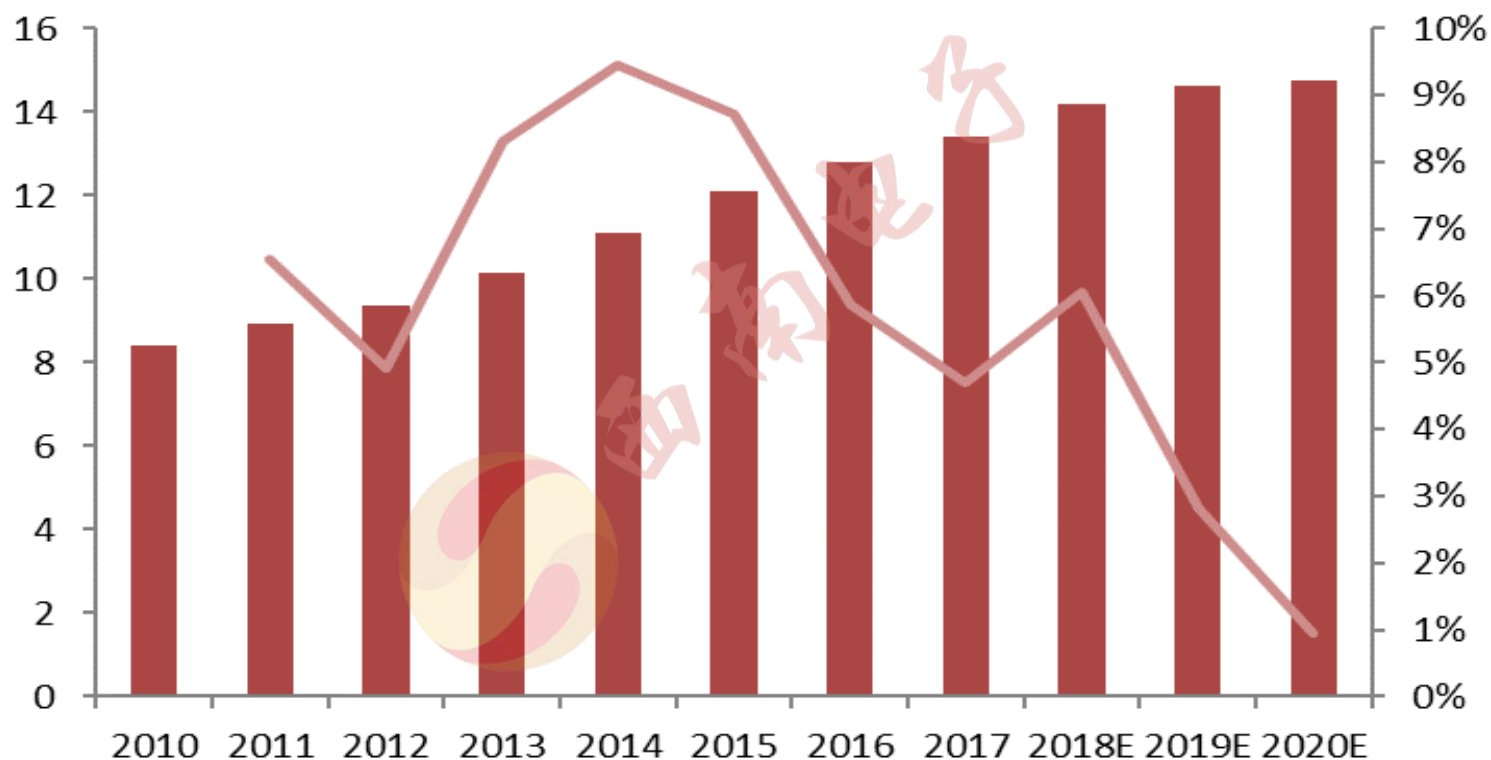


- 射频开关行业相对集中，制造商大多在北美、欧洲和亚太地区。以2016年为例，亚太地区的产值占全球总产值的62%以上。
- 目前RF开关的主要市场被海外公司占领，主要包括Skyworks、Qorvo、博通、恩智浦、英飞凌、Murata等，这些主要玩家仍在不断进行生产技术创新来提高行业壁垒。Skyworks是全球射频开关市场的领先厂商，营收占全球比重为22.6%。
- 国内的公司则有锐迪科、卓胜微、唯捷创芯、韦尔股份等。其中，卓胜微是国内射频前端芯片龙头，产品应用于三星、小米、华为、vivo、OPPO、联想、魅族、TCL。
- 总体来看，目前国内的RF开关技术还有待提高，国产化替代可期。

LNA将成基础器件，市场规模稳定增长

- 根据QYR Electronics Research Center的统计，2018年全球市场规模约14.2亿美元，随着5G商业化落地，智能手机中天线和射频通路的数量将显著增多，对射频低噪声放大器的数量需求会迅速增加，因此预计在未来几年将维持高增长，2023年将达到17.9亿美元。

全球低噪声放大器市场规模（亿美元）



数据来源：Global Radio Frequency Front-end Module Market Research Report 2017，西南证券整理



- 主营：射频模组、PA、射频开关
- 营收：39亿美元
- 市占率：PA：43%；开关：22%



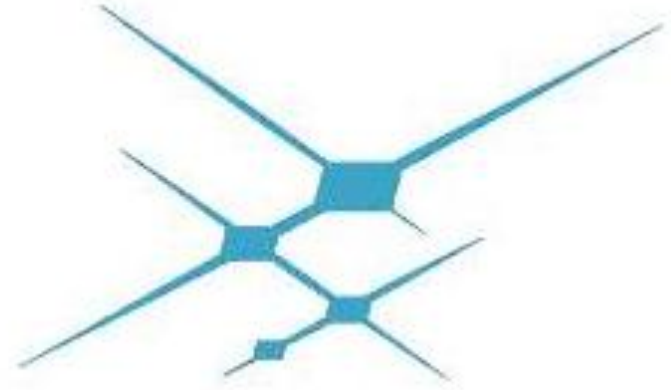
- 主营：PA和BAW滤波器
- 营收：31亿美元
- 市占率：PA：25%；BAW8%



- 主营：BAW滤波器、PA
- 营收：208亿美元
- 市占率：BAW：87%；PA：25%



- 主营：SAW滤波器
- 营收：129亿美元
- 市占率：SAW：50%



SKYWORKS®

BREAKTHROUGH SIMPLICITY

Skyworks：射频PA巨头

- Skyworks（思佳讯）成立于1962年，总部位于美国马塞诸塞州。该公司提供无线集成电路解决方案及放大器、衰减器、前端模块等产品。

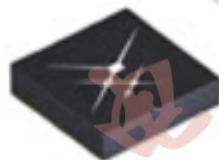
新产品

SKY85716-11



用于802.11ac
的标称功率
5GHz前端模块

SKY66313-11



用于4G/5G基础
设施的高效功率
放大器

SKY1224x



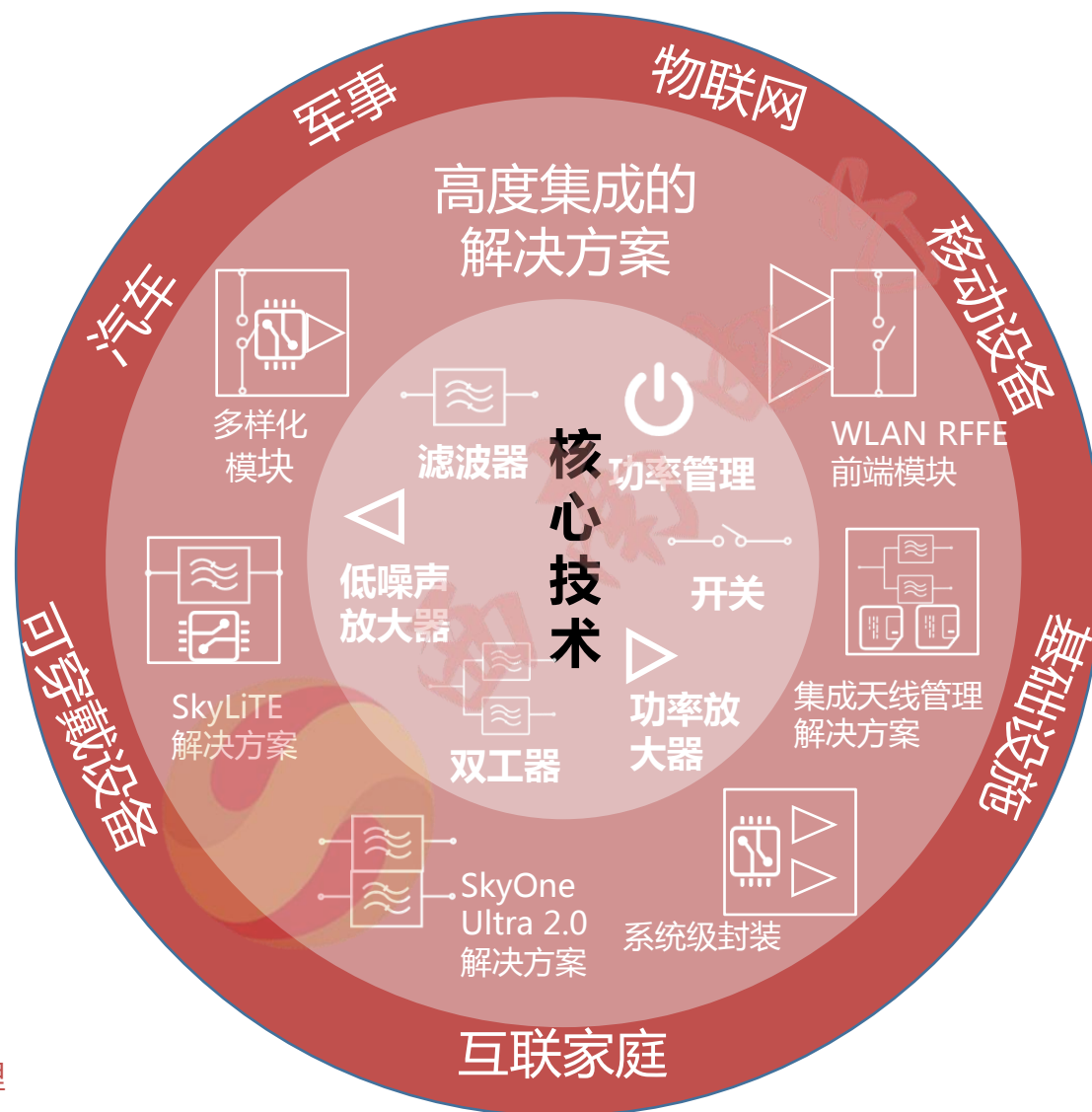
用于蜂窝基础设
施的大功率开关

ACA1240



CATV可变增益
放大器

数据来源：Skyworks，西南证券整理



Skyworks : 5G布局完整

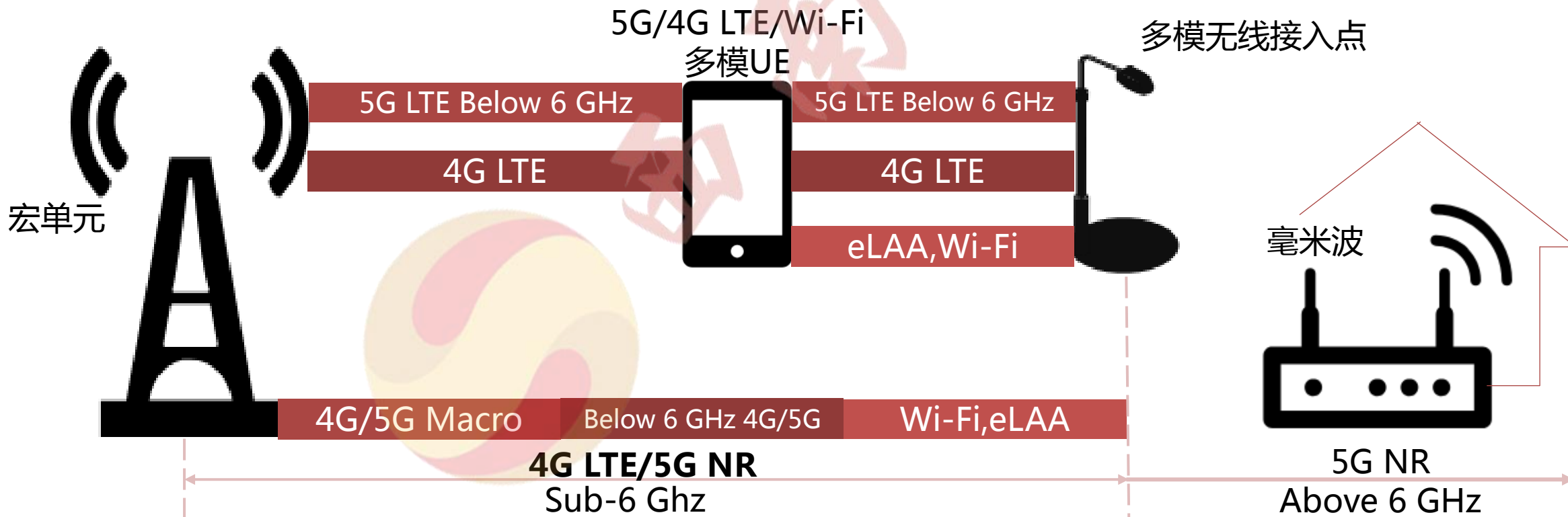
5G

以性能为中心

全球与地区PAMiD 分集式Rx、4*4DL MIMO
6GHz以下频段、UHB2*2上行链路
SRS开关 天线多路开关 调谐组件
Elaa 汽车互联 C-V2x
WLAN连接 mmWave

Sky 5TM

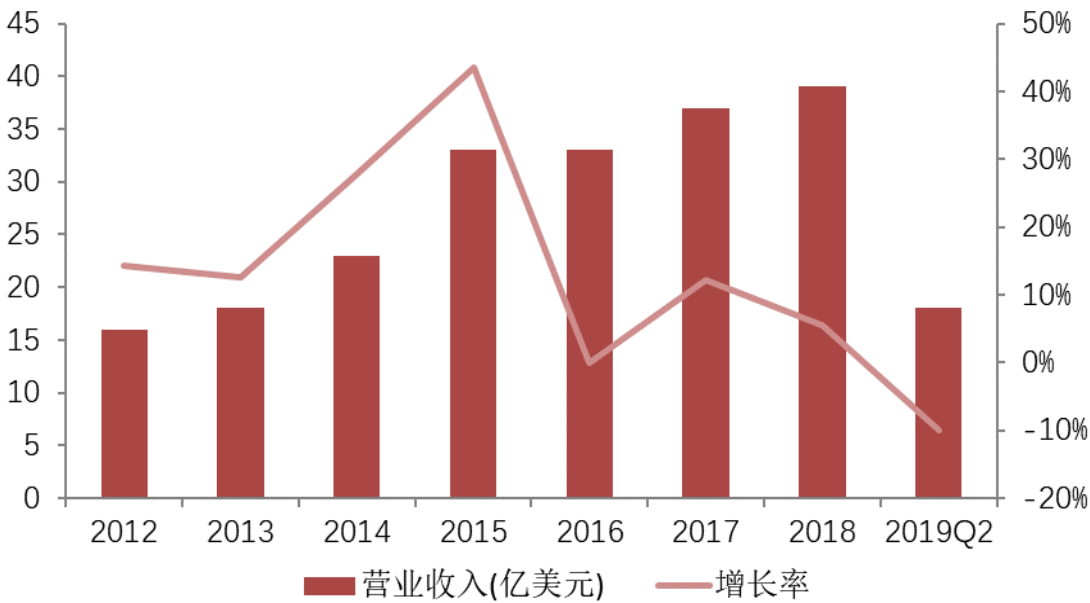
Skyworks 5G 生态系统愿景



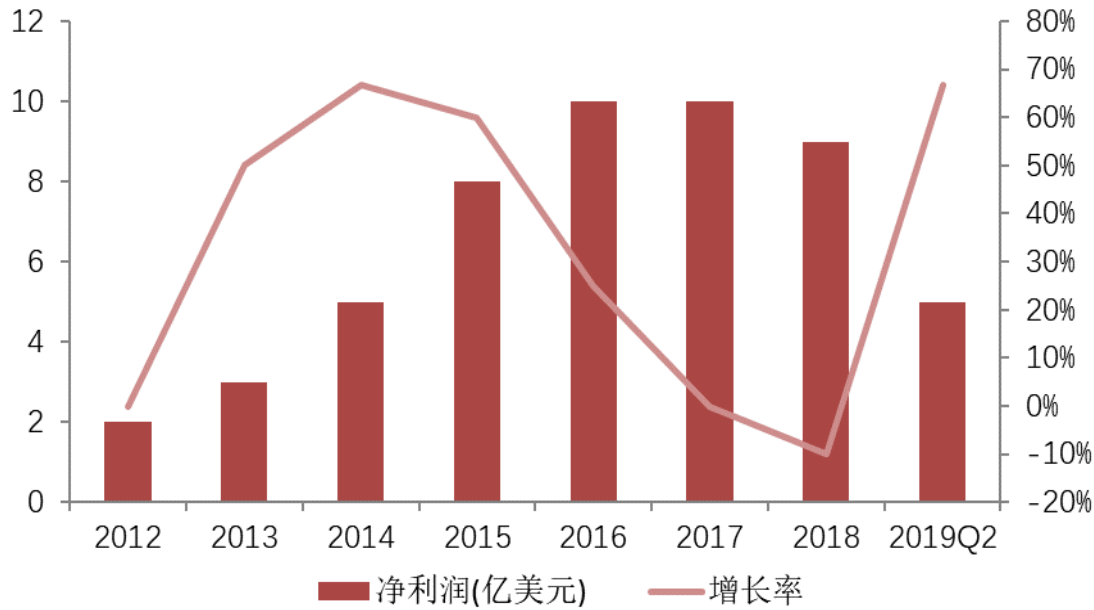
Skyworks：营收小幅下降，净利润恢复增长

- 随着智能手机市场的持续发展、物联网应用的增加以及模拟产品业务的不断拓展，Skyworks的射频和模拟器件业务收入稳步发展，2018财年营收为38.7亿美元，同比增长5.9%。
- 受制于全球半导体行业尚处下行周期，Skyworks现有产品的平均销售价格持续下降，毛利率从2017年的10.6%下降到5.9%，2018财年归母净利润为9.2亿美元，同比下滑9.1%。

Skyworks营收及同比增速（亿美元）



Skyworks归母净利润及同比增速（亿美元）



qorvo™

Qorvo：射频开关与LNA巨头

- Qorvo 由TriQuint Semiconductor 和RF Micro Devices (RFMD) 于2015 年合并成立，总部位于美国北卡罗莱纳州。该公司为手机、基础设施、航天国防领域提供核心技术及射频解决方案。
- Qorvo 在射频产品领域提供商中占据领导地位，随着4G LTE 等相关的高性能产品的广泛使用，公司将在未来持续快速增长。Qorvo 着重定位于高端射频滤波器产品，凭借其BAW 滤波器技术与Broadcom 共同占据BAW 滤波器市场。



Qorvo推出全球首款5G射频

- Qorvo正在利用业界领先的产品和技术组合，用于超高，高，中，低蜂窝频段。将BAW，TC-SAW和SAW滤波器，高投射计数开关和多模多频功率放大器相结合，为射频解决方案构建更多功能。
- **Qorvo推出业界首款具有5G功能的射频前端**，与全球领先的芯片组供应商密切合作开发超高速4G LTE，LTE-A和5G连接。

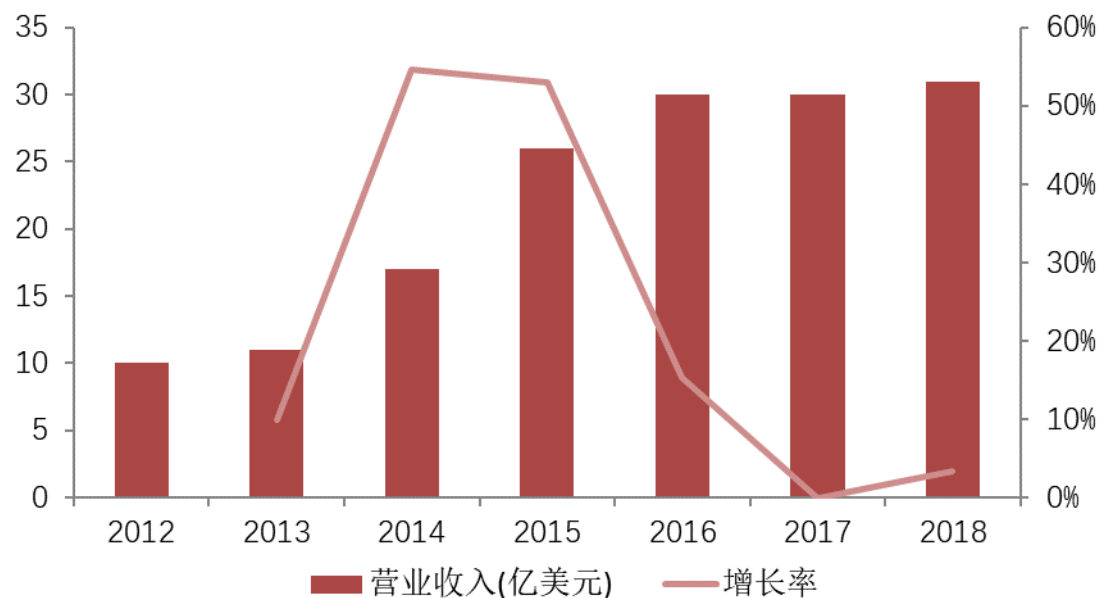
Qorvo在5G领域的布局



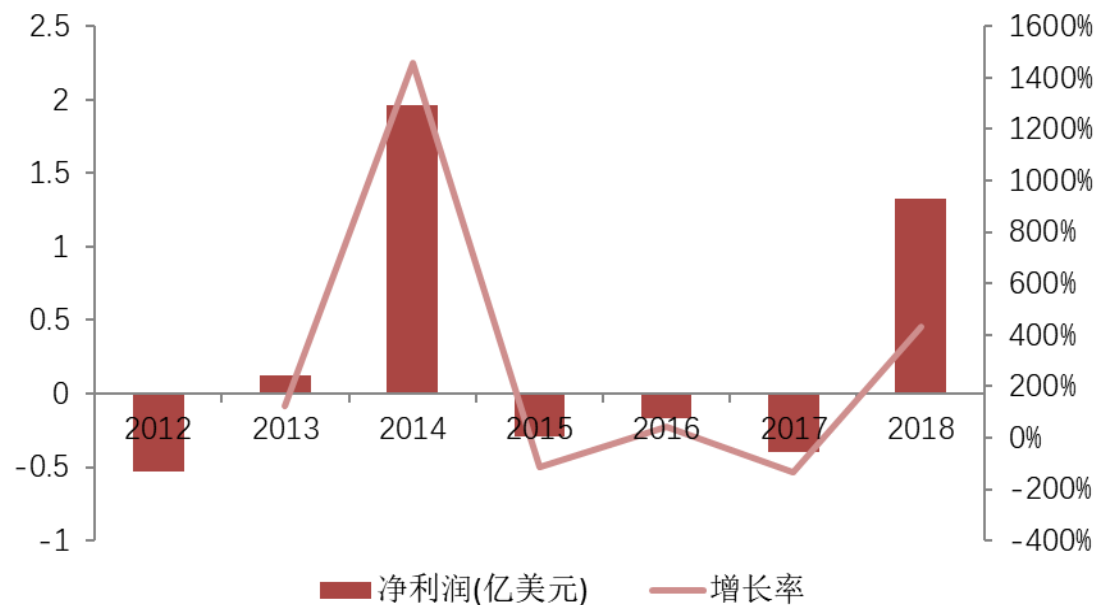
Qorvo：营收稳步增长，净利润大幅增长

- 归功于中国市场的移动通信产品和基站产品的需求增长，Qorvo2019财年营收为30.9亿美元，同比增长3.9%。2015-2017年无形资产摊销额较高，导致公司净利率较低。
- 在较低的无形资产摊销、更高的营业收入和退税优惠的共同作用下，Qorvo2019财年营业利润从2018财年的0.7亿元增长到2.2亿元，使得Qorvo2019年的归母净利润为1.33亿美元，同比增长432.5%。

Qorvo营收及同比增速（亿美元）



Qorvo归母净利润及同比增速（亿美元）

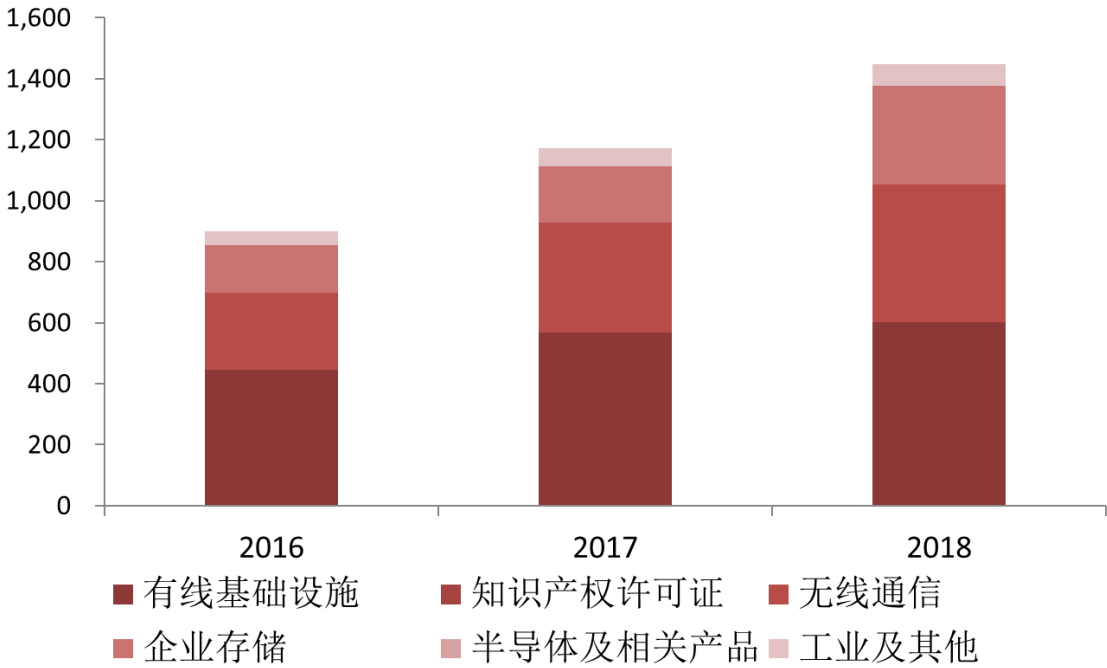




Broadcom : BAW滤波器巨头

- Broadcom Limited，双总部分别位于美国、新加坡，2016 年Avago 收购Broadcom后沿用了后者的公司名称。该公司设计、研发和销售模拟和数字芯片方案。
- Broadcom 提供无线嵌入式解决方案和射频组件产品，主要包括射频前端和BAW滤波器。

