

# 2020年 中国射频功率放大器行业概览

概览标签：射频功率放大器、5G基站、5G手机

报告主要作者：张顺  
2020/03

报告提供的任何内容（包括但不限于数据、文字、图表、图像等）均系头豹研究院独有的高度机密性文件（在报告中另行标明出处者除外）。未经头豹研究院事先书面许可，任何人不得以任何方式擅自复制、再造、传播、出版、引用、改编、汇编本报告内容。若有违反上述约定的行为发生，头豹研究院保留采取法律措施、追究相关人员责任的权利。头豹研究院开展的所有商业活动均使用“头豹研究院”或“头豹”的商号、商标，头豹研究院无任何前述名称之外的其他分支机构，也未授权或聘用其他任何第三方代表头豹研究院开展商业活动。

# 概览摘要

射频功率放大器是射频前端模组的重要器件，负责将发射通道的射频信号放大。射频收发器中调制振荡电路所产生的射频信号功率较小，需经过一系列的放大（缓冲放大器、可控放大器、末级放大器）获得足够的射频功率后，馈送至天线上。射频功率放大器主要应用于手机终端、通信基站、物联网设备、军事气象雷达等领域。本篇报告主要研究射频功率放大器在手机及基站中的应用。中国当前主流射频工艺为GaAs工艺，由于GaAs工艺具备高频的特点，在市场上的份额逐年提升，替代传统硅CMOS工艺的逻辑已得到市场验证。但GaAs工艺生产的射频器件功率较低，达不到宏基站对射频器件的要求。未来，5G射频器件将会转向**频率更高、功率更高**的GaN工艺。

## ◆ 5G基站加速建设，基站射频功率放大器迎来量价齐升

据在头部无线设备厂商担任战略总监的专家预测，5G基站建设总数预计为560万架，其中包括260万架宏基站及300万架微基站。宏基站信号覆盖面积较大，共有6个扇区，每个扇区采用64通道天线方案，因此单个宏基站需要376副天线，每副天线射频前端模组中需要一个射频功率放大器。微基站信号覆盖面积较小，仅用一个扇区，因此仅需64副天线与64个功率放大器。5G建设周期为2020年-2024年，未来5年，5G基站建设将共消耗**11.7亿**个射频功率放大器。

## ◆ 射频器件集成度提高对封装技术提出更高要求

随着通信频段的增加，移动终端中射频器件数量与种类逐渐增多。为满足移动终端轻薄便携的需求，射频器件逐渐从分立器件发展至集成模组化。SiP封装技术可满足射频器件模组化的需求。SiP封装从封装和组装的角度，将若干裸芯片和微型无源器件集成到同一个小基板，并形成具有系统功能的高性能微型组件。SiP的集成对象可是芯片、分立器件以及封装天线等器件。SiP的优势在于：（1）器件微型化，满足智能终端高集成度要求；（2）保证性能、降低功耗；（3）技术集成度高、研发周期短且技术路线成本可控。根据Yole预测，全球移动端射频器件SiP封装市场规模将由2018年的**33亿美金**增长到2023年的**53亿美金**。

## ◆ 射频器件迎来新进入者，行业竞争加剧

5G高频段的开发使得射频器件的市场需求成倍放大，吸引大批巨头企业切入射频器件赛道如英特尔、三星、华为海思、联发科等芯片设计顶尖企业纷纷加入射频器件的研发。华为为中国消费电子与无线设备巨头企业，基于芯片设计领域的领先技术，亦开始全面布局射频器件领域，目前在低噪声功率放大器、射频功率放大器、天线开关等领域已实现量产。2019年9月华为发布的Mate30采用自研的功率放大器。此外，众多规模较小的中国芯片设计公司亦进入射频芯片设计领域，而中小设计公司进入行业后普遍采用在低端领域**重复设计**和**低价竞争**的策略，导致行业存在**过度竞争**的隐患。随着新进入者的增加，射频器件行业面临重新洗牌。

## 企业推荐：

唯捷创芯、慧智微电子、昂瑞微电子

# 目录

◆ 名词解释	-----	04
◆ 中国射频功率放大器行业综述	-----	05
• 射频前端定义	-----	05
• 射频功率放大器定义	-----	06
• 射频功率放大器分类	-----	07
• 产业链分析	-----	08
• 驱动力分析	-----	11
◆ 中国射频功率放大器行业市场规模	-----	14
◆ 中国射频功率放大器行业政策分析	-----	16
◆ 中国射频功率放大器行业发展趋势分析	-----	17
• 射频功率放大器高度集成化	-----	17
• 射频功率放大器行业竞争加剧	-----	18
◆ 中国射频功率放大器行业竞争格局分析	-----	19
◆ 中国射频功率放大器行业投资风险分析	-----	20
◆ 中国射频功率放大器行业企业推荐	-----	21
• 唯捷创芯	-----	21
• 慧智微电子	-----	23
• 昂瑞微电子	-----	25
◆ 专家观点	-----	27
◆ 方法论	-----	28
◆ 法律说明	-----	29

# 名词解释

- ◆ **基带芯片**：用来合成即将发射的基带信号，或对接收到的基带信号进行解码的芯片。发射信号时，基带芯片把语音或其他数据信号编码成用来发射的基带码；接收信号时，基带芯片把收到的基带码解码为语音或其他数据信号。
- ◆ **外延**：一种用于半导体器件制造过程，在原有芯片上长出新结晶以制成新半导体层的技术。外延技术可用以制造硅晶体管到CMOS集成电路等各种组件，在制作化合物半导体例如GaAs外延晶圆时，外延尤其重要。
- ◆ **BJT**：Bipolar Junction Transistor，双极性晶体管，一种具有三个终端的电子器件，可放大信号，并且具有较好的功率控制、高速工作以及耐久能力，常被用来构成放大器电路，或驱动扬声器、电动机等设备，并被广泛地应用于航空航天工程、医疗器械和机器人等应用产品中。
- ◆ **HBT**：Heterojunction Bipolar Transistor，双极性晶体管的一种。HBT在BJT上进行改进，可以处理极高频率的信号，通常用于现代超快电路（射频（RF）系统）以及要求高功率效率的应用中。
- ◆ **LDMOS**：Laterally-Diffused Metal-oxide Semiconductor，用于放大器的平面双扩散的金属氧化物半导体场效应晶体管。
- ◆ **金属氧化物半导体场效晶体管**：Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor，缩写MOSFET，一种可广泛使用在模拟电路与数字电路的场效晶体管。
- ◆ **HEMT**：High Electron Mobility Transistor，是场效应晶体管的一种，使用两种具有不同能隙的材料形成异质结，为载流子提供沟道。与MOSFET不同，HEMT直接使用掺杂的半导体而不采用结来形成导电沟道。砷化镓、砷镓铝三元化合物半导体是构成这种器件的可选材料。
- ◆ **CMOS**：Complementary Metal-Oxide-Semiconductor，互补式金氧半导体，一种集成电路的设计工艺，具有节能且发热量少的优势。
- ◆ **Fabless**：不具备晶圆制造及封测工艺的芯片设计厂商。
- ◆ **Foundry**：晶圆代工厂，为Fabless厂商制造晶圆。
- ◆ **宏基站**：通信运营商的无线信号发射基站。宏基站信号覆盖面积大，一般在35Km，适用于郊区话务量比较分散的地区，功率较大。
- ◆ **微基站**：多用于市区热点补盲覆盖，一般发射功率小，覆盖距离500m或更小。
- ◆ **SiP**：System In a Package，系统级封装，将多种功能芯片包括处理器、存储器等功能芯片集成在一个封装内，从而实现一个基本完整的功能。
- ◆ **AoP**：Antenna on Package，一种先进封装技术，将天线纵向集成在SiP封装的射频器件模块上，进一步节省空间。

# 中国射频功率放大器行业综述——射频前端定义

射频前端是基站/移动终端的核心部件之一，用于实现通信信号的合路、过滤、消除干扰、放大等

## 射频前端定义

射频前端是基站/移动终端的核心部件之一，用于实现通信信号的合路、过滤、消除干扰、放大等，其主要器件包括滤波器（Filter），功率放大器（PA），低噪声放大器（LNA）、开关（Switch）及双工器（Duplexer）：

(1) **滤波器**：负责将接收通道的射频信号滤波。滤波器允许符合特定频率的信号通过，抑制其他频率的信号，可解决通信系统中不同频率信号互相干扰问题；

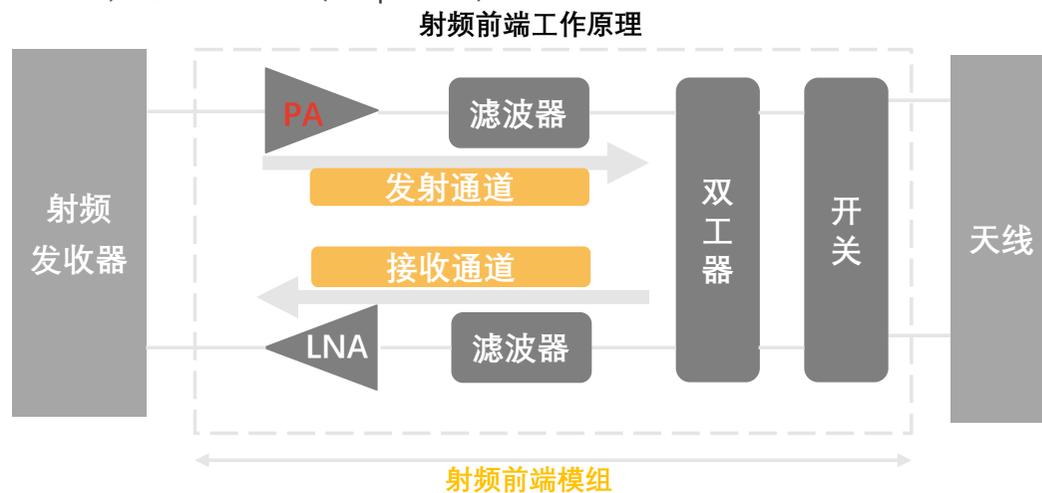
(2) **功率放大器**：负责将发射通道的射频信号放大；

(3) **低噪声放大器**：负责将接收通道的微弱射频信号放大；

(4) **开关**：用于接收、发射通道之间的切换；

(5) **双工器**：由两组不同频率的带阻滤波器组成，负责将发射和接收的信号隔离，保证射频接收和发射信号功能可同时正常工作。

射频前端有两大功能：（1）在信号发射过程中，将二进制信号转换成高频的无线电波信号；（2）在信号接收过程中，将电磁波信号转换成二进制数字信号。射频前端的信号传输路径分为发射通道和接收通道，其中，发射通道路径为“基带芯片-射频收发模块-开关-PA-滤波器/双工器-开关-天线-信号”；接收通道路径为“信号-天线-开关-滤波器/双工器-LNA-开关-射频收发模块-基带芯片”。



