



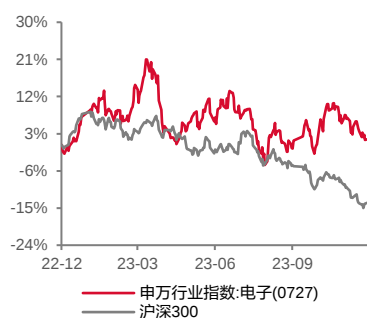
超配

证券分析师

方霁 S0630523060001
fangji@longone.com.cn

联系人

蔡望嫒
cwt@longone.com.cn



相关研究

- 1.存储涨幅扩张态势显著，AI推动芯片能效再上新高——电子行业周报（2023/12/18-2023/12/24）
- 2.周期回暖、创新驱动——半导体年度策略

5G助推射频前端高速发展，国内厂商产品升级扶摇直上

——半导体行业深度报告（七）

投资要点：

- 射频前端芯片是移动智能终端产品的重要组成部分，集成多种不同深度器件，在5G通讯飞速发展下市场增长迅速。射频前端位于天线和射频收发机之间，对射频信号进行过滤和放大，一般包含功率放大器、滤波器/双工器、开关以及低噪声放大器。根据Yole数据，滤波器与功率放大器是其中市场价值量占比最高的核心元件，占比分别为42%和38%，且技术不断演变，量产壁垒较高，预计在2026年市场价值分别增长至14亿与21亿美元。在数字化转型的加速过程中，随着通信技术的飞速发展，5G与WiFi、蓝牙和UWB等共同推动射频前端市场增长。
- 从2G发展到5G时代，对于传输速度的要求更高，移动通信技术快速发展，预计随着5G智能手机市场恢复增长，射频前端受驱动发展。预计2024年5G智能手机市场将恢复增长，全球5G智能手机渗透率将达到72%，5G毫米波智能手机渗透率将达到7.3%计全球5G智能手机市场激增，并预计将在2023年达到1629亿美元，年复合增长率将高达124.89%，大力驱使射频前端发展；此外，从2G到5G的通信迭代更迭，数据传输速度显著提升，以iPhone为例，iPhone15手机支持30个5G频段以及31个LTE频段，相较于先前的iPhone其他型号手机都有增长。射频器件方面，从4G到5G，新增加约50个频段，需要增加射频前端器件与之匹配，带动滤波器、开关需求数量增长，其中天线调谐开关将由3-4颗增长到8-10颗；滤波器由30-40颗增长至100颗左右。多方因素使得射频前端器件的要求也相应需要与新技术匹配，由于器件数量的不断增长，射频前端的集成性也更为重要，共同倒逼射频器件模组化发展。
- 中国将成为智能手机增长新动力，全球射频前端市场竞争激烈，美日企业占据主要份额，国内厂商在滤波器、PA、模组等高技术领域持续进行业务布局，有望打破垄断局面。2023年第四季度，全球智能手机出货量预计同比增长3%，达到3.12亿部，虽然2023年全球智能手机出货量预计将同比下降5%，达到12亿部，为近十年来的最低水平，北美和欧洲的智能机出货量预计仍将停滞不前，但中国、中东、非洲和印度等市场已成功摆脱衰退，并将从2023年第四季度开始复苏，成为智能手机市场增长的新动力。据Yole数据，2022年射频前端市场规模达到192亿美元，预计在2028年达到269亿美元。目前全球射频市场四家美国射频公司Skyworks、Qualcomm、Qorvo、Broadcom与日本Murata这五大射频巨头垄断，市场份额超过80%。2023年第一季度全球智能手机出货量报告显示，国产手机品牌共计市场份额达到33%，国产手机全球份额占比不断提升，而现今国内射频前端厂商主要生产分立器件，目前市场份额尚不足10%，国产化空间充足，潜力巨大。如滤波器方面，作为射频前端最主要组成部分，美日厂商主要布局BAW滤波器，在SAW滤波器，尤其是中低频段方面，研发进程放缓，加之其技术难度相对较低，给予国内厂商弯道超车机会。
- 投资建议：面对5G智能手机等需求增长，国内企业在开关、LNA等成熟领域将逐步发挥规模优势，滤波器、PA、射频模组等高技术领域也在持续进行研发投入和业务布局，国产替代未来可期。国内主流厂商将从单一器件开始，逐步完成从分立器件到模组化产品的转化。建议关注射频前端芯片领域优质标，如拥有自建滤波器产线的国产射频龙头卓胜微、国产PA龙头唯捷创芯、自研可重构射频前端平台的慧智微等。
- 风险提示：5G手机渗透率低于预期；市场竞争加剧风险；技术研发不及预期风险。

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

正文目录

1. 手机无线通讯的核心：射频前端.....	5
1.1. 射频芯片是移动智能终端产品核心器件.....	5
1.2. 射频前端基本架构：滤波器和功率放大器是核心.....	7
2. 通信技术更迭推动射频前端技术不断创新发展	12
2.1. 5G 技术是射频前端重要驱动力.....	12
2.2. 5G 向高频段和多天线方向发展，射频前端增加器件与之配套	15
2.3. 5G 手机普及推动射频前端向模组化发展.....	17
3. 集成化与技术革新并行，射频前端国产替代空间广阔.....	23
3.1. 射频前端厂商的两条技术发展路径.....	23
3.2. 从射频前端全球市场格局看，美日仍处于垄断地位.....	24
3.3. 国内射频厂商有望在 5G 时代崭露头角	26
4. 射频前端行业代表企业.....	29
4.1. 卓胜微.....	29
4.2. 唯捷创芯.....	32
4.3. 慧智微.....	35
5. 风险提示.....	37

图表目录

图 1 半导体产品分类示意图表	5
图 2 模拟信号与数字信号间的相互转换	5
图 3 射频前端的构成及功能	6
图 4 2015-2023E 全球射频前端市场规模及增长率	6
图 5 2021-2026 年射频前端各分立器件市场规模预测	7
图 6 射频前端各器件价值占比	7
图 7 2018-2028E 射频滤波器市场预测（按技术）（百万美元）	8
图 8 SAW 滤波器	8
图 9 BAW 滤波器	8
图 10 压电滤波器细分分类	9
图 11 2015-2026E 全球射频功率放大器市场预测（按制造工艺）（百万美元）	10
图 12 2015-2026E 射频低噪声放大器市场预测（按技术）（百万美元）	10
图 13 2015-2026E 全球传导开关市场规模预测（按技术）（百万美元）	11
图 14 2015-2026E 全球天线开关市场规模预测（按技术）（百万美元）	11
图 15 2022 年我国射频前端行业下游应用领域分布	12
图 16 5G 三大特性及终端应用场景	13
图 17 通信代际更迭	13
图 18 2022-2028E 射频前端市场份额预测	13
图 19 2018-2028E 全球按通信标准预测的手机出货量规模与 5G 占比（百万台）	14
图 20 2022 年 1 月-2023 年 8 月我国手机出货量与 5G 手机占比（万台）	14
图 21 提高数据传输速度的两个途径	15
图 22 4G 至 5G 的变化及给射频前端带来的挑战	16
图 23 中国移动 2G/3G/4G/5G 工作频率及网络制式	16
图 24 LTE 及其向 5G 的演进	17
图 25 多天线技术示意图	17
图 26 不同类型手机射频前端方案	18
图 27 主集天线射频链路	19
图 28 分集天线射频链路	19
图 29 射频发射模组五重山	20
图 30 射频接收模组五重山	20
图 31 射频前端简写及集成子模块	21
图 32 5G 手机射频前端方案	22
图 33 M/H LPAMiD 开盖图	23
图 34 射频前端集成化发展趋势	23
图 35 射频前端芯片产品路线	24
图 36 射频前端供应链	24
图 37 2021-2022 年射频前端市场份额	24
图 38 2022 年 Q1 智能手机射频前端供应商市场份额	25
图 39 射频前端生态系统	26
图 40 全球智能手机出货量	26
图 41 压电滤波器市场主要厂商	27
图 44 2020 年射频前端模组市场份额及增长趋势	28
图 45 公司主营产品类别与下游主要应用领域	29
图 46 公司历史发展	30
图 47 2017-2022 年卓胜微营收（亿元）及同比增长率	30
图 48 2017-2023H1 卓胜微毛利率、营业利润率及净利率	30

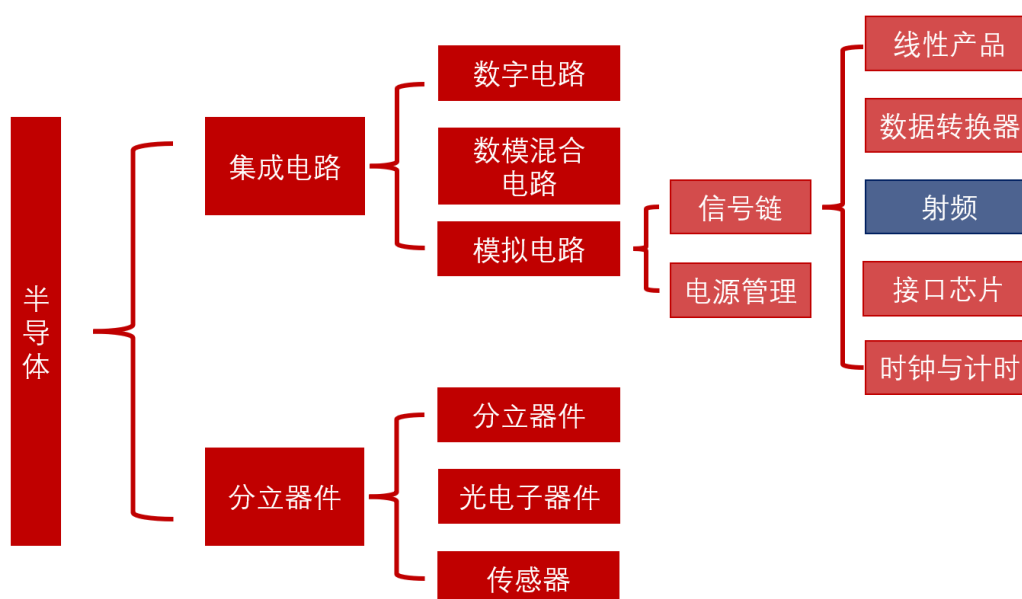
图 49 2018-2023H1 卓胜微费用营收占比.....	31
图 50 2018-2023H1 卓胜微研发投入及增速	31
图 51 公司主要产品及客户.....	32
图 52 公司历史发展	33
图 53 2018-2022 年唯捷创芯营收（亿元）及同比增长率.....	33
图 54 2018-2023H1 唯捷创芯利润率	33
图 55 2018-2023 年 H1 唯捷创芯费用营收占比.....	34
图 56 2018-2023 年 H1 唯捷创芯研发投入及增速	34
图 57 公司发展历程	35
图 58 2019-2023H1 慧智微营收（亿元）及同比增长率.....	36
图 59 2019-2023H1 慧智微利润率.....	36
图 60 2019-2023 年 H1 慧智微费用营收占比	37
图 61 2019-2023 年 H1 慧智微研发投入及增速.....	37
表 1 射频前端器件介绍	7
表 2 4G 与 5G 手机射频芯片使用器件数量对比（颗）.....	18
表 3 2019-2022 卓胜微营收构成（亿元）、增速及毛利率.....	30
表 4 2019-2022 年唯捷创芯营收构成（亿元）、增速及毛利率.....	33
表 5 2019-2022 年慧智微营收构成（亿元）、增速及毛利率.....	36