博通 2016-2018营收拆分（亿元）



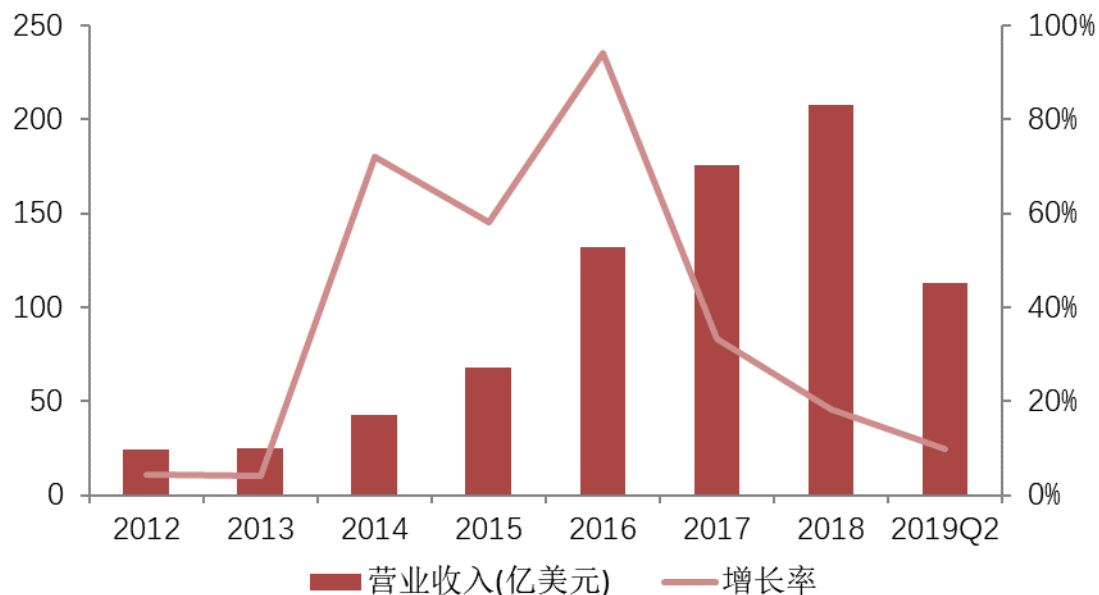
博通无线连接产品组合



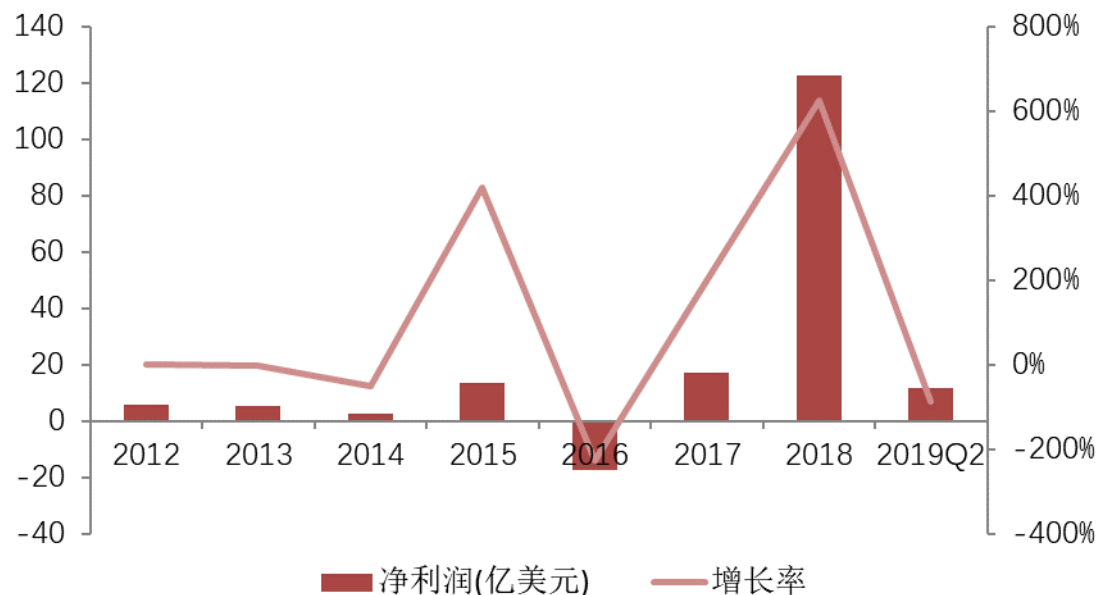
Broadcom：现有业务发展优异，收购博科未来可期

- 受益于存储部门同比大增67%以及无线通信、工业部分取得两位数的增长，博通2018年营收208.5亿美元，同比增长18%。
- 由于2017年完成了对网络设备制造商博科的收购，并于2018年将博科并表，博通2018年净利润123.2亿美元，同比增长656%。

Broadcom营收及同比增速（亿美元）



Broadcom归母净利润及同比增速（亿美元）



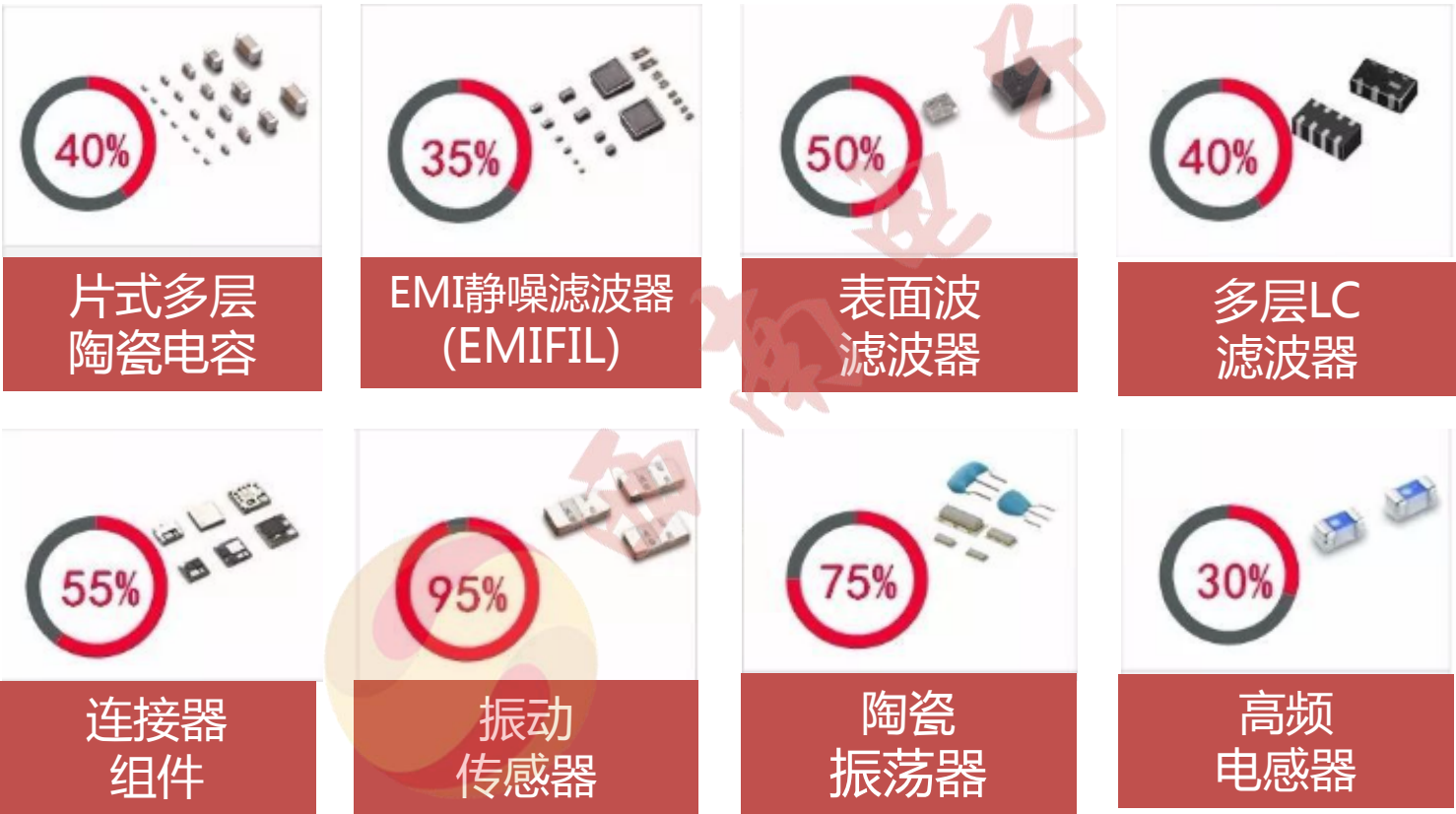
The logo for muRata, featuring the brand name in a red, italicized, sans-serif font. The 'mu' is lowercase and the 'Rata' is uppercase, with a stylized 'R'.

INNOVATOR IN ELECTRONICS

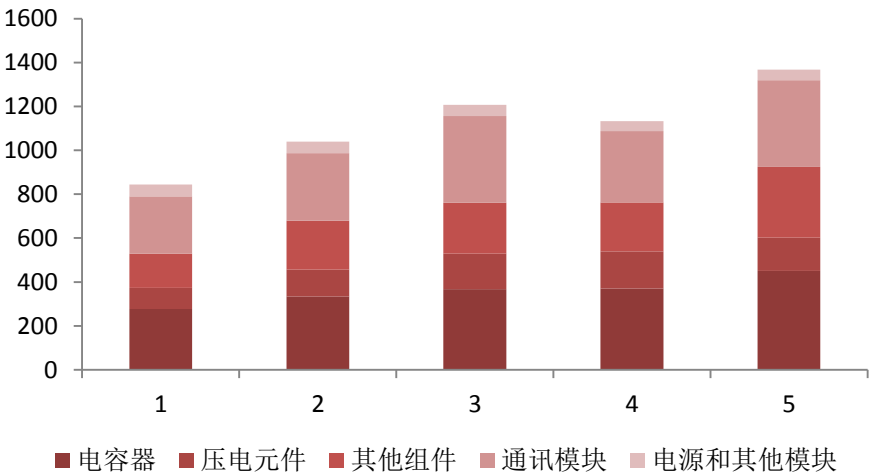
Murata : SAW滤波器巨头

■ Murata（村田）成立于1944年，总部位于日本京都，主营先进的电子元器件及多功能高密度模块的设计和制造，提供包括射频滤波器、射频开关等各种射频前端芯片，其SAW 射频滤波器方面技术领先。

主要产品及世界份额



Murata按产品划分的销售额

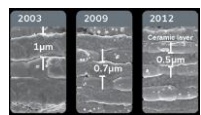


Murata : SAW滤波器巨头

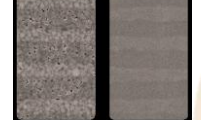
技术基础



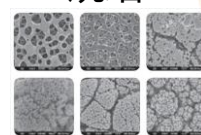
材料技术



层压和堆叠



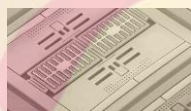
烧结



表面处理



印花



MEMS技术



精密机械加工

前端工艺技术

产品设计技术

后端流程技术

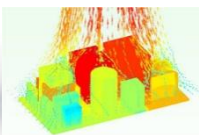
分析技术



高频设计



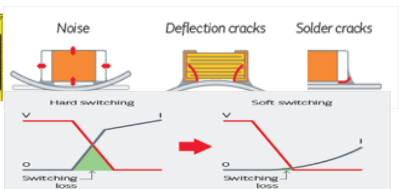
设备设计



模拟



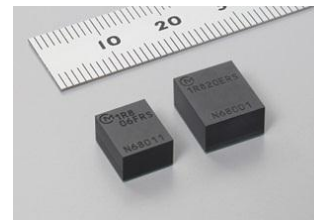
嵌入式



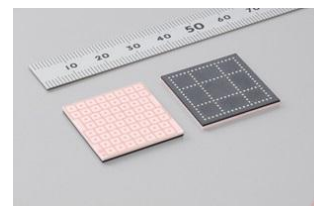
高可靠性设计

电路设计

最新产品



村田制作所推出最高功率密度的 Mono Block型20A和6A DC-DC 转换器 (POL^{*1}) 用于第5代 (5G) 移动通信的小型蜂窝通信基站



新的毫米波RF天线模块将通过支持IEEE802.11ad^{*2}毫米波无线 LAN标准, 有助于创建利用 60GHz频率的下一代无线网络。

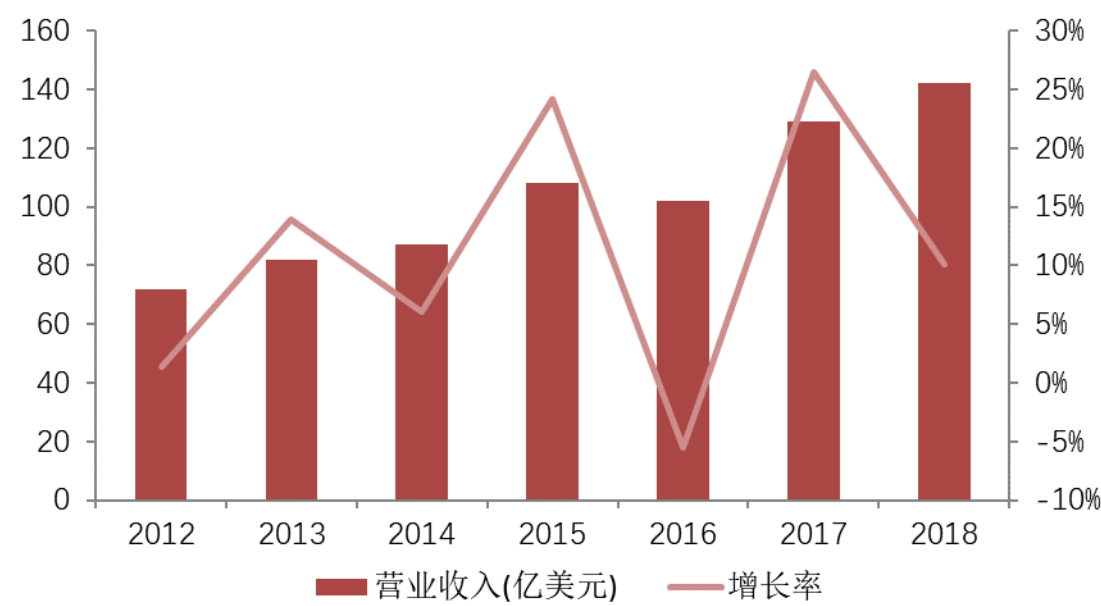


村田将世界上最小的^{*1}铁氧体磁珠噪声滤波器BLMME系列商品化, 有助于缩小尺寸, 提高性能, 可应用于物联网和可穿戴设备。

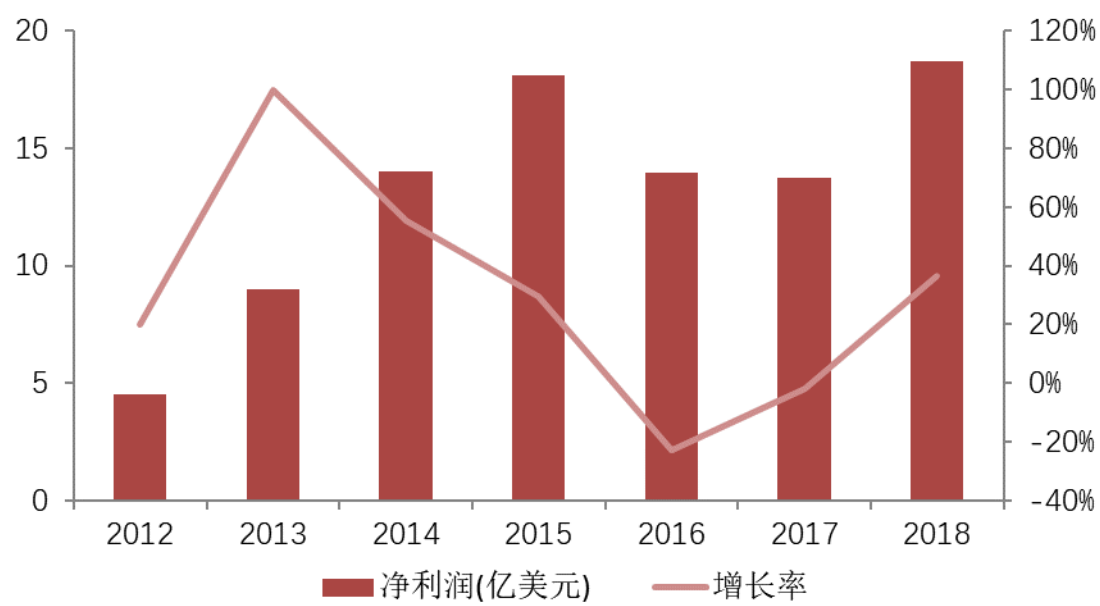
Murata：营收稳步增长，成本控制显著

- 受益于汽车电子市场的复苏，Murata的电容器、锂电池等汽车零部件销量实现大幅度增长，2018财年营收142亿美元，同比增长10%。
- 在营收稳步增长与成本费用有效控制的双重驱动下，Murata2018财年归母净利润18.7亿美元，同比增长36.4%。

Murata营收及同比增速（亿美元）



Murata归母净利润及同比增速（亿美元）



射频开关市场海外垄断，国产化空间大

全球射频开关龙头



国产射频开关领先者

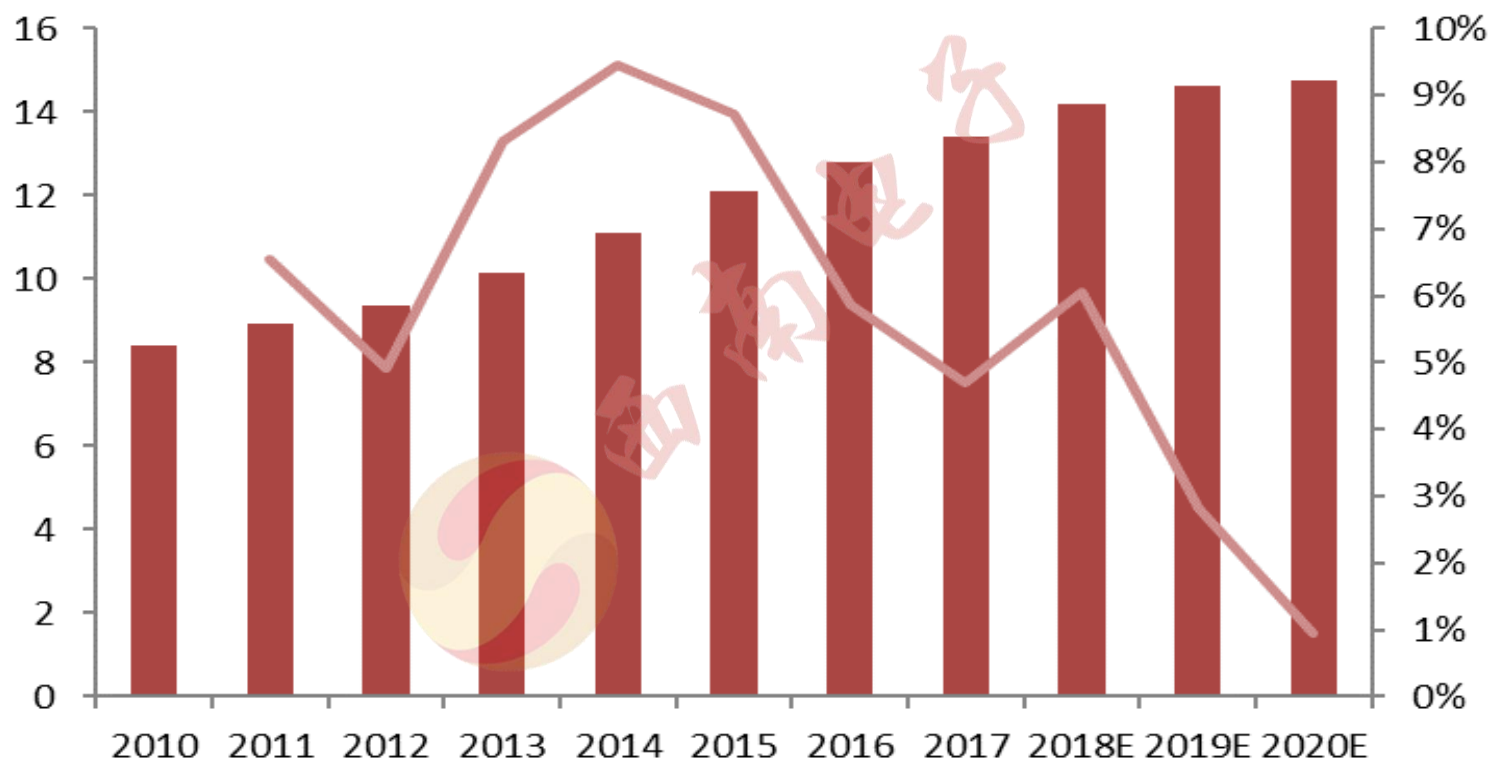


- 射频开关行业相对集中，制造商大多在北美、欧洲和亚太地区。以2016年为例，亚太地区的产值占全球总产值的62.2%以上。
- 目前RF开关的主要市场被海外公司占领，主要包括Skyworks、Qorvo、博通、恩智浦、英飞凌、Murata等，这些主要玩家仍在不断进行生产技术创新来提高行业壁垒。Skyworks是全球射频开关市场的领先厂商，营收占全球比重为22.6%。
- 国内的公司则有锐迪科、卓胜微、唯捷创芯、韦尔股份等。其中，卓胜微是国内射频前端芯片龙头，产品应用于三星、小米、华为、vivo、OPPO、联想、魅族、TCL。
- 总体来看，目前国内的RF开关技术还有待提高，国产化替代可期。

LNA将成基础器件，市场规模稳定增长

- 根据QYR Electronics Research Center的统计，2018年全球市场规模约14.2亿美元，随着5G商业化落地，智能手机中天线和射频通路的数量将显著增多，对射频低噪声放大器的数量需求会迅速增加，因此预计在未来几年将维持高增长，2023年将达到17.9亿美元。

全球低噪声放大器市场规模（亿美元）



数据来源：Global Radio Frequency Front-end Module Market Research Report 2017，西南证券整理



- 主营：射频模组、PA、射频开关
- 营收：39亿美元
- 市占率：PA：43%；开关：22%



- 主营：PA和BAW滤波器
- 营收：31亿美元
- 市占率：PA：25%；BAW 8%



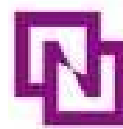
- 主营：BAW滤波器、PA
- 营收：208亿美元
- 市占率：BAW：87%；PA：25%



- 主营：SAW滤波器
- 营收：129亿美元
- 市占率：SAW：50%



- 国内射频厂商均为Fabless模式，目前主要集中在开关、LNA等技术壁垒较低的器件。

 紫光展锐

 Maxscend


HunterSun
漢天下



三安光电
San'an Optoelectronics

- 主营：开关、PA、LNA
- 营收：110亿元
- 射频开关、PA、LNA实现量产。滤波器已完成初步布局。

- 主营：开关、LNA
- 营收：5.6亿元
- 下游客户覆盖三星、小米、vivo、OPPO、华为等。

- 主营：PA
- 营收：5.2亿元
- 客户覆盖三星、中兴、TCL 等。

- 主营：化合物半导体
- 营收：83.6亿元
- 砷化镓器件批量出货，氮化镓器件与滤波器进入验证。

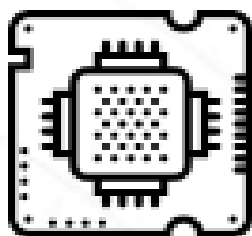
紫光展锐——国内射频模组领头羊



国产射频利剑—紫光展锐

- 紫光展锐是紫光集成电路产业链中的核心企业，自成立以来致力于**移动通信和物联网领域核心芯片的自主研发及设计**，产品涵盖涵盖多频段宽带功率放大器、传输模块、WIFI FEM，支持CAT0、CATM1和CATNB1的物联网前端模块，T/R开关，以及低通滤波器。

紫光展锐主营模块



移动芯片组



射频前端



物联网解决方案



应用技术

紫光展锐手机SoC产品

2019年		2020年
4G	5G	4G/5G
● Snapdragon 855 (2018/12发布) ● Snapdragon 712/730/730G ● Snapdragon 665	● 5G Modem X55 (Sub-6GHz & mmWave)	● 5G SoC (预计2018/12发布)
● P65	● 5G Modem M70 (Sub-6GHz)	● 5G SoC (预计第一季量产)
● SC9863A ● T310	● 春藤510 (Sub-6GHz)	● 第一季发布新一代4G SoC ● 第四季预计发布5G SoC

展讯+锐迪科=紫光展锐



- **展讯主攻 2G/3G/4G/5G 移动通信基带芯片的自主研发与设计。**公司的主要产品为基带处理器和CMOS射频收发器。

- **锐迪科则是专注致力于物联网领域核心技术的研发。**锐迪科旗下有三大产品线：第一为移动电话通信支持芯片，包括功率放大器、转换器和接收器；第二为广播通信芯片，包括调频FM、机顶盒射频接收、移动电视信号接收器和调谐器、卫星电视高频头；第三为无线数据连接芯片，包括蓝牙、蓝牙和 FM 二合一、Wi-Fi、蓝牙和 FM 三合一、无线步话机。

- **紫光集团自2013年17.8亿美元收购展讯，2014年9.1亿美元收购锐迪科，紫光展锐由此诞生。**
- 展讯和锐迪科在产品线上有所互补，紫光展锐可以享受并购后的协同效用。2016年展讯出货量6亿颗，锐迪科出货量2亿颗，合并后**紫光展锐全年出货量8亿颗，营收近20亿美金，成为全球第十的芯片设计公司。**

数据来源：紫光展锐，西南证券整理

布局六大领域，多项技术创新

5G



紫光展锐原型机采用准芯片级架构5G终端原型机Pilot V2，支持5G灵活空口设计特性的新型终端基带/射频架构，支持Sub-6GHz频段，8*8MIMO和载波聚合，集成多核处理器、高速信号处理FPGA阵列，具备多元灵活可重配置能力，可以满足5G对高吞吐率、低时延及灵活性的验证需求。

NB-LOT



展锐春藤8909B——全球唯一高集成度单芯片的NB-IoT/GSM双模方案；展锐春藤8908A——高集成度的NB-IoT单模单芯片。

AR

芯片平台 (模组)	定点场景	
	业务时延	功耗
高通 MDM9206	★★★★	★★★
海思 Boudica150	★★★★	★★★★☆
联发科技 MT2625	★★★★☆	★★★★☆
中兴微 RoseFinch7100	★★★☆☆	★★★★★
紫光展锐 8908A	★★★★★	★★★★

紫光展锐的AR手机方案实现了基于AR+手势的人机交互方法，限制条件少，CPU占用低，不仅可在高端手机上流畅运行，对普及型手机同样具有极强的适配性和稳定性。

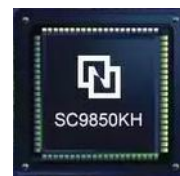
布局六大领域，多项技术创新

AI



人工智能AI芯片紫光展锐**SC9863**基于深度神经网络学习可以自动识别拍照场景，支持13种场景识别，**相较于无AI加速平台运算性能提升4倍。**

自主
通用
CPU



紫光展锐发布的SC9850KH是我国首款采用自主内核的通用型CPU，支持3D图形加速、1600万像素摄像头、1080P高清显示。

无线
连接



展锐推出的**Marlin3无线连接芯片**是目前国内公开市场唯一的11ac2x2、BT5、GNSS多模、FM四合一芯片，支持最先进的IEEE 802.11ac 2x2 MU-MIMO，符合Wi-Fi VHT R2规范；支持蓝牙5，五模GPS/Galileo/Glonass/北斗/北斗三代等多种最先进的标准。

中科汉天下——国内射频PA优秀厂商



国产功放放大器先行者—汉天下电子

- 汉天下电子是**中国领先的射频前端芯片和射频SoC芯片的供应商**，主要产品为面向手机终端的2G/3G/4G全系列射频前端芯片、面向物联网的无线连接芯片，支持高通、联发科、展讯、英特尔等基带平台，**每年芯片的出货量达7亿颗。**

汉天下三大产品线



汉天下产品发展历程

2013/04	推出国内首款单芯片CMOS GSM射频前端芯片，单月销售突破2000万颗
2014/02	发布全系列3G PA/射频前端产品;
2015/07	3G系列产品单月出货量超过800万套，占有率国内第一；单月出货量达到6000万颗，远超国内其他竞争对手
2016/06	发布全球首款商用量产的支持GSM/EDGE/TD-SCDMA/TD-LTE 的多模多频CMOS工艺PA
2017/02	RF PA通过三星电子认证；4G三模/五模射频前端套片通过合作基带平台厂商的认证
2018/12	应用于2G/3G/4G终端的芯片6年累计销售量超过27亿颗；应用于蜂窝物联网模组的芯片全年累计销售量超过5000万颗