### 工作原理：

(1) **发射状态时**，开关的接收通道关闭，发射通道打开，LNA处于关闭状态，信号经过PA放大，再通过滤波器除杂波，经由天线发射出去；

(2) **接收状态时**，开关的接收通道打开，发射通道关闭，PA关闭，从天线接收到的信号经过滤波器后传递给LNA放大，最后传递至射频收发器。

# 中国射频功率放大器行业综述——射频功率放大器定义

输出功率与效率为射频功率放大器核心技术指标，提高输出功率和效率是射频功率放大器重要设计目标。每一次通信技术的升级对射频功率放大器的性能提出更高要求

## 射频功率放大器定义

射频功率放大器是射频前端模组的重要器件，负责将发射通道的射频信号放大。射频收发器中调制振荡电路所产生的射频信号功率较小，需经过一系列的放大（缓冲放大器、可控放大器、末级放大器）获得足够的射频功率后，传输至天线上。射频功率放大器主要应用于手机终端、通信基站、物联网设备、军事气象雷达等领域。本篇报告主要研究射频功率放大器在手机及基站中的应用。

## 射频功率放大器核心参数

射频功率放大器指标包括带宽、输出功率、效率、线性度及功率增益。输出功率与效率为射频功率放大器核心技术指标，提高输出功率和效率是射频功率放大器重要设计目标。每一次通信技术的升级都对射频功率放大器的性能提出更高要求。

除功率及效率，5G基站系统对射频功率放大器的线性度提出更高要求，避免产生非线性失真而干扰邻近信道，确保信号输出的质量。此外，随着对频谱的不断利用开发，**频谱资源稀缺**。为在有限频段内容纳更大可用信道，5G通信技术采用毫米波段等高频段解决频谱拥挤问题，对功率放大器的**最高工作频率和带宽**提出更高要求。

来源：头豹研究院编辑整理

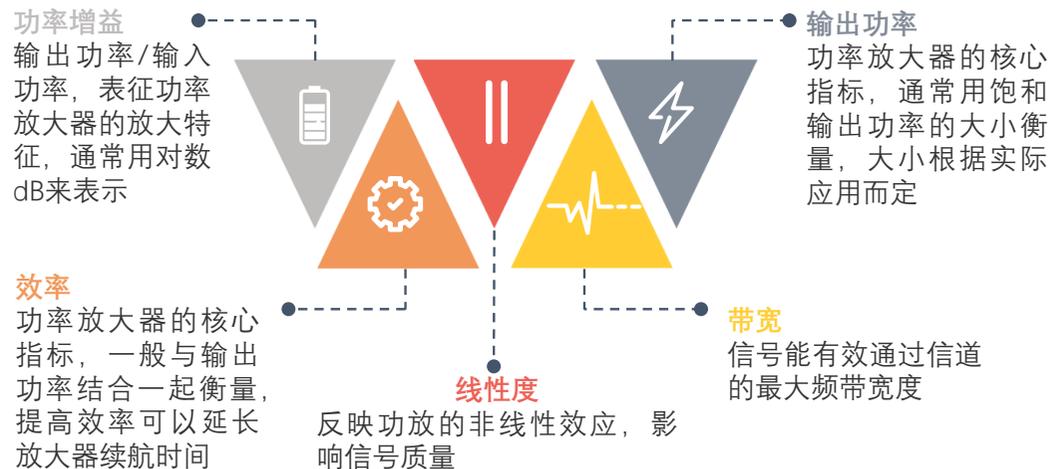
©2020 LeadLeo



射频功率放大器工作原理



射频功率放大器核心性能参数



www.leadleo.com

# 中国射频功率放大器行业综述——射频功率放大器分类

Si材料射频功率放大器主要应用于2G、3G时代低频领域，而在5G时代，Si材料功率放大器将逐渐被GaAs及GaN功率放大器替代

## 射频功率放大器分类

不同射频功率放大器存在半导体材料与晶体管制造工艺结构的差异。射频半导体材料由第一代发展至第三代，而晶体管制造工艺结构由基础的BJT、FET向更复杂的HBT、LDMOS和HEMT发展。

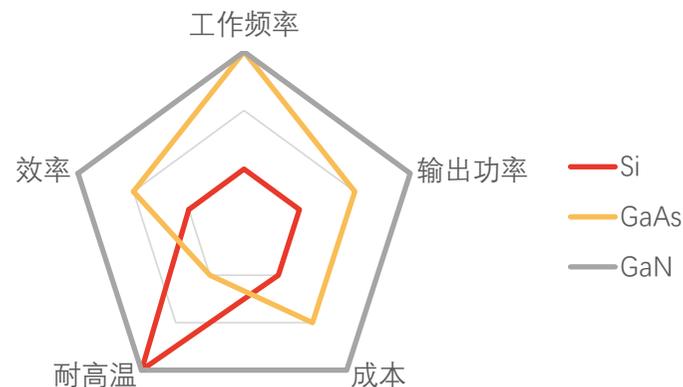
- **第一代半导体材料**：包括Si和Ge，采用的晶体管制造工艺为BJT。全球Si材料存储量丰富，且具有耐高温、稳定性高、成本低等优势。但Si材料电子迁移率低，导致Si BJT仅能在**低频环境**下工作，仅在不超过**3.5GHz**的频率范围内有效。
- **第二代半导体材料**：包括GaAs和InP等化合物，具有高饱和电子速度和高电子迁移率特性，因此基于这些材料的射频功率放大器可在高频波段上工作，且具有抗辐射性、低噪声、高线性度性能。跟随第二代半导体材料发展的晶体管制造工艺包括MESFET、HEMT、PHEMT和HBT。第二代半导体材料制造的功率放大器功率不能满足宏基站的需求。
- **第三代半导体材料**：包括SiC、GaN等化合物，具有更高的电子迁移率。GaN制造的射频功率放大器可具有**高功率、高增益、高效率、高工作频率**等优势，且拥有较好的散热性、耐高温、抗辐射。第三代半导体晶体管的制造工艺主要为HEMT。

## 不同射频功率放大器应用场景

当前，常见的射频功率放大器包括Si LDMOS射频功率放大器、GaAs MESFET功率放大器及GaN HEMT射频功率放大器。

Si材料射频功率放大器主要应用于2G、3G时代低频领域，而在5G时代，Si材料功率放大器将逐渐被GaAs及GaN功率放大器替代。在微基站及移动终端领域，GaAs满足5G通信高频率需求且具备**高性价比**的优势，因此短期内微基站及移动终端领域仍主要运用GaAs功率放大器。GaAs功率放大器虽能满足高频通信的需求，但其**输出功率**远低于GaN功率放大器。宏基站信号**覆盖面广**，对射频器件功率要求高，因此在宏基站领域，采用GaN材料的功率放大器是未来的发展趋势。

主流材料射频功率放大器性能及成本对比



来源：国金证券，头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



www.leadleo.com

# 中国射频功率放大器行业综述——产业链分析

中国射频产业起步较晚，尚未出现具备射频器件生产全流程工艺的企业，更多采用“Fabless+Foundry+封测厂”的垂直整合模式分工协作

## 射频功率放大器行业产业链

射频功率放大器中游主要参与者为射频功率放大器制造相关厂商。射频功率放大器设计及制作工艺复杂，国际上射频器件巨头厂商均采用IDM模式，具备从设计、制造及封测全流程工艺。中国射频产业起步较晚，尚未出现具备射频器件生产全流程工艺的企业，更多采用“Fabless+Foundry+封测厂”的垂直整合模式分工协作。射频功率放大器上游参与者包括EDA软件、衬底材料及封测材料供应商，分别为设计、制造及封测工艺提供关键的软件及材料。EDA软件是Fabless设计厂商的核心软件，贯穿整个设计流程。Foundry晶圆代工厂及封测厂商向上游企业采购核心材料。下游厂商包括手机终端、通信基站、物联网设备、军事气象雷达等，本篇报告主要研究射频功率放大器在手机及基站中的应用。

### 射频功率放大器产业链



<https://www.leadleo.com/pdfcore/show?id=5ff66b2420410e33d3954ace>



FROST & SULLIVAN  
沙利文

# 招聘 行业分析师

我们一起“创业”吧，开启一段独特的旅程！

✉ 邮箱：[fs.recruitment@frostchina.com](mailto:fs.recruitment@frostchina.com)

📍 工作地点：北京、上海、深圳、香港、南京、成都



# 中国射频功率放大器行业综述——产业链上游（1/2）

相比传统的手工设计，EDA设计优势明显，可大幅减少电子电路设计师的工作量，极大提高设计效率、缩短设计周期及节省设计成本

## EDA软件市场

### ➤ EDA软件市场规模

EDA软件是芯片设计过程中最重要的电路软件设计工具，EDA软件可大幅减少电子电路设计师的工作量，极大提高设计效率、缩短设计周期及节省设计成本。EDA软件行业为典型的“小而精”行业。据在华为有10年战略规划总工经验的专家分析，中国EDA软件市场规模年复合增长率在20%左右。2019年中国EDA软件市场规模已攀升至40亿元人民币，其中本土EDA软件企业合计销售额不到4亿元人民币，在市场的市占率不足10%。

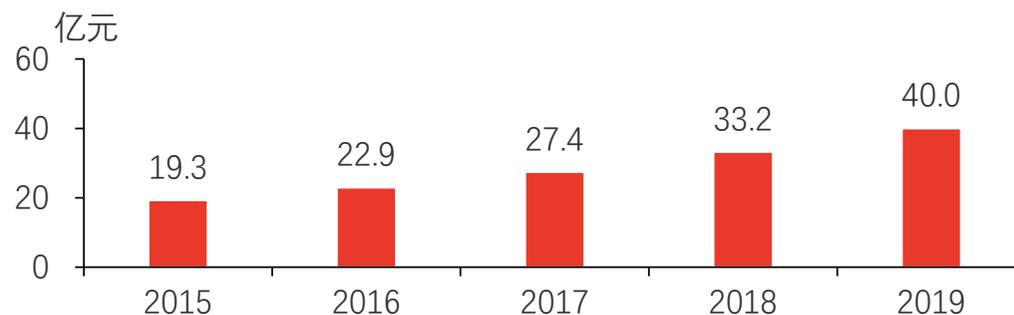
### ➤ EDA软件市场竞争格局

EDA软件市场集中度高，美国EDA软件企业基本垄断全球EDA软件市场。美国Synopsys、Cadence及Mentors三大EDA厂商产品线完整，在部分领域拥有绝对的优势，Synopsys、Cadence及Mentors营收均超过10亿美元，合计约占全球80%的市场份额，为全球第一梯队EDA软件企业。美国ANSYS、SILVACO和中国华大九天等企业拥有特定领域全流程产品，在局部领域技术领先，位列第二梯队。第二梯队的EDA软件企业收入规模在2千万美元至2亿美元之间，合计约占全球15%的市场。剩下的5%市场由第三梯队的50多家EDA供应商瓜分。第三梯队EDA软件企业仅能提供少量设计工具，产品线不完整，且收入规模较小低于两千万美元。