1.手机无线通讯的核心：射频前端

1.1.射频芯片是移动智能终端产品核心器件

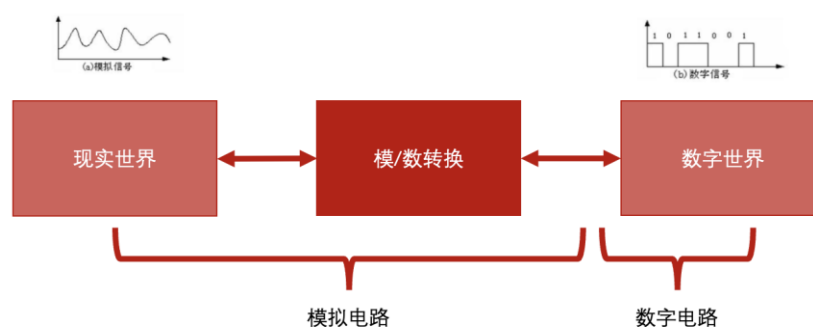
(1) 射频在半导体产品中属于模拟电路，是移动智能终端产品的重要部分。在所有半导体产品中，可分为集成电路及分立器件。而在集成电路中，又能根据处理信号类别不同，分为数字芯片与模拟芯片，前者处理二进制形式的离散数字信号，后者则以生活的物理环境为模拟量，处理连续函数形式的模拟信号（温度、位置、光强等）。在模拟芯片中，电源管理芯片提供系统运行所需的电源转换，而信号链芯片则负责进行信号预处理（包括放大、滤波、隔离等），预处理完成的再加工（包括运算、比较、转换等），加工完的功率放大等功能，射频芯片就属于信号链这一类别中。

图1 半导体产品分类示意图表



资料来源：公开资料整理，东海证券研究所

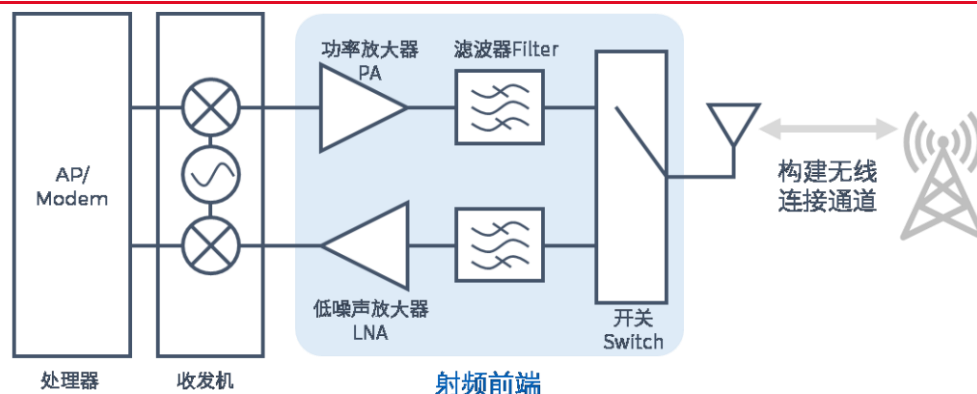
图2 模拟信号与数字信号间的相互转换



资料来源：公开资料整理，东海证券研究所

(2) 射频前端位于天线和射频收发机之间，在整个无线通信环节中起到接收和发射信号的作用，在无线通信模块起到重要作用。以手机为例，手机的无线通信包括了四部分，即基带、射频收发机、射频前端以及天线。其中，基带芯片负责信号处理和协议处理，而射频芯片负责射频收发、频率合成和功率放大。为了把基带的低频信号加载到更高频的电磁波上，就需要射频信号作为载波，射频前端则是对射频信号进行过滤和放大，一般包含功率放大器、滤波器/双工器、开关和低噪声放大器。

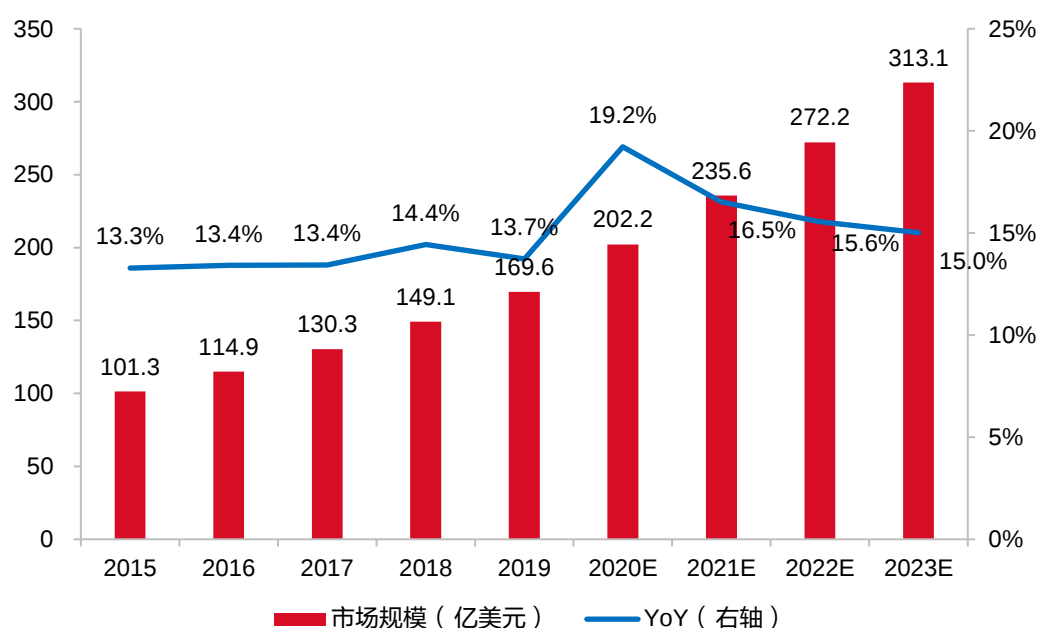
图3 射频前端的构成及功能



资料来源：电子发烧友，东海证券研究所

(3) 射频前端市场规模持续扩张，年复合增长率达 15%以上，发展前景广阔。随着无线通信的不断演进，射频前端的技术变革也在持续进行。蜂窝移动技术从2G发展至目前的5G，移动网络速度的不断加快倒逼射频前端芯片的更新换代；智能穿戴设备、智能家居、移动医疗等的高速发展也在加速开拓射频前端市场的繁荣前景。QY Research 的数据表明，全球射频前端市场规模从 2015 年的 101.28 亿美元预计扩张至 2023 年的 313.10 亿美元，CAGR 为 15.15%。

图4 2015-2023E 全球射频前端市场规模及增长率

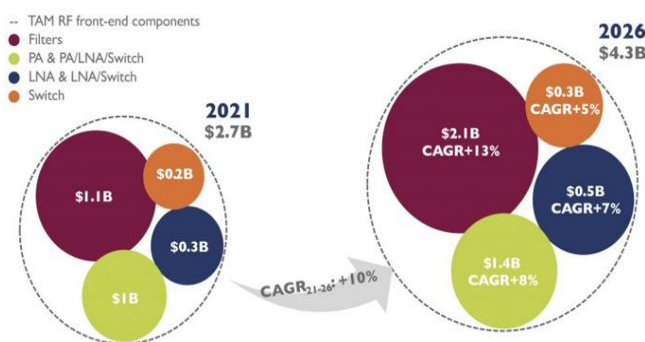


资料来源：QY Research，东海证券研究所

1.2.射频前端基本架构：滤波器和功率放大器是核心

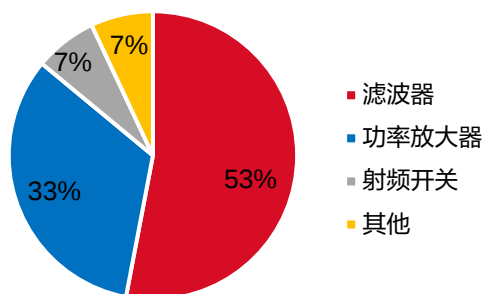
射频前端芯片集成多种不同器件，其中滤波器和功率放大器价值占比较高，分别为 53% 和 33%。大多情况下，射频前端芯片包含功率放大器（PA）、滤波器（Filter）、双工器（Duplexer）或多工器（Multiplexer）、低噪声放大器（LNA）、开关（Switch）、天线调谐模块（ASM）等器件，而在部分终端的射频前端架构中，还会在天线开关后增设双通器（Diplexer）和连接器（Coupler）。射频前端中不同器件彼此协调联动，功率放大器用于放大发射通道的射频信号；低噪声放大器用于放大接收通路的射频信号；双工器用于隔离发射信号和接收信号；滤波器用于保留特定频段的信号，滤除特定频段外的信号；射频开关用于实现射频信号收发转换，并将不同频段射频信号集中在同一通路。根据 Yole Development 数据，在射频前端领域，滤波器和功率放大器是价值占比排名前二的器件，为 53% 和 33%，预计在 2026 年其市场规模分别增长至 21 亿和 14 亿美元，2021-2026 年复合增长率分别为 13% 和 8%。

图5 2021-2026 年射频前端各分立器件市场规模预测



资料来源：Yole，东海证券研究所

图6 射频前端各器件价值占比



资料来源：Yole，智研咨询，东海证券研究所

表1 射频前端器件介绍

射频主要器件	功能	主流工艺
Filter	滤波器，实现射频收发滤波抑制带外信号	SAW/BAW
Duplexer/ Multiplexer	双/多工器，实现射频收发隔离	SAW/BAW/FBAR
PA	功率放大器，实现射频信号放大	GaAs/CMOS/GaN
LNA	低噪放大器，实现小信号放大	CMOS 等
Switch	开关，实现射频信道收发切换	SOI 等

资料来源：IT 之家，东海证券研究所

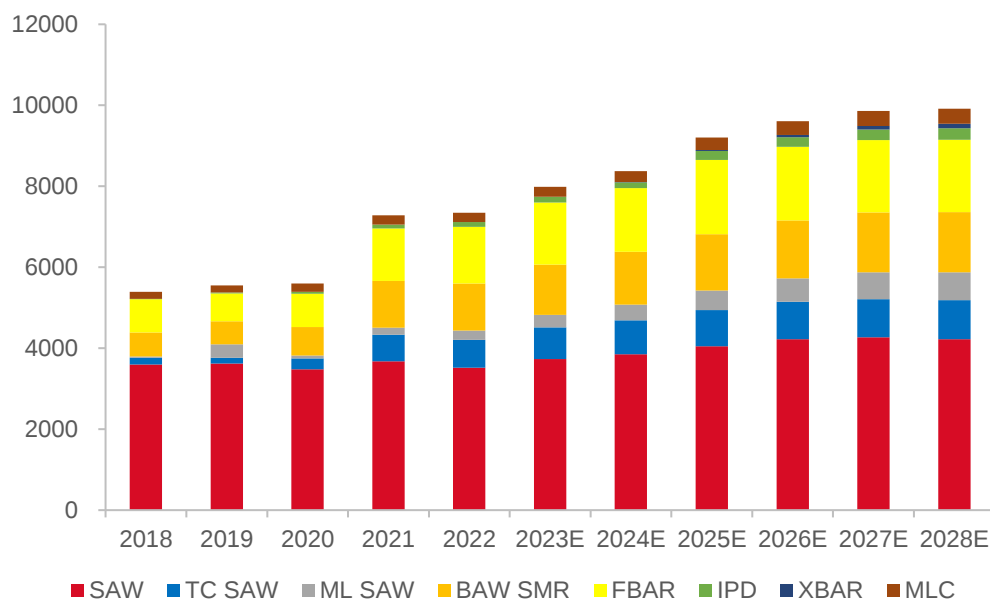
（1）滤波器是射频系统中价值占比最大的元器件，也是射频前端中量产壁垒较高的器件。由于手机发射和接收信号的过程中会有不同频段的信号，或干扰其他通信频率，或被其他频率干扰，滤波器的主要作用是允许特定频段的信号通过，过滤掉其他频段的信号，从而解决不同频段信号之间的干扰问题，所以滤波器的性能优劣会直接影响通信的质量，Q 值、带宽、阻带抑制度、插入损耗、延迟时间等是衡量滤波器性能的指标。