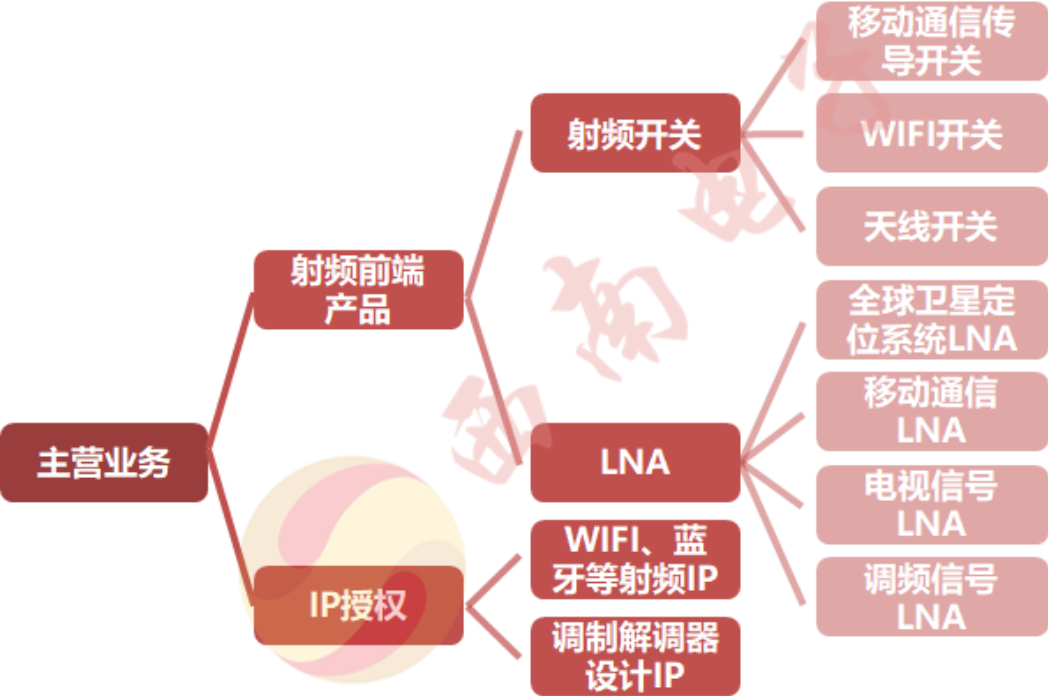
卓胜微电子——国内射频开关领先厂商

MAXSCEND

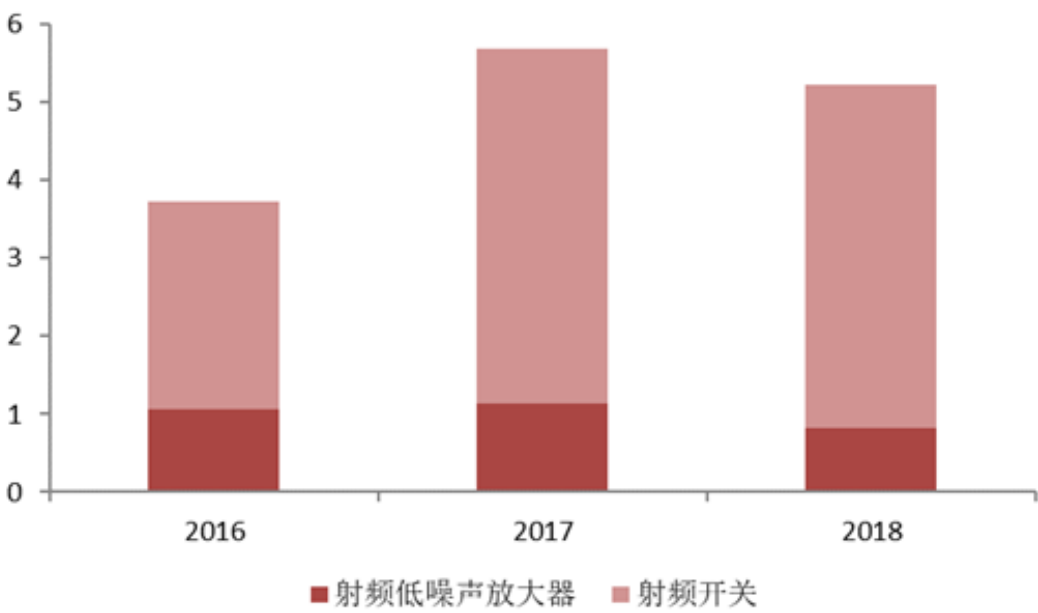
国产射频开关的领导者:卓胜微电子

■ **卓胜微电子是国内领先的射频前端芯片设计企业，主营射频开关、射频低噪声放大器等射频前端芯片产品**，是业界率先基于RF CMOS工艺实现了射频低噪声放大器产品化的企业之一，是国际上先行推出集成射频低噪声放大器和开关的单芯片产品的企业之一，发明了拼版式集成射频开关的方法，极大地缩短了射频开关的供货周期、提高了备货能力。目前产品的应用领域主要包括通信与互联网，下游客户覆盖了三星、小米、华为等消费电子巨头。

卓胜微主营业务结构



卓胜微2016-2018分业务收入（亿元）

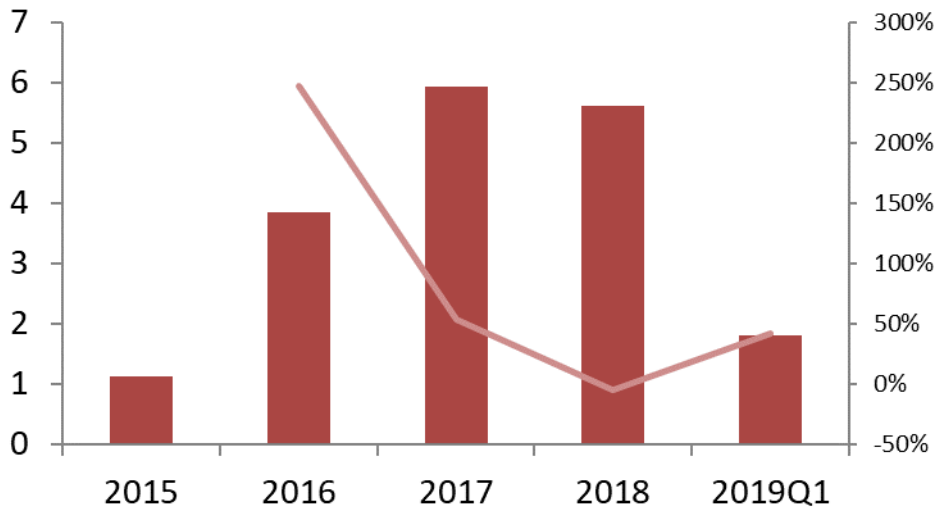


数据来源：卓胜微电子招股说明书，西南证券整理

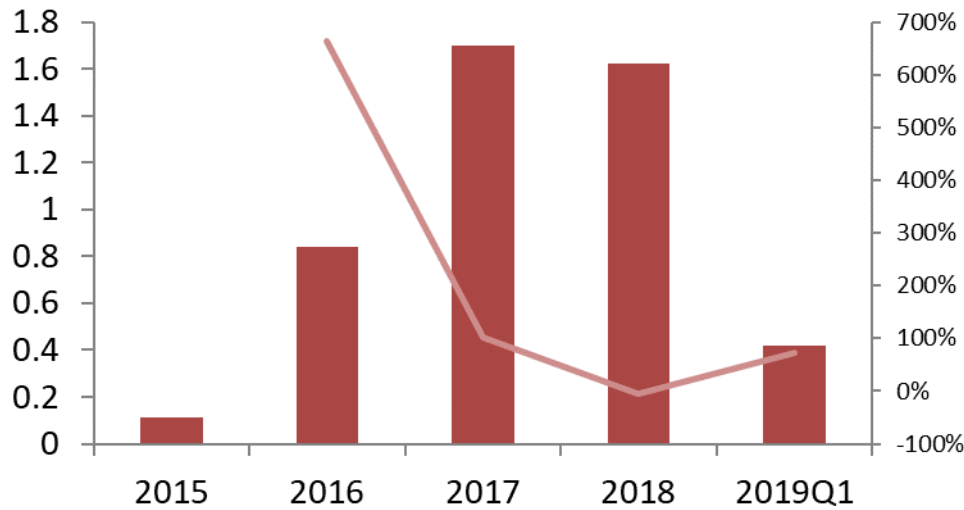
国产射频开关的领导者:卓胜微电子

- **营业收入经历小幅下滑后恢复高速增长。**2015-2017年公司营业收入分别为1.1亿元、3.8亿元、5.9亿元，CAGR达131%，2018年营收5.6亿元，同比下降5.4%，2019年Q1营收为1.8亿元，同比增长41.97%。
- **2018年业绩小幅下滑的主要原因：**1.已导入产品的销售数量下降。2. 2018年三星对供应商采购总金额下滑，其中对中低端产品的采购比例增加。3.同型号芯片产品在推出后，随着市场竞争日趋激烈，单价逐步下降。
- **2019年业绩大幅提升的主要原因：**1.三星恢复新品导入，大幅提振下游需求。2.公司积极开发华为、OPPO、vivo等客户，国内订单显著放量。

卓胜微2015-2018年营收及增速（亿元）



卓胜微2015-2018年归母净利润及增速（亿元）

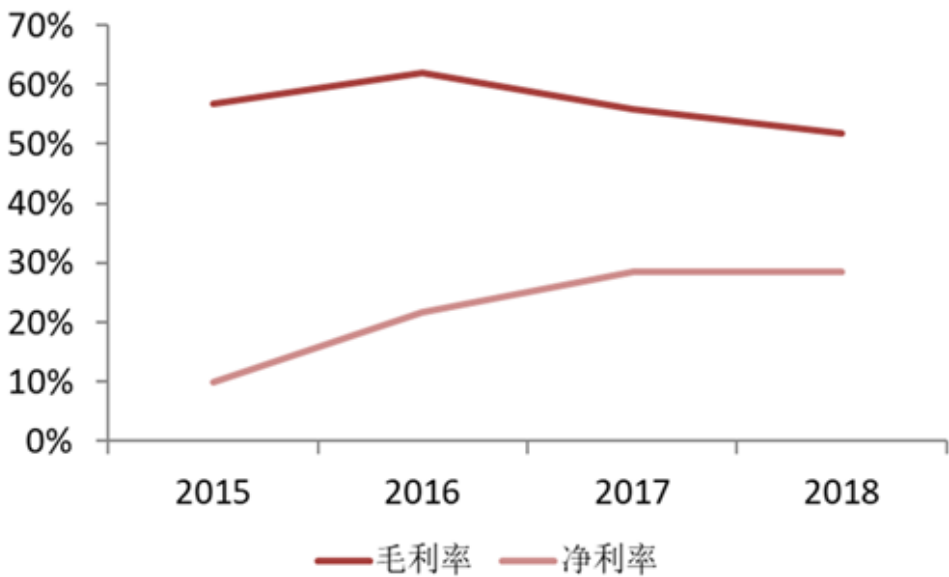


数据来源：卓胜微电子招股说明书，西南证券整理

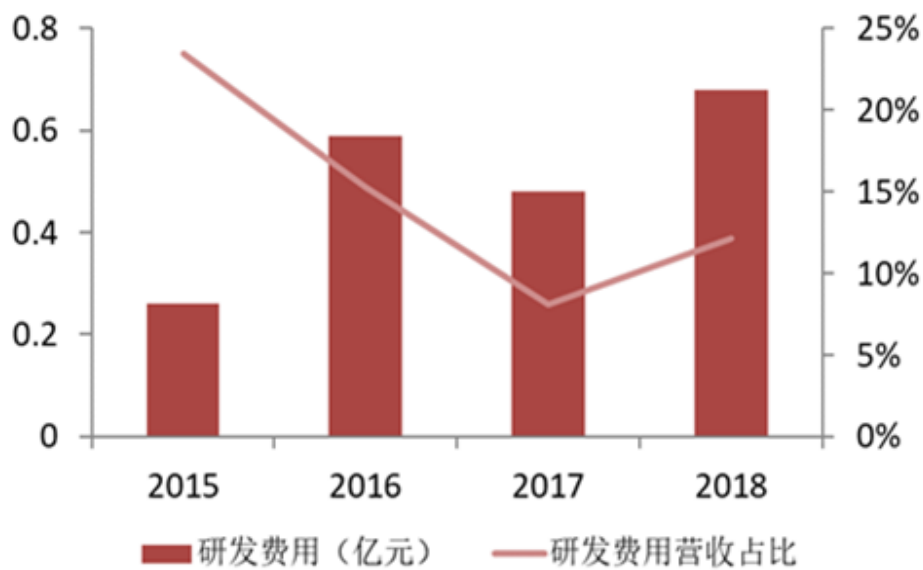
国产射频开关的领导者:卓胜微电子

- 毛利率略有下降，净利率保持较高水平。 2016-2018年，公司毛利率分别为62.1%、55.9%、51.7%，处于行业领先水平。毛利率下降主要是由于同型号产品竞争激烈导致产品单价下降。
- 公司2016-2018年净利率分别为21.9%、28.6%、28.6%，保持较高水平，这主要得益于公司较强的技术创新与供应链管理能力和，在技术创新方面：公司通过自主研发的拼版式集成射频开关，缩短了射频开关供货周期、提高了备货能力；在供应链管理方面：由于公司业务规模扩大，采购金额提升，公司与上下游的议价能力增强。

卓胜微2015-2018年毛利率及净利率



卓胜微2015-2018年研发费用及占比 (亿元)



数据来源：卓胜微电子招股说明书，西南证券整理

布局滤波器与功率放大器，提高产业链集成度

- **布局滤波器与功率放大器，提高产业链集成度。**公司募投的8.3亿资金中将有4.7亿元用于滤波器及模组研发，2.5亿用于功率放大器及模组研发。
- 基于公司已有的射频低噪声放大器、射频开关产品技术，提供集成化的射频前端芯片模组，将大大增强公司技术能力的全面性和解决方案的完整性。

卓胜微募投项目表

序号	项目名称	项目投资总额 (亿元)	拟投入募集资金 (亿元)
1	射频滤波器芯片及模组研发及产业化项目	4.66	4.05
2	射频功率放大器芯片及模组研发及产业化项目	2.55	2.55
3	射频开关和LNA技术升级及产业化项目	1.69	1.69
4	面向IOT方向的Connectivity MCU研发及产业化项目	1.76	-
5	研发中心建设项目	1.39	-
合计		12.06	8.29

数据来源：卓胜微电子招股说明书，西南证券整理

射频前端的功能与构成

射频前端市场规模与格局

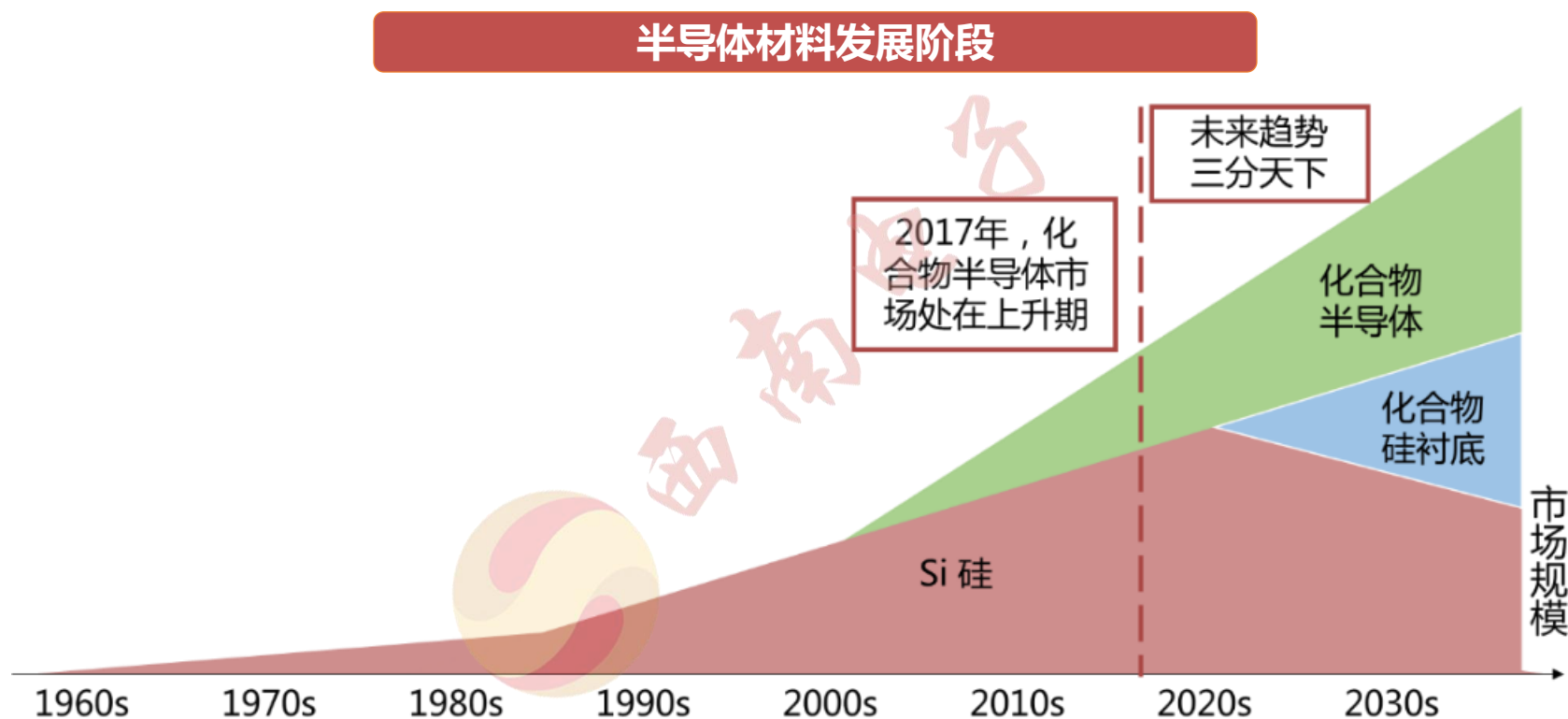
射频材料市场规模与格局

5G落地带来射频行业增量

射频行业未来发展趋势

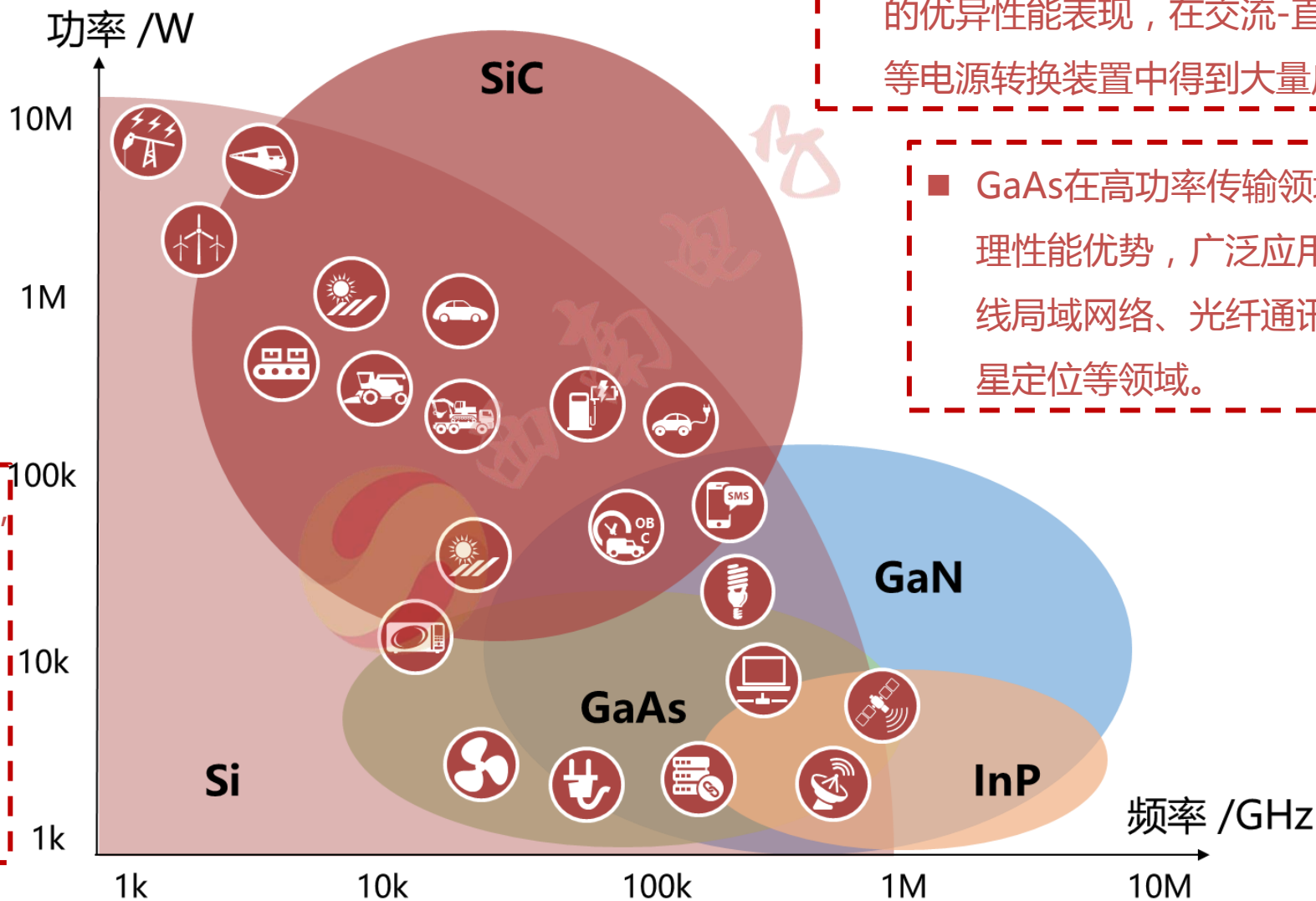
化合物半导体成为新一代射频材料

- 半导体材料共经历了三个发展阶段：第一阶段是以Si、Ge为代表的第一代半导体材料；第二阶段是以GaAs、InP等化合物为代表的第二代半导体材料；第三阶段是以GaN、SiC、ZnSe等宽禁带半导体材料为主的第三代半导体材料。
- 第三代半导体材料具有较大的禁带宽度，较高的击穿电压，耐压与耐高温性能良好，因此更适用于制造高频、高温、大功率的射频器件。



数据来源：Yole，西南证券整理

化合物半导体凭借优异性能得到广泛应用



■ 在高频大功率领域，传统硅制程存在高频损耗、低崩溃电压、讯号隔离度不佳、低输出功率等缺点。

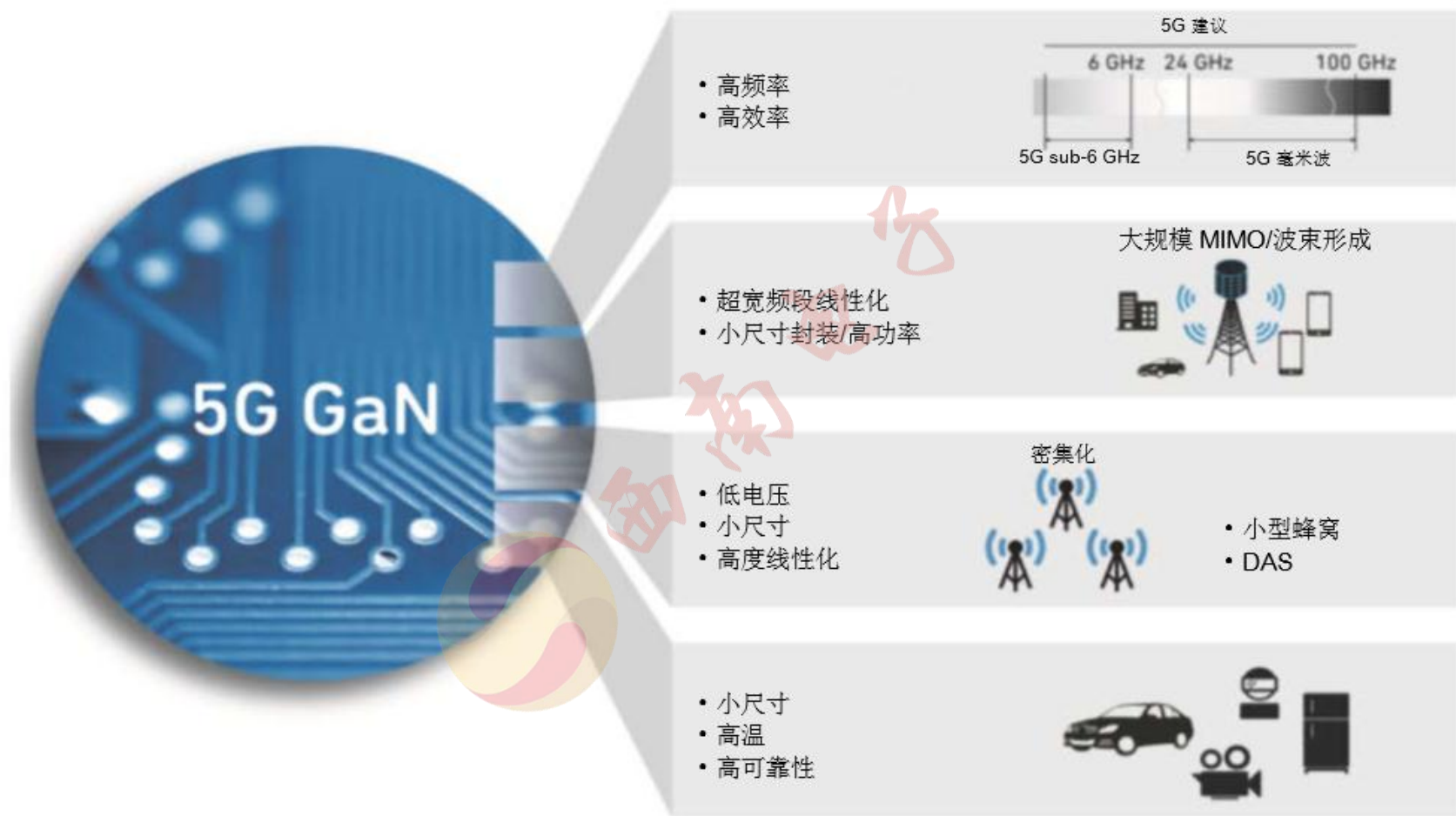
■ SiC因其在高温、高压、高频等条件下的优异性能表现，在交流-直流转换器、等电源转换装置中得到大量应用。

■ GaAs在高功率传输领域具有优异的物理性能优势，广泛应用于手机电话、无线局域网络、光纤通讯、卫星通讯、卫星定位等领域。

■ GaN具有低导通损耗、高电流密度等优势，可显著减少电力损耗和散热负载。迅速应用于变频器、稳压器、变压器、无线充电等领域。

氮化镓：最具增长潜质的化合物半导体

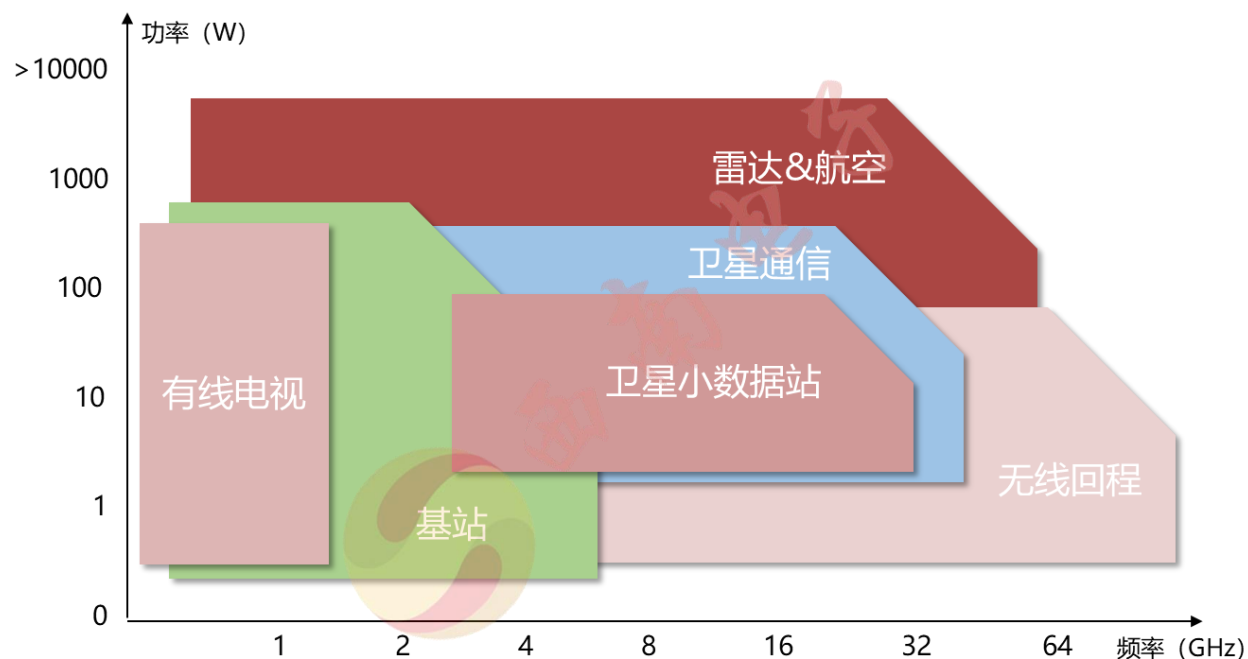
- 氮化镓（GaN）是未来最具增长潜质的化合物半导体，与GaAs和InP等高频工艺相比，氮化镓器件输出的功率更大；与LDCMOS和SiC等功率工艺相比，氮化镓的频率特性更好。