### ➤ 中国EDA软件受制于人的局面亟待改变

中国射频器件设计厂商多进口美国EDA软件，进口EDA软件价格更高，增加射频器件设计厂商的经济成本。EDA软件费用按客户端（公司被授权使用EDA软件的电脑）数量计算，客户需求不同，产生的费用不同。以华为为例，每年购买美国EDA软件的费用在400万美元左右，单个客户端每年使用权费在300-400美元，华为在EDA软件上的合计年支出在500万美元左右。而本土EDA软件价位较低，使用权费仅在1,000元人民币每年左右，不到美国EDA软件的一半。此外，由于中美关系反复，美国有可能停止对中国出口EDA软件。当前，美国已停止向华为海思提供EDA软件，一定程度上限制华为海思的研发进度。其他射频器件设计厂商亦可能面临无EDA软件可用的尴尬局面。

中国EDA软件市场规模，2015-2019年



全球EDA软件企业排名

	公司	优势产品
Tier1 (收入>10亿美元)	Synopsys	逻辑综合及时序分析工具具有绝对优势
	Cadence	模拟或混合信号的定制化电路和版图设计
	Mentors	布局布线工具
Tier2 (收入在2千万美元至2亿美元之间)	ANSYS	各种仿真工具
	SILVACO	各种仿真工具
	华大九天	数字SoC设计优化EDA系统
Tier3 (收入小于2千万美元)	共50家左右EDA供应商	-

来源：头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



www.leadleo.com

# 中国射频功率放大器行业综述——产业链上游（2/2）

GaAs是当前主流射频功率放大器的衬底，性能明显高于硅基，在移动终端及微基站领域应用广泛

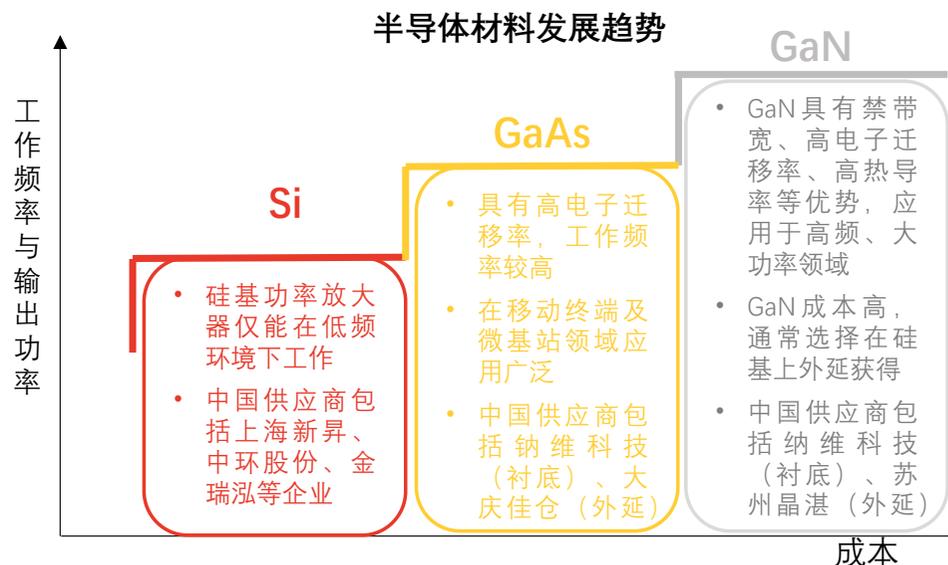
## 衬底市场

射频功率放大器的主要原材料为衬底，常见的衬底包括Si、GaAs及GaN。中国半导体材料产业薄弱，核心材料均依赖进口。

(1) 硅片电子迁移率较低，导致硅片生产的功率放大器仅能在低频环境下工作。硅片在射频功率放大器领域的市场逐渐被GaAs及GaN取代。2018年全球半导体硅片行业销售额前五名企业及市场份额分别为：日本信越化学（28%），日本SUMCO（25%），中国台湾环球晶圆（14%），德国Siltronic（13%），韩国SK Siltron（9%），前五名的全球市场市占率接近90%，市场集中度高。目前中国硅片生产商主要有上海新昇、中环股份、金瑞泓等企业。上海新昇12英寸硅片产品已经通过华力微和中芯国际的认证，处于中国领先地位。中环股份于2019年2月进行试生产8英寸硅片，12英寸硅片生产线在2019年下半年进行设备安装调试。

(2) GaAs是当前主流射频功率放大器的衬底，性能明显高于硅基，在移动终端及微基站领域应用广泛。在功率要求更高的宏基站及军事领域，则需用到GaN。GaN虽然性能优于GaAs，但成本昂贵，短期内无法替代GaAs在移动终端及微基站领域的地位。2英寸GaN单晶售价高达2万元，是同面积硅材料的数十倍。因此，在商业方案中，晶圆代工厂通常采用硅基GaN外延片或碳化硅GaN外延片（在Si上或SiC上外延生长GaN），可大幅降低GaN的采用成本，满足主流市场的应用需求。

中国GaAs及GaN产业均处于起步阶段，可提供相应的衬底及外延片的企业较少，尚未出现可量产市场认可度较高GaAs与GaN衬底及外延片的企业，中国本土GaAs与GaN衬底及外延片的产能严重不足，迫使中国射频制造厂商需进口GaAs与GaN衬底及外延片。进口半导体材料价格通常高于本土半导体材料的30%，射频器件制造厂商进口半导体进口材料将增加厂商的生产成本。射频器件上游企业综合实力薄弱，一定程度抑制射频器件行业的发展。



来源：天风证券，头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



www.leadleo.com

# 中国射频功率放大器行业综述——产业链下游

5G通信技术采用毫米波段等高频段的通信频段解决频谱拥挤问题，对基站及手机领域的功率放大器的最高工作频率和带宽提出更高要求

## 下游应用市场

### ➤ 5G基站加速建设带来智能手机换机潮

2019年市场处于4G向5G的过度阶段，2020年中国开始大规模建设5G基站，预计在2024年完成5G基站的基础建设，预计总共建设**260**万架宏基站及**300**万架微基站。

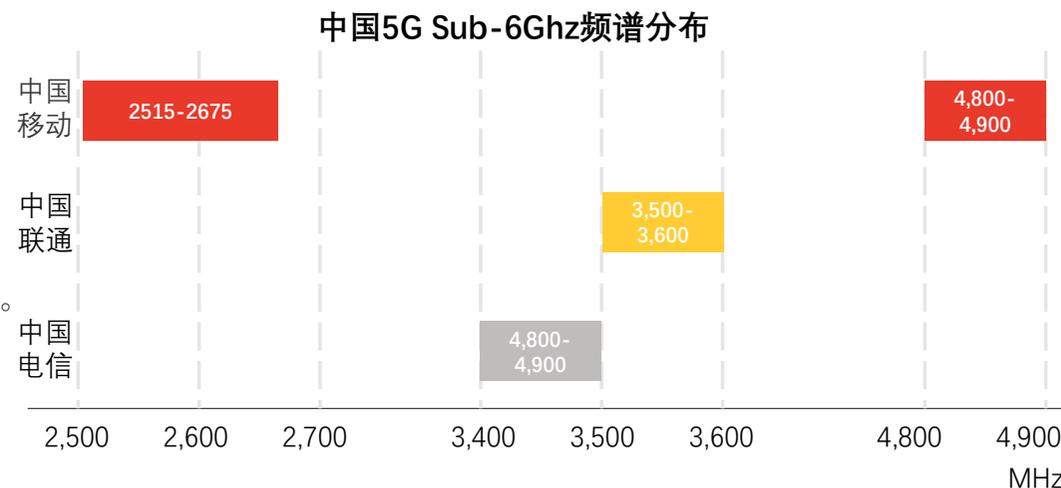
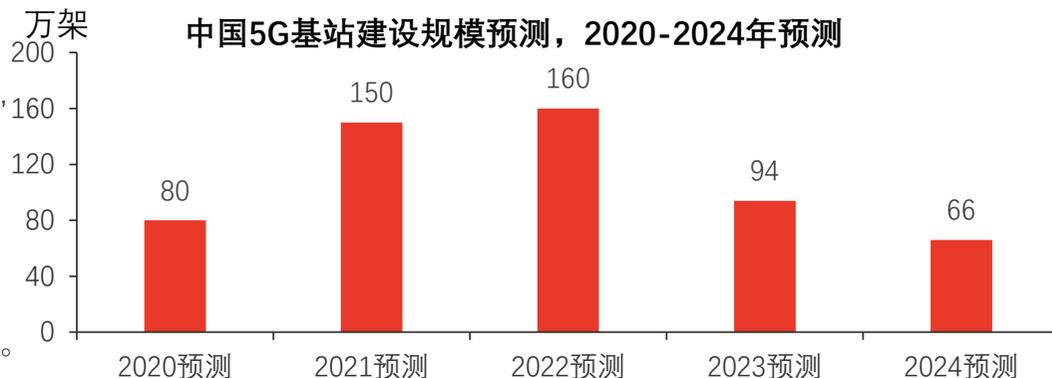
2020年是5G手机大规模出货的第一年，智能手机市场将会迎来换机潮，5G移动终端市场将快速增长。预计2024年中国5G智能手机出货量达**2.8**亿部，在智能手机领域的渗透率上升至**60%**，较2019年上升**59个百分点**。5G基站的加速建设及智能手机的换机潮将加大市场对射频功率放大器的需求。

### ➤ 5G智能手机及通信基站对射频功率放大器性能提出更高要求

现代通信技术经历从1G到4G的发展，5G技术也即将大规模商用。每一代通信技术采用不同频谱，导致**频谱资源逐渐稀缺**。5G通信技术采用毫米波段等高频段的通信频段解决**频谱拥挤问题**，对基站及手机领域的功率放大器的最高工作频率和带宽提出更高要求。

5G频谱分为FR1及FR2，FR1通常指Sub-6Ghz，对应的频谱范围为450MHz-6,000Mhz，主要应用于移动通信领域。FR2通常指毫米波频段，对应的频谱范围为24,250MHz-52,600MHz，应用于雷达及军事等通信领域。

中国移动获得160M的2.6G频谱和100M的4.9G无线频谱，电信和联通分别获得的100M的3.5G频谱。因此5G时代，手机射频功率放大器需在2.6Ghz及以上频率工作。当前，中国本土企业生产的射频功率放大器最高工作频率为2.1Ghz，2.6Ghz及毫米波高频段功率放大器仍需依赖进口。