根据工艺技术的不同，滤波器主要分为压电滤波器和 LC 滤波器。（i）压电滤波器主要包含 SAW 和 BAW 滤波器，其中 SAW 滤波器为声表面波滤波器，声表面波是一种沿固体表面传播的声波，一个基本的 SAW 滤波器由压电材料和 2 个 IDT（叉指换能器）组成，主要适用于 1.9GHz 以下的中低频段，技术发展成熟且成本较低；BAW 滤波器是一种体声波滤波器，声波在介质内部传播，相较 SAW 滤波器，BAW 滤波器更适合高频段，且具备对温度变化不敏感、插入损耗小等优势，但其高成本和对技术的高要求使其普及性低于 SAW

滤波器。手机滤波器对价格、体积（手机射频滤波器尺寸为毫米级别，基站射频滤波器为厘米级别）敏感，主要应用压电滤波器。（ii）LC 滤波器（无源滤波器）主要包含 IPD（集成无源器件）滤波器和 LTCC（低温共烧陶瓷）滤波器，两者可处理高频信号，但选频能力较差，所以在干扰频段较少的 5G sub-6GHz 频段（目前主要为 n77、n78、n79）有不俗的发挥。

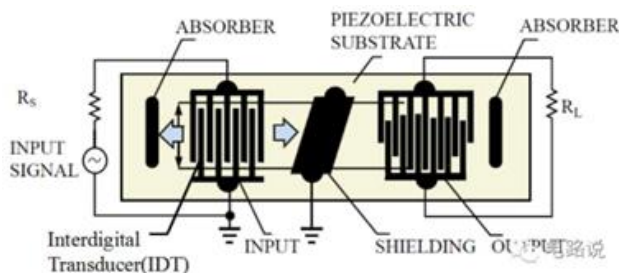
滤波器市场预计未来年复合增长率超过 5%，压电滤波器成主流趋势。根据 Yole Development 数据，2022 年全球射频滤波器市场为 73.46 亿美元，其中压电滤波器占比 95.28%，该市场有望在 2028 年达到 99.13 亿美元，未来 6 年 CAGR 约为 5.12%，占比预计为 93.41%。

图7 2018-2028E 射频滤波器市场预测（按技术）（百万美元）



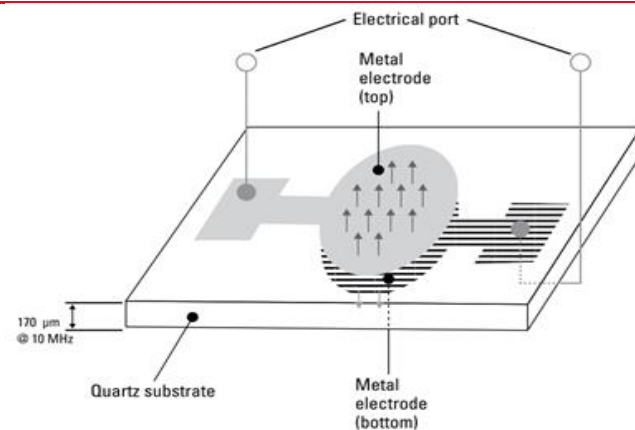
资料来源：Yole，卓胜微公司公告，东海证券研究所

图8 SAW 滤波器



资料来源：微波射频网，东海证券研究所

图9 BAW 滤波器



资料来源：Qorvo，东海证券研究所

压电滤波器按工艺材料分类类别众多，其各自适用频率以及主要应用不同，在 5G 的 sub-6GHz 频段中 BAW 滤波器有望逐步凸显应用优势。SAW 滤波器产品包括普通 SAW 滤波器、具有温度补偿特性的 TC-SAW 滤波器以及 I.H.P.-SAW 滤波器，后两者属于普通 SAW 滤波器的升级产品。普通 SAW 的工作频率一般在 2.5GHz 以下，成本较低，但其热稳定性和高频性能较差。为了提升普通 SAW 的热稳定性，TC-SAW 滤波器方案应运而

生。现阶段 TC-SAW 技术愈加成熟，海外厂商相继推出其应用于手机射频前端的产品，并取得较好成果。为了克服普通 SAW 低频与散热性能差的弱点，日本村田（Murata）研发了 I.H.P-SAW 滤波器，其工作频率可达 3.5GHz，并兼具 BAW 的温度特性和高散热性优点，可部分替代 BAW 滤波器。而 BAW 滤波器更适合于高频率，并具备对温度变化不敏感、插入损耗小、带外衰减大等优势。根据声波反射结构的不同，BAW 滤波器产品类型包括 BAW-SMR（固体装配型体声波滤波器）与 FBAR（薄膜体声波滤波器）。前者无需空腔，利用硅薄膜工艺可实现，但无缘损耗较高，结构复杂，后者损耗低，更易于高频化，但工艺更为复杂，成本高，散热能力稍弱。由于受工艺复杂度、技术难度及成本控制的影响，目前通信标准下更多射频前端采用的是 SAW 滤波器。但随着 5G 渗透率的提升，BAW 滤波器优异的性能和对高频的支持，将使其在手机射频前端的应用中逐步提高占比。

图10 压电滤波器细分类



资料来源：头豹研究院，东海证券研究所

（2）功率放大器是射频前端的核心器件，它决定了通信系统发射信号的能力，是整个通讯系统芯片组中除基带主芯片之外最重要的组成部分。例如手机等无线终端的通讯距离和信号质量，都会受功率放大器的性能所影响，而功率放大器的性能提升主要来自于材料工艺的提升，目前已经经历了 CMOS、GaAs、GaN 的三大技术演变。

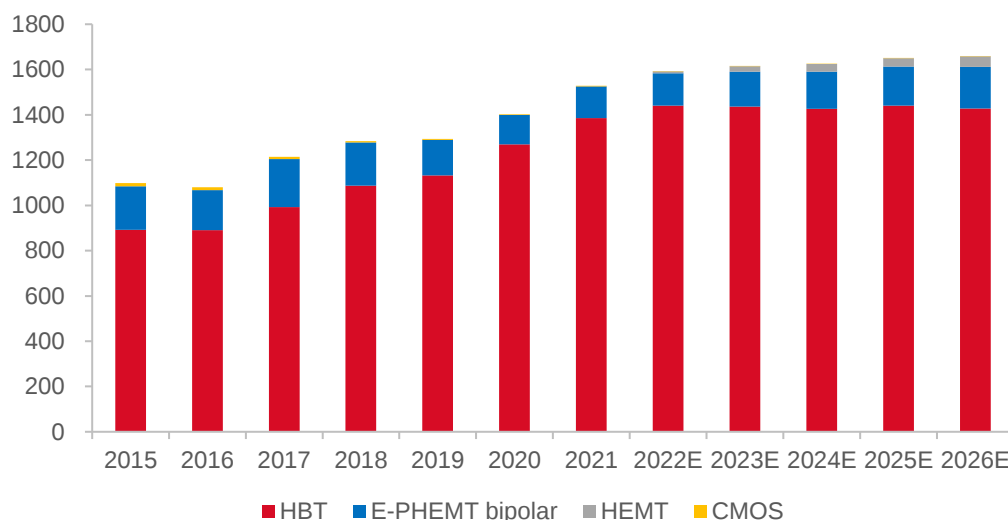
射频功率放大器主流工艺采用 GaAs 材料，占比达 95% 以上，GaN 为原材料的高端工艺有望持续渗透。射频功率放大器位于发射通道的前端，作用是把射频信号放大，使信号馈送到天线发射出去，从而实现无线通信功能。

按照技术划分，功率放大器的制造工艺主要有 CMOS（互补金属氧化物半导体）、HEMT（高电子迁移率晶体管）、E-PHEMT bipolar（增强型假晶高电子迁移率晶体管）和 HBT（异质结双极型晶体管）。（i）CMOS 主要使用硅作为材料，为第一代半导体材料，电子迁移率和饱和电子速率较低，适用频率范围较低；（ii）E-PHEMT bipolar 和 HBT 的工艺材料为砷化镓（GaAs），为第二代半导体材料，具备禁带宽度较大、电子迁移率高的特性，有较高的击穿电压，且为直接带隙，发光效率高，可以作为适用高频率的器件材料；（iii）HEMT 的主要材料氮化镓（GaN）作为第三代半导体材料的典型代表，相较于前两代半导体材料，禁带宽度更宽，具有更高的临界击穿电场，更大的饱和电子速率和更小的介电常数，能够承受更高的工作电压，适合更高频率，可实现更高的功率密度，同时耐高温、耐腐蚀、抗辐射等性能优异。目前手机上的功率放大器主要运用第二代化合物半导体 GaAs，部分功率放大器则采用 Si、Ge 工艺的 CMOS；2G 手机曾采用 CMOS 工艺，3G/4G/5G 则采用 GaAs 工艺，而未来 GaN 或将成为高频、大功率应用的方案。

根据 Yole Development 数据，2021 年全球射频功率放大器市场规模为 15.29 亿美元，采用 GaAs 材料及相应工艺的占比 99.80%，其中 HBT 为主流工艺，占比 90.58%。预计至 2026 年，全球功率放大器市场规模将达 16.59 亿美元，2021-2026E CAGR 为 1.65%，采

用 GaAs 材料及相应工艺的将占比 97.17%，由于其工艺较为成熟，且可以满足高频段的一定要求，所以仍将处于主导地位，同时，使用 GaN 的 HEMT 工艺有望持续渗透，市场规模预计将由 2021 年的 0 突破至 4600 万美元。

图11 2015-2026E 全球射频功率放大器市场预测（按制造工艺）（百万美元）

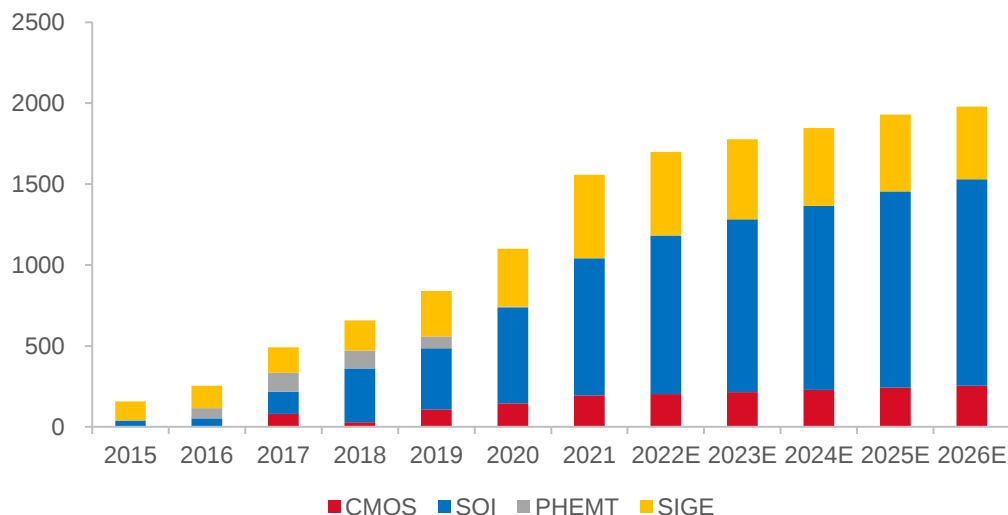


资料来源：Yole，东海证券研究所

（3）射频低噪声放大器可放大射频信号，减少噪声引入，预计市场规模未来年复合增长率超过 4%，其中 SOI 工艺占比过半。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。在低噪声放大器内部，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。