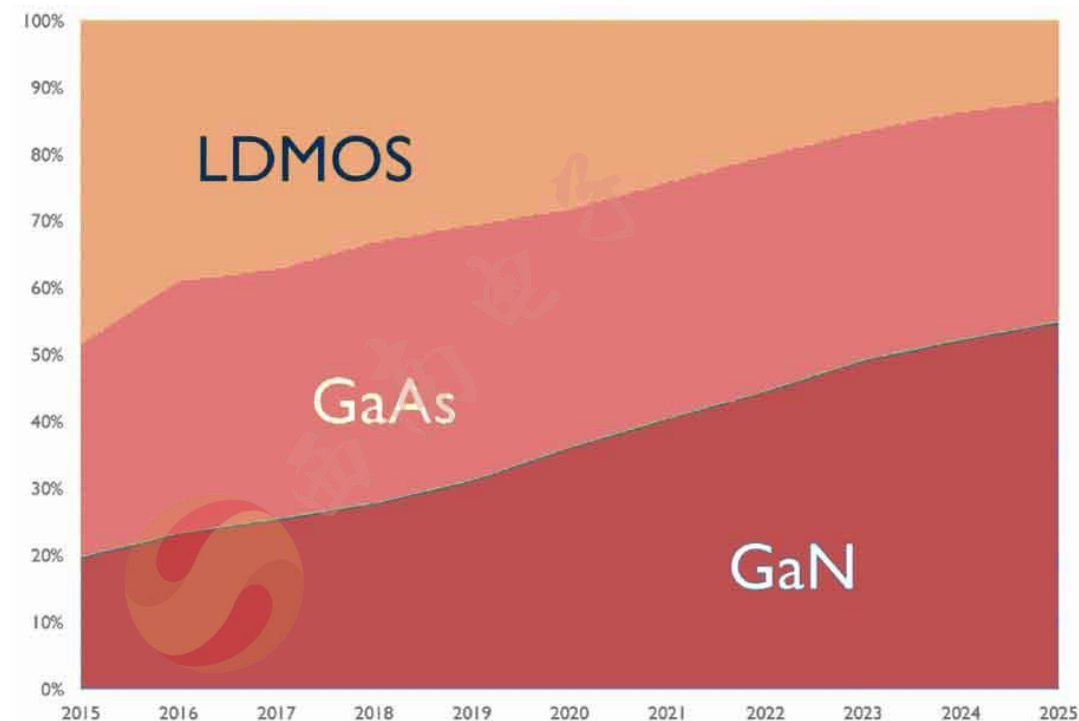
氮化镓：最具增长潜质的化合物半导体

- 根据Yole 估计，大多数Sub 6GHz 的蜂窝网络都将采用氮化镓器件，因为 LDMOS 无法承受如此之高的频率，而砷化镓对于高功率应用又非理想之选。同时，由于较高的频率会降低每个基站的覆盖范围，需要安装更多的晶体管，因此市场规模将迅速扩大。
- GaN器件收入目前占整个市场20%左右，到2025年将占到50%以上。

氮化镓下游应用市场情况



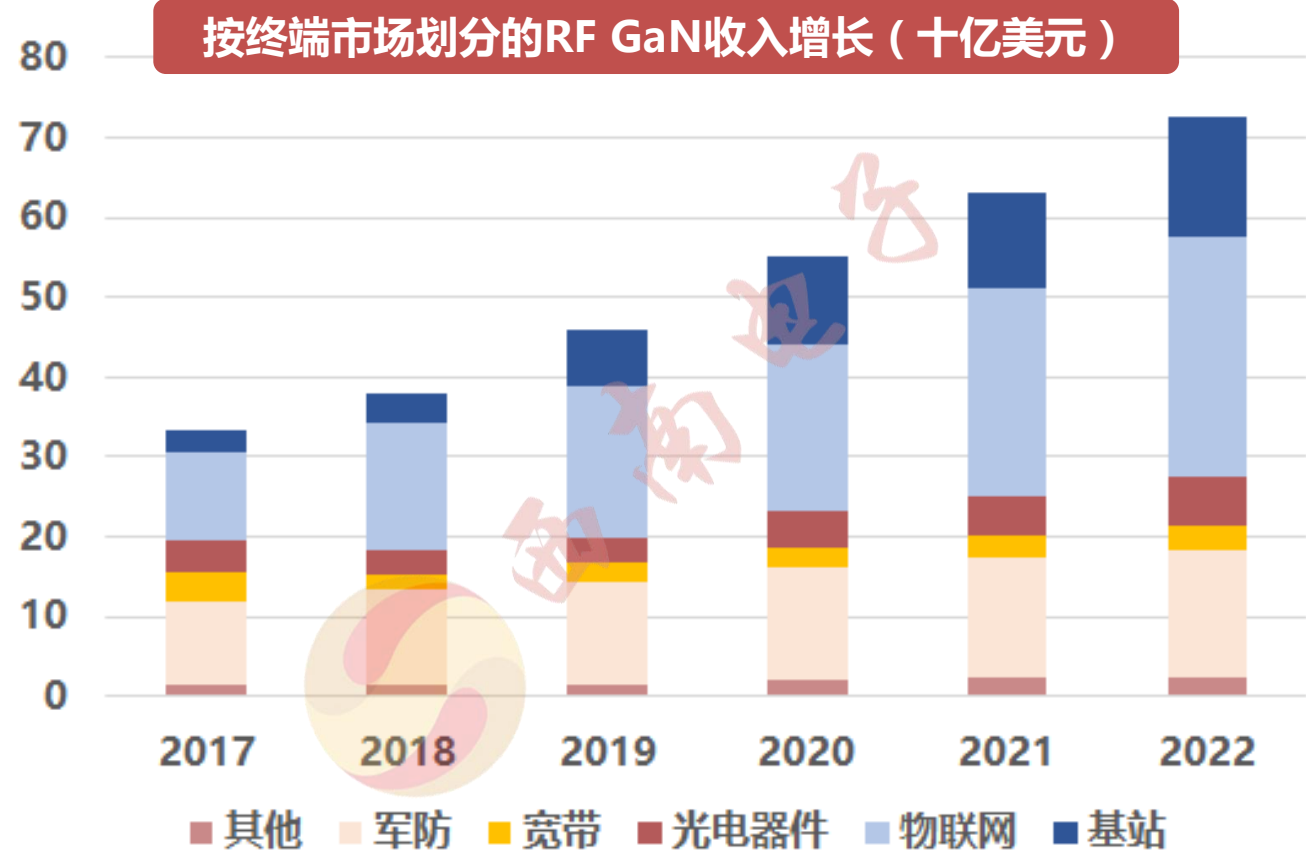
不同材料的市场份额走势



数据来源：Yole，西南证券整理

氮化镓：最具增长潜质的化合物半导体

- 随着5G高频通信的商业化，GaN将在电信宏基站、真空管在雷达和航空电子应用中占有更多份额。
- GaN HEMT已经成为未来较大基站功率放大器的候选技术。全球每年新建约150万座基站，未来5G网络还将补充覆盖区域更小、分布更加密集的微基站，对GaN器件的需求量将大幅增加。此外，国防市场在过去几十年里一直是氮化镓开发的主要驱动力，目前已用于新一代空中和地面雷达。

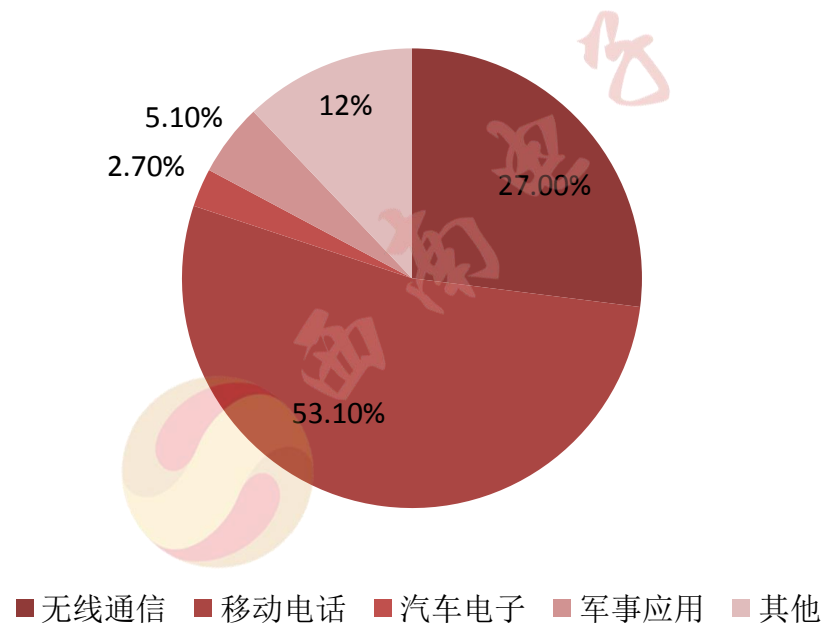


数据来源：Qorvo，西南证券整理

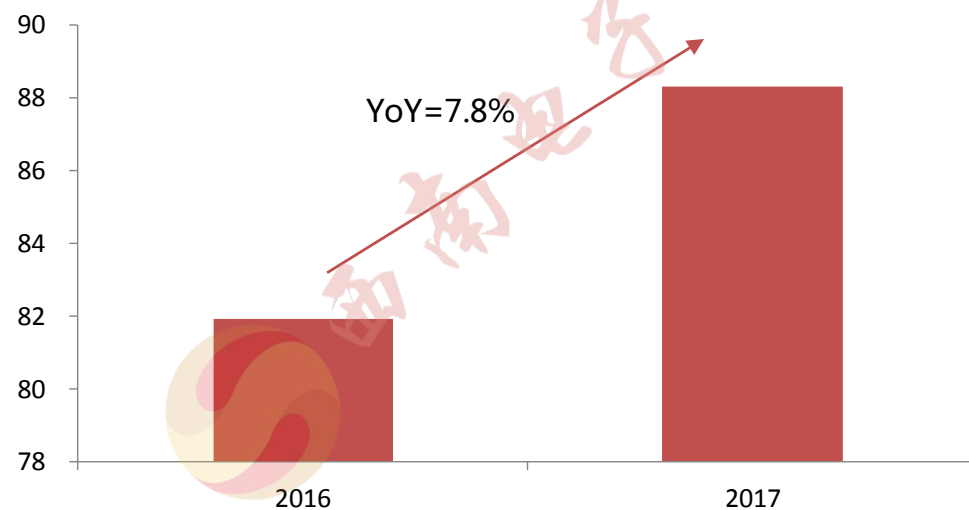
砷化镓：手机PA应用市场稳定

- GaAs作为最成熟的化合物半导体之一，是每部智能手机中功率放大器（PA）的基石。根据Strategy Analytics数据，2017年全球砷化镓元件市场总产值约88.3亿美元，同比增长7.8%。
- 由于GaAs具有载波聚合和多输入多输出技术所需的高功率和高线性度，GaAs仍将是6 GHz以下频段的主流技术。除此之外，GaAs在汽车电子、军事领域方面也有一定的应用。

砷化镓下游市场情况



2016-2017年砷化镓晶圆代工市场（亿美元）



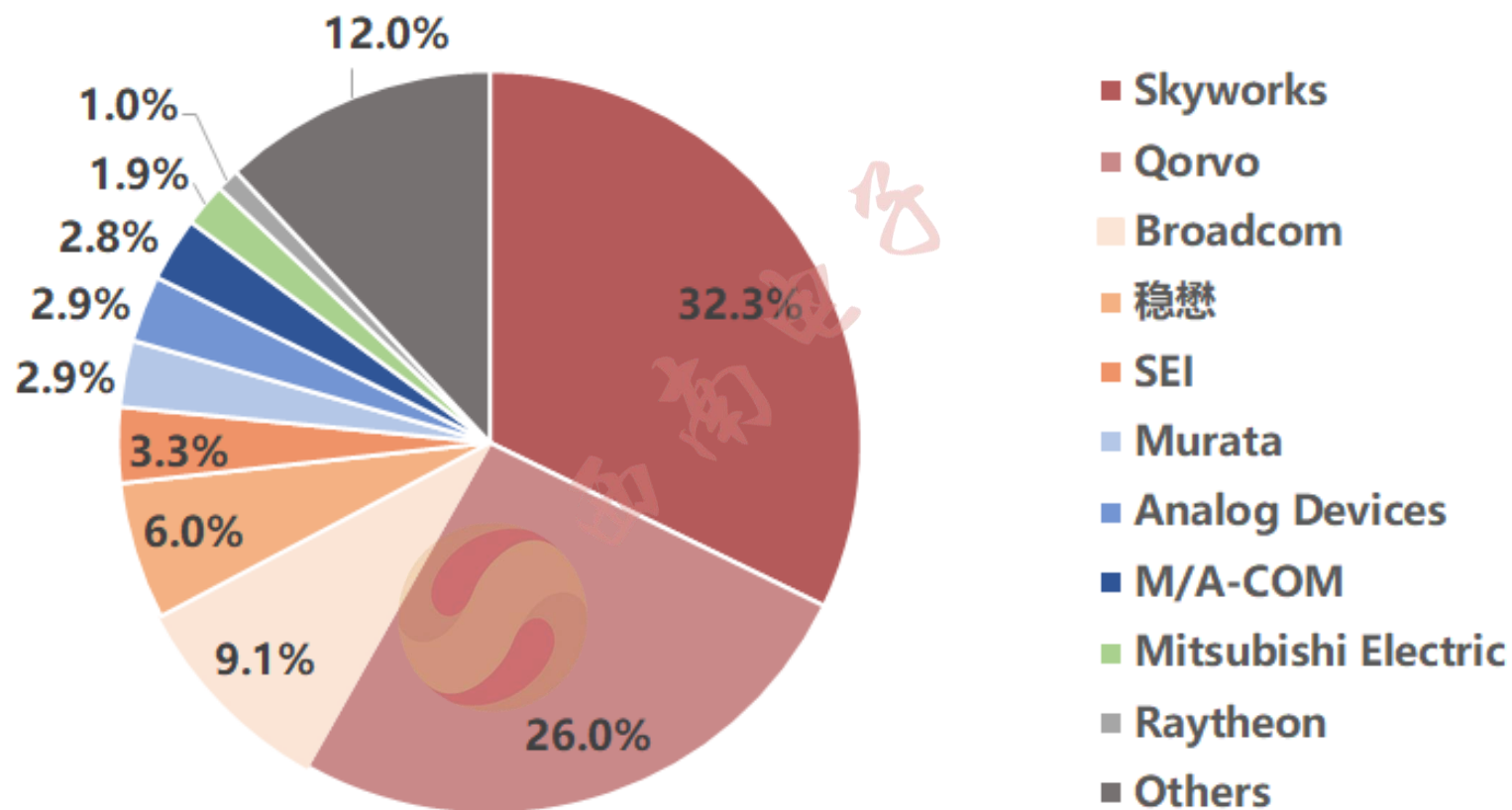
■ 全球砷化镓元件市场（亿美元）

数据来源：Strategy Analytics，西南证券整理

砷化镓：市场集中度较高

- 2018年全球砷化镓元件市场（含IDM厂组件产值）总产值约为88.7亿美元，达到历史新高，前四大厂商占比达到73.4%，分别为Skyworks（32.3%）、Qorvo（26%）、Broadcom（9.1%）、稳懋半导体（6%）。

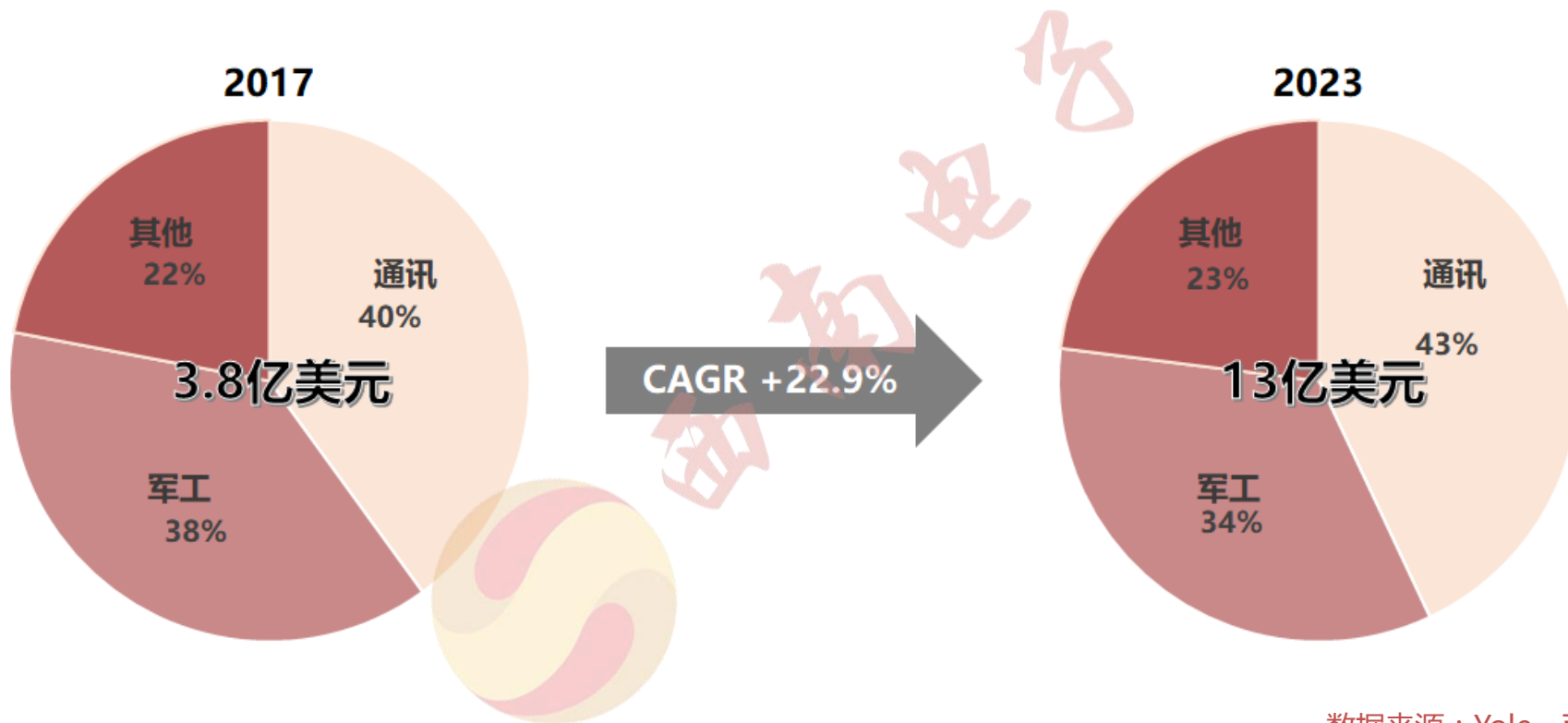
2016-2017年砷化镓元件市场格局



射频氮化镓市场快速增长

- RF GaN市场在过去几年中经历了令人瞩目的增长，并已经改变了RF功率行业。根据Yole数据，2017年RF GaN市场规模约3.8亿美元，预计2023年达13亿美元，主要应用领域为无线基础设施、国防军工、有线电视系统等。

GaN下游市场及市场规模演变情况



氮化镓射频器件供应商

- 在GaN射频器件领域，顶级供应商包括日本住友电工（SEDI）、美国科锐（Cree/Wolfspeed）和Qorvo、韩国艾尔福（RFHIC）等。化合物半导体代工厂包括稳懋半导体（Win Semi）、三安光电等。

全球氮化镓射频器件主要供应商



Cree——化合物半导体射频器件新秀

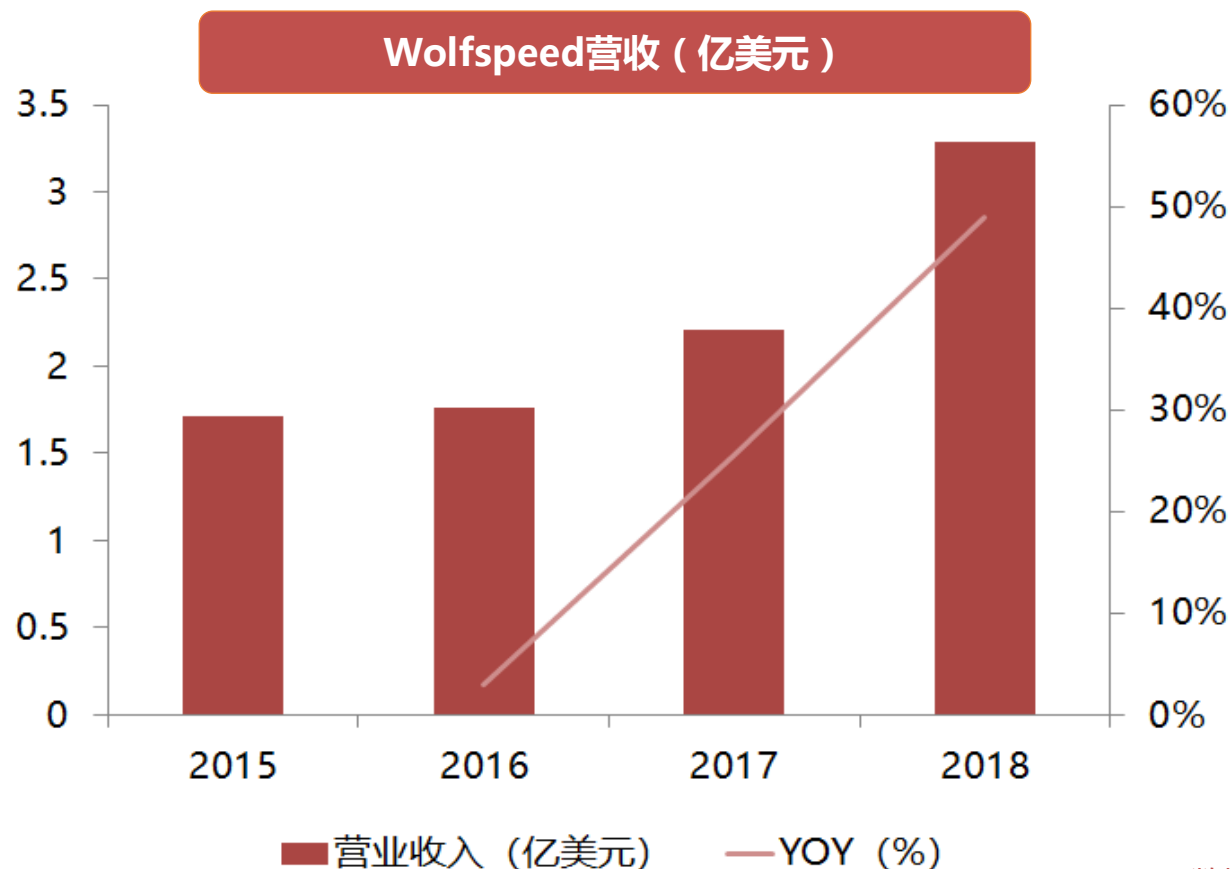
The Cree logo consists of the word "CREE" in a bold, blue, sans-serif font. The letters are stylized with horizontal lines passing through them, giving it a high-tech or electronic appearance.The Wolfspeed logo features a stylized blue lightning bolt or arrow pointing to the right, positioned above the word "Wolfspeed" in a blue, italicized serif font. A small "TM" trademark symbol is at the end of the word.

*Wolfspeed*TM

A CREE COMPANY

Cree: 化合物半导体器件后起之秀

- **Cree收购Wolfspeed进军射频器件。**2018 年，Cree 以 3.5 亿欧元收购英飞凌 RF 部门，英飞凌为 LDMOS 放大器主要供应商，同时拥有 GaN-on-SiC/Si 器件生产能力。收购完成后，Cree 将成为全球最大的 GaN 射频器件供应商。Cree 除自身生产 GaN 射频器件外，还拥有 GaN 代工生产能力。Wolfspeed 现主要有电力器件、RF 器件及材料三大业务。



数据来源：Cree官网，西南证券整理

Cree: 化合物半导体器件后起之秀

- 射频放大器产品种类合计 81 个，频率涵盖范围从0.5GHz 到 6.0GHz，主要应用于 5G 基站。此外，Cree 拥有众多低功率 GaN 射频产品，平均功率为 10W 以下，主要应用于 WiMax 和 BWA，未来有望于在小基站领域应用。

CreeGaN射频产品目录

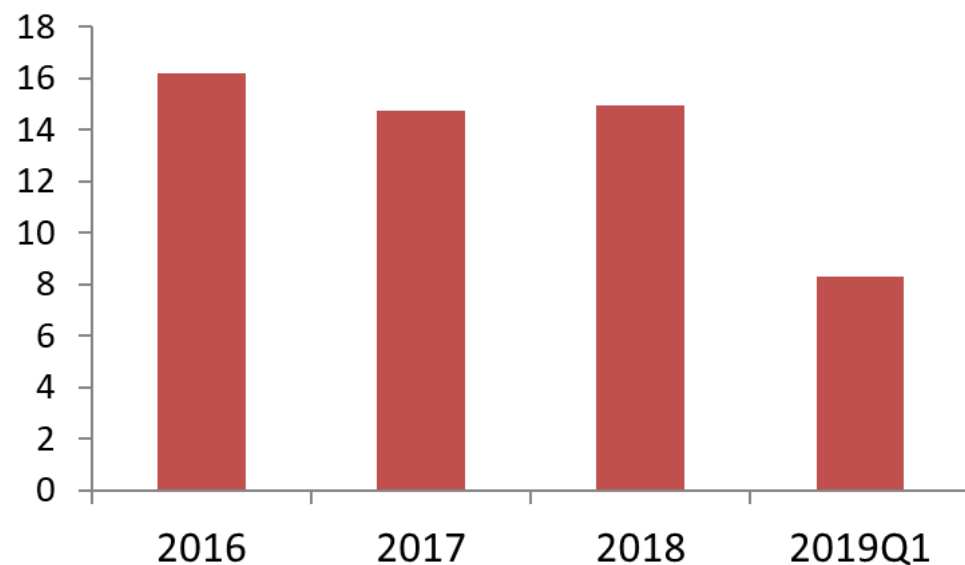
产品型号	频率 (GHz)	峰值功率 (W)	平均功率 (W)	增益 (db)	效率 (%)	使用领域
GTRA364002FC	3.3-3.9	400	50	13	40	蜂窝网
GTRA362802FC	3.3-3.9	280	44	13.5	45.5	蜂窝网
GTRA362002FC	3.3-3.9	200	29	13.5	42	蜂窝网
CGH55015F1	5.5-5.8	15	2.0	10.5	25	WiMax
CGH35030F	3.4-3.6	30	4.0	12	25	WiMax和 BWA
CGH35015	3.3-3.9	15	2.0	12	26	WiMax和 BWA
CGH35060F	3.3-3.6	60	8.0	12	25	WiMax和 BWA