来源：知乎，头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



www.leadleo.com

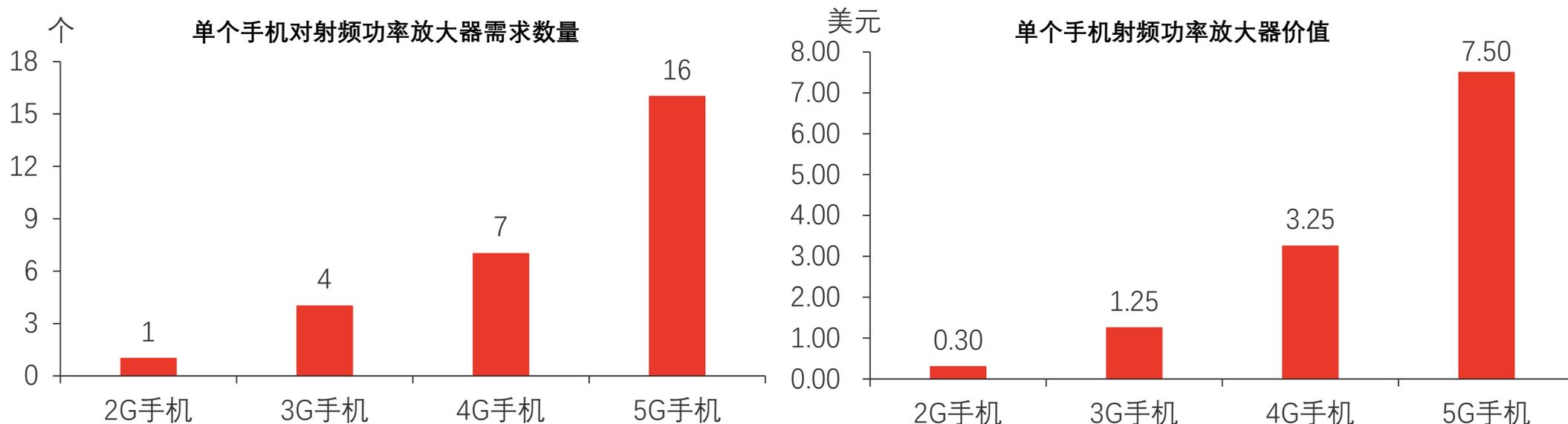
## 中国射频功率放大器行业综述——驱动力分析（1/2）

5G通信技术在4G的基础上新增更高频率的波段，而5G智能手机除需接收5G高频信号，同时需要兼备可以接收4G信号的能力，因此5G手机需配置更多的射频功率放大器

### 5G智能手机对射频功率放大器的用量翻倍

5G通信技术在4G的基础上新增更高频率的波段，而5G智能手机除需接收5G高频信号外，还需兼备可接收4G信号的能力，因此5G手机需配置多个射频前端模组接收不同频率的信号。4G多模多频手机需要**5-7颗**射频功率放大器，而5G智能手机配置的射频功率放大器高达**16颗**。

5G智能手机射频功率放大器的单价也有显著提高。单部2G手机采用射频功率放大器合计金额为**0.3美元**，每部3G手机在射频功率放大器上的平均花费上升到**1.25美元**，而全模4G手机射频功率放大器的费用则高达**3.25美元**，预计5G手机配置的射频功率放大器价值达到**7.5美元**以上。



来源：国金证券，头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



www.leadleo.com

# 中国射频功率放大器行业综述——驱动力分析（2/2）

5G基站加速建设，对基站射频功率放大器需求上升，而GaN射频器件在宏基站领域的渗透率将逐步提高，导致射频器件成本上升

## 5G基站加速建设，基站射频功率放大器迎来量价齐升

### ➤ 基站射频功率放大器需求上升

据在头部基站设备厂商担任战略规划总监的专家分析，电磁波具有频率越高，波长越短的特点。5G使用更高的频率导致信号覆盖面积大幅缩小，信号覆盖同一个区域，通信设备商需建设5G基站的数量超过需建设4G基站的数量。专家分析，5G基站建设总数为**560万架**，其中包括**260万架**宏基站及**300万架**微基站。宏基站信号覆盖面积较大，共有6个扇区，每个扇区采用64通道天线方案，因此单个宏基站需要**376**副天线，每副天线射频前端模组中需要一个射频功率放大器。微基站信号覆盖面积较小，仅用一个扇区，因此仅需64副天线与64个射频功率放大器。5G建设周期为2020年至2024年，因此未来5年，5G基站建设对射频功率放大器总需求为**11.7亿**个。

### ➤ 基站射频功率放大器价格上升

5G信号频率高，穿透性差，因此需采用高功率、高频率的射频功率放大器。微基站信号覆盖面积较小，采用GaAs基底的射频功率放大器则可满足基本需求。而宏基站信号覆盖面积广，需使用更高输出功率的射频功率放大器扩大信号覆盖面积，因此需采用更高功率的GaN射频功率放大器。GaN单晶市场价格在**2万元**左右，较GaAs贵**30%**，因此GaN基底射频功率放大器售价远高于GaAs基底射频功率放大器。5G时代，基站射频功率放大器需求量及价格均有望上涨。

### 射频功率放大器需求测算

射频功率放大器需求=基站新增数量×扇区数量×单个扇区射频功率放大器需求量

	宏基站	微基站	备注
建设数量（万架）	260	300	截至2024年，中国预计建设260万架宏基站及300万架微基站
扇区	6	1	-
单个扇区天线需求数量（副）	64	64	5G的Massive MIMO技术，通常采用64通道天线方案，32副信号接收与32副信号发射天线
单个扇区射频功率放大器需求量（个）	64	64	一副天线用一个射频功率放大器
单个基站射频功率放大器需求量（个）	376	64	扇区与单个扇区射频需求数量的乘积
总需求（亿个）	9.8	1.9	-

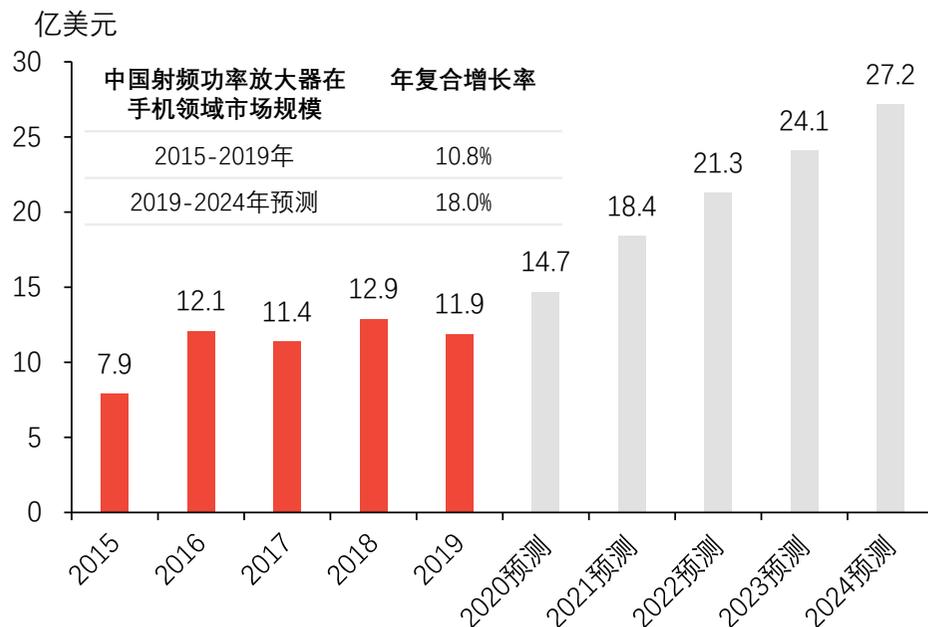
# 中国射频功率放大器行业——市场规模（1/2）

随着5G通信技术的升级，中国迎来换机潮，手机出货量将缓慢上升，对射频功率放大器的需求逐渐释放

## 中国射频功率放大器在中国手机终端领域的市场规模

射频功率放大器下游应用诸多，本篇报告仅测算射频功率放大器在中国手机及基站领域的市场规模。根据中国信息通信研究院统计，2017年中国手机出货量为4.6亿部，较2016年同比下降15.2%。2019年，中国手机出货量下降至3.9亿部。随着5G通信技术的升级，中国迎来换机潮，手机出货量将缓慢上升。2020年手机出货量受疫情影响增长缓慢，预计2020年手机出货量小幅回暖。2024年手机出货量预计上升至4.7亿部。2014年至2018年，4G手机的渗透率迅速提升，2018年4G手机渗透率高达95.1%。2019年为5G手机商用的首年，但由于5G信号并未普及，因此渗透率仅为5%左右。到2024年，5G手机基本普及，5G手机的渗透率上升至60%。根据数量与单价，可测算出2024年射频功率放大器在中国手机领域的市场规模高达**27.2**亿美元。

中国射频功率放大器在手机领域市场规模（按销售额统计），2015-2024年预测



中国射频功率放大器在基站领域市场规模测算，2015-2024年预测

	2015	2016	2017	2018	2019	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E
<b>中国智能手机出货量 (亿部)</b>	4.6	5.2	4.6	4.1	3.9	4.0	4.1	4.2	4.4	4.7
<b>各类手机出货量占比 (%)</b>										
5G手机	-	-	-	-	5.1%	12.5%	29.3%	42.9%	52.3%	60.0%
4G手机	30.4%	57.7%	65.2%	95.1%	76.9%	82.5%	70.7%	57.1%	47.7%	40.0%
2G/3G手机	69.6%	42.3%	34.8%	4.9%	15.0%	5%	0%	0%	0%	0%
<b>各类手机出货量数量 (亿部)</b>										
5G手机	-	-	-	-	0.2	0.5	1.2	1.8	2.3	2.8
4G手机	1.4	3.0	3.0	3.9	3.0	3.3	2.9	2.4	2.1	1.9
2G/3G手机	3.2	2.2	1.6	0.2	0.6	0.2	-	-	-	-
<b>各类手机射频功率放大器价值 (美元)</b>										
5G手机	7.50									
4G手机	3.25									
2G/3G手机	1.06									
										加权平均2G手机与3G手机功率放大器价值，假设3G手机权重为80%
<b>中国射频功率放大器市场规模 (亿美元)</b>										
5G手机	0	0	0	0	1.5	3.8	9.0	13.5	17.3	21.0
4G手机	4.6	9.8	9.8	12.7	9.8	10.7	9.4	7.8	6.8	6.2
2G/3G手机	3.4	2.3	1.7	1.1	0.6	0.2	0	0	0	0
<b>合计</b>	<b>7.9</b>	<b>12.1</b>	<b>11.4</b>	<b>12.9</b>	<b>11.9</b>	<b>14.7</b>	<b>18.4</b>	<b>21.3</b>	<b>24.1</b>	<b>27.2</b>