根据 Yole Development 数据预测，2015-2026 年，射频低噪声放大器市场从 1.56 亿美元有望上升至 19.8 亿美元，预计 2021-2026 年 CAGR 为 4.91%。其中 SOI 为主流技术工艺，其不仅可以提高 LNA 的高频性能，还可以集成开关功能，因此 SOI 为射频低噪声放大器占比最大的制造工艺，且逐年上升，2021 年占比 54.36%，预计到 2026 年 SOI 工艺份额有望达到 64.44%。

图12 2015-2026E 射频低噪声放大器市场预测（按技术）（百万美元）



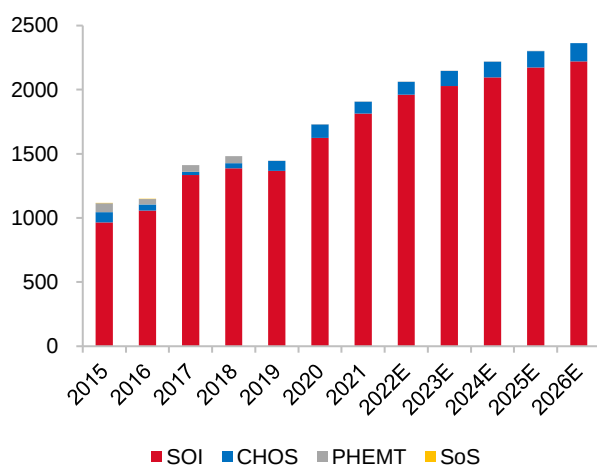
资料来源：Yole，东海证券研究所

(4) 射频开关实现射频信道的收发切换，主流工艺为 SOI，占比90%以上。射频开关主要用于控制射频信号通道转换，广泛应用于智能手机等移动终端。按用途划分，射频开关可分为移动通信传导开关、Wi-Fi 开关、天线调谐开关、天线交换开关等；按刀数和掷数划分，又可分为单刀单掷、单刀双掷、单刀多掷和多刀多掷开关。

1) 射频开关由传导开关和天线开关两部分组成。(i) 传导开关可以将多路射频信号中的任意一路或几路通过控制逻辑连接，以实现不同信号路径的切换，如接收与发射的切换、不同频段间的切换等，主要包括移动通信传导开关和 Wi-Fi 开关。(ii) 天线开关与天线直接连接，用于调谐天线信号的传输性能使其在任何频率上均达到最优效率，抑或交换选择性能最优的天线信道，主要包括天线调谐开关、天线调谐器和天线交换开关。天线开关的技术难度高于传导开关，因其耐压要求高，导通电阻和关断电容对性能影响极大，因此有更高的设计和工艺要求。

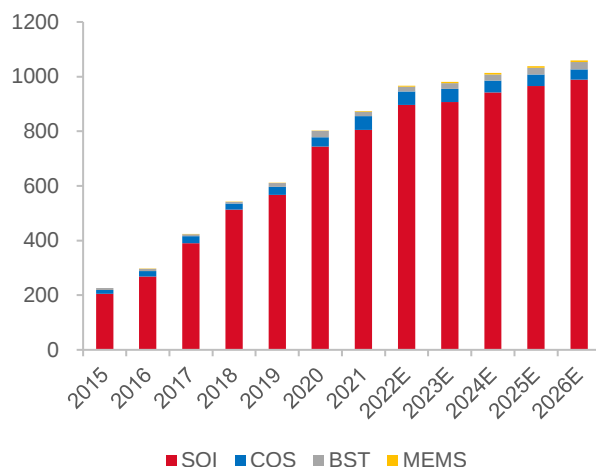
2) 射频开关的主流工艺为 SOI。根据 Yole Development 数据预测，2015 至 2026 年，传导开关市场和天线开关市场规模均有望稳步上升，预计 2021-2026E CAGR 分别为 4.4% 和 3.9%。其中按照技术划分，SOI 工艺制成的开关占据绝对主导地位，占比维持在 90% 以上。相比其他工艺，SOI 开关具有低阻抗和低电容，可以减少 RF 路径中的信号衰减和功耗；能够支持多种标准和频段；此外 SOI 开关可以与 CMOS 逻辑电路轻松集成，并由正电压信号控制，这简化了设计并降低了成本。

图13 2015-2026E 全球传导开关市场规模预测（按技术）（百万美元）



资料来源：Yole，东海证券研究所

图14 2015-2026E 全球天线开关市场规模预测（按技术）（百万美元）



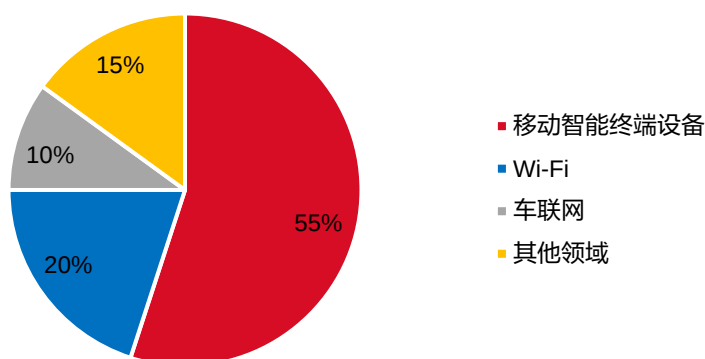
资料来源：Yole，东海证券研究所

2.通信技术更迭推动射频前端技术不断创新发展

2.1. 5G 技术是射频前端重要驱动力

(1) 移动智能终端为射频前端行业下游主要应用领域，份额高达 55%。根据全球移动终端射频前端市场占比全球射频前端市场份额粗略计算可得，2022 年全球移动终端在射频前端芯片行业下游应用领域中占比达 70%以上。根据 XYZ Research 数据，2022 年我国移动智能终端设备占射频前端芯片整体市场约 55%的份额；排在其后的是 Wi-Fi 及车联网领域，同期市场占比分别为 20%和 10%左右。

图15 2022 年我国射频前端行业下游应用领域分布

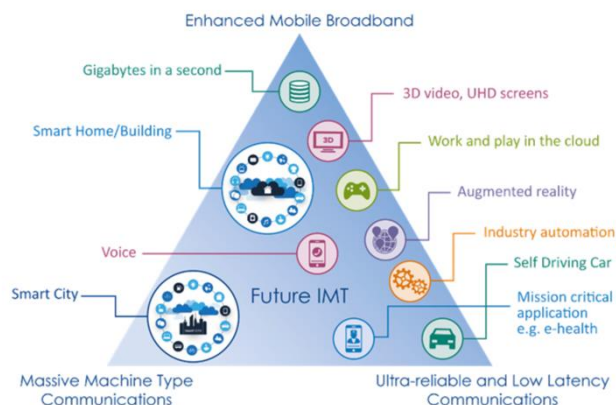


资料来源：XYZ Research，东海证券研究所

(2) 为了追求更快传输速度，移动通信技术迅猛发展，从 2G 发展至 5G 时代。2G 网络是指第二代无线蜂窝电话通讯协议，当时手机的作用最重要的就是电话和短信，信息传输方式很单一。3G 网络是第三代无线蜂窝电话通讯协议，主要是在 2G 的基础上发展了高带宽的数据通信，并提高了语音通话安全性。4G 是第四代移动通信技术的简称，它的网速大约是 3G 的 20 倍，满足了大部分信息传播的需求，相比于传统的线下广告和电视广告，大量的互联网新媒体涌现而出，短短几年时间就颠覆了传统的信息传播方式。5G 时代的到来，单单从其高于 4G 的百倍网速而言，就会给更高新的科技带来前所未有的发展契机，也会将集成电路产业带上一个新的高度。

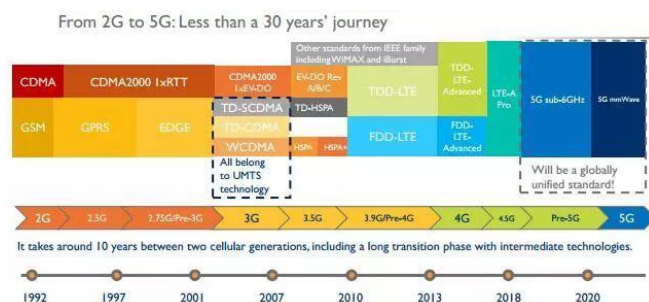
根据国际电信联盟（ITU）对 5G 应用场景的定义，可分为三大应用场景，即：eMBB（Enhance Mobile Broadband）增强移动宽带、uRLLC（Ultra Reliable Low Latency Communications）超高可靠低延时通信、mMTC（Massive Machine Type Communications）海量机器通信等。文娱方面超高清内容、云游戏、VR/AR/MR 等多方受益；推动全流程的智慧医疗方案落地；提升交通出行领域的技术创新和应用落地能力；加速零售产业的数字化和智能化升级。5G 时代的发展大大推动了数字经济，使得通信场景由移动互联网转向物联网，带动包括射频前端在内的一系列配套器件发展，成为其增长的核心驱动力。

图16 5G 三大特性及终端应用场景



资料来源：SDNLAB，东海证券研究所

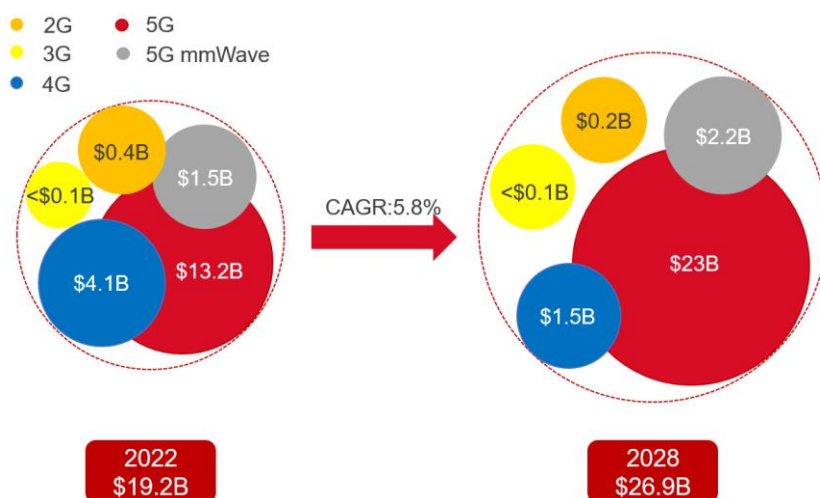
图17 通信世代更迭



资料来源：Yole，东海证券研究所

5G 是射频前端市场的主力军，占比超过 75%，且市场份额将不断提升。根据 Yole Development 数据，2022 年 5G 射频前端市场份额为 147 亿美元，占据总市场的 76%，预计 2028 年 5G 射频前端市场份额达到 252 亿美元，占据总市场份额 93%。