数据来源：Cree官网，西南证券整理

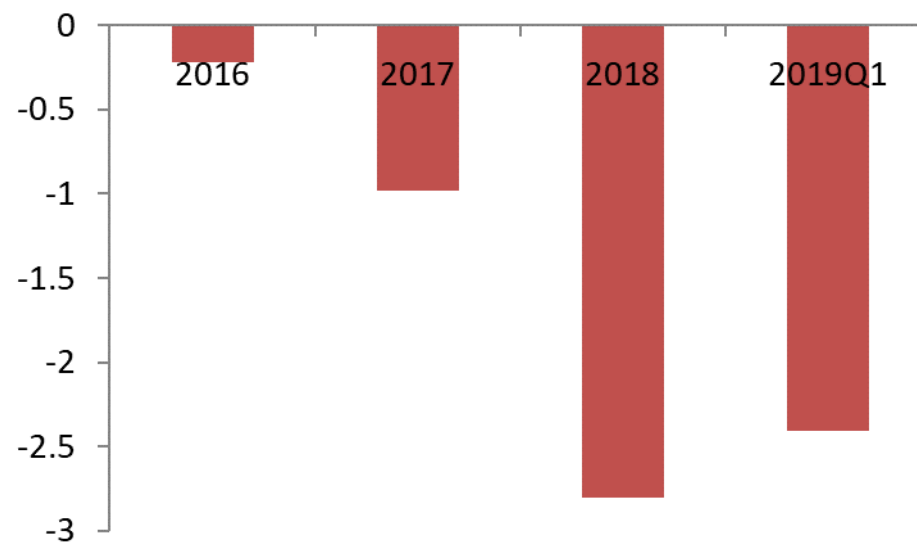
Cree: 化合物半导体器件后起之秀

- Cree营收保持稳定增长，2018年营收14.9亿美元。净利润19年Q1亏损2.4亿美元，亏损幅度有所减小。未来有望凭借射频业务打开新增长点。

Cree 2016-2019/03营业收入（亿美元）



Cree 2016-2019/03净利润（亿美元）



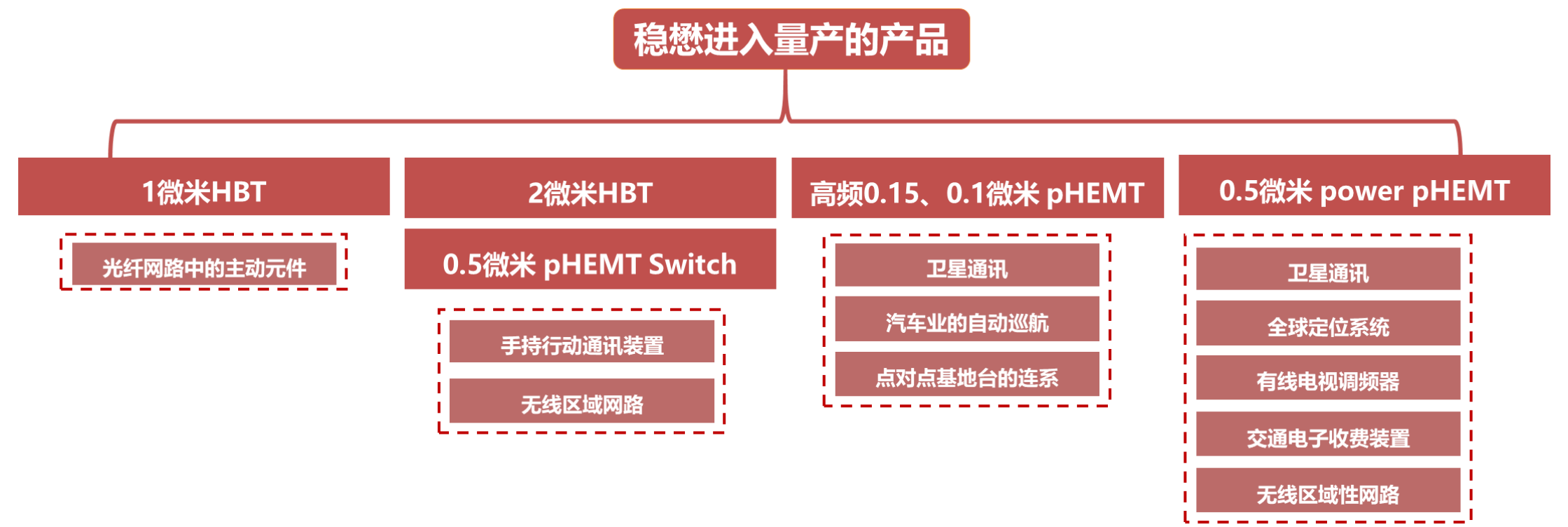
数据来源：Wind，西南证券整理

稳懋——全球领先的化合物半导体代工厂



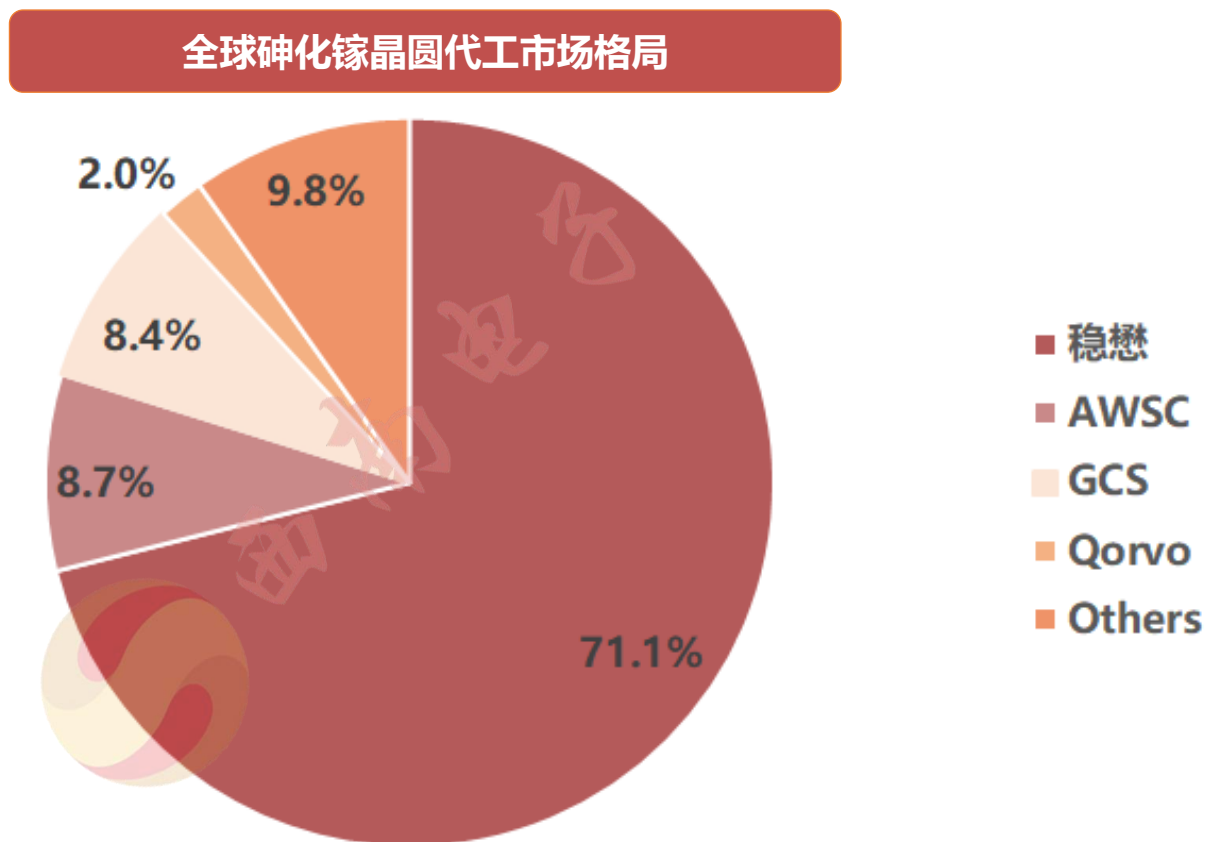
稳懋：全球领先的化合物半导体代工厂

- 稳懋成立于1999年10月，目前是全球最大砷化镓晶圆代工厂，也是亚洲首座以六寸晶圆生产砷化镓微波通讯晶片的晶圆制造商。
- 公司主要从事砷化镓射频器件晶圆代工业务，产品应用于高功率基地台、低噪声放大器（LNA）、射频开关（RF Switch）、功率放大器（PA）与雷达系统上。



稳懋：全球领先的化合物半导体代工厂

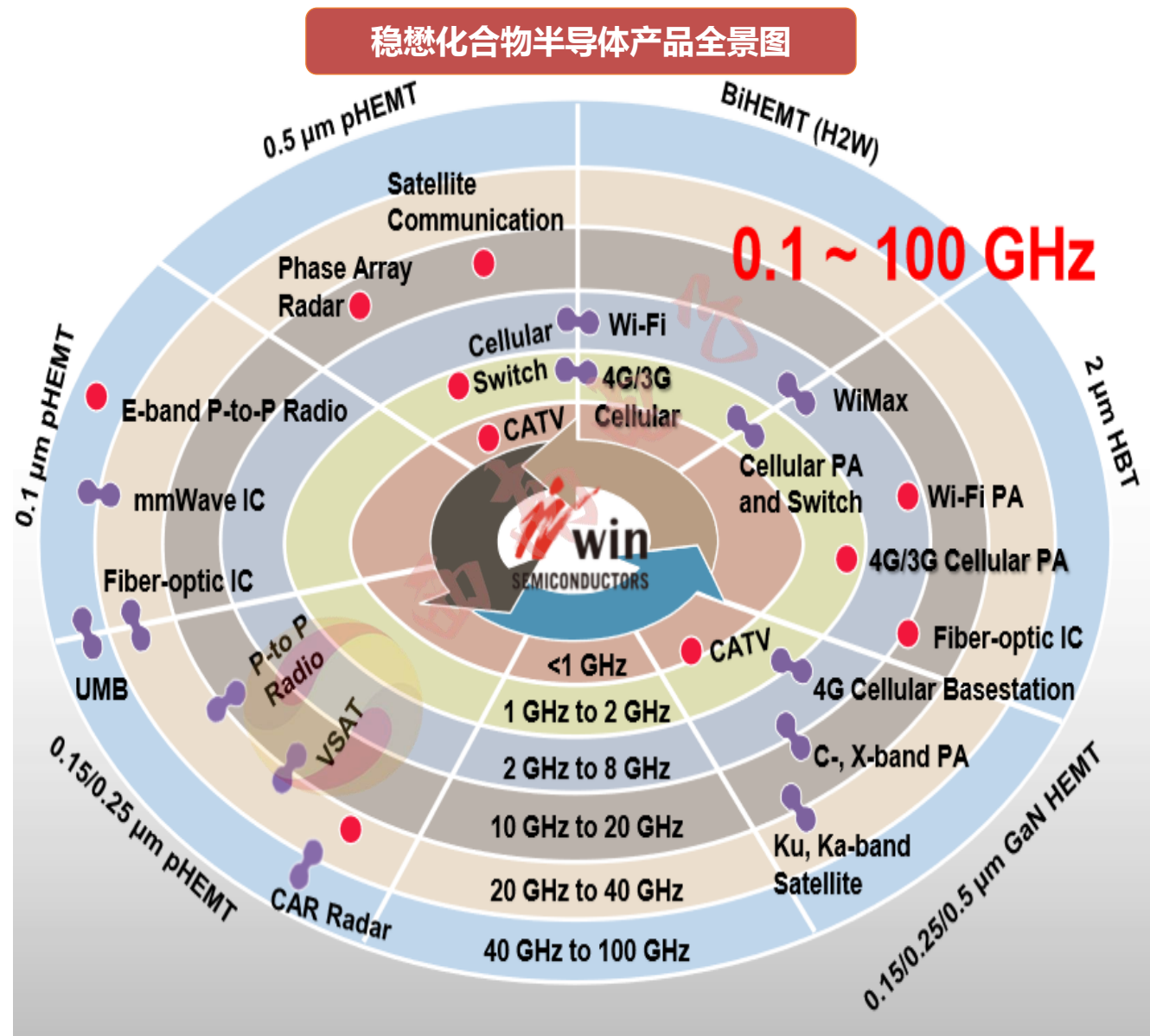
- 2018年砷化镓晶圆代工市场规模为7.5美元，其中稳懋半导体2018年市占率为71.1%，为全球第一大砷化镓晶圆代工半导体厂商。



数据来源：Strategy Analytics，西南证券整理

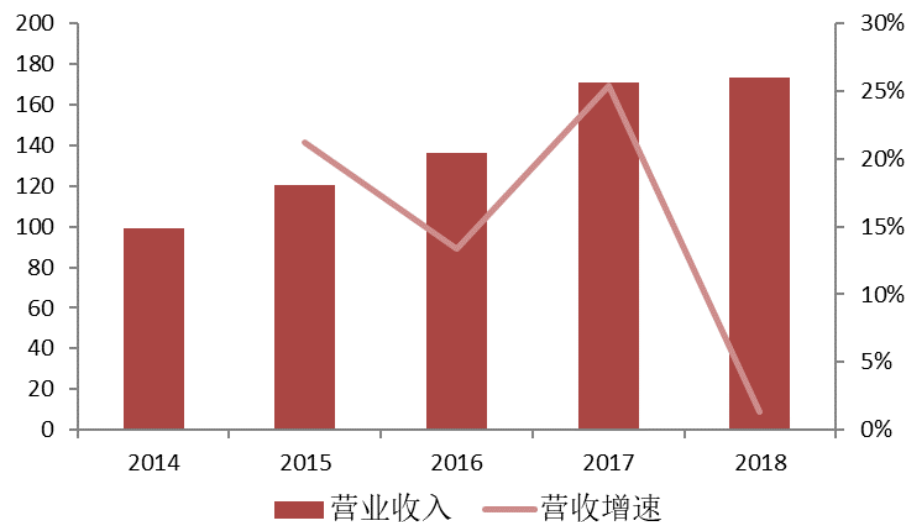
稳懋半导体：化合物半导体元件广泛布局

- 稳懋III-V族化合物半导体元件具有优异的高频特性，长期以来被视为太空科技的无线领域应用首选。随着商业上宽频无线通讯及光通讯的爆炸性需求，化合物半导体制程技术更广泛的被应用在高频、高功率、低杂讯的无线产品以及光电元件如雷射及发光二极管体产品中。
- 针对技术广度而言，主要化合物半导体材料的使用，从砷化镓扩展至氮化镓，符合多样性的无线通讯需求。
- 在市场应用方面，也从手持式无线通讯，积极布局物联网大趋势下的5G基础建设和光通讯的技术开发，以取得未来市场先机。

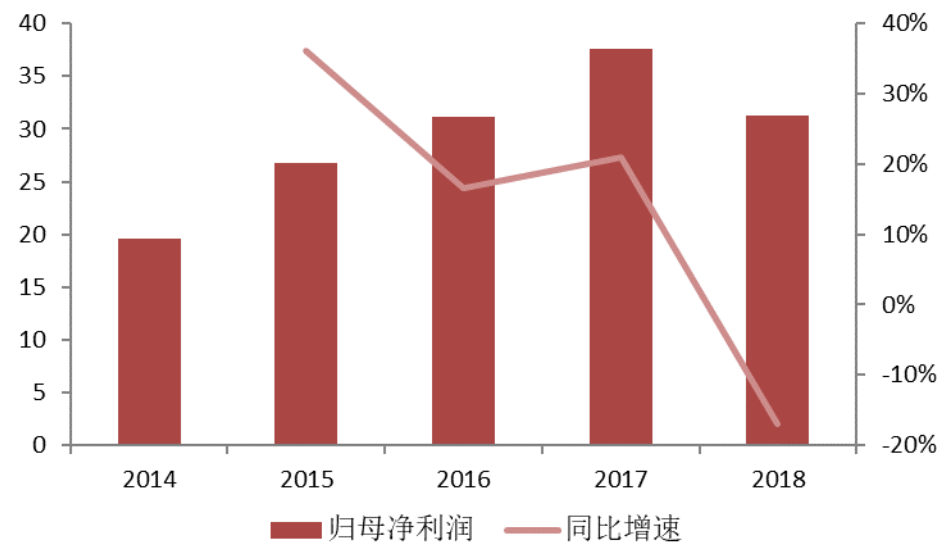


营业收入稳定增长，毛利率稳定

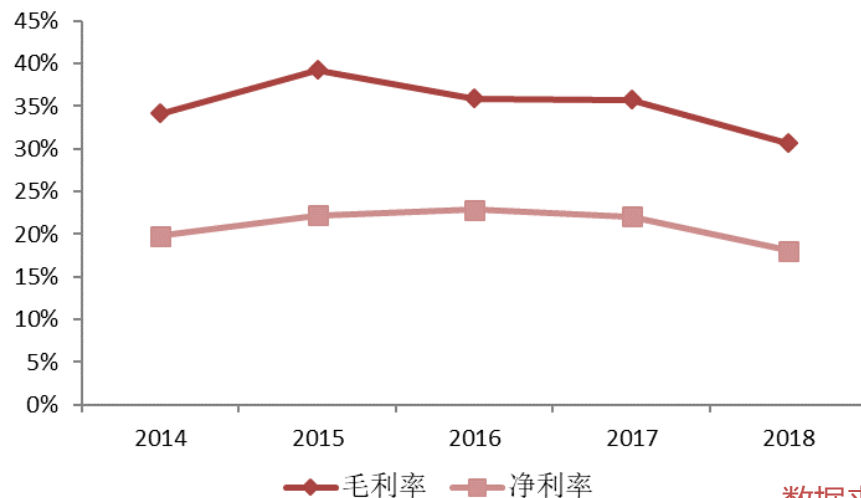
公司2014-2018年营业收入及增速（亿新台币）



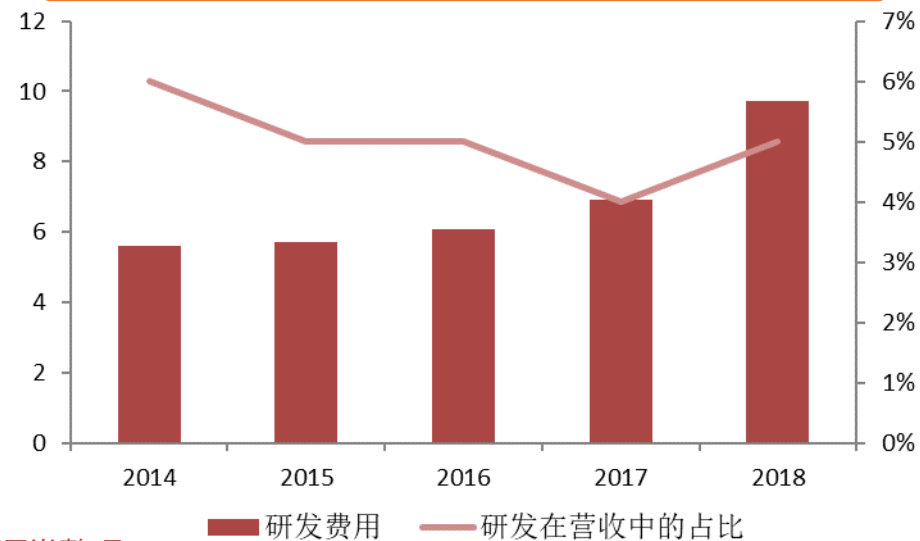
公司2014-2018年归母净利润及增速（亿新台币）



公司2014-2018年毛利率和净利率情况



公司2014-2018年研发费用及其占营收比重情况



数据来源：Wind，西南证券整理

三安光电——中国化合物半导体巨头



三安光电：全球LED龙头，产业覆盖全面

- 三安光电是具有国际影响力的全色系超高亮度发光二极管外延及芯片生产厂商，总部坐落于厦门，产业化基地分布在厦门、天津、芜湖、泉州等多个地区。三安光电主要从事**全色系超高亮度LED外延片、芯片、化合物太阳能电池及III-V族化合物半导体**等的研发、生产与销售，产品性能指标居国际先进水平。公司拥有年产外延片2400万片、芯片3000亿粒的产能，占到国内总产能的58%以上。

三安光电四大核心产品

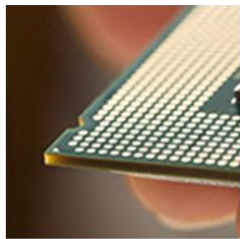
LED芯片



中国领先的LED外延片、芯片生产企业，力争成为LED行业全球领先！



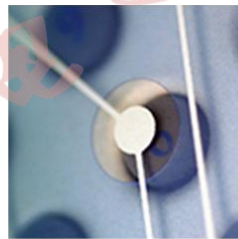
电力电子



提供国内第一条6寸氮化镓生产线；对未来能源产业节能之市场，有很大发展空间！



微波集成电路



立足于III-V族化合物半导体材料，打造具有国际竞争力的射频、滤波器集成电路厂商！



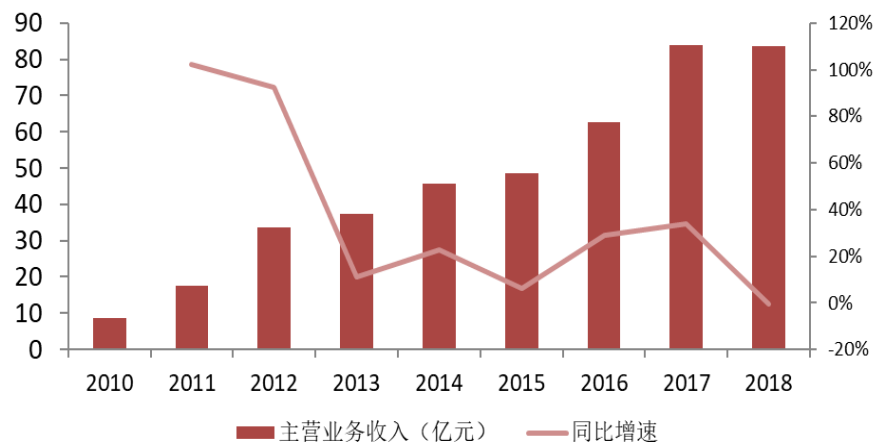
光通讯



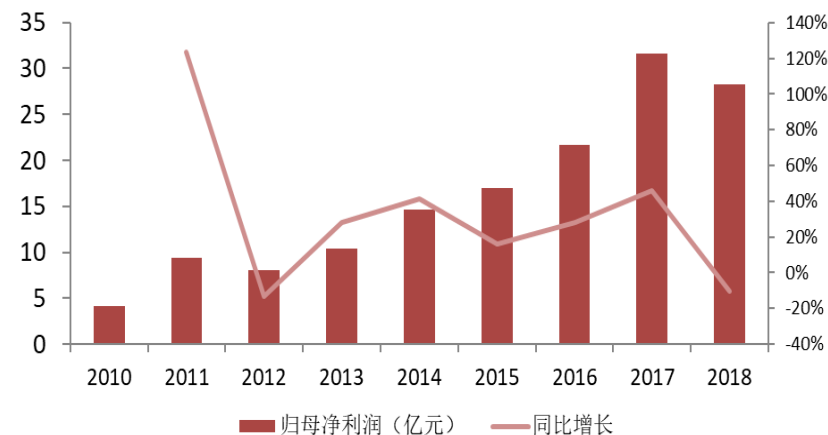
以“光通讯”应用为契机，大力推广LED智能照明通讯(LiFi)、车联网系统、光电智能监控产品！

营业收入高速增长，毛利水平稳步提升

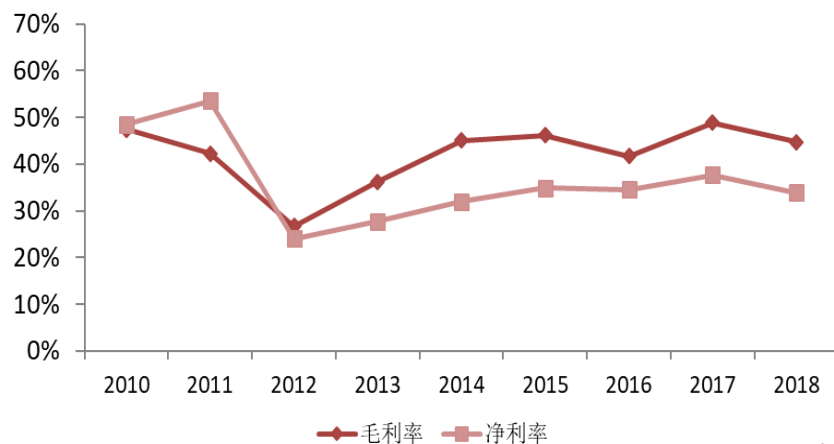
公司2010年以来营业收入及增速



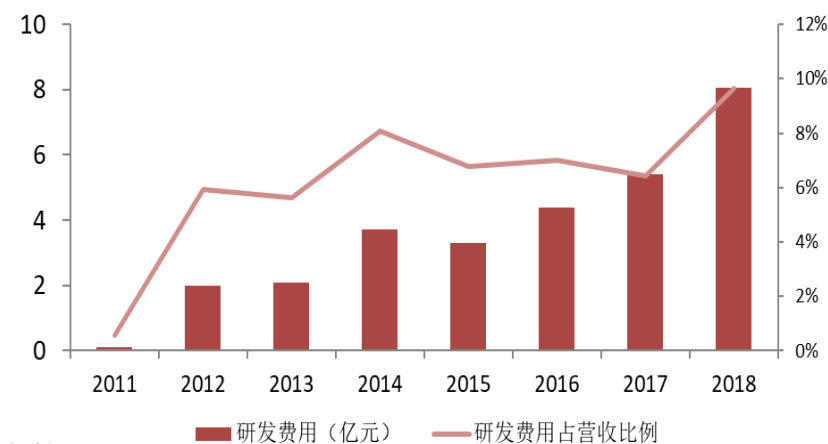
公司2010年以来归母净利润及增速



公司2010年以来毛利率和净利率情况



公司2011年以来研发投入及其占营收比重情况

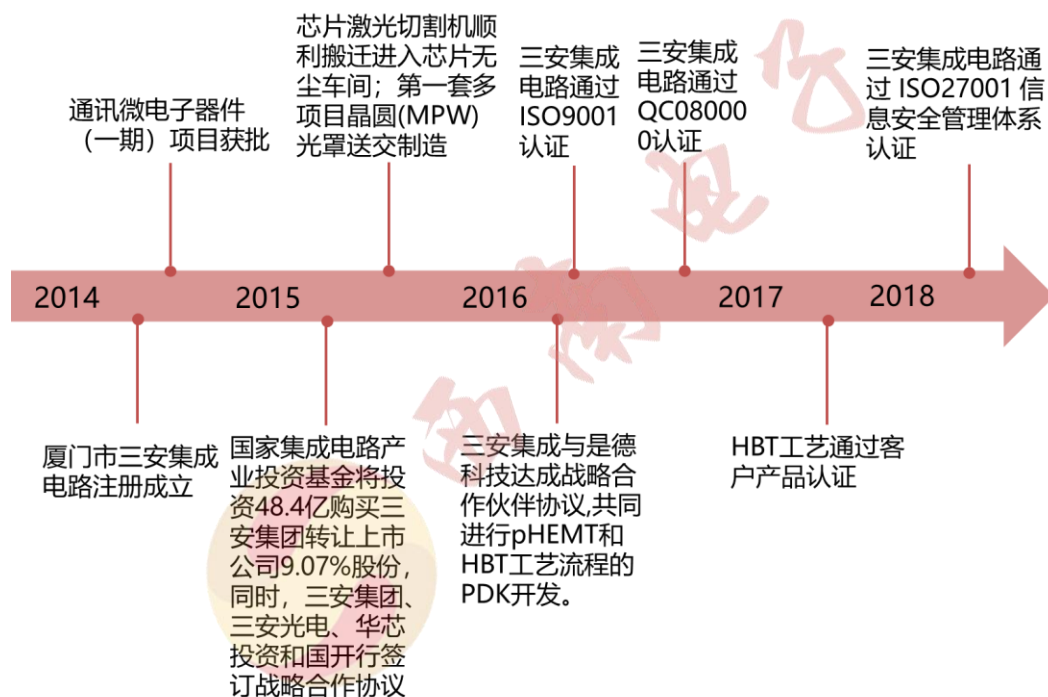


数据来源：Wind，西南证券整理

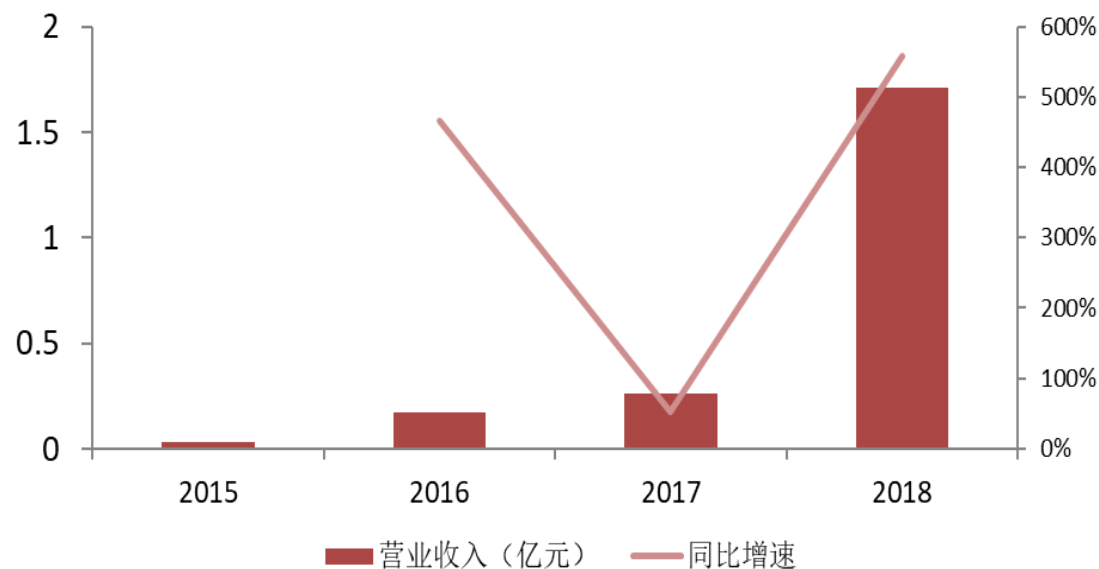
三安集成：布局化合物半导体，营收爆发增长

- 2014年5月26日厦门市三安集成电路有限公司注册成立，总投资额30亿元，为福建省2014-2018重大工业项目、厦门市2015年重点项目，属于国家扶持的战略性新兴产业；
- 三安集成主要从事化合物半导体集成电路业务，涵盖射频、电力电子、光通讯和滤波器等领域的芯片，已布局完成6寸的砷化镓和氮化镓部分产线；
- 化合物半导体业务突飞猛进，营收爆发增长，18年营收高达1.7亿元，同比增长559%。