来源：中国信息通信研究院，工信部，头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



www.leadleo.com

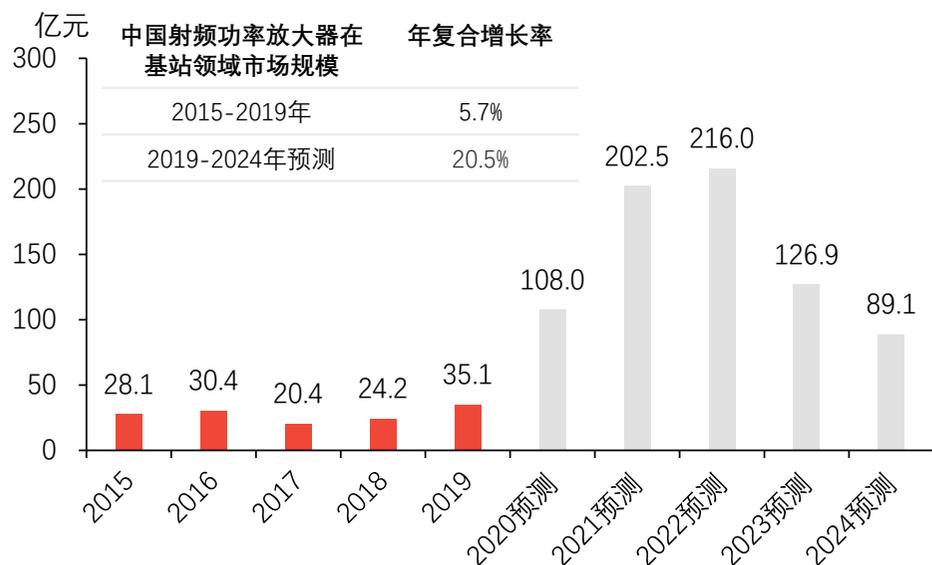
# 中国射频功率放大器行业——市场规模 (2/2)

射频功率放大器在基站领域的市场规模更具周期性。通信技术的升级，会迎来基站建设的加速期，对射频功率放大器的需求上升

## 中国射频功率放大器在基站领域的市场规模

射频功率放大器在基站领域的市场规模更具周期性。通信技术升级，基站建设将迎来加速期。4G基站的建设周期在2014-2019年，其中2014-2016年是4G基站建设的高峰期，无线设备厂商对射频功率放大器的需求上升明显，随后4G基站建设速度放缓，无线设备厂商对射频功率放大器需求减弱，射频功率放大器市场规模收缩。5G基站建设的高峰期在2020年-2022年。2020年，三大运营商全年原计划建设**55万架**基站，其中中国电信及中国联通共同建设30万架，中国移动建设25万架。因疫情影响，2020年第一季度5G基站建设进度不及预期，除火神山、雷神山等医疗单位所需的5G基站建设进程相对稳定，其他地区5G基站建设因基础建设施工人员大多未复工而暂缓。在工信部2020年2月22日召开的关于加快推进5G发展、做好信息通信业复工复产工作电视电话会议上，三大运营商领导均表态将全力保障5G发展不受疫情影响，并加速建设进度。预计在复工后，三大运营商响应政府号召，加速建设5G基站，预计2020年5G基站的建设数量上升至**80万架**左右，超出原定计划。2023-2024年5G基站建设逐步放缓，中国射频功率放大器在基站领域的市场规模下滑，预计从2022年的**216亿元**下降至2024年的**89.1亿元**。

中国射频功率放大器在基站领域市场规模（按销售额统计），2015-2024年预测



中国射频功率放大器在手机领域市场规模测算，2015-2024年预测

	2015	2016	2017	2018	2019	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	
<b>基站建设数量 (万架)</b>											
5G基站	-	-	-	-	13	80	150	160	94	66	
4G基站	103.9	112.7	75.4	89.8	65.2	-	-	-	-	-	
<b>基站设备平均价值 (万元)</b>											
5G基站	22.5	标配的5G主设备 (1个BUU+3个AUU) 价格为20-25万元，采用平均值22.5万元									
4G基站	5.4	4G主设备 (1个BUU+3个AUU+3个天线) 价格为4.3-6.5万元，采用平均值5.4万元									
<b>射频功率放大器在基站设备价值的成本占比</b>											
5G基站	6%										
4G基站	5%										
<b>中国射频功率放大器在基站领域的市场规模 (亿元)</b>											
5G基站	-	-	-	-	17.6	108.0	202.5	216.0	126.9	89.1	
4G基站	28.1	30.4	20.4	24.2	17.6	-	-	-	-	-	
合计	28.1	30.4	20.4	24.2	35.2	108.0	202.5	216.0	126.9	89.1	

来源：头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



www.leadleo.com

# 中国射频功率放大器行业——政策分析

中国政府给予集成电路产业高度重视和大力支持，出台一系列扶持政策，为中国集成电路产业建立优良的政策环境

## 中国射频功率放大器行业政策分析

射频功率放大器属于集成电路的细分行业，集成电路作为信息产业的基础和核心，是支撑经济和社会发展的战略性产业。中国政府给予集成电路产业高度重视和大力支持，出台一系列扶持政策，为中国集成电路产业建立优良的政策环境。2014年6月，国务院颁布《国家集成电路产业发展推进纲要》，并提出着力发展集成电路设计业，围绕重点领域产业链，强化**集成电路设计**、**软件开发**、系统集成、内容与服务协同创新，以设计业的快速增长带动制造业的发展。2019年5月，财政部颁布《关于集成电路设计和软件产业企业所得税政策的公告》，提出对满足要求的集成电路相关企业实施税率减免政策，加大对行业的支持。

### 中国射频功率放大器行业政策

政策名称	颁布日期	颁布主体	主要内容及影响
《关于集成电路设计和软件产业企业所得税政策的公告》	2019-05	财政部	符合条件的集成电路设计企业和软件企业，在2018年12月31日前自获利年度起计算优惠期，第一年至第二年免征企业所得税，第三年至第五年按照25%的法定税率减半征收
《2018年工业通信业标准化工作要点》	2018-04	工信部	大力推进重点领域标准体系建设，深入推进军民通用标准试点工作，加强集成电路军民通用标准的推广应用，开展军民通用标准研制模式和工作机制总结
《2016年国家信息消费示范城市建设指南》	2016-06	国务院	鼓励智能终端产业、集成电路产业、软件和信息服务业的发展，推动基础软件核心关键技术突破，加快核心技术的研发及产业化
《国家集成电路产业发展推进纲要》	2014-06	国务院	着力发展集成电路设计业。围绕重点领域产业链，强化 <b>集成电路设计</b> 、 <b>软件开发</b> 、系统集成、内容与服务协同创新，以设计业的快速增长带动制造业的发展
《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》	2012-07	科技部	围绕重点整机和战略领域需求，大力提升高性能集成电路产品自主开发能力，突破先进和特色芯片制造工艺技术，先进封装、测试技术以及关键设备、仪器、材料核心技术，加强新一代半导体材料和器件工艺技术研发，培育集成电路产业竞争新优势

来源：中国半导体协会、工信部官网，中央人民政府网，头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



www.leadleo.com

# 中国射频功率放大器发展趋势——集成化

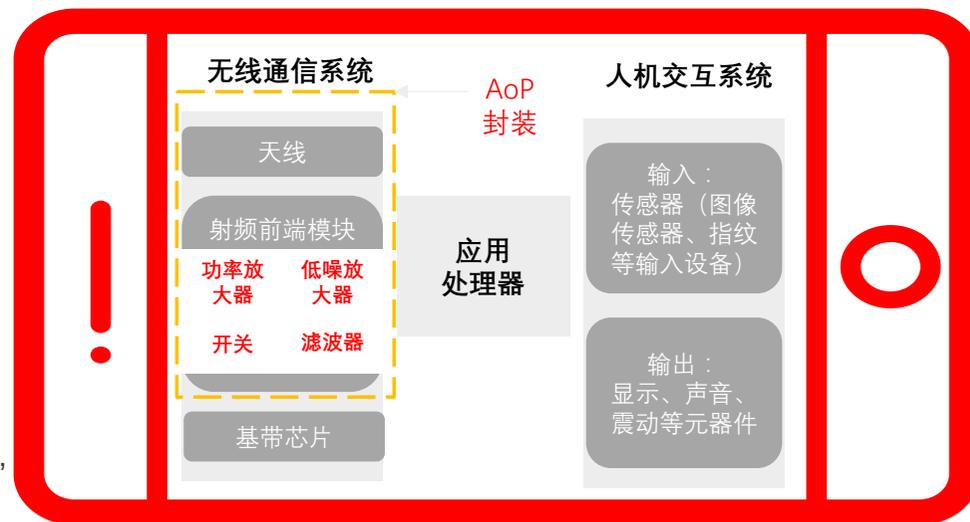
为满足移动终端轻薄便携的需求，射频器件逐渐从分立器件发展至集成模组化。SiP封装技术可满足射频器件模组化的需求，而SiP封装技术从2D向3D集成发展

## 射频器件集成度提高对封装技术提出更高要求

随着通信频段的增加，移动终端中射频器件数量与种类逐渐增多。为满足移动终端轻薄便携的需求，射频器件逐渐从分立器件发展至**集成模组化**。SiP封装技术可满足射频器件模组化的需求。SiP封装从封装和组装的角度，将若干裸芯片和微型无源器件集成至同一个小基板，并形成具有系统功能的高性能微型组件。SiP的集成对象可是芯片、分立器件以及封装天线等。SiP的优势在于：  
(1) 器件微型化，满足智能终端高集成度要求；  
(2) 保证性能并降低功耗；  
(3) 技术集成度高、研发周期短，技术路线成本可控。根据Yole预测，全球移动端射频器件SiP封装市场规模将由2018年的**33亿美元**增长到2023年的**53亿美元**。

- 5G时代，移动终端配置芯片数量及天线数量增加，为提高器件的集成度，5G下的SiP封装技术从**2D向3D集成发展**，升级为AoP (Antenna on Package) 封装技术。AoP将天线**纵向集成**在SiP封装的射频器件模块上，进一步节省空间。当前，SiP应用在射频器件模块相对成熟。iPhone8中SiP封装已占有所有封装比例的40%以上，主要用于射频器件。集成度更高的AoP技术当前仅应用在最新高端手机，是未来的发展趋势。华为P30中采用Qorvo77031模组实现三路PA、BAW滤波器以及天线开关集成，极大减轻手机的厚度及重量。
- 中国射频功率放大器厂商均是Fabless，不具备封测工艺，需与市场上的封测厂商合作。中国封测行业已进入成熟阶段，行业头部企业长电科技、华天科技及通富微电均进入全球封测前10，且均具备成熟的SiP封装技术，可满足中国射频器件Fabless厂商对高度集成产品的需求。