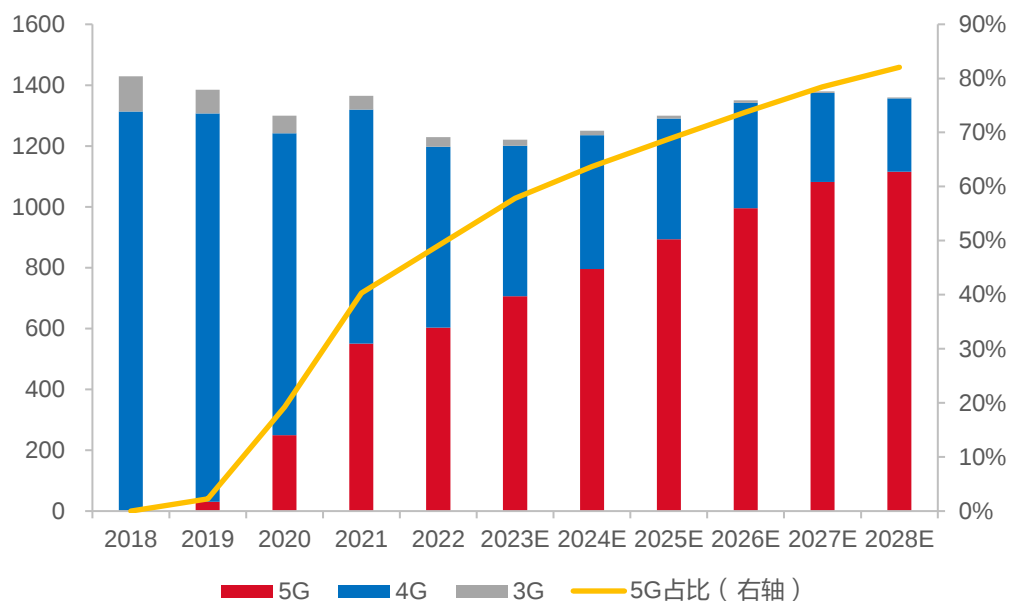
图18 2022-2028E 射频前端市场份额预测



资料来源：Yole，东海证券研究所

(3) 全球 5G 手机出货量稳步提升，预计 2026 年渗透率可提升至 60%以上，推动射频前端发展。市场研究机构 Yole Développement (Yole) 射频设备与技术部表示，疫情期间的隔离政策使得互联网至关重要，导致数据流量也因流媒体和视频通话而激增，每台设备的数据消耗更高，每名用户连接的设备数量增加。射频前端作为无线通信的核心部分，在 5G 市场增长下受驱动发展。随着通信技术升级，5G 手机出货量逐年提升。根据 Yole Development 数据，2019 年全球 5G 手机出货量为 3100 万台，占全部出货量 2.24%；2022 年达到了 6.03 亿台，占比 49.06%；预计 2028 年能达到 11.16 亿台，占比达 82.06%；2022 至 2028 年 5G 手机出货量年复合增长率为 10.8%。

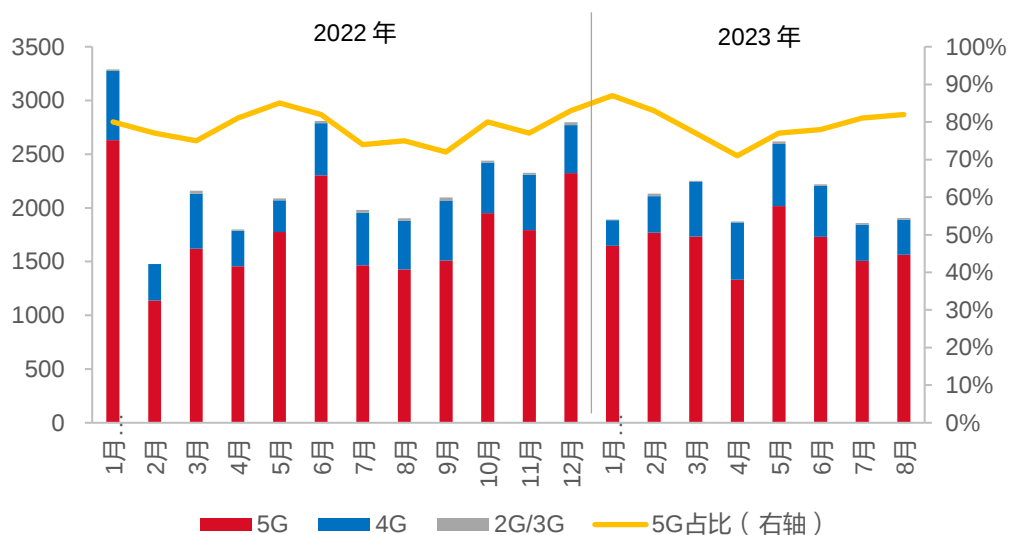
图19 2018-2028E 全球按通信标准预测的手机出货量规模与 5G 占比（百万台）



资料来源：Yole，卓胜微 2022 年报，东海证券研究所

目前国内 5G 渗透率高达 80%，显著高于世界水平。根据中国信通院统计，2022 年 1 月至 2023 年 8 月，我国 5G 手机出货量占比全部移动设备出货量保持在 80%左右上下浮动。根据上文 Yole Development 的数据，2022 年世界 5G 手机渗透率为 49.06%，我国 5G 手机渗透率显著高于世界水平，对 5G 相关的射频前端器件需求也更为旺盛。在全球射频前端市场高集中度、国内低自给率的背景下，我国对于 5G 话语权的不断提升让国产替代的需求也不断上升，带给国内厂商突围破局的机会。

图20 2022 年 1 月-2023 年 8 月我国手机出货量与 5G 手机占比（万台）

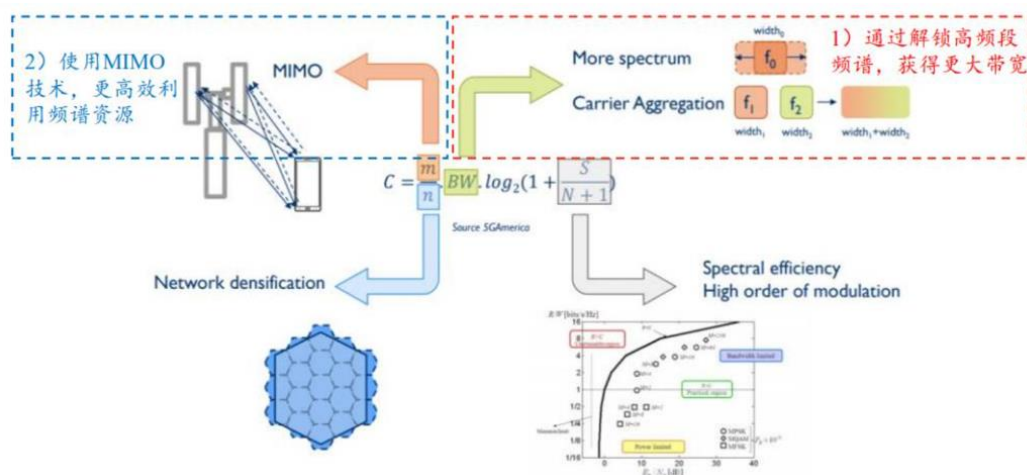


资料来源：中国信通院，东海证券研究所

2.2. 5G 向高频段和多天线方向发展，射频前端增加器件与之配套

(1) 从 2G 到 5G 的通信代更迭，最显著的变化在于数据传输速度的提升，主要有两种提升途径。根据香农定律，5G 时代为了进一步提高通信速度，主要运用的途径有两种：1) 通过解锁高频段频谱，获得更大带宽；2) 使用 MIMO 技术，更高效利用频谱资源。具体到 5G 时代，通过解锁广阔的高频段资源（即新增的 5G 频段），使得最大带宽由 4G 的 20MHz 增加到 5G 的 100MHz；或通过增加通道数量，以更高效地利用频谱资源。

图21 提高数据传输速度的两个途径



资料来源：未来智库，东海证券研究所

(2) 5G 相较 4G 在频率范围、频段数量、频道带宽等方面有较大更迭，对射频前端芯片的性能要求日益提高。以 4G 至 5G 的变化举例，射频前端需要支持的频率范围扩大，最高频率从 2690MHz 提高至 5000MHz；频段数量大幅增长，新增高频频段 n77/n78/n79 等；频道带宽也在增长，最大由 20MHz 变为 100MHz。高频段的信号处理难度较高，对射频器件的性能要求也不断提高，对于射频前端芯片而言，不仅需要引入新工艺、新的封装形式，同时引出了新的产品需求，给射频模组的设计也带来了新的挑战。

图22 4G 至 5G 的变化及给射频前端带来的挑战

	4G	5G	4G→5G主要变化	射频前端主要技术挑战
频率范围	600MHz-2690MHz	600MHz-5000MHz	通信最高频率从2690MHz提高至5000MHz	需引入新工艺和新的封装形式以应对高频的应用
频段数量	常见频段约20个	4G 基础上新增 n77/n78/ n79频段，原部分4G频段重耕为5G 频段，如 n1/n3/n5/n7/n8/n28/n40/n41等	新增高频频段（ n77/n78/n79 等 ）部分4G 频段重耕	新增的频段造成了新的产品需求，如n77/n78/n79频段需要新型的L-PAMiF和L-FEM产品，均需要具有信号接收功能
频道带宽	最大20MHz	最大100MHz	新增频段带宽从4G的20MHz提高到100MHz	对信号发射端，尤其是PA模组的设计带来新的挑战
复杂技术应用	MIMO	广泛使用，其中 n1/n3/n41/n78/n79必须在信号接收链路应用 4x4 MIMO；部分高端机型支持信号发射链路 2x2 MIMO	5G较4G增加更多的信号发射链路和信号接收链路（上、下行）MIMO	MIMO广泛使用使射频前端系统的设计更为复杂；增加了对天线切换开关的要求
	载波聚合	有限使用，以信号接收链路中的应用为主	广泛使用，并引入双连接，需要4G与5G同时进行上下行通信	引入双连接技术

资料来源：唯捷创芯招股说明书，东海证券研究所

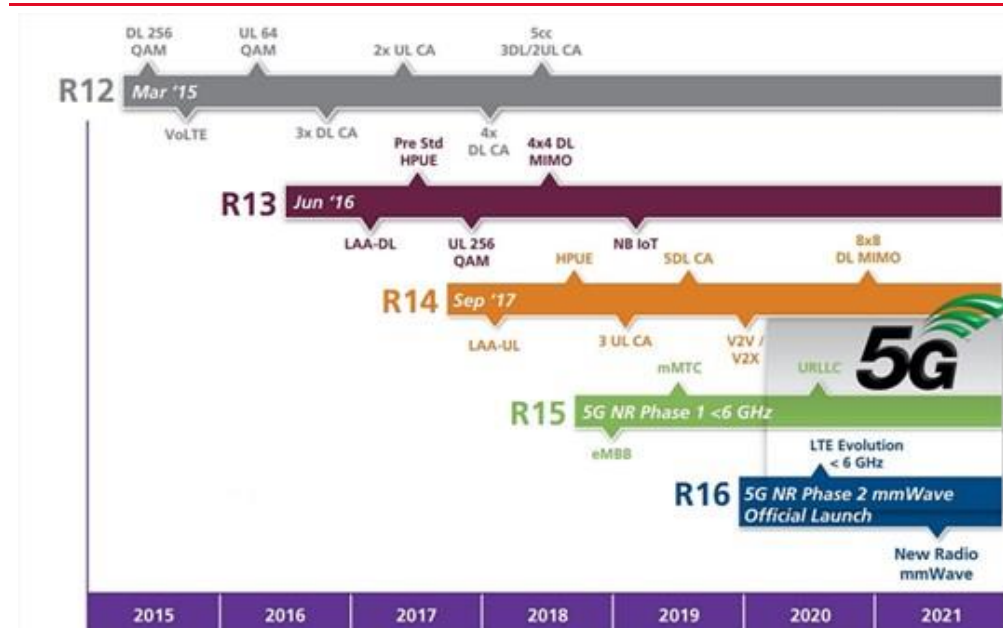
（3）5G 运用的高频段传输有着缓解频谱资源紧张、传输速率高等优势，也是未来的移动通信发展趋势。移动通信传统工作频段主要集中在 3GHz 以下，这使得频谱资源十分拥挤，而在高频段（如毫米波、厘米波频段）可用频谱资源丰富，能够有效缓解频谱资源紧张的现状，可以实现极高速短距离通信，支持5G 容量和传输速率等方面的需求。高频段在移动通信中的应用在业界受到高度关注。虽然其有着足够量的可用带宽、小型化的天线和设备、较高的天线增益等优点，但也存在传输距离短、穿透和绕射能力差、容易受气候环境影响等缺点，而射频器件、系统设计等方面的问题也有待进一步研究和解决。