厦门三安集成历史沿革



2015-2018年主营业务收入及增速



数据来源：公司年报，西南证券整理

射频半导体工艺全面覆盖，国产化替代未来可期

- 三安集成的砷化镓射频器件销量持续增长，出货客户累计至 73 家，达 270种产品，客户范围已扩展至包括日本、韩国、台湾在内的泛亚太国家和地区；氮化镓射频已给几家客户送样，已实现小批量供货；滤波器产品进入验证阶段，客户反馈初步测试产品性能已优于业界同类产品。

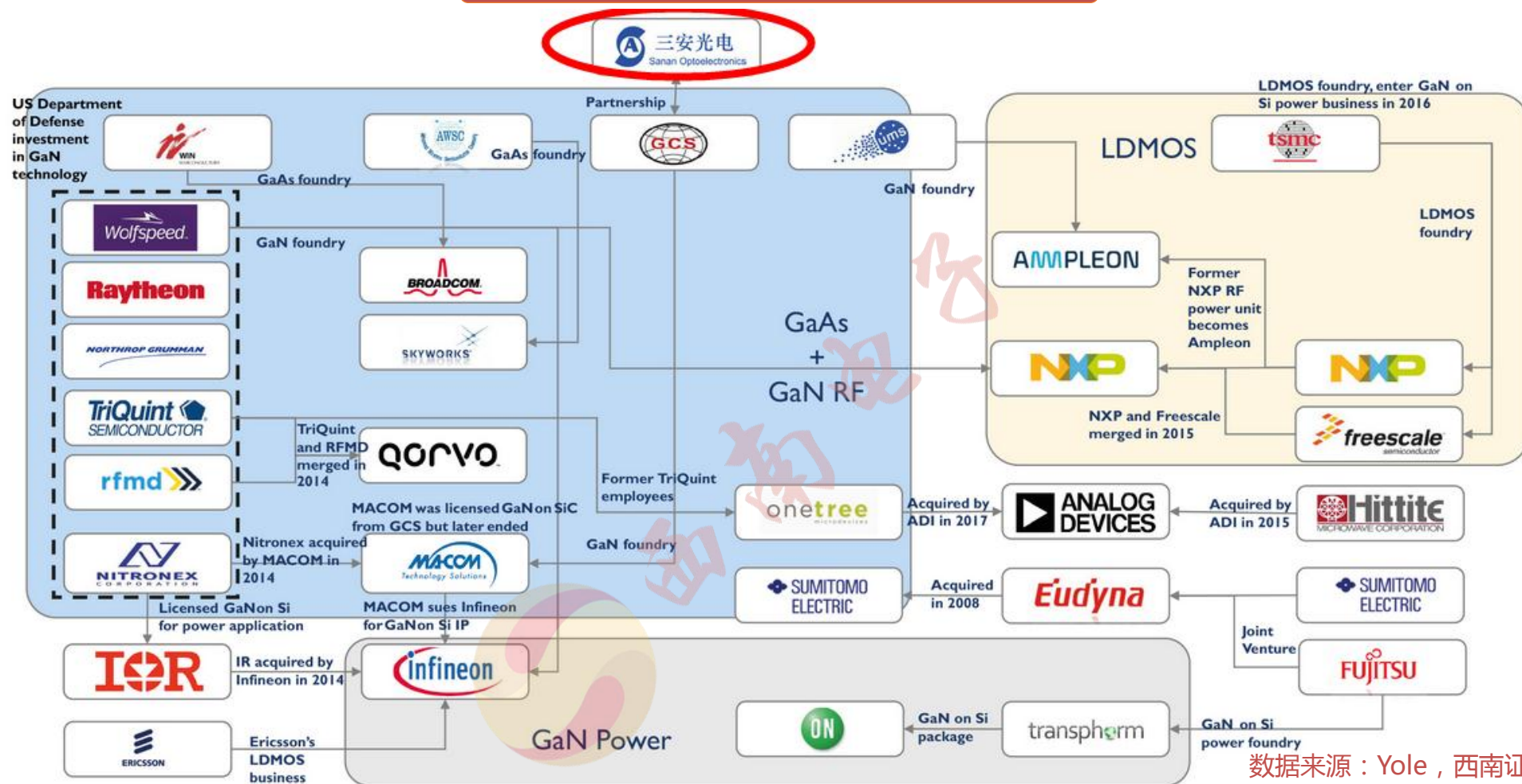
三安集成射频产品系列

晶圆代工制程	制程系列	主要用途
HBT (砷化镓异质结双极型晶体管)	H20HL (高线性制程)	手机，无线宽带功率放大器； 手机，无线宽带低杂讯放大器增益器；
	H20HR (高韧性制程)	
pHEMT (砷化镓伪型态高电子迁移率晶体管)	P25ED (增强/耗尽混合型)	通讯信号切换器； 通讯微波器件； 增益器； 通讯信号切换器； 通讯微波器件。
	P25PA (功率型)	
	P25SW (低启动阻抗型)	
GaNSBD (氮化镓肖特基二极管)	快速回复肖特基二极管	绿能节能器件： 消费电子产品的电源转换/反向器； 汽车/交通工具使用电源转换/反向器； 工业用大功率电源转换/反向器。
GaNFET (氮化镓场效应晶体管)	耗尽型场效应三极管	
	增强型场效应三极管	

三安光电打入GaN器件核心供应链

- **三安光电成为GaN器件主流供应商。**目前国际GaN器件主流供应商主要包括住友电工、Wolfspeed、Qorvo以及其他美国，欧洲和亚洲的参与者。三安光电与GCS合作，在GaAs与GaN射频器件的供应领域已经取得了一定的行业地位。

GaN器件的关键供应商



数据来源：Yole，西南证券整理

射频前端的功能与构成

射频前端市场规模与格局

射频材料市场规模与格局

5G落地带来射频行业增量

射频行业未来发展趋势

5G：更卓越的通信体验

5G是指第五代移动通信技术，它具有更快的传输速率、更大的传输带宽、更多的连接数量。



数据来源：中国铁塔，西南证券整理

5G生态系统全景图

增强型移动宽带

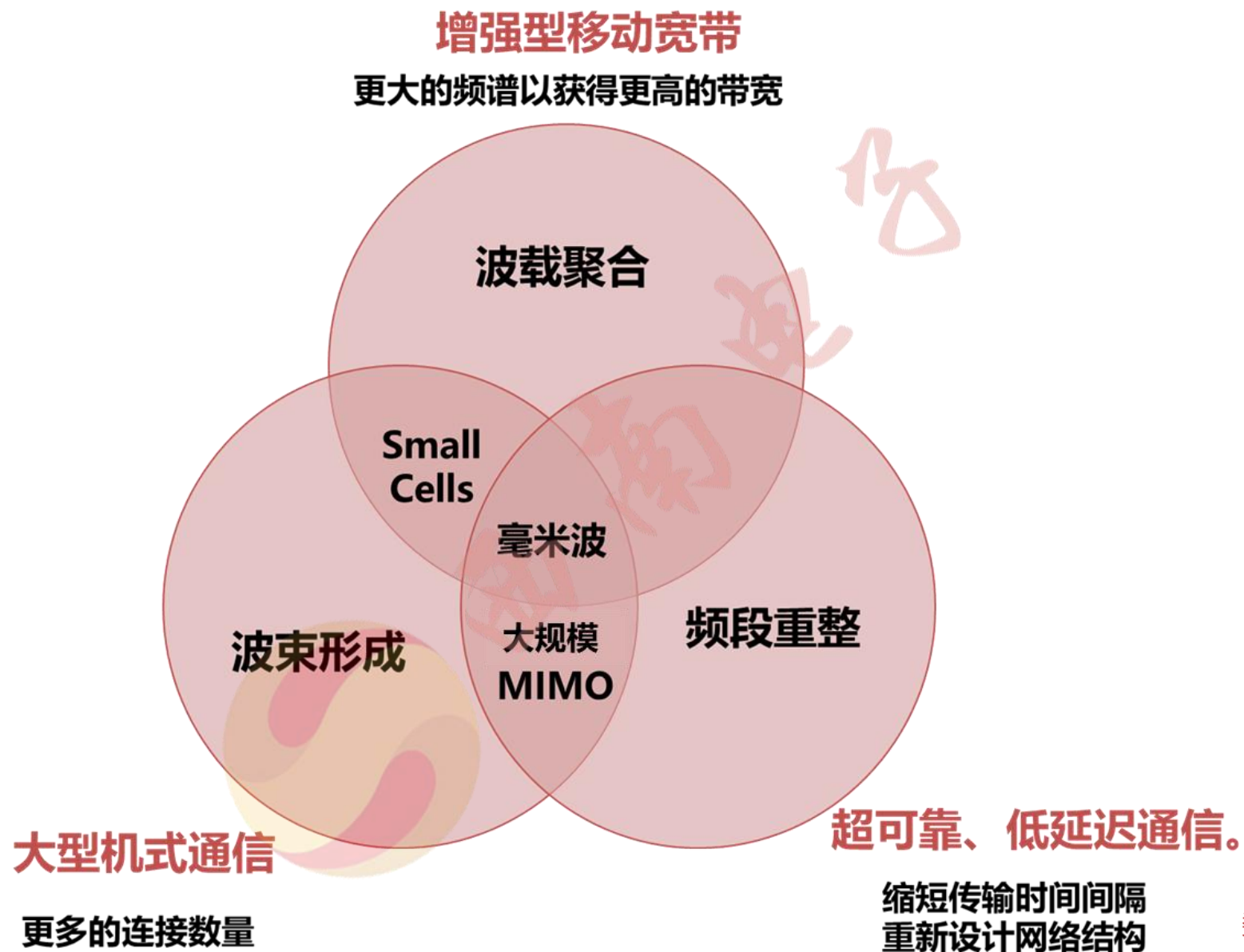


大型机式通信



可靠、低延迟通信

5G的三大应用场景

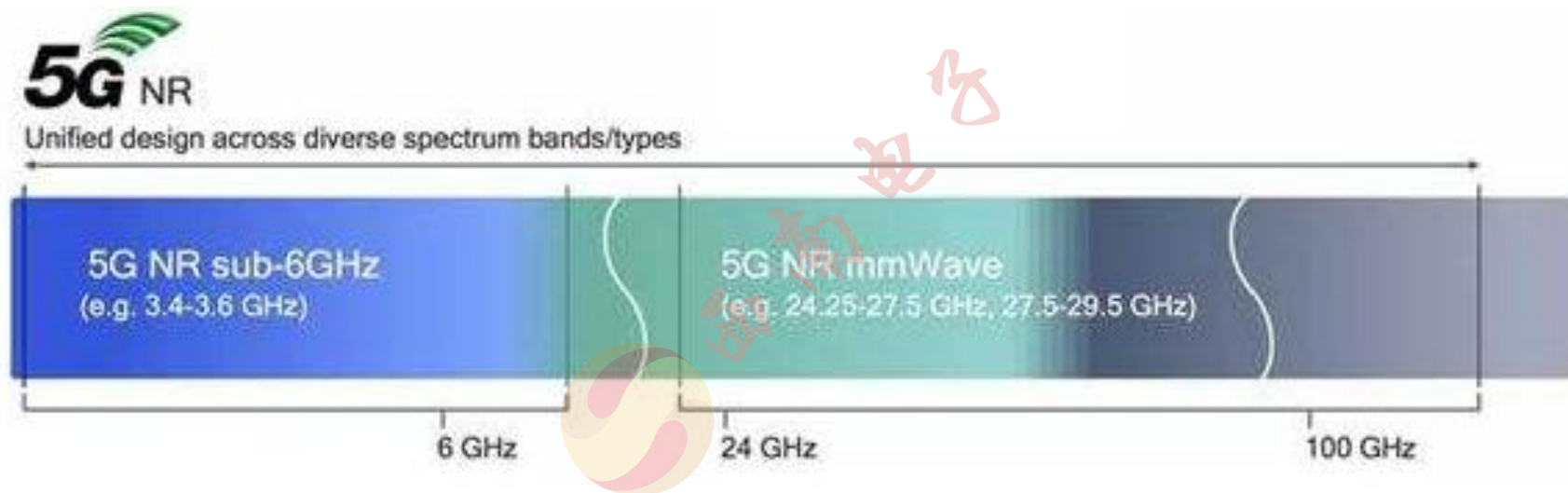


数据来源：Yole，西南证券整理

更快的传输速率：Sub-6GHz与毫米波

- 4G通讯中使用的频率大多为700MHz-2.6GHz之间，5G使用的频率在此之上乃至100GHz的一个巨大频段之中。在这个频段之中，Sub-6GHz是其中相对较低的频率，它的频率不超过6GHz。在我国，3300-3400MHz（原则上限室内使用）、3400-3600MHz和4800-5000MHz频段共同构成了Sub-6GHz频段。
- Sub-6GHz频段可以有效利用现有的4G LTE网络，继续使用2.5GHz-2.7GHz频段，可以节约运营商网络建设成本，并且能够很好的兼顾网络覆盖范围和建筑内部穿透能力。它在网络速度和信号覆盖上都能够取得很不错的效果。

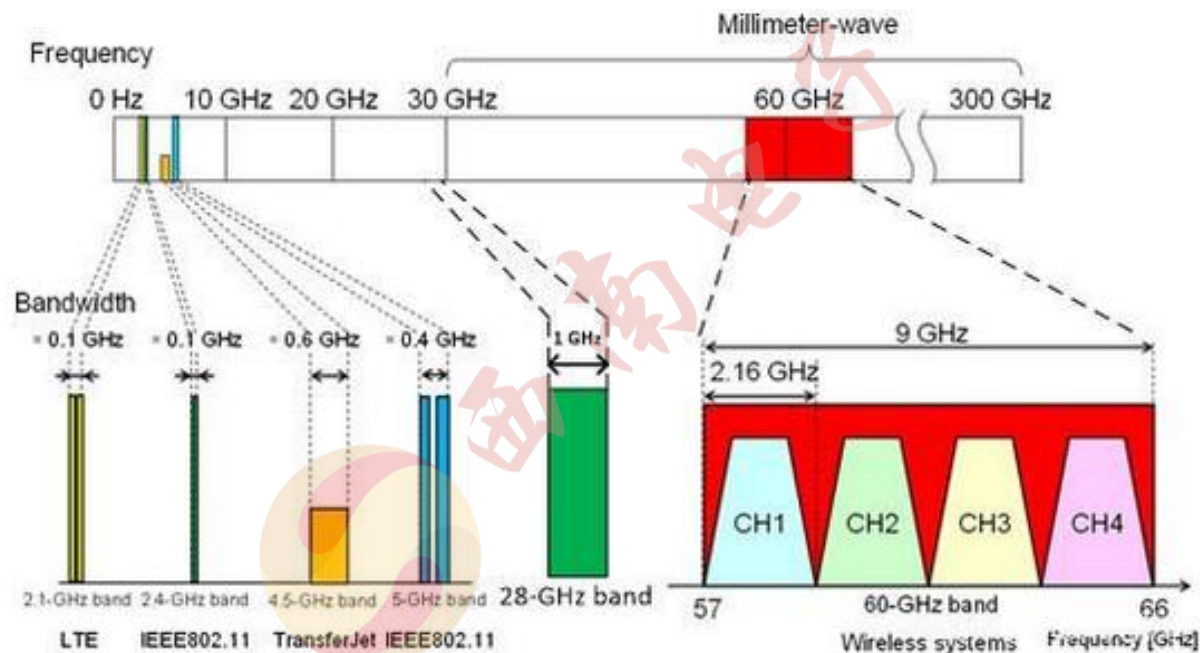
5G频谱划分



更快的传输速率：Sub-6GHz与毫米波

- **毫米波是指2波长在1到10毫米之间的电磁波**，通常对应于30GHz至300GHz之间的无线电频谱。因为**无线通讯的信道带宽上限取决于频段的电波频率**，所以毫米波在理论上能够达到很高的数据传输速率。这一点在实际中也已经得到印证，在高通展示的5G手机参考设计模型中，单载波可以达到100MHz的带宽，8CA载波聚合的支持下，能够实现800MHz的超高带宽。高通在MWC的展示中，已经通过运用毫米波技术，达到了4.6Gbps的网络传输速率，这是一个在4G时代无法想象的速度。

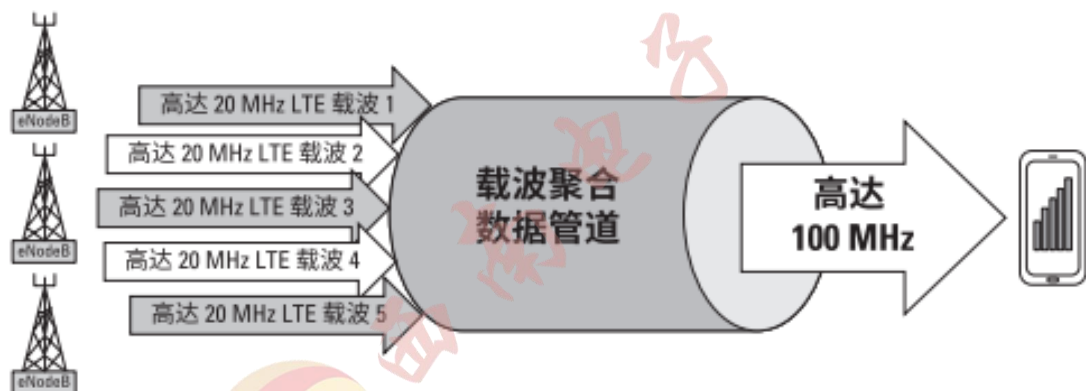
不同频率对应的带宽



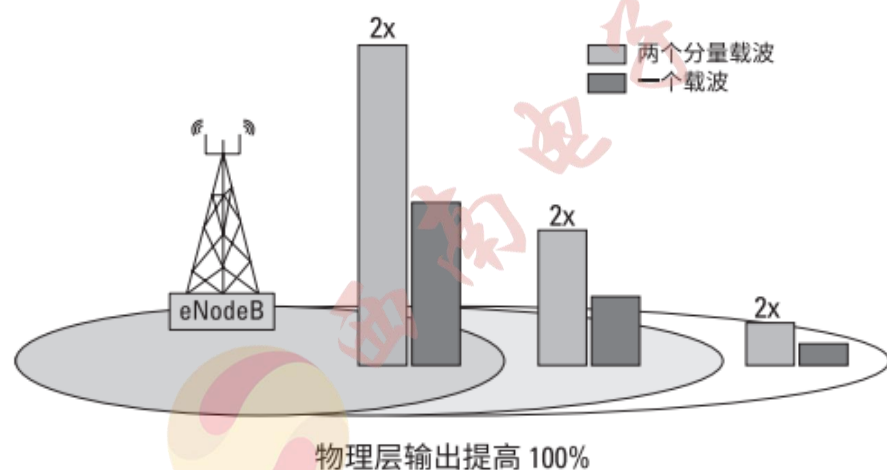
更大的传输带宽：载波聚合技术（CA）

- **载波聚合是LTE-A中的关键技术。**为了满足单用户峰值速率和系统容量提升的要求，一种最直接的办法就是增加系统传输带宽。因此LTE-Advanced系统引入一项增加传输带宽的技术，也就是CA（Carrier Aggregation，载波聚合）。
- 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、提高数据效率、改善网络性能。**

载波聚合工作原理图



载波聚合改善网络性能

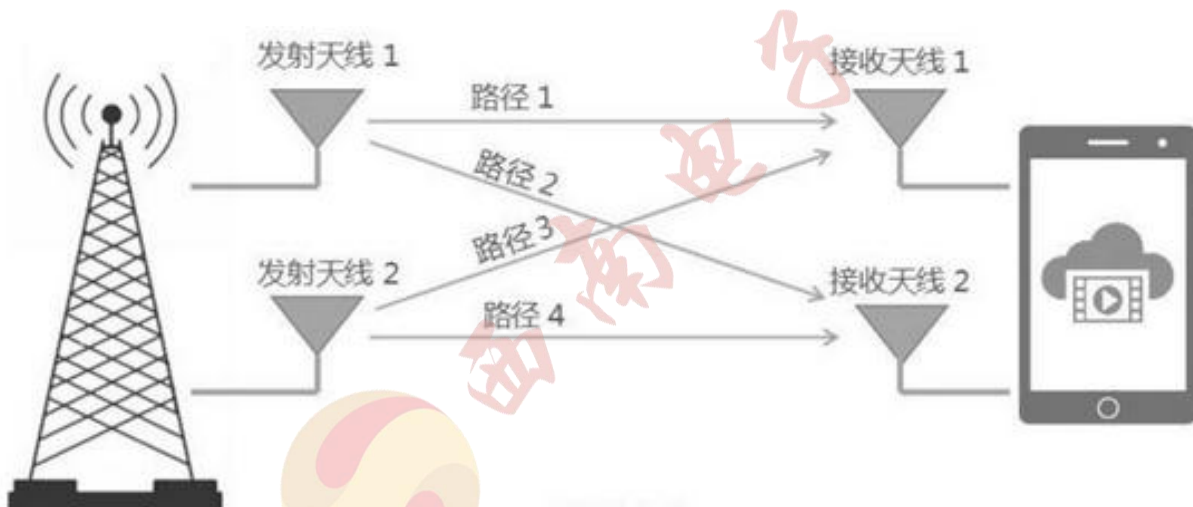


数据来源：Qorvo，西南证券整理

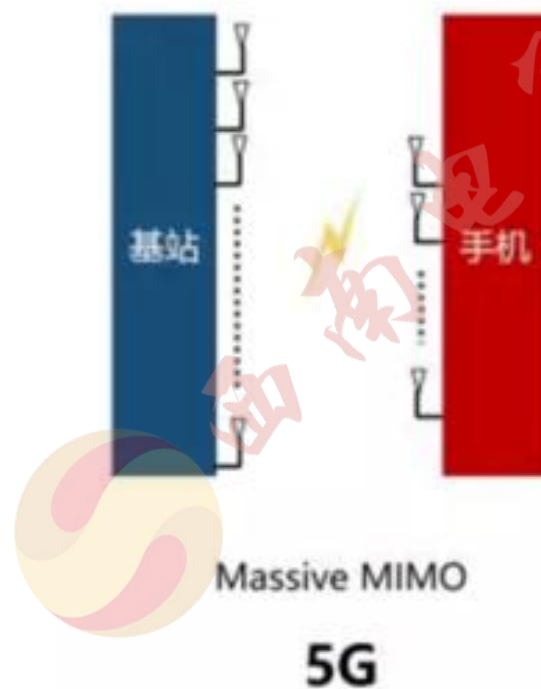
更多的连接数量：Massive MIMO

- 传统的MIMO意为“多输入多输出”，就是使用多个发射天线和多个接收天线来提高频谱利用率，以实现空间分集的效果，这种方法也叫做空分复用。
- 目前，5G关键技术的具体方案已经确定，Massive MIMO成为5G的标准技术之一。Massive MIMO又称为large-scale，就是在基站端安装几百根天线（128根、256根或者更多），从而实现几百个天线同时发数据，达到LTE速率的数倍或数十倍。

MIMO工作原理图



Massive MIMO工作原理图



射频前端所需模块数量增加

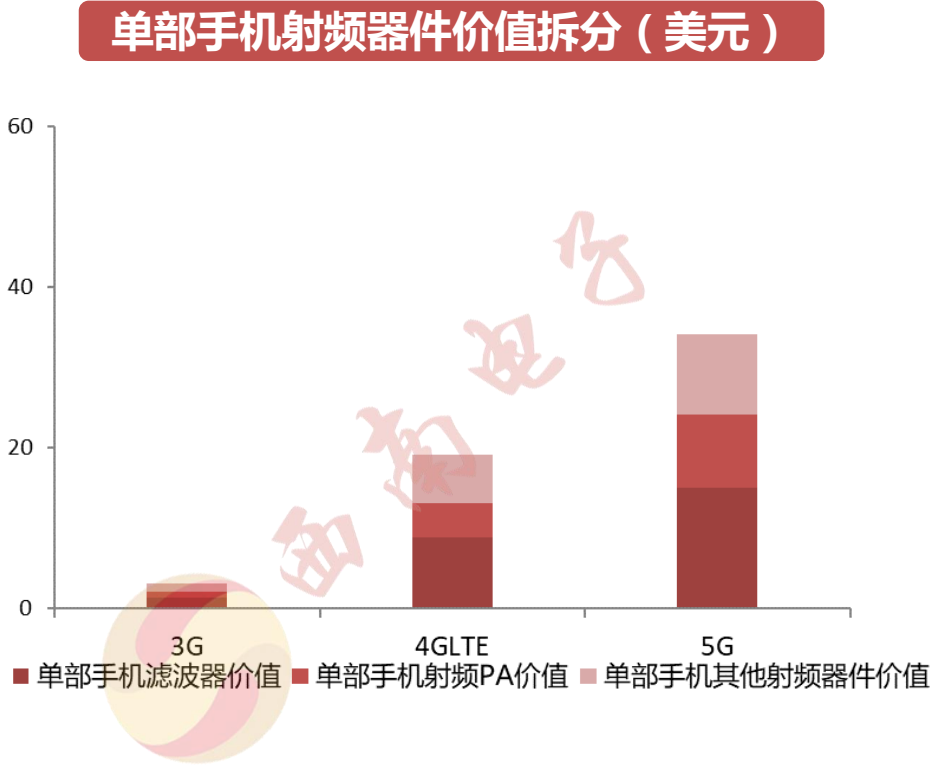
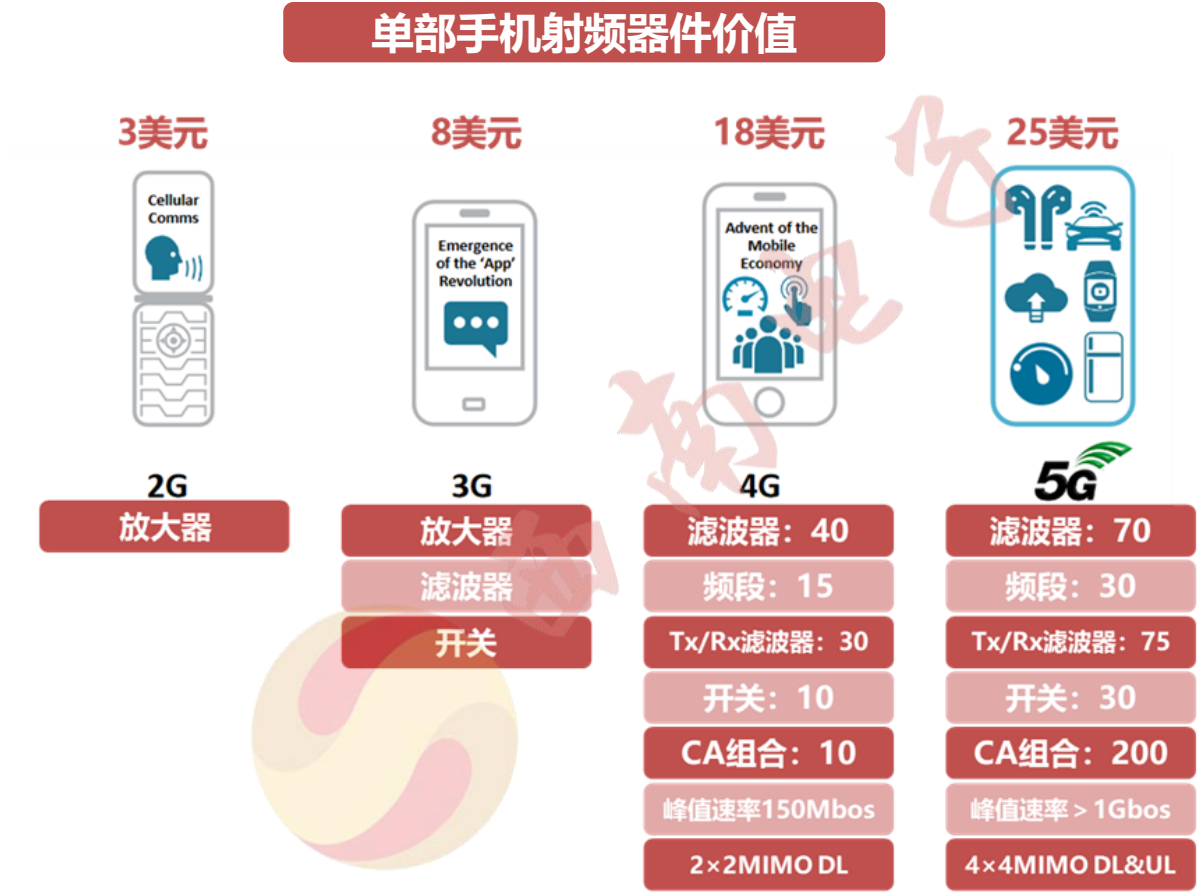
- 5G将给射频前端增加更多的复杂性，新的无线电频段将以超高频发布，前端模块需要更高的密度才能实现新的频段集成，天线调谐器和多路复用器的也需要更复杂的规格。