移动通信设备内部核心模块



# 中国射频功率放大器行业发展趋势——行业竞争加剧

5G高频段的开发使得射频器件的市场需求成倍放大，吸引大批巨头企业切入射频器件赛道如英特尔、三星、华为海思等芯片设计顶尖企业纷纷加入射频器件的研发

## 射频器件迎来新进入者，行业竞争加剧

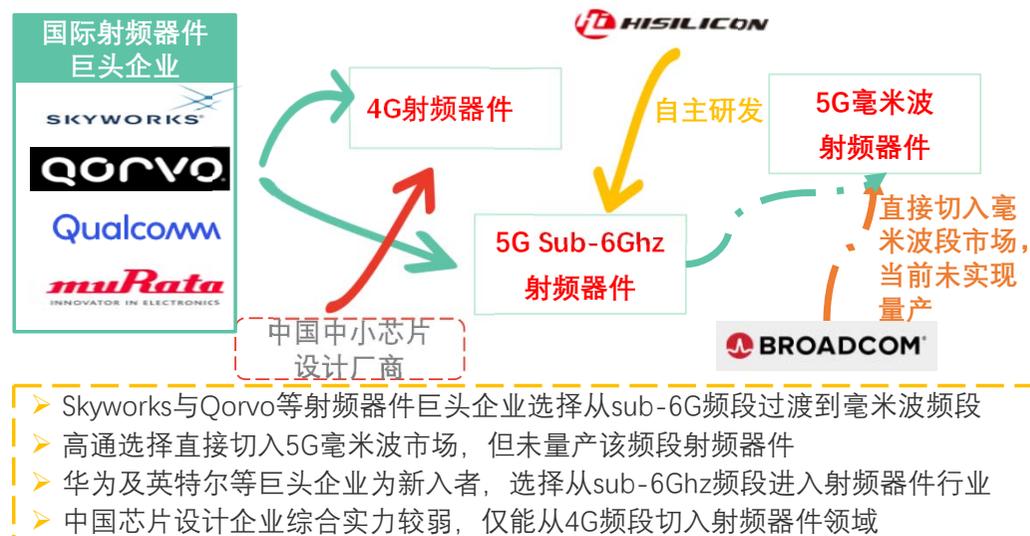
### ➤ 更多芯片设计巨头企业布局射频器件

5G高频段的开发使得射频器件的市场需求成倍放大，吸引大批巨头企业切入射频器件行业如英特尔、三星、华为海思等芯片设计顶尖企业纷纷加入射频器件的研发。华为为中国消费电子与无线设备巨头企业，基于芯片设计领域的领先技术，全面布局射频器件领域，目前在低噪声功率放大器、射频功率放大器、天线开关等领域已取得进展。在2019年发布的Mate30中，华为采用自研功率放大器。此外，众多规模较小的中国芯片设计公司亦进入射频芯片设计领域，而中小设计公司进入行业后普遍采用在低端领域重复设计和低价竞争的策略，导致行业存在过度竞争的隐患。随着新进入者的增加，射频器件行业面临重新洗牌。

### ➤ 射频器件厂商扩大产品线

射频器件包含射频开关、射频低噪声放大器、射频功率放大器、射频滤波器、双工器等产品类型。随着射频器件集成度提高，可生产全类型射频器件产品的生厂商具有竞争优势，当前，国际射频巨头企业如Skyworks、Qorvo覆盖射频器件全部产品，为射频器件集成化提供基础。中国本土射频器件厂商为提升实力不断扩张自身产品覆盖面。中国射频开关及低噪声放大器龙头企业卓胜微于2019年上市，并将部分募集资金用于射频功率放大器的研发。卓胜微具有丰富的射频器件研发实力且掌握优质的客户资源，将抢夺中国射频功率放大器的市场份额。

射频功率放大器行业新入者进入行业方式



- Skyworks与Qorvo等射频器件巨头企业选择从sub-6G频段过渡到毫米波频段
- 高通选择直接切入5G毫米波市场，但未量产该频段射频器件
- 华为及英特尔等巨头企业为新入者，选择从sub-6Ghz频段进入射频器件行业
- 中国芯片设计企业综合实力较弱，仅能从4G频段切入射频器件领域

卓胜微射频功率放大器项目

建设期	研发内容
一期	研发2G/3G/4G通信制式下的功率放大器模组
	开发覆盖全球2G/3G/4G蜂巢式多模多频段的功率放大器模组
	开发4G LTE特定频段的功率放大器
二期	开发5.8G WiFi 802.11 AC前端模组
	开发适用于5G高频的功率放大器模组及一体化功率放大器模组
	开发5.8G WiFi 802.11 AX前端模组

来源：卓胜微招股书，头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



www.leadleo.com

推广

innovation  
创新地图 map

# 前哨 2020 科技特训营

掌握创新武器 抓住科技红利



扫码报名

咨询微信: innovationmapSM

电话: 157-1284-6605



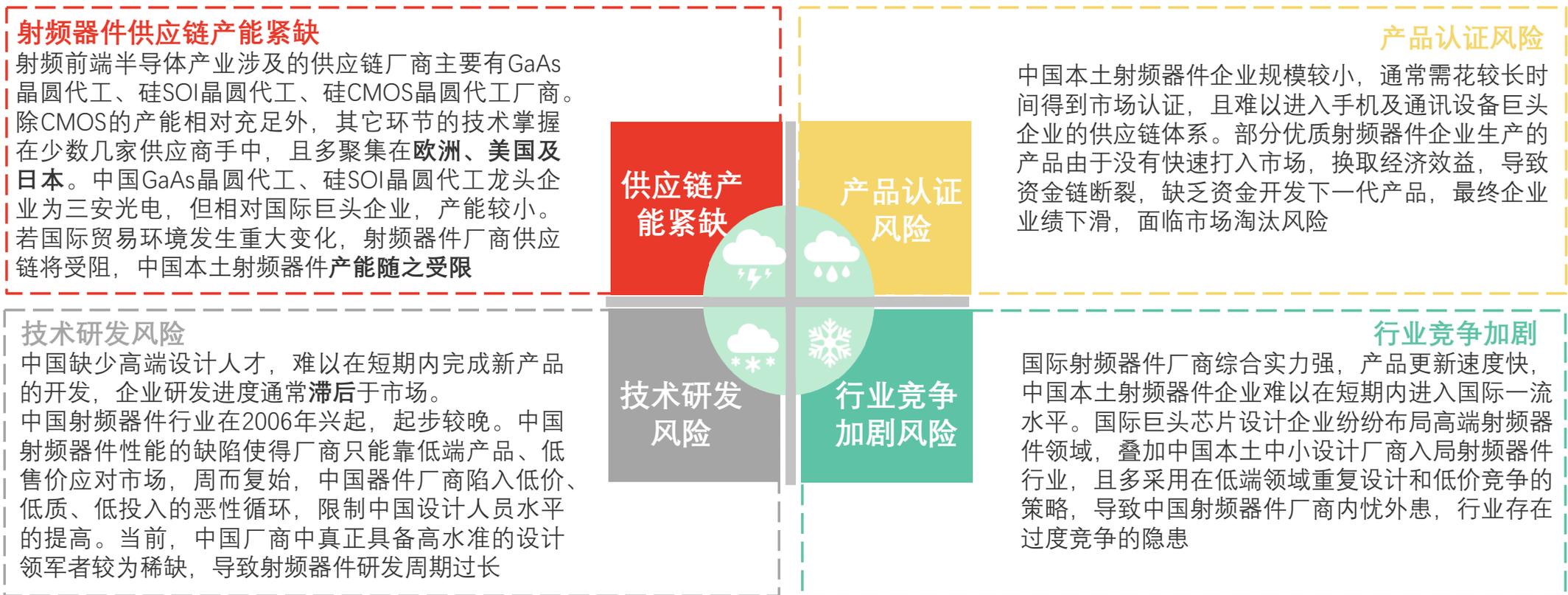
王煜全

海银资本创始合伙人  
Frost&Sullivan, 中国区首席顾问

# 中国射频功率放大器行业——投资风险分析

中国射频器件投资风险分析主要包括供应链产能不足风险、产品认证风险、技术研发风险及行业竞争加剧风险

## 中国射频器件投资风险分析



来源：头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



www.leadleo.com

# 中国射频功率放大器行业——竞争格局

2019年，全球射频功率放大器市场主要被美国厂商垄断，前三大公司Skyworks、Qorvo及Broadcom合计市场份额约92%，为射频功率放大器行业第一梯队

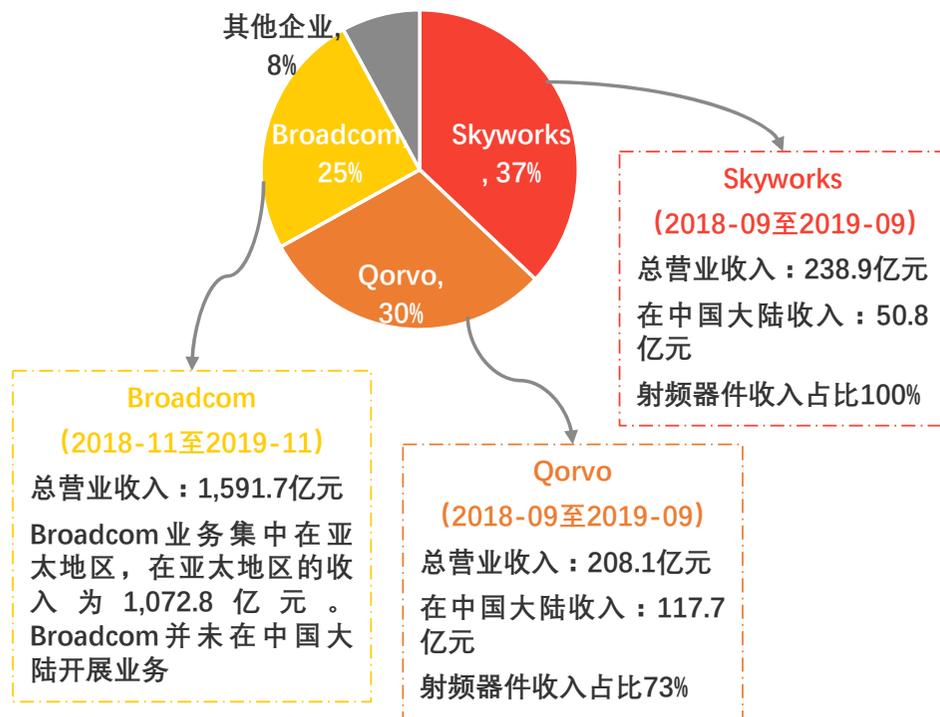
## 全球射频功率放大器行业竞争格局

2019年，全球射频功率放大器市场主要被美国厂商垄断，前三大公司Skyworks、Qorvo及Broadcom合计市场份额约92%，为射频功率放大器行业第一梯队。

全球射频功率放大器行业竞争格局，2019年

全球射频功率放大器竞争格局	第一梯队	第一梯队企业产品覆盖全部射频器件包括射频前端模组，滤波器、射频功率放大器、开关、LNA等，综合实力远超过中国射频器件厂商，且具备5G射频器件工艺	  
	第二梯队	第二梯队企业包括高通、村田及华为海思，具备5G射频器件工艺，但射频器件产品覆盖面小于第一梯队企业，且射频器件收入在企业总收入的占比小于第一梯队的企业	  
	第三梯队	第三梯队企业工艺仍停留在4G阶段，不具备5G射频功率放大器工艺。中国射频功率放大器厂商多处于第三梯队，包括昂瑞微、维捷创芯、紫光展锐及慧智微等	  