图23 中国移动 2G/3G/4G/5G 工作频率及网络制式

运营商	频段	频率范围	带宽	合计带宽	网络制式
中国移动	900MHz (Band8)	上行 889~904MHz 下行 934~949MHz	15MHz		2G/NB-IOT/4G
	1800MHz (Band3)	上行 1710~1735MHz 下行 1805~1830MHz	25MHz		2G/4G
	2GHz (Band34)	2010~2025MHz	15MHz		3G/4G
	1.9GHz (Band39)	1880~1920MHz 实际使用 1885~1915MHz，并腾退 1880 1885MHz	30MHz	TDD 频段:355MHz FDD 频段:40MHz	4G
	2.3GHz (Band40)	2320~2370MHz，仅用于室内	50MHz		4G
	2.6GHz(Band41, n41)	2515~2675MHz	160MHz		4G/5G
	4.9GHz (n79)	4800~4900MHz	100MHz		5G

资料来源：CSDN，东海证券研究所

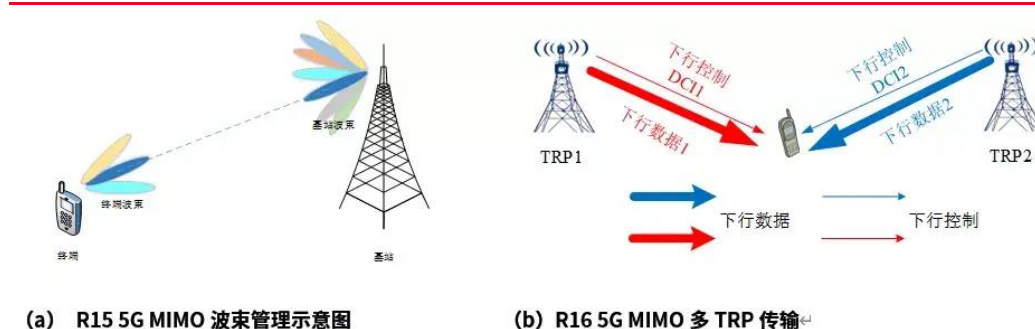
图24 LTE 及其向 5G 的演进



资料来源：康华尔电子，东海证券研究所

(4) 多天线传输技术通过增加协作天线数量，成为 5G 时代用以提高传输速度的另一途径。多天线传输技术是当前 5G 技术的重点研究方向之一，多天线技术从无源天线到有源天线，从二维 (2D) 到三维 (3D)，从高阶多输入多输出 (MIMO) 到大规模阵列的发展，多天线技术有望将频谱效率提高数十倍甚至更多。引入有源天线阵列后，基站侧可支持的协作天线数量达到 128 个。此外，原有的二维天线阵列将扩展为三维天线阵列，形成新的 3D-MIMO 技术，支持智能多用户波束分配，减少用户之间的干扰，结合高频段毫米波技术，能够进一步提高无线电信号覆盖性能。

图25 多天线技术示意图



资料来源：紫光展锐，东海证券研究所

2.3. 5G 手机普及推动射频前端向模组化发展

(1) 通信制式发展推动射频器件模组价值提升，单机射频前端成本已超过 40 美元。随着 5G 智能手机渗透率的不断提升，5G 技术蓬勃发展，带动手机支持频段数提升，带动全球射频前端器件市场需求增长。相比 3G 及 4G 的早期时代，手机需要覆盖的频段不多，射频前端一般采用分立方案，到了 4G 多频多模时代，手机需要众多器件才能满足全球频段的支持需求，射频前端也变的越来越复杂。在过去的十年中，复杂的射频模块在各种品牌的旗舰手机中已十分常见。与此同时，分立式解决方案也能满足许多入门级手机的要求。因此，过去十年间出现了两个截然不同的市场：采用模组化的旗舰机型和采用分立解决方

案的入门级机型。模组化解决方案价格较高，因为它们需要“高集成度和高性能”，而“中低集成度和中等性能”的分立解决方案价格相对较低。随着 5G 时代带来的射频数量和价值提升，单台手机射频前端成本也不断提高，已经从 2G 时代的约 3 美元，增加到了 5G 时代的超过 40 美元。

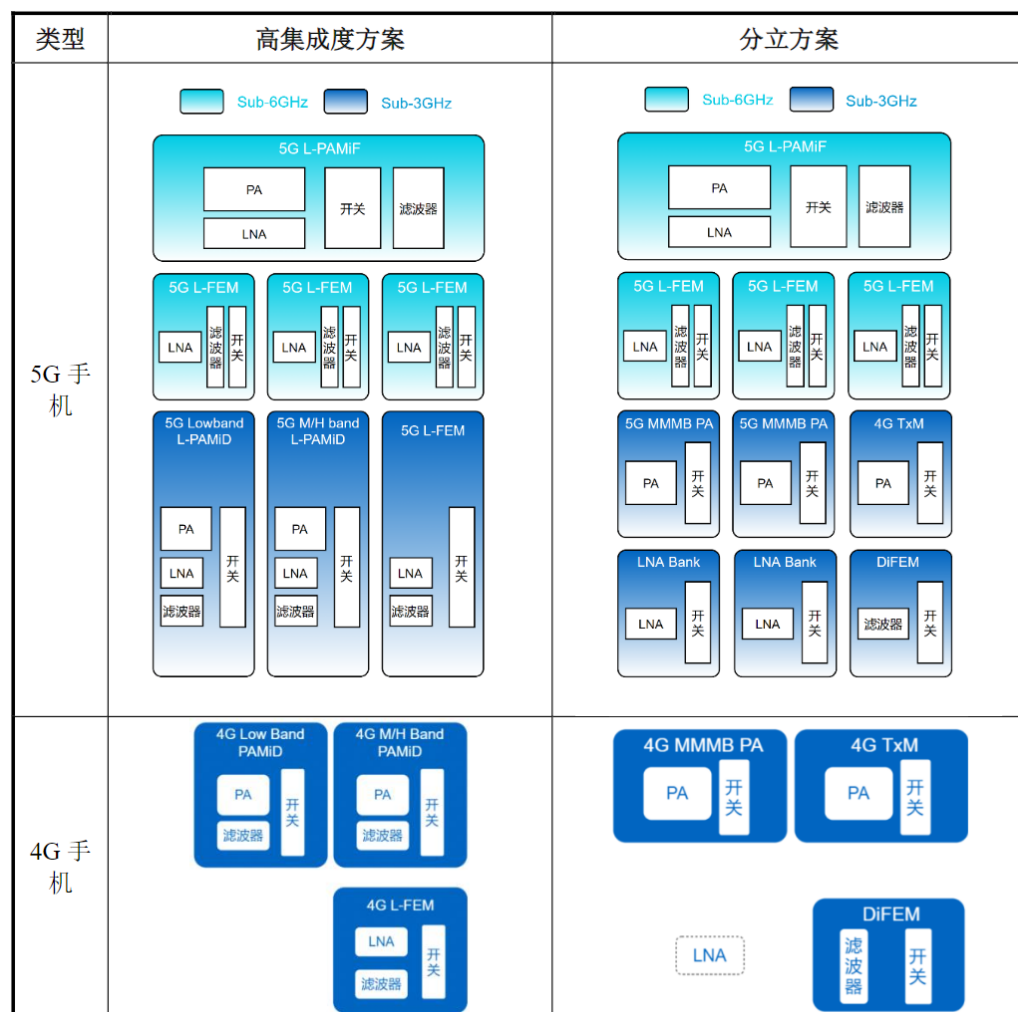
（2）5G 手机射频前端器件数量增长，成为射频前端模组化新动力。从 4G 到 5G，新增加约 50 个频段，需要增加射频前端器件数量与之匹配，其中滤波器数量由 35 增长至 75，功率放大器数量由 6 增长至 9，传导开关数量由 10 增长至 16，天线调谐开关数量将 3 增长到 7，低噪声放大器数量由 5 增长至 9。考虑高频段频谱和 MIMO 等技术，射频前端器件数量增长显著，而在射频器件数量提升的同时，手机由于轻薄化等需求使得元件放置空间受到限制，又考虑到分离方案较长的调试周期和成本，使得射频前端模组化发展显得尤为重要。

表2 4G 与 5G 手机射频芯片使用器件数量对比（颗）

	4G	5G
Filter	35	75
PA	6	9
Switch	10	16
Tuner	3	7
LNA	5	9

资料来源：Skyworks，Qorvo，东海证券研究所

图26 不同类型手机射频前端方案

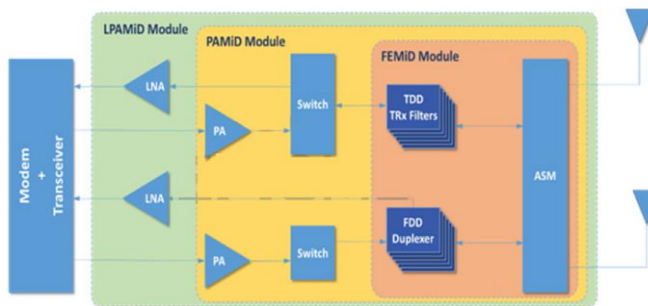


资料来源：慧智微招股说明书，东海证券研究所

(3) 根据集成方式的不同，射频前端模组可分为主集收发模组和分集接收模组，其中主集模组制作难度更高。射频前端模组是将射频开关、低噪声放大器、滤波器、双工器、功率放大器等两种或者两种以上的分立器件集成为一个模组，从而提高集成度和性能，并使体积小化。主集收发模组拥有发射和接收通路（xTxR），而分集接收模组只拥有接收通路（xR）。发射通路中通常将功率放大器、滤波器和射频开关等集成为模组；接收通路中通常将射频开关，低噪声放大器和滤波器等集成为模组。总体而言，由于发射通路中集成了功率放大器且对于滤波器的要求较高，其模组化制作难度高于接收通路。

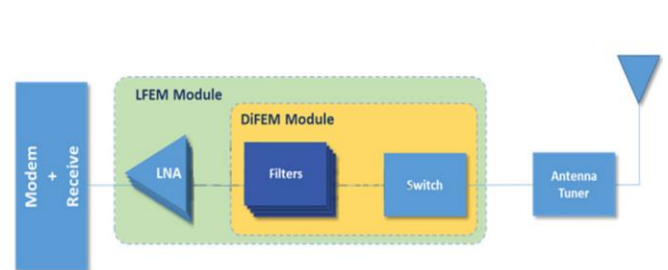
主集收发模组主要包括 MMB PA（集成射频开关、射频功率放大器）、L-PAMiF（集成射频功率放大器、射频开关、滤波器、低噪声放大器）、FEMiD（集成射频开关、滤波器和双工器）、L-FEMiD（集成射频开关、低噪声放大器和双工器/四工器等）、PAMiD（集成多模式多频带 PA 和 FEMiD）、L-PAMiD（LNA、集成多模式多频带 PA 和 FEMiD）等；分集接收模组主要包括 DiFEM（集成射频开关和滤波器）、LFEM（集成射频开关、低噪声放大器和滤波器）、LNA BANK（集成多个射频低噪声放大器和射频开关）等。