数据来源：Yole，西南证券整理

5G带动手机射频市场规模增长

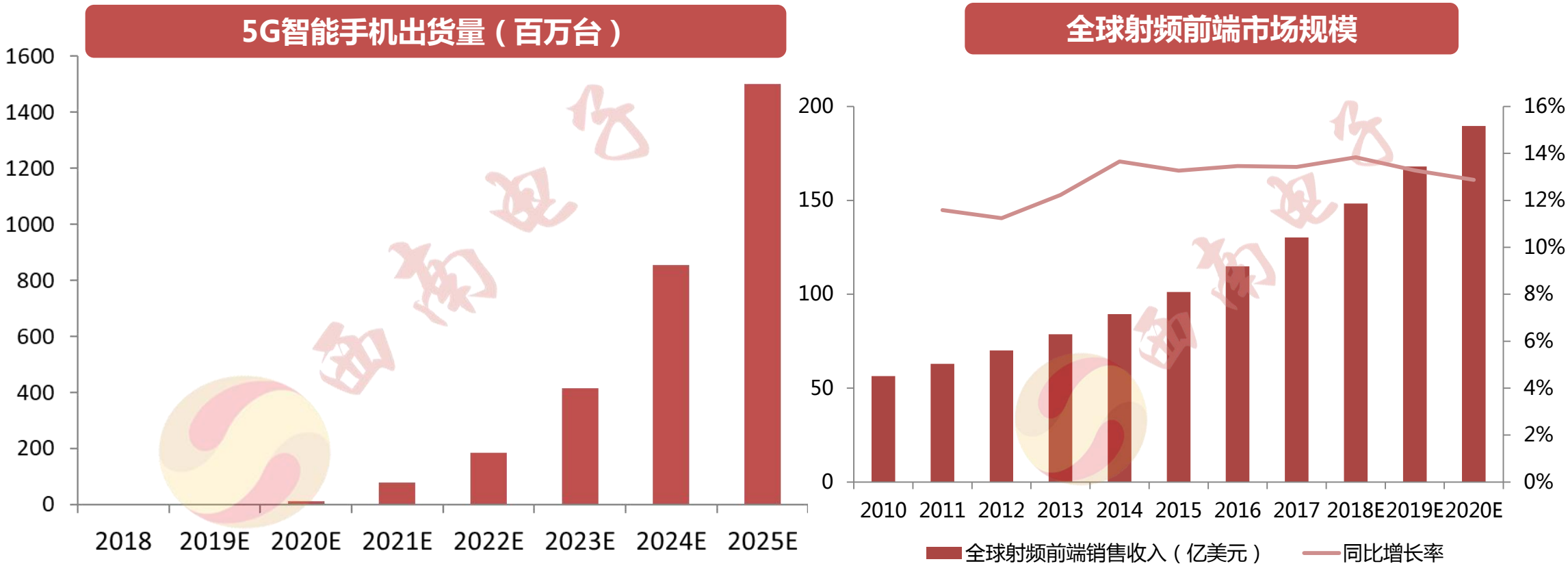
- 射频器件数量大幅增加，单体价值迅速上升。 Skyworks预计5G智能终端的滤波器数量将上升到70只，射频开关可由10只上升到30只，PA数量或实现翻倍。而射频前端的单体价值，也由4G智能手机的16美元，增加到5G产品的超过25美元。



数据来源：Yole，西南证券整理

5G带动手机射频市场规模增长

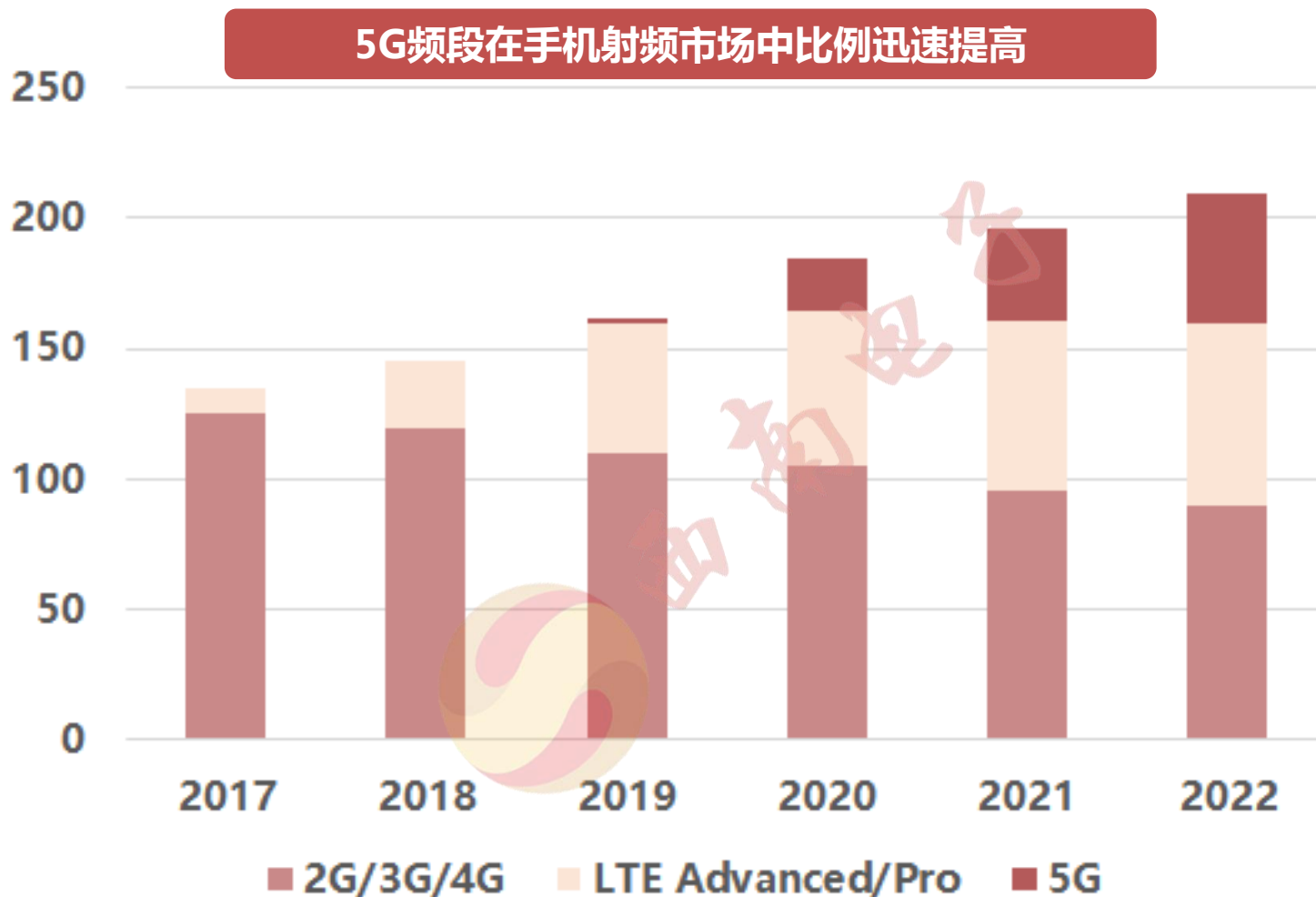
- 在单机价值和5G换机潮的双重驱动下，智能终端射频的市场规模将迎来加速成长。按Yole的预测，智能手机射频的市场规模将在2023年达到352亿美元，复合年增长率为14%。



数据来源：IDC，卓胜微招股说明书，西南证券整理

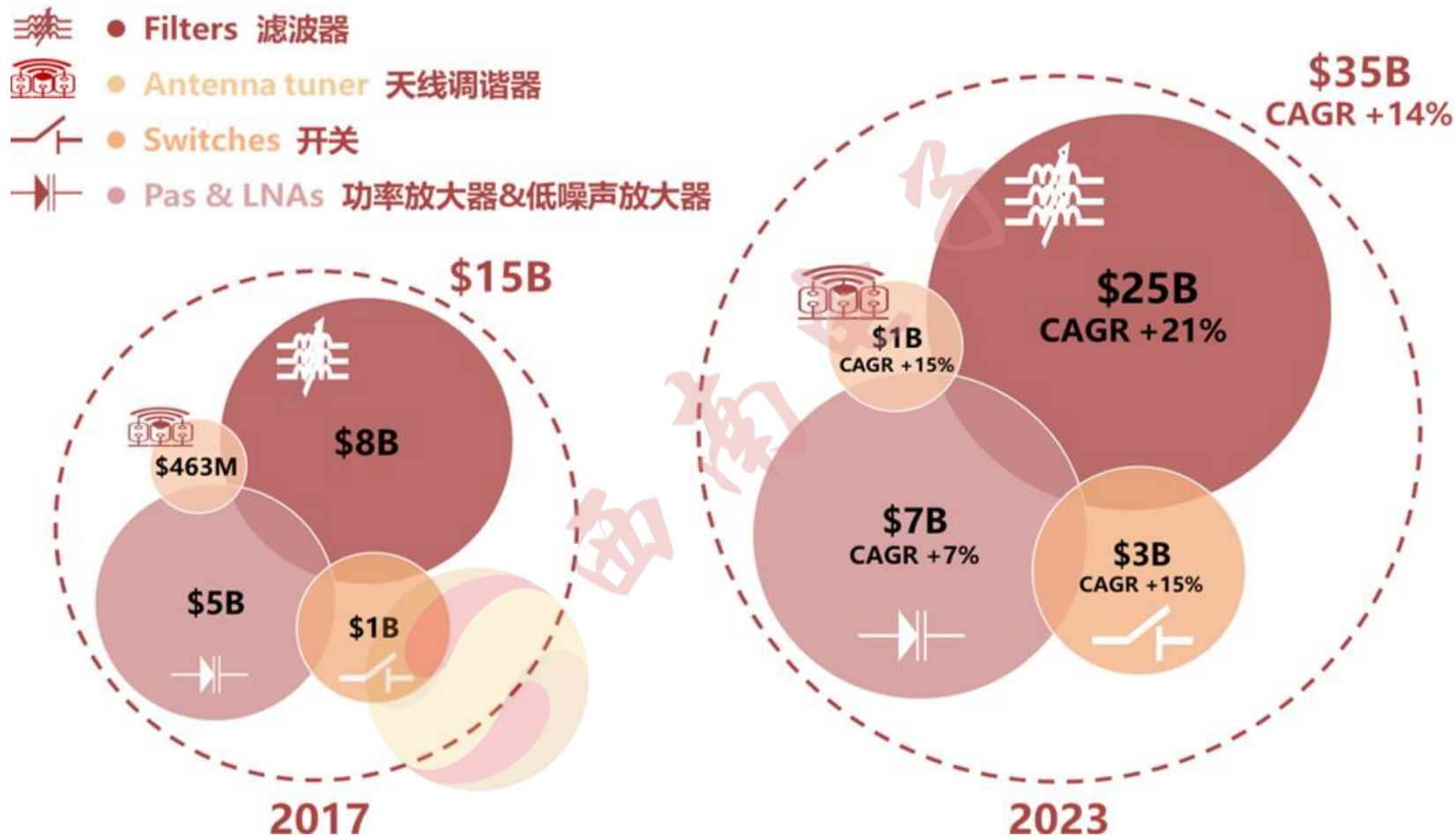
5G带动手机射频市场规模增长

- 5G频段在手机射频市场中比例迅速提高。根据Qorvo预测，2019-2022年，手机射频前端市场中，5G频段的市场占比将从1%提升到24%。



射频前端各部分增量不同，滤波器增长最快

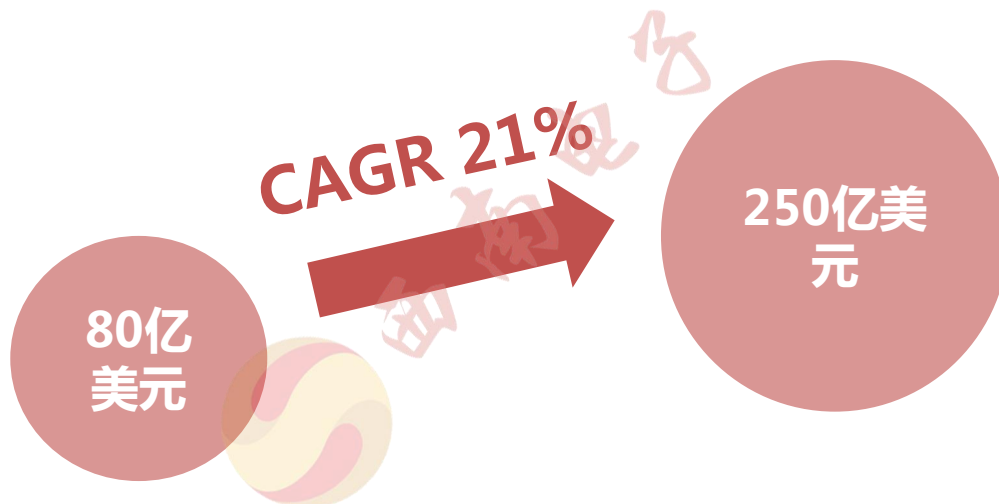
- 移动手机射频前端市场和WiFi连接部门预计将在2023年达到352亿美元，CAGR为14%。其中滤波器市场将达到250亿美元，CAGR为21%；PA与LNA市场达70亿美元，CAGR为7%；开关市场达30亿美元，CAGR为15%。



射频前端各部分增量不同，滤波器增长最快

- **滤波器享受5G增量红利最多，规模增长最快。**根据Yole预测，滤波器全球市场将由2018年的约80亿美元增长至2023年的250亿美元，年复合增长率21%，市场增长空间巨大。
- **滤波器市场的快速增长，离不开5G标准下波段数量的增加以及载波聚合（CA）技术引起的频带数量上升。**5G标准下，毫米波和sub-6GHz的引入给移动终端带来更多的频段。根据Skyworks预测，到2020年智能手机将支持90个以上的通讯频段，带动滤波器的数量非线性增长。同时，为了拓宽通讯带宽，载波聚合数量的提高也会驱动滤波器数量的快速增长。

滤波器模块市场规模增长情况

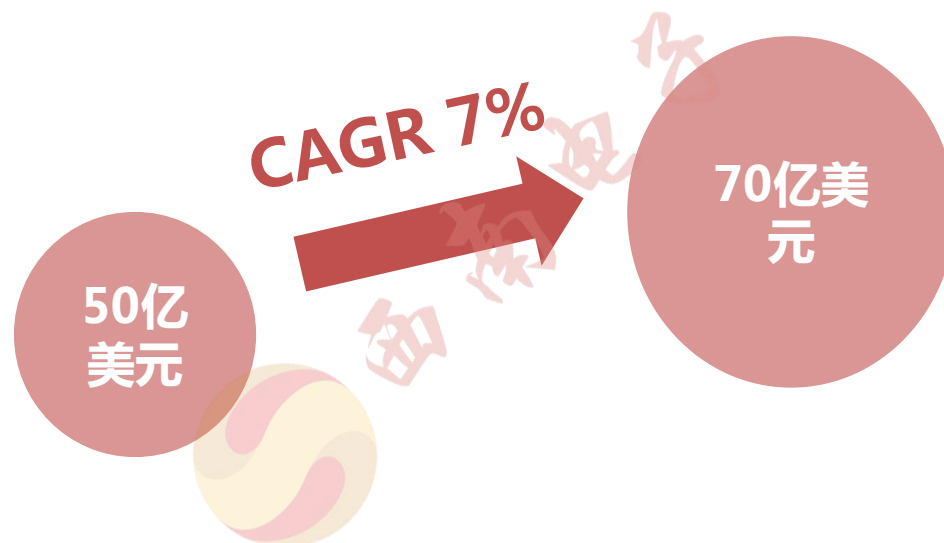


数据来源：Yole，西南证券整理

功率放大器放量平缓，市场规模稳定增长

- 5G放量平缓，增长稳定。相比于滤波器，功率放大器的数量在5G时代并没有呈指数倍增长。据StrategyAnalytics统计，5G时代智能手机内功放器件或达16颗左右，但鉴于4G智能手机内已有5-7枚PA，未实现颠覆式增长。另一方面，基站数量的增加也会带动PA数量的增加，但目前基站市场相对于终端市场规模还较小。
- 根据Yole预测，功率放大器全球市场将由2017年的约50亿美元增长至2023年的70亿美元，年复合增长率7%，市场稳定增长。

功率放大器市场规模增长情况



数据来源：Yole，西南证券整理

射频开关与LNA保持高速增长

- 智能手机现多采用手感、外观更好的金属外壳，会造成对射频信号的屏蔽，需要天线调谐开关提高天线对不同频段信号的接收能力。预计**射频开关市场将保持 10% 的年化增长率，2020 年达到 18.8 亿美元。**
- 5G手机对射频低噪声放大器的数量需求迅速增加，预计**低噪声放大器市场将保持14%的年化增长率，到 2020 年达到 14.8 亿美元。**

射频开关模块市场规模增长情况

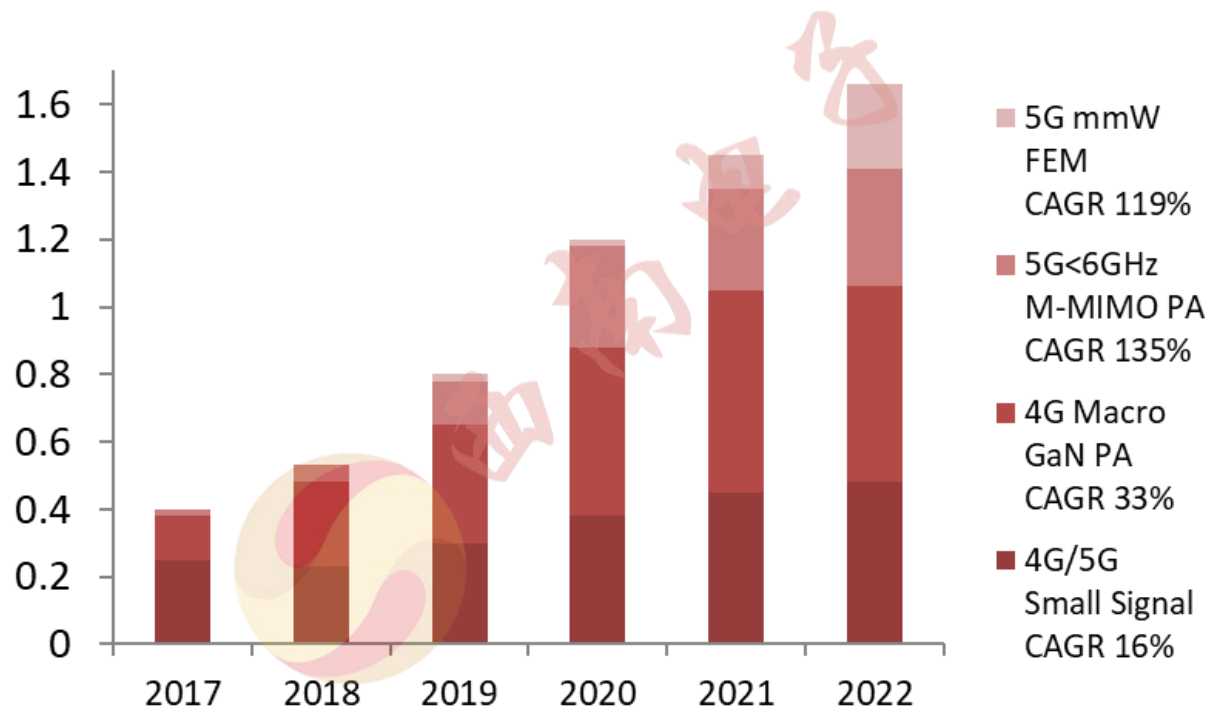


数据来源：Yole，西南证券整理

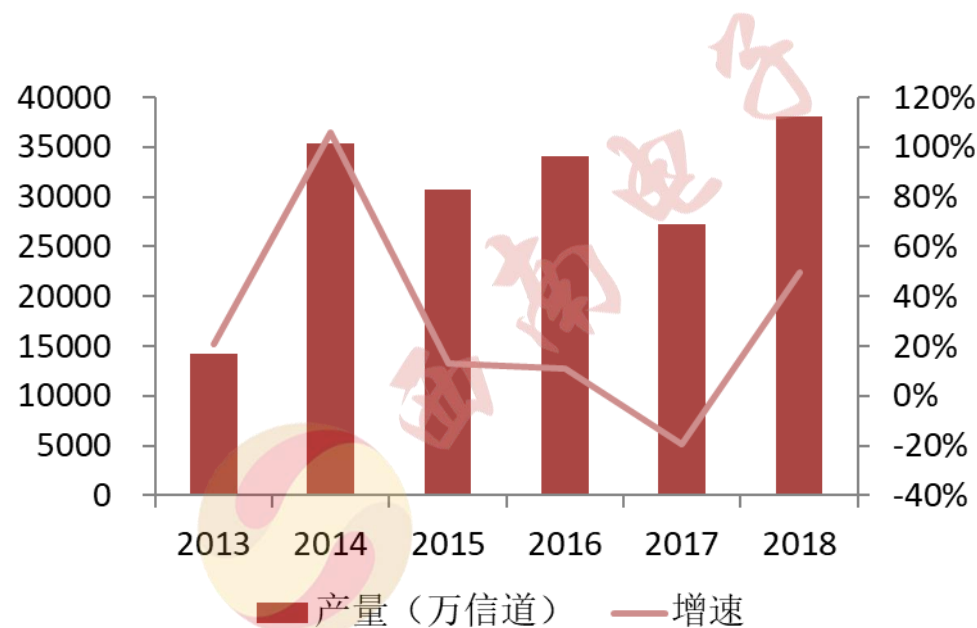
5G带动基站射频市场增长

- 5G新技术下，基站中的射频前端器件数量呈指数倍增长，仅功率器件的数量就能达到数百个。伴随着“宏基站+微基站”发展策略的顺畅实施，5G基站的数量将实现大幅增长，达到4G时代的1.5倍。根据Qorvo预测，基站射频前端全球市场将由2018年的约5亿美元增长至2022年的16亿美元，实现220%的增长。

2017-2022年基站射频前端市场规模（十亿美元）



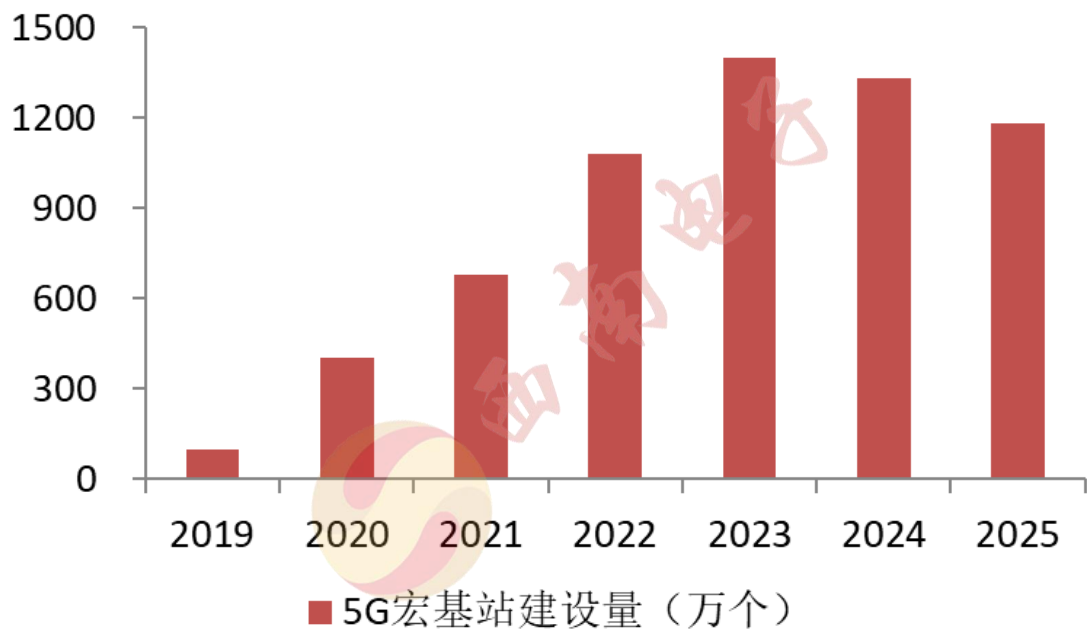
2013-2018年移动通信基站设备产量及增长情况



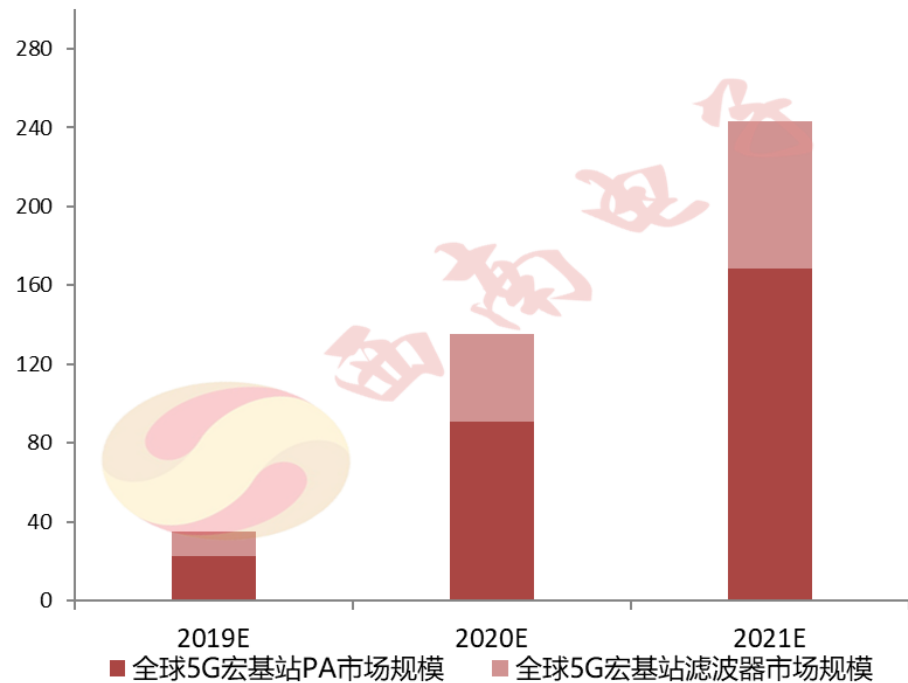
射频前端的大型应用载体：宏基站迎来增长放量

- 作为5G通讯技术的硬实力基石，基站在这场变革中举足轻重。随着5G频率的提高，原本的单站因为覆盖范围较小日渐乏力。为了满足信号需求，宏基站的建设数量将急速提升。

5G宏基站建设数量预测



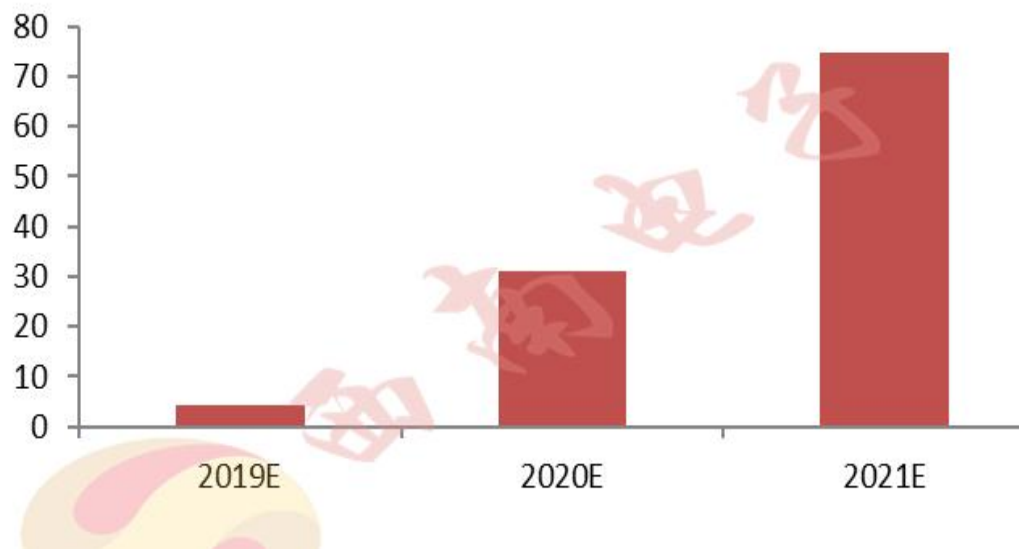
5G宏基市场规模预测 (亿元)