全球射频功率放大器行业第一梯队市场份额，2019年



来源：头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



www.leadleo.com

# 中国射频功率放大器行业优质企业推荐——唯捷创芯（1/2）

唯捷创芯射频及高端模拟芯片业务主要运用的技术工艺包括GaAs HBT工艺、硅SOI工艺、标准硅CMOS工艺，其中GaAs HBT工艺优势明显



企业名称：唯捷创芯（天津）电子技术股份有限公司 成立时间：2000年

唯捷创芯（天津）电子技术股份有限公司（以下简称“唯捷创芯”），是一家集成电路设计公司，主营业务为射频及高端模拟芯片的研发、生产和销售。唯捷创芯主要产品包括智能终端射频功率放大器芯片、射频天线开关模块及射频前端集成电路模块。唯捷创芯提供的产品和服务广泛应用于2G-4G手机等移动终端领域。

## 唯捷创芯主要技术

唯捷创芯在射频及高端模拟芯片业务主要运用的技术工艺包括GaAs HBT工艺、硅SOI工艺、标准硅CMOS工艺。

### 唯捷创芯主要技术梳理

#### CMOS工艺

**优势：**工艺成熟，硅晶圆相对便宜，易于集成射频控制逻辑单元  
**劣势：**硅基功放线性度、输出功率、效率等方面性能较差  
**应用领域：**主要应用于2G手机领域

#### 硅SOI工艺

**优势：**集成度高、增益比CMOS工艺高20dB，成本低于GaAs  
**劣势：**在高频环境下散热较差  
**应用领域：**在功率放大器应用较少，在射频开关领域渗透率高达90%

#### GaAs HBT工艺

**优势：**电子迁移率比Si高5.7倍，适合制作高频率器件  
**劣势：**成本较高、功率较低  
**应用领域：**凭借高电压、高屏等特性，成为目前主流的射频前端半导体工艺

## 唯捷创芯融资历史

唯捷创芯于2015年12月在新三板挂牌。2016年11月，唯捷创芯获得国科嘉和的战略投资。2017年1月，唯捷创芯定向增发1,350,000股，融资金额高达7,000万元，此次融资唯捷创芯估值高达14.7亿元。2017年2月，唯捷创芯宣布终止在新三板挂牌。

### 唯捷创芯融资历程

时间	轮次	投资金额（元）	投资方
2016-05-27	定向增发	7,000万	天创资本 华创投资 长荣投资
2016-11-28	战略投资	未披露	国科嘉和
2015-12-13	新三板	未披露	未披露

# 中国射频功率放大器行业优质企业推荐——唯捷创芯（2/2）

唯捷创芯成立以来，产品及研发优势得到了包括经销商、供应商及整机厂商等业内机构的普遍认可，市场认可度高

## 唯捷创芯投资亮点

### 定价能力强

唯捷创芯主要采用经销商为主，直销为辅的销售模式。唯捷创芯对经销商具有较强的议价能力，产品价格以唯捷创芯定价为主，唯捷创芯根据经销商反馈的市场信息及同类产品定价情况，灵活调整产品销售价格。

### 研发优势

唯捷创芯研发实力强，2015年量产4G射频器件，为中国本土第一批量产4G射频器件的企业之一。2017年，唯捷创芯VC7645-4G射频功率放大器累计出货量高达10亿颗，处于行业领先地位。

### 品牌优势

唯捷创芯成立以来，唯捷创芯的产品及研发优势得到了包括经销商、供应商及整机厂商等业内机构的普遍认可，产品市场认可度高。唯捷创芯产品主要应用于手机等终端电子产品，主要合作的手机品牌包括联想、华为、天语、HTC、金立、中兴等。

### 唯捷创芯投资亮点



来源：唯捷创芯官网，头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo

## 唯捷创芯机遇

### 享受5G风口已至红利

5G风口已至，基站及移动终端对射频器件需求释放。唯捷创芯产品在3G及4G时代已得到市场认证，积累一定的市场口碑。唯捷创芯若能量产5G系列产品，凭借良好的市场口碑，可快速打开市场。

## 唯捷创芯挑战

### 产品单一

唯捷创芯起步较晚，在资金及人才方面具有局限性。当前，唯捷创芯产品主要覆盖手机射频功率放大器及射频开关，而国际巨头企业产品覆盖全部射频器件。随着射频器件集成度提升，企业产品覆盖面广可产生可观的协同效应。

### 融资能力较差

唯捷创芯作为非上市企业，融资渠道少、融资难度大且成本高。唯捷创芯作为芯片设计企业，不具备封测及制作工艺，固定资产比重较小，属于“轻资产”型企业，导致芯片设计企业融资难。站在投资者角度，芯片设计企业研发周期长、市场认证周期长而可变现的资产较少，导致芯片设计企业投资风险较高。而芯片设计企业前期研发投入大、后期流片费用高，在市场快速变化的时代，融资能力方面的劣势可能在一定程度上阻碍唯捷创芯的快速发展。

# 中国射频功率放大器行业优质企业推荐——慧智微电子（1/2）

慧智微电子产品可分为手机及移动射频前端、WiFi射频前端及物联网射频前端，采用“SOI+GaAs”混合工艺获取一定成本优势



企业名称：广州慧智微电子有限公司

成立时间：2011年

广州慧智微电子有限公司（以下简称“慧智微电子”），成立于2011年11月11日，总部位于广州，在广州和上海设有研发中心，在深圳、上海、北京和西安设有销售及技术支持中心。慧智微电子是中国领先的高性能微波射频前端芯片提供商，推出面向4G/5G和NB-IoT的系列射频前端芯片，广泛应用于智能手机、平板电脑、无线通信模块、车载智能后视镜、智能手表等产品。

## 慧智微电子主要技术

慧智微电子产品可分为手机及移动射频前端、WiFi射频前端及物联网射频前端，采用“SOI+GaAs”混合工艺。据广州慧智微电子创始人李阳透露，在低频上SOI与GaAs的性能差距不大，而在高频上两者差距渐显，因此广州慧智微电子推出集成功率放大器，低频到中频段采用SOI工艺，而最后一级的高频端采用GaAs，结合了GaAs高频的优势及SOI高功率及性价比高的优势。

慧智微电子“SOI+GaAs”混合工艺



## 慧智微电子融资历史

2016年6月，慧智微电子以投后6亿人民币估值完成9,200万人民币的C轮融资。2018年12月，慧智微电子获得D轮融资，投资方包括混沌投资及广发证券等一线投资机构。2019年1月，慧智微电子完成E轮融资，投资方包括华晟资本、华兴资本等。

慧智微电子融资历程

时间	轮次	投资金额	投资方
2019-01-16	E轮	未披露	华晟资本、华兴资本
2018-12-24	D轮	未披露	混沌投资、广发证券等
2016-06-15	C轮	9,200万人民币	金沙创投资、祥封投资、青云创投
2014-12-15	B轮	1,000万人民币	金沙创投资、祥封投资
2012-05-11	A轮	100万美元	金沙创投资

来源：慧智微电子官网，头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



www.leadleo.com

# 中国射频功率放大器行业优质企业推荐——慧智微电子（2/2）

慧智微电子独创“SOI+GaAs”混合工艺，具有一定的成本优势。此外，“SOI+GaAs”混合工艺可运用于5G射频器件的开发，慧智微电子抢占先机

## 慧智微电子投资亮点

### 人才优势

慧智微电子创始人拥有清华大学电子工程系微波技术专业博士学位，曾就任于国际射频龙头企业Skyworks，具有丰富的射频器件设计经验。慧智微电子创始人借助丰富的项目经验及市场洞察能力开发了重构“SOI+GaAs”混合工艺。2018年9月，SOI国际联盟颁向慧智微电子创始人颁发“SOI产业成就奖”，同期仅有2名博士获得该奖项。

### 研发优势

慧智微电子独创“SOI+GaAs”混合工艺，具有一定的成本优势。此外，慧智微电子创始人公开表示，“SOI+GaAs”混合工艺可直接用于5G Sub-6Ghz频段的射频器件，而在毫米波频段，只需将**异质结GaAs**工艺改为**平面GaAs**，则可满足毫米波对射频器件的性能要求，因此在5G市场，慧智微电子工艺不会有较大调整。目前国际大厂多采用GaAs工艺，而GaAs工艺在毫米波领域面临较大挑战，需要采用GaN等新的工艺重新切入毫米波领域。

### 不同射频工艺应用领域

5G频段		毫米波 (24Ghz以上)	
Sub-6Ghz (6Ghz以下)	“SOI+GaAs”工艺	GaN工艺	
5G频段	GaAs工艺、SOI工艺	基本符合频率、功率需求	高频、高功率，但成本高、工艺不成熟
4G频段	CMOS工艺、GaAs工艺		

## 慧智微电子机遇

慧智微电子有望成为中国本土第一批量产5G射频器件的企业，抢占市场先机，率先享受5G时代的红利。此外，慧智微电子研发物联网领域的射频器件。物联网在5G时代重点发展领域，有望在5G时代高速增长，对核心器件包括射频器件的需求将爆发。

## 慧智微电子挑战

### 研发压力加剧

在2G与3G时代，射频器件产品的生命周期可长达**3-5年**，而在4G与5G时代，射频器件的生命周期缩短至**1-2年**，研发周期亦随之压缩至1-2年，导致企业研发压力大。国际巨头凭借长期积累的雄厚研发实力和资金实力，可平行推出多款产品，加快自身产品的升级换代，对中国射频器件设计厂商提出严峻挑战。

### 供应链产能紧缺，质量控制压力较大

慧智微电子为Fabless设计厂商，不具备制造及封测产线。慧智微电子主要采用GaAs及SOI工艺，涉及的供应链厂商主要包括GaAs晶圆代工与硅SOI晶圆代工厂商及视射频封测厂商。在射频封测领域，中国本土企业产能充足，但中国可提供GaAs及硅SOI晶圆代工的企业较少，产能严重不足，使得慧智微电子需产品质量和供货数量之间寻求平衡。