图27 主集天线射频链路



资料来源：EpiCMEms，半导体行业观察，东海证券研究所

图28 分集天线射频链路



资料来源：EpiCMEms，半导体行业观察，东海证券研究所

(4) 发射端的模组化进程可以分为五个发展阶段，集成复杂程度不断提高。

1) PA 和 IPD/LTCC 滤波器集成。主要应用在 3GHz~6GHz 的新增 5G 频段，典型的产品是 n77、n79 的 PAMiF 或者 L-PAMiF。这些新频段的 5G PA 设计难度较高，但由于新频段频谱相对比较“干净”，所以对滤波器的要求不高，其技术和成本均由 PA 绝对掌控。

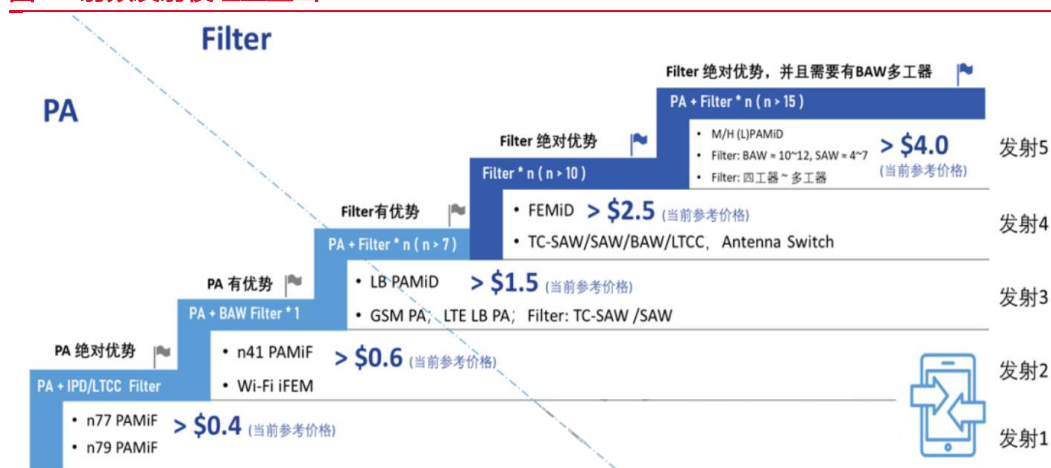
2) PA 和 BAW/IHP-SAW 滤波器集成。频段在 2.4GHz 附近。这类产品的频段属于常见频段，PA 部分的技术规格有一定挑战但并不高，但需要集成高性能的 BAW 滤波器来实现共存。这类产品由于滤波器的功能并不复杂，PA 仍有技术控制力；但在成本方面，滤波器可能超过了 PA。

3) 高性能 PA 和低频的双工器集成。主要用于 1GHz 以下的 4G/5G 频段，LB PAMiD 再集成 LNA 就成了 LB L-PAMiD。产品更复杂，对 PA 和滤波器技术要求均较高，成本看（假设需集成 2G PA），PA/LNA 和滤波器占比几乎相等。

4) 集成低频到高频的各类滤波器/双工器/多工器和 SOI 天线开关。不集成 PA，过去近 8 年占据了该市场的绝对主导权，这类产品正在被大量使用在中高端手机中。

5) M/H(L)-PAMiD，通常集成 10 个以上的 BAW 滤波器、2-3 个 GaAs HBT、3-5 个 SOI 和 1 个 CMOS 控制器。技术最为复杂，主要覆盖 1.5-3GHz 的黄金频段，是诸多蜂窝网通信和蓝牙、WiFi 2.4G、GPS 等非蜂窝网通信的工作范围，这段频率范围最大的特点就是“拥挤”和“干扰”，也恰恰是高性能 BAW 滤波器发挥本领的广阔舞台。由于这个频率范围商用时间较长，该频率范围内的 PA 技术相对比较成熟，核心的挑战来自于滤波器器件。

图29 射频发射模组五重山



资料来源：EPICEMES，半导体行业观察，东海证券研究所

(5) 接收端的模组化进程也可以分为五个发展阶段，集成器件量和技术难度不断提升。

1) 用 RF-SOI 工艺在单颗 DIE (裸片) 上集成射频开关和 LNA。功能上也属于复合功能的射频模组芯片，应用于 4G/5G。

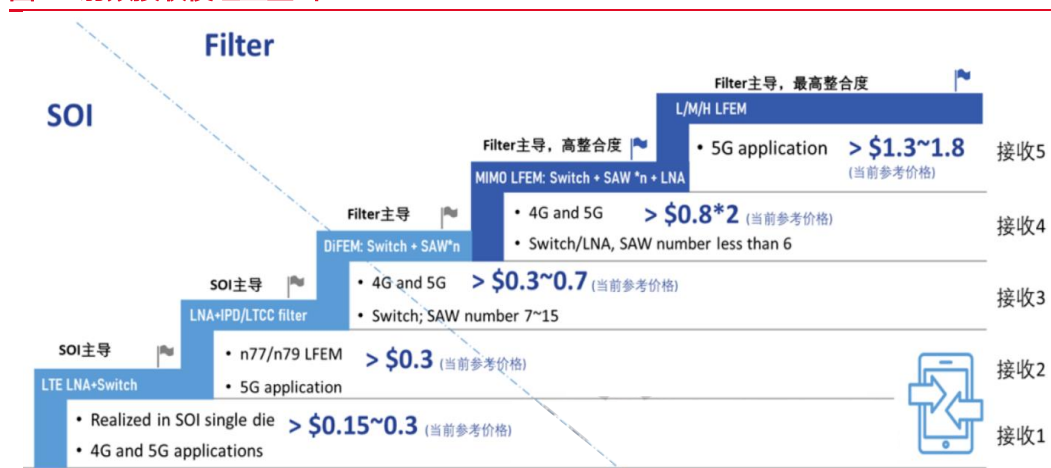
2) 用 RF-SOI 工艺集成 LNA、射频开关和单颗 LC 型(IPD/LTCC 工艺)滤波器芯片组成 L-FEM。适用于 5G NR 的 n77/n79 频段，SOI 工艺起主导作用，LC 型滤波器适合 3~6GHz 大带宽、低抑制的要求，适用于 5G NR 部分的 n77/n79 频段。

3) 集成单刀多掷(SPnT)或双刀多掷(DPnT)的 SOI 开关和一些 SAW 滤波器组成 DiFEM。路径较多，国际厂商以晶圆级封装技术为主。

4) 以 RF-SOI 工艺实现的射频开关、LNA 为基础集成 4-6 个通路的中高频高性能的 SAW 滤波器。这类产品叫做 MIMO M/H L-FEM，主要是针对 M/H Band 的频段，应用了 MIMO 技术，增加通信速率。主要应用于 M/H Band 频段，在某些中高端手机中属于入网强制要求。

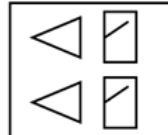
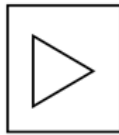
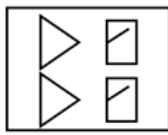
5) 集成 10-15 路以上频段的 SAW/BAW 滤波器、射频开关和 LNA 组成 H/M/L-LFEM。集成复杂度最高，整体性能提升，占用的 PCB 面积很小，需使用晶圆级封装形式的先进封装。

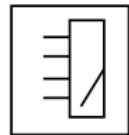
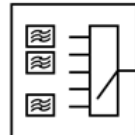
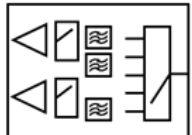
图30 射频接收模组五重山

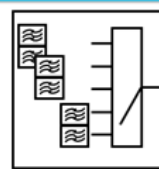
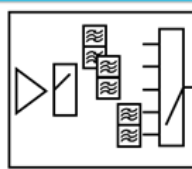
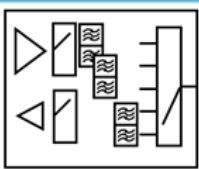
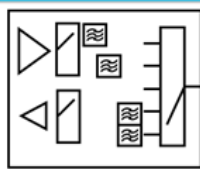


资料来源：EPICEMES，半导体行业观察，东海证券研究所

图31 射频前端简写及集成子模块

缩写	LNA	LNA bank	PA	PAM
全称	Low noise amplifier		Power amplifier	PA module
集成子模块	LNA	多个LNA	PA	PA, 开关
示意框图				

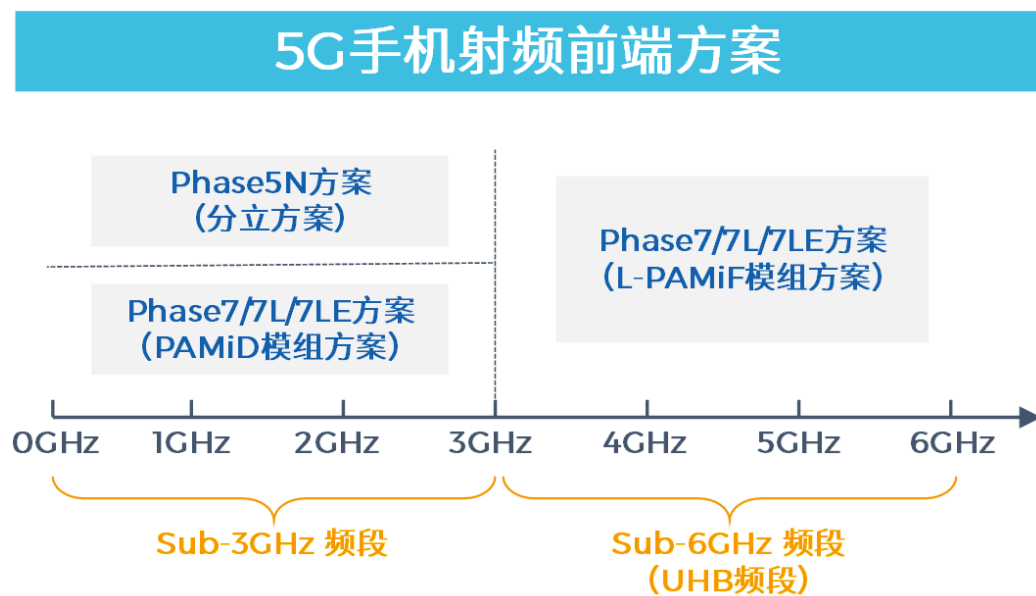
缩写	SW	ASM	DiFEM	L-FEM
全称	Switch	Antenna switch module	Diversity Front-end Module	LNA Front-end Module
集成子模块	开关	天线开关	开关, 接收滤波器	开关, 接收滤波器, LNA
示意框图				

缩写	FEMiD	PAMiD	L-PAMiD	L-PAMiF
全称	Front-end Module integrated Duplexer	PA Module integrated Duplexer	LNA PA Module integrated Duplexer	LNA PA Module integrated Filter
集成子模块	开关, 发射滤波器/双工器	PA, 开关, 发射滤波器/双工器	PA, LNA, 开关, 发射及接收滤波器/双工器	PA, LNA, 开关, 发射及接收滤波器
示意框图				

资料来源：icspec，东海证券研究所

(6) 适用于 5G 智能手机的射频前端方案，主要分为 Phase7 系列方案及 Phase5N 两种方案，在不同频段有着不同的应用，在 Sub-3GHz 频段的模组化是国内厂商需要突破的发展方向。两种方案在 Sub-6GHz UHB 新频段部分方案相同，均为 L-PAMiF 集成模组方案；在 Sub-3GHz 频段分别为 PAMiD 模组方案和 Phase5N 分立方案。PAMiD 模组化方案将 PA、滤波器、开关甚至 LNA 都集成进来，更加灵活且节省空间，但其供应劣势也相对明显：厂商必须要同时掌握有源（PA 及 LNA，Switch）及无源（SAW、BAW 或 FBAR）等能力，才有办法设计出 PAMiD 模组。在 Sub-6GHz UHB L-PAMiF 产品中，国产厂商逐渐形成突破，在未来演进中，国产 UHB L-PAMiF 产品会越来越有竞争力。相比于 Sub-6GHz，虽然 Sub-3GHz 模组频率更低、功率更低，不需要复杂的 SRS 开关等，但由于 Sub-3GHz 频段较多，需要集成的滤波器及双工器更多，并且是 SAW、BAW 及 FBAR 等声学滤波器，国产厂商亟待突破。