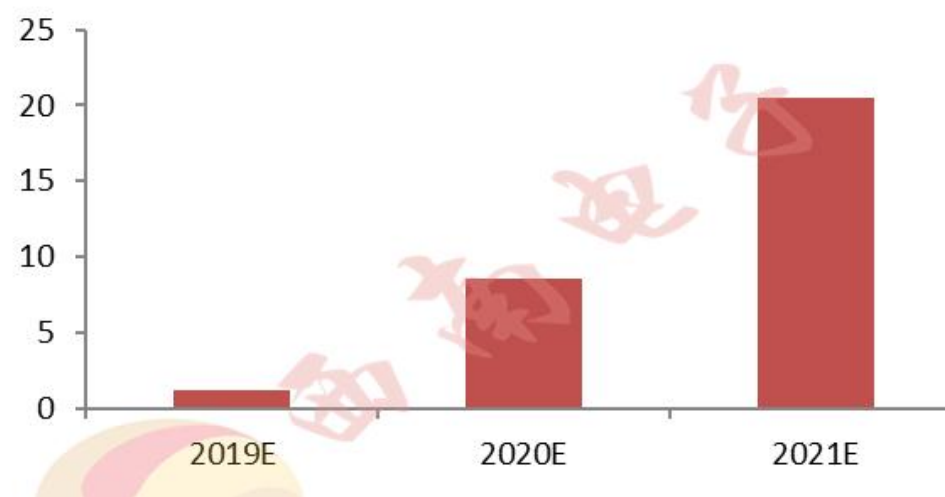
射频前端将迎来密集覆盖：小基站需求进一步扩大

- 小基站 (small cell) 是一种从产品形态、发射功率、覆盖范围等方面，都相比传统宏站小得多的基站设备，同时也可以看作是低功率的，既可使用许可频率、也可融合WIFI使用非许可频率接入技术的无线接入点，功率一般在50mw-5w，覆盖范围在10-200米。
- 在5G建网的初期阶段，基站主要以宏基站为主。在实现5G基础广泛覆盖后，随着超密集组网即小基站的密集部署，小基站的需求将大幅增加。

5G小基站建设数量预测（百万个）



5G小基站市场规模预测（亿元）



射频前端的功能与构成

射频前端市场规模与格局

射频材料市场规模与格局

5G落地带来射频行业增量

射频行业未来发展趋势

射频前端发展趋势：集成化、模组化

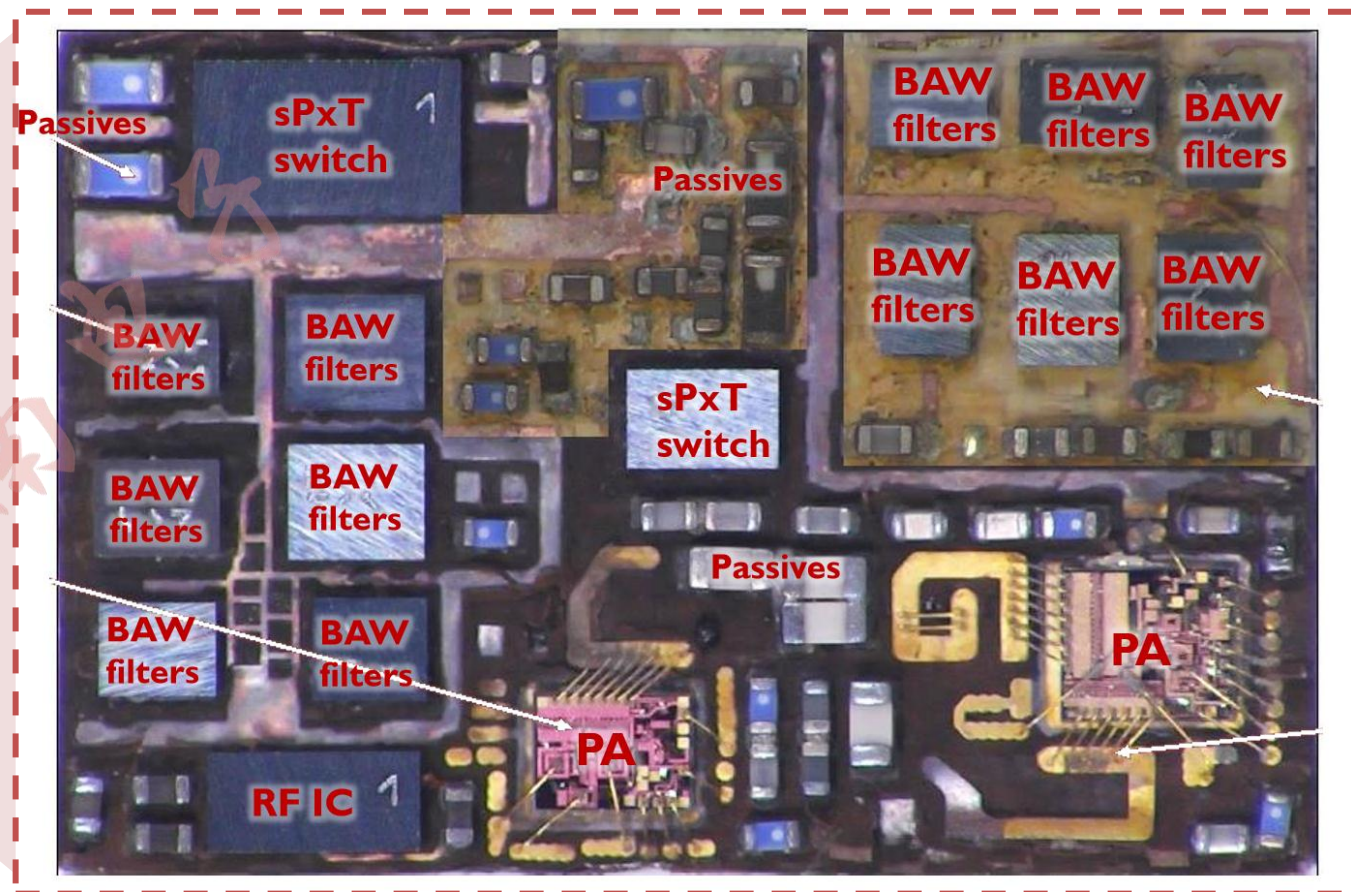
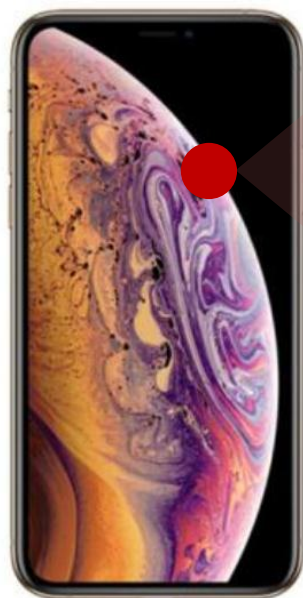
- 随着通信频段的增加，智能终端里射频器件数量与种类也不断增多，而同时又需要满足轻薄便携的需求，为节省空间，射频前端逐渐从分立器件走向集成模组化。
- 系统级封装（System In a Package，SIP）是将多种功能（处理器、存储器等）的芯片集成在一个封装内，从而实现一个系统或子系统，能实现一定功能的单个标准封装件，具有**体积小、质量轻、能耗低，开发周期短**等特点，符合未来智能手机的发展需求。目前SiP主要应用在**无线通讯领域**，其次汽车电子、医疗电子、计算机、军用电子等也有所涉及。



SiP已在旗舰手机射频前端广泛应用

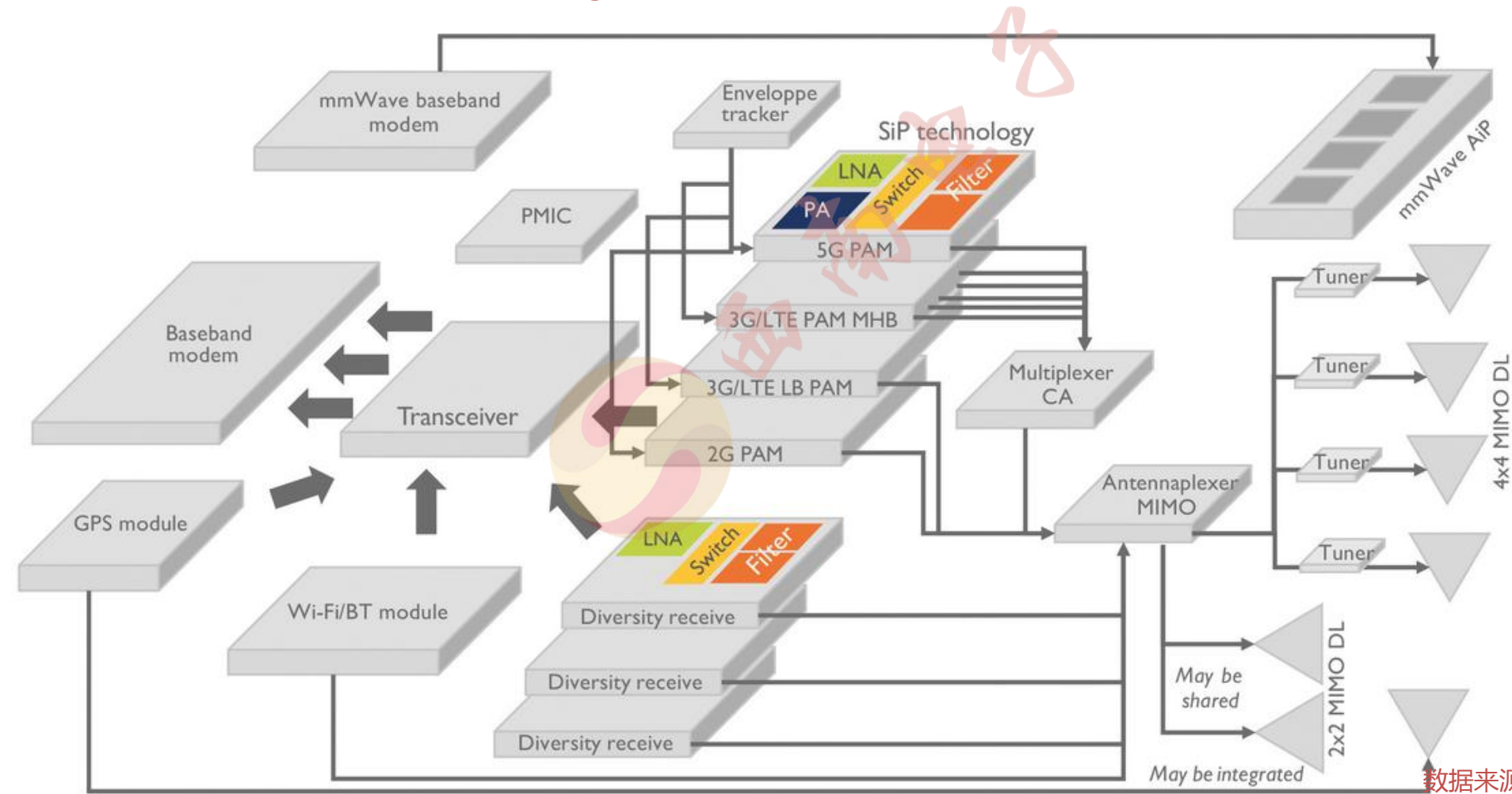
- SiP的应用在射频前端模块已相对成熟。在iPhone8中，SiP系统级封装已经占有所有封装比例的40%以上，主要用于PA和射频模块；华为P30中采用了的Qorvo 77031模组实现三路PA，BAW滤波器以及天线开关集成；iPhone XS中同样采用了模组化封装技术，共有29个器件集成在整体模块之中。

iPhone XS 中采用的模组化封装技术



5G模组集成度将进一步提高

- 5G通讯模组中SiP集成度将进一步提高。4G移动通讯模组分为天线、射频前端、收发器和数据机等四个主要的系统级封装(SiP)和模组。而到5G毫米波，由于频段越高、天线越小，5G通讯模组中的天线或通过AiP(Antenna in Package)技术与射频前端、收发器一同进入系统级封装。



数据来源：Yole，西南证券整理

IDM是当前射频行业主导模式

- IDM是当前射频行业主导模式。相比于逻辑芯片对制程设计的严苛要求，射频与功率器件更加注重制造工艺与材料，因此，射频厂商需要通过产线上的工艺优化来保障性能稳定以及成本控制。目前Skyworks、Broadcom、Qorvo、Murata这四大巨头均为IDM厂商。

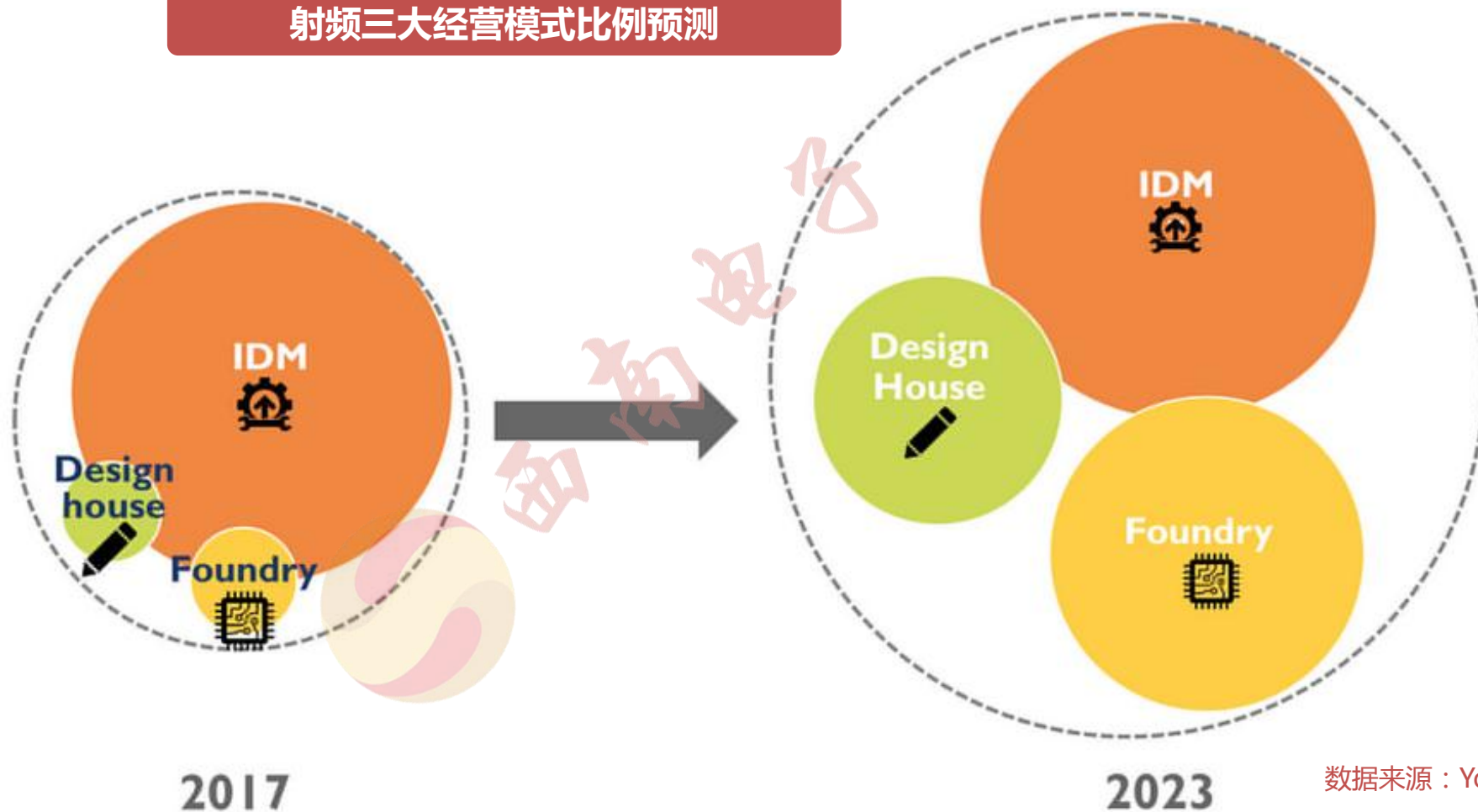
射频三大经营模式厂商代表



Fabless与Foundry比例将提高

- Fabless与Foundry模式比例将持续扩大。2016年高通与TDK联合成立RF 360公司，正式切入射频市场，扩大产业链覆盖面；同时华为等国内终端厂商对射频器件国产替代的需求迅速提升，将利于国内射频设计企业提升市场份额。因此，未来Fabless与Foundry模式占比将显著提高。

射频三大经营模式比例预测



5G射频迎来新进入者

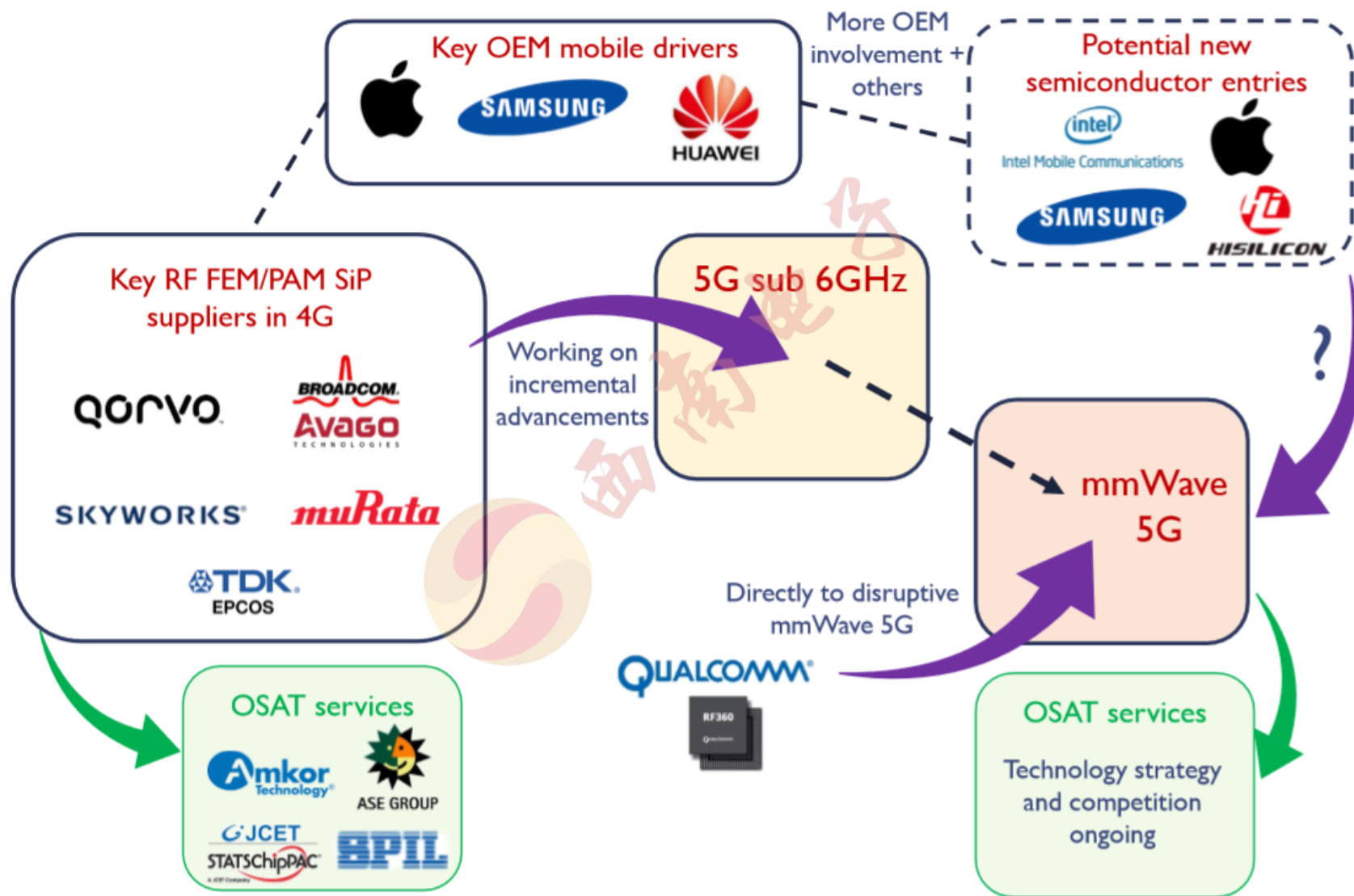
- 高通于2018年推出全球首款5G毫米波天线模组QTM052，实现射频前端全组件集成，并采用AiP封装技术，模组宽度仅约1美分硬币的1/3宽。搭配骁龙 X50 5G 调制解调器，在极大地节省占用面积的同时，保持优异的性能，此款模组将在三星、小米、OPPO等厂商的5G手机中得到广泛应用。
- 华为作为国内通信与消费电子巨头，基于5G基带领先技术，也开始全面布局射频前端的自主研发，目前在LNA、PA、天线开关等领域已取得进展。在P30中，华为用的就是自研的LNA Hi6H01s芯片。

高通QTM052射频模组



5G射频迎来新进入者

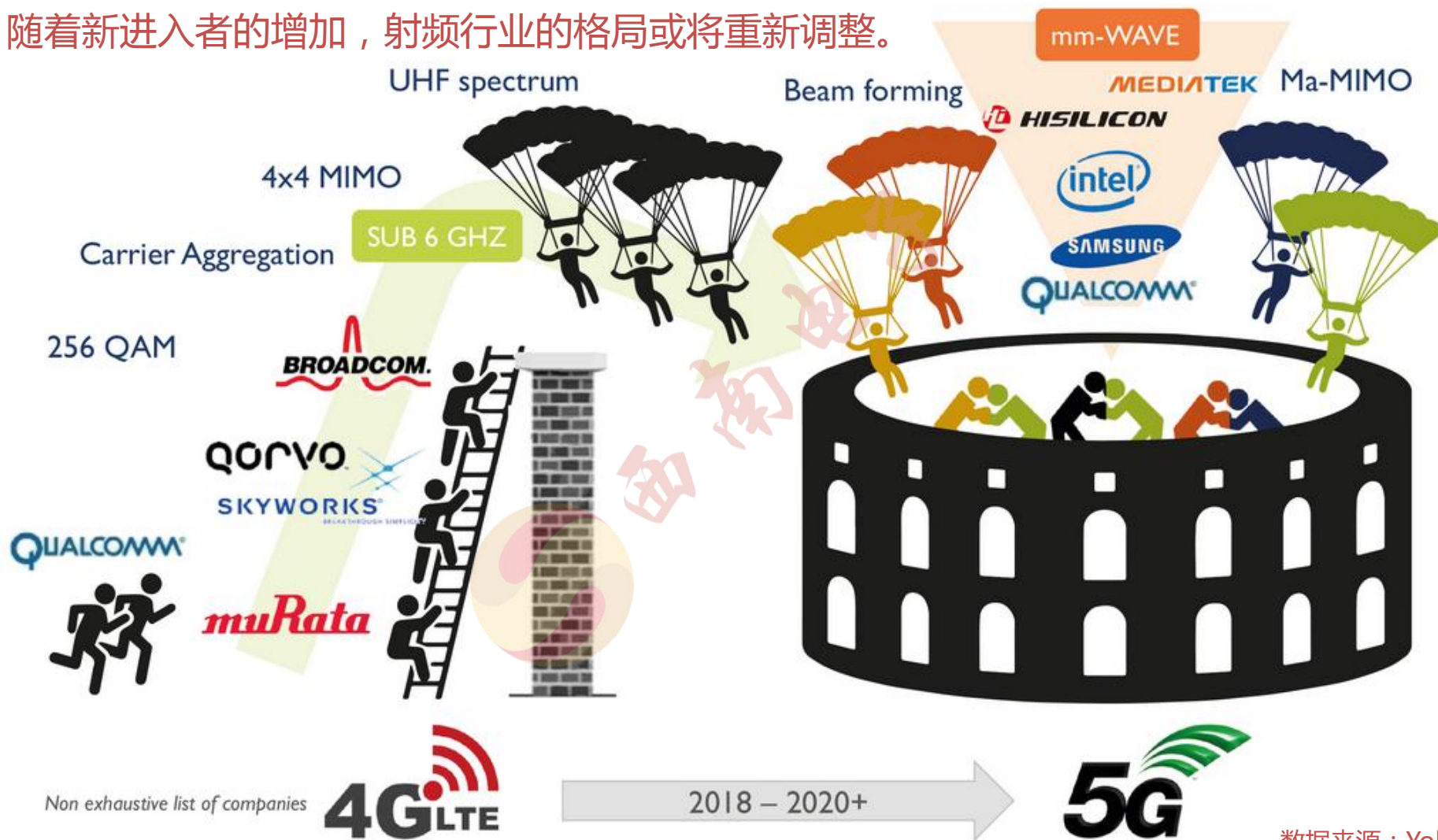
- 目前射频巨头Skyworks、Qorvo、Broadcom等均选择从Sub-6G逐渐向5G过渡的道路，而高通则凭借5G基带的领先优势，选择直接切入5G毫米波市场。



数据来源：Yole，西南证券整理

5G射频迎来新进入者

- 5G高频通信使得射频前端市场需求成倍放大，吸引了大批平台商切入射频赛道。高通通过与TDK成立RF360已经正式入局，其他顶级平台提供商如英特尔、三星、华为海思、联发科也在探索这一新的商机。随着新进入者的增加，射频行业的格局或将重新调整。



风险提示

- 智能手机需求下滑；
- 5G建设进度不及预期；
- 国内厂商研发进度不及预期；
- 新进入者过多导致供过于求。

西南证券投资评级说明

公司评级

买入：未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅在20%以上

增持：未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅介于10%与20%之间

中性：未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅介于-10%与10%之间

回避：未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅在-10%以下

行业评级

强于大市：未来6个月内，行业整体回报高于沪深300指数5%以上

跟随大市：未来6个月内，行业整体回报介于沪深300指数-5%与5%之间

弱于大市：未来6个月内，行业整体回报低于沪深300指数-5%以下

分析师承诺

报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，报告所采用的数据均来自合法合规渠道，分析逻辑基于分析师的职业理解，通过合理判断得出结论，独立、客观地出具本报告。分析师承诺不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接获取任何形式的补偿。

重要声明

西南证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证券监督管理委员会核准的证券投资咨询业务资格。

本公司与作者在自身所知知情范围内，与本报告中所评价或推荐的证券不存在法律法规要求披露或采取限制、静默措施的利益冲突。

《证券期货投资者适当性管理办法》于2017年7月1日起正式实施，本报告仅供本公司客户中的专业投资者使用，若您并非本公司客户中的专业投资者，为控制投资风险，请取消接收、订阅或使用本报告中的任何信息。本公司也不会因接收人收到、阅读或关注自媒体推送本报告中的内容而视其为客户。本公司或关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行或财务顾问服务。。

本报告中的信息均来源于公开资料，本公司对这些信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可升可跌，过往表现不应作为日后的表现依据。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告，本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，本公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

本报告及附录版权为西南证券所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用须注明出处为“西南证券”，且不得对本报告及附录进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权刊载或者转发本报告及附录的，本公司将保留向其追究法律责任的权利。



西南证券研究发展中心

上海

地址：上海市浦东新区陆家嘴东路166号中国保险大厦20楼

邮编：200120

北京

地址：北京市西城区南礼士路66号建威大厦1501-1502

邮编：100045

重庆

地址：重庆市江北区桥北苑8号西南证券大厦3楼

邮编：400023

深圳

地址：深圳市福田区深南大道6023号创建大厦4楼

邮编：518040

西南证券机构销售团队

区域	姓名	职务	座机	手机	邮箱
上海	蒋诗烽	地区销售总监	021-68415309	18621310081	jsf@swsc.com.cn
	黄丽娟	地区销售副总监	021-68411030	15900516330	hlj@swsc.com.cn
	张方毅	高级销售经理	021-68413959	15821376156	zfyi@swsc.com.cn
	王慧芳	高级销售经理	021-68415861	17321300873	whf@swsc.com.cn
	涂诗佳	销售经理	021-68415296	18221919508	tsj@swsc.com.cn
	杨博睿	销售经理	15558686883	15558686883	ybz@swsc.com.cn
	吴菲阳	销售经理	13013130110	13013130110	wfy@swsc.com.cn
北京	张岚	高级销售经理	18601241803	18601241803	zhanglan@swsc.com.cn
	路剑	高级销售经理	010-57758566	18500869149	lujian@swsc.com.cn
	刘致莹	销售经理	010-57758619	17710335169	liuzy@swsc.com.cn
广深	王湘杰	销售经理	0755-26671517	13480920685	wxj@swsc.com.cn
	余燕伶	销售经理	0755-26820395	13510223581	yyl@swsc.com.cn
	陈霄（广州）	销售经理	15521010968	15521010968	chenxiao@swsc.com.cn