来源：慧智微电子官网，头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



www.leadleo.com

# 中国射频功率放大器行业优质企业推荐——昂瑞微电子（1/2）

昂瑞微电子主要产品涵盖射频功率放大器、IoT射频SoC芯片、手机终端射频器件三大类，拳头产品为2G至4G全系列的射频功率放大器



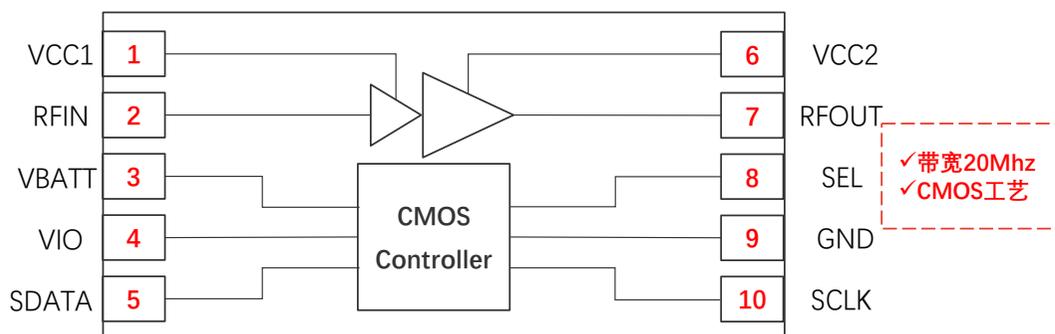
企业名称：北京昂瑞微电子有限公司 成立时间：2012年

北京昂瑞微电子有限公司（原北京汉天下有限公司，以下简称“昂瑞微电子”），成立于2012年7月，专注于射频/模拟集成电路和SoC系统集成电路的开发，以及应用解决方案的研发和推广。昂瑞微电子主要产品包括面向手机终端的2G/3G/4G全系列射频前端芯片及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，产品广泛应用于智能手机、平板电脑、智能手表、无线键盘/鼠标、无人机、遥控汽车、智能家居、蓝牙音箱、蓝牙电子秤、对讲机等消费类产品。

## 昂瑞微电子主要产品及技术

昂瑞微电子主要产品涵盖射频功率放大器、IoT射频SoC芯片、手机终端射频器件三大类，拳头产品为2G至4G全系列的射频功率放大器。昂瑞微电子射频功率放大器采用CMOS及GaAs工艺。

昂瑞微电子4G射频功率放大器（HS8490）设计图



## 昂瑞微电子融资历史

昂瑞微电子实力强劲，获得资本市场青睐。2019年8月，昂瑞微电子完成C轮融资，获取3,000万元融资金额。2020年2月，昂瑞微电子获得小米产业基金合伙企业310万元的投资金额。

昂瑞微电子融资历程

时间	轮次	投资金额（元）	投资方
2020-02-24	战略投资	310万	湖北小米长江产业基金合伙企业
2019-08-25	C轮	3,000万	霍尔果斯浑璞投资
2018-06-22	战略投资	5,000万	瑞衡建晟投资、中海创投
2017-08-29	B轮	2,000万	瞪羚投资
2015-03-23	A轮	1,000万	江苏瑞峰投资
2013-10-01	天使轮	300万	国科投资

来源：昂瑞微电子官网，头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



www.leadleo.com

# 中国射频功率放大器行业优质企业推荐——昂瑞微电子（2/2）

昂瑞微电子产品已获得市场认证，并积累一定的市场口碑。昂瑞微电子射频功率放大器每月出货量超过7,000万颗，处于行业领先地位

## 昂瑞微电子投资亮点

### 市场优势

昂瑞微电子产品已获得市场认证，并积累一定的市场口碑。昂瑞微电子射频功率放大器每月出货量超过**7,000万**颗，处于行业领先地位。

昂瑞微电子射频功率放大器已全面进入诺基亚、三星、TCL等一线手机厂商供应链，采用CMOS工艺的射频功率放大器得到市场广泛的认可，HS82XX系列射频功率放大器累计出货量超过**20亿**颗，远销150多个国家和地区。昂瑞微电子自主研发的第三代CMOS技术拥有更大的成本优势，可将手机BOM成本降低**20%**以上。

2019年03月，昂瑞微电子NB-IoT射频功率放大器HS8018-31/8023-11通过联发科QVL（PA）认证，成为联发科蜂窝物联网平台推荐配套射频功率放大器。昂瑞微电子已进入一批巨头企业的供应链体系，掌握优质的市场资源，处于市场有利竞争地位。

### 资本优势

2016年，昂瑞微电子曾公开披露，昂瑞微电子成立起三年内即实现盈利，2016年销售额高达**4.3亿**人民币，销售额年复合增长率超过**150%**。昂瑞微电子具有研发实力强、产品认证度高、盈利能力强等竞争优势吸引大批投资机构入驻，累计获得约1.2亿元的融资金额。2020年2月，小米产业基金合伙企业战略投资昂瑞微电子**310万元**。小米产业基金由小米集团及长江产业基金共同出资成立，此次战略投资或带来小米与昂瑞微电子的强强合作，使昂瑞微电子获得稳定的销售渠道。

来源：头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo

## 昂瑞微电子机遇

5G时代到来，手机换机热潮即将大爆发。昂瑞微电子与国际及中国本土一线手机厂商保持密切合作，随着5G手机逐渐普及，昂瑞微电子可凭借良好的市场口碑获得大批订单。此外，昂瑞微电子物联网射频器件获得联发科认证，奠定昂瑞微电子在物联网市场的地位，可享受物联网市场爆发的红利。

## 昂瑞微电子挑战

### 市场竞争加剧

国际射频器件市场集中度高，头部企业产品覆盖面广、研发能力强，且已经量产5G射频器件，对中国本土企业产生较大压迫。此外，华为海思强势切入射频器件行业，华为手机已开始采用自研的射频功率放大器，进一步压缩中国本土射频器件厂商的生存空间。

### 产品同质化严重

昂瑞微电子射频器件主要采用CMOS工艺及GaAs工艺，且仅能量产2G-4G领域的射频器件，5G射频器件仍在研发中。昂瑞微电子采用的工艺为市场主流射频器件工艺，与多数射频器件企业的工艺技术及产品有**极高的相识度**，导致昂瑞微电子产品在市场上**缺少特色**。昂瑞微电子需加速研发更先进的生产工艺，形成自家特色。

## 专家观点

中国当前仅有华为海思生产出5G射频器件，其他射频器件厂商仍停留在4G阶段，且短期内难以量产5G射频器件

### 射频功率放大器市场规模测算逻辑

当前，市场上并没有单独对射频功率放大器市场规模统计的数据，但可通过下游应用市场反推射频功率放大器的市场规模。例如，手机及基站为射频功率放大器主要应用。4G时代，射频功率放大器在手机制造成本的占比在**4%**左右，而在5G时代，由于手机需要配置的射频功率放大器的数量增长（主要应用新增的5G频谱），因此射频功率放大器在手机生产成本的占比上升至**4.5%**左右。中国手机市场集中度较高，主要包括华为、小米、vivo及OPPO，可以通过四家手机企业的产值，扣除毛利率后，乘以4%获得各家企业采购射频器件价值，四家手机企业采购的射频功率放大器的价值几乎与中国射频功率放大器在手机领域的市场规模接近。射频功率放大器在基站领域的市场规模可用同种方法测算，功率放大器在基站成本的占比大概6%左右。

### 射频功率放大器行业发展现状

#### ➤ 射频器件主流制造工艺

中国当前主流的射频工艺为GaAs工艺，由于GaAs工艺具备高频、高功率的特点，在市场上的份额逐年提升，替代传统硅CMOS工艺的逻辑已得到市场验证。但是，GaAs工艺生产的射频器件功率达不到5G对射频器件的要求。未来，5G射频器件将会转向频率更高、功率更高的GaN工艺。

#### ➤ 中国5G射频器件研发进度

中国当前仅有华为海思生产出5G射频器件，其他射频器件厂商仍停留在4G阶段，且短期内难以量产5G射频器件。少数企业已将自己生产的5G射频器件送至华为实验室验证，但华为发现部分企业盗用国外射频器件并宣称是自主研发，真正有生产5G射频器件能力的企业仍为少数。

#### ➤ 中国射频器件落后的原因

射频器件具有一定研发难度。中国射频器件起步较晚，在射频器件领域的设计经验匮乏，因此整体实力落后于国际巨头企业。芯片设计一直为中国半导体产业的薄弱环节，高端人才的缺失及核心设计工具的不足均一定程度限制行业的发展。

此外，中国射频器件厂商均是Fabless，不具备晶圆制造产线及封测产线。射频器件多采用化合物半导体晶圆，其晶圆制造的难度高于硅晶圆，中国在化合物半导体晶圆制造领域也较为薄弱，产能严重不足，拖累射频器件设计厂商的研发进度。当前，射频器件设计厂商主要与中国台湾晶圆代工合作，中间的沟通及协调成本较大。未来华为计划扩充自己的晶圆生产线，向**IDM模式靠拢**，以增加部门间的**协同作用**。

# 方法论

- ◆ 头豹研究院布局中国市场，深入研究10大行业，54个垂直行业的市场变化，已经积累了近50万行业研究样本，完成近10,000多个独立的研究咨询项目。
- ◆ 研究院依托中国活跃的经济环境，从射频功率放大器、5G手机与5G基站等领域着手，研究内容覆盖整个行业的发展周期，伴随着行业中企业的创立，发展，扩张，到企业走向上市及上市后的成熟期，研究院的各行业研究员探索和评估行业中多变的产业模式，企业的商业模式和运营模式，以专业的视野解读行业的沿革。
- ◆ 研究院融合传统与新型的研究方法，采用自主研发的算法，结合行业交叉的大数据，以多元化的调研方法，挖掘定量数据背后的逻辑，分析定性内容背后的观点，客观和真实地阐述行业的现状，前瞻性地预测行业未来的发展趋势，在研究院的每一份研究报告中，完整地呈现行业的过去，现在和未来。
- ◆ 研究院密切关注行业发展最新动向，报告内容及数据会随着行业发展、技术革新、竞争格局变化、政策法规颁布、市场调研深入，保持不断更新与优化。
- ◆ 研究院秉承匠心研究，砥砺前行的宗旨，从战略的角度分析行业，从执行的层面阅读行业，为每一个行业的报告阅读者提供值得品鉴的研究报告。

# 法律声明

- ◆ 本报告著作权归头豹所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复刻、发表或引用。若征得头豹同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“头豹研究院”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节或修改。
- ◆ 本报告分析师具有专业研究能力，保证报告数据均来自合法合规渠道，观点产出及数据分析基于分析师对行业的客观理解，本报告不受任何第三方授意或影响。
- ◆ 本报告所涉及的观点或信息仅供参考，不构成任何投资建议。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。在法律许可的情况下，头豹可能会为报告中提及的企业提供或争取提供投融资或咨询等相关服务。本报告所指的公司或投资标的的价值、价格及投资收入可升可跌。
- ◆ 本报告的部分信息来源于公开资料，头豹对该等信息的准确性、完整性或可靠性不做任何保证。本文所载的资料、意见及推测仅反映头豹于发布本报告当日的判断，过往报告中的描述不应作为日后的表现依据。在不同时期，头豹可发出与本文所载资料、意见及推测不一致的报告和文章。头豹不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，头豹对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者应当自行关注相应的更新或修改。任何机构或个人应对其利用本报告的数据、分析、研究、部分或者全部内容所进行的一切活动负责并承担该等活动所导致的任何损失或伤害。