图32 5G 手机射频前端方案



资料来源：icspec，东海证券研究所

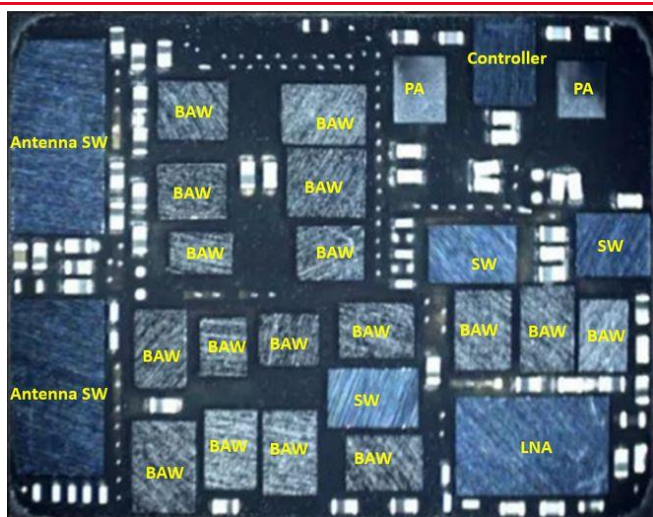
3.集成化与技术革新并行，射频前端国产替代空间广阔

3.1.射频前端厂商的两条技术发展路径

2G 到 4G 的通信技术的发展过程中，射频前端厂商的技术发展路径大体可以分为两种：覆盖频段数带来的集成化需求；通过技术革新、保证在新世代仍能提供高性能产品。二者发展并不相悖，集成度提升与技术升级可共同持续推动射频前端创新发展。

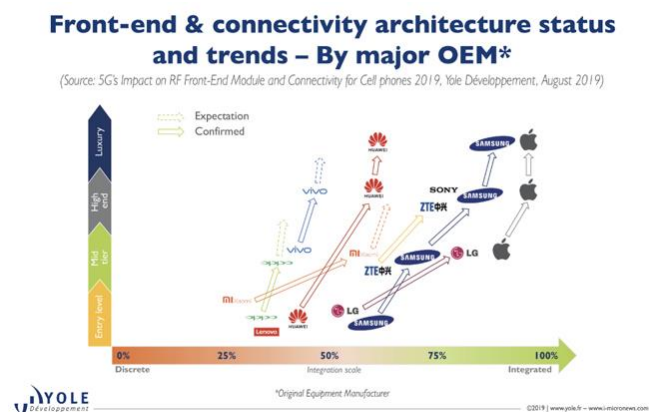
在集成化方面，射频前端日新月异的集成要求厂商业务“多点开花”。Skyworks 在 2014 年推出 SkyOne®方案，Qorvo 也在 2014 年推出 RF Fusion™方案。SkyOne®是首款将多频功率放大器及多掷开关同所有相关滤波、双工通信及控制功能整合在一个单一、超集成封装当中的半导体设备，所用空间还不到行业最先进技术的一半。因此，厂商必须要同时掌握有源（PA 及 LNA，Switch）及无源（SAW、BAW 或 FBAR）等能力，而同时掌握这些资源的只有 Skyworks、Qorvo、Broadcom 及 Qualcomm 等少数厂商。

图33 M/H LPAMiD 开盖图



资料来源：Qorvo，东海证券研究所

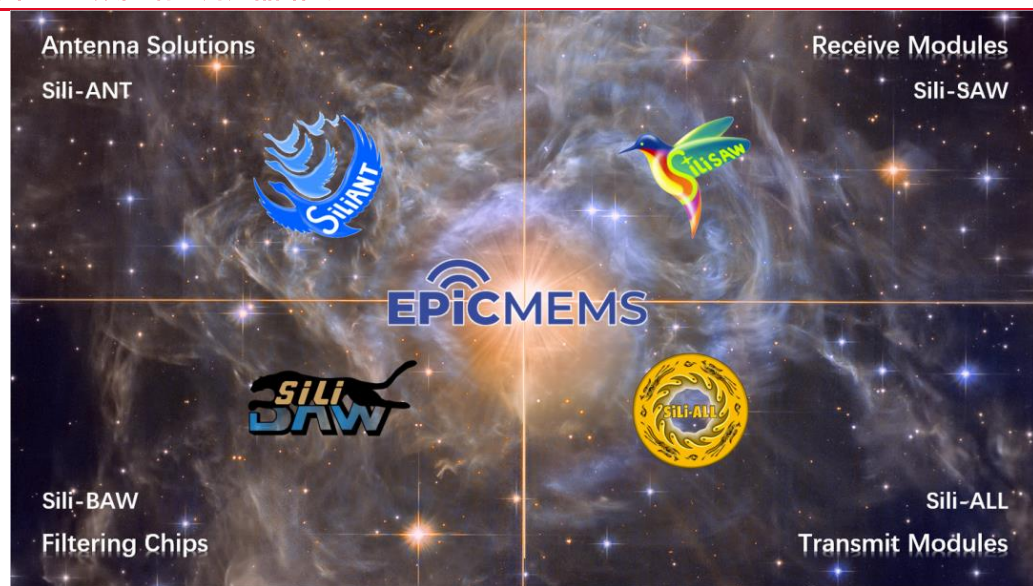
图34 射频前端集成化发展趋势



资料来源：Yole，东海证券研究所

在技术革新方面，新材料的作用显著，重点关注的是有源器件功率放大器和无源器件滤波器的性能提升。功率放大器的性能提升主要通过新材料与新工艺的结合，而非缩短制程。效率与线性度（输出功率与输入功率之比）之间的平衡是最主要考虑的问题。随着高频段的解锁，饱和电子速度更高的 GaAs/GaN 材料被作为功率放大器的材料，更适宜高功率工作环境。滤波器的主要技术指标是品质因数 Q 值数和插入损耗，SAW 和 BAW 滤波器凭借优良的频带选择性、高 Q 值、低插入损耗等特性，已成为射频滤波器的主流选择。1GHz 以下频段 SAW 具备成本优势，1-6GHz 频段 BAW 性能更优。4G 时代，滤波器中 BAW 价值量占比达 40%-50%，而 5G 的 sub-6GHz 频段与 4G 频段相比，拥有更大的带宽、更高的频率，目前 5G sub-6GHz 频段的首选仍然是 BAW 滤波器。

图35 射频前端芯片产品路线

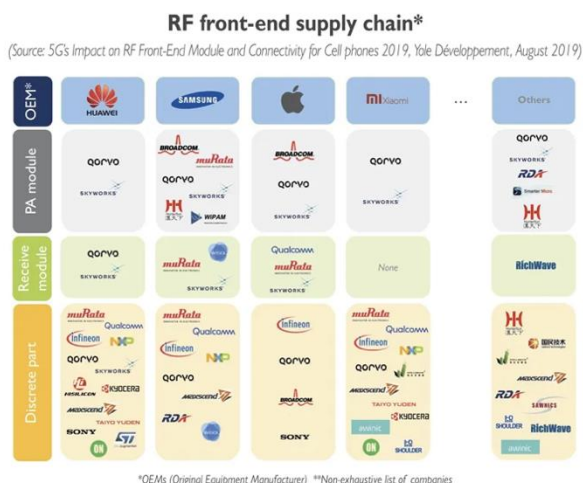


资料来源：EpiMEMS，东海证券研究所

3.2.从射频前端全球市场格局看，美日仍处于垄断地位

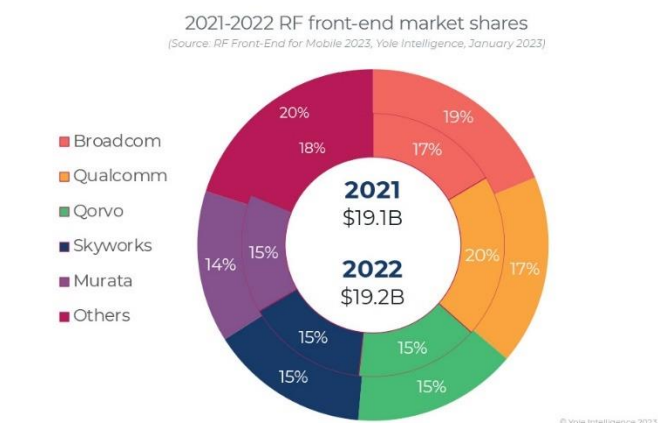
全球竞争激烈，国外巨头在各器件领域占据 80%以上份额，市场集中度较高。目前全球射频市场四家美国射频公司 Skyworks、Qualcomm、Qorvo、Broadcom 与日本 Murata 这五大射频巨头寡占，占据超过 80%的市场份额。根据 System Plus Consulting 对主流智能手机的拆解，大部分射频部件都是由 Qorvo 提供的，在所有器件中，天线调谐器占据主要地位，共占有 24%的份额，其次是分立滤波器，Murata 和高通在其中占据主要份额，其余如英飞凌、NXP 和 Wisol 的供应商，借助在智能手机中的单一器件（开关/LNA、LNA、离散滤波器），占据了小部份份额。

图36 射频前端供应链



资料来源：Yole，东海证券研究所

图37 2021-2022 年射频前端市场份额

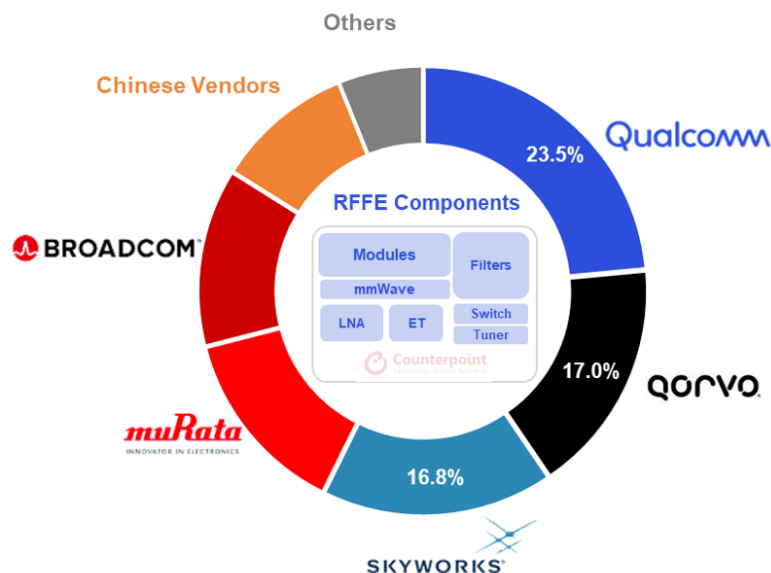


资料来源：Yole，东海证券研究所

拥有广泛技术组合的射频前端供应商，特别是 Qualcomm、Skyworks 和 Qorvo，将继续引领市场。2022 年第一季度，智能手机射频前端市场收入近 44 亿美元。高通以 23.5% 的份额领先市场，实现强劲增长，不断增加的中高端 5G 设计获胜渠道及其完整的调制解调器到天线解决方案帮助高通进一步扩大了其在不断增长的射频前端领域的领导地位。随着

基于 Android 的智能手机品牌业务的增加，Qorvo 的市场份额也有所增加。Skyworks 在智能手机射频前端收入方面滑落至第三位。排名前三的供应商继续占据智能手机射频前端市场一半以上的份额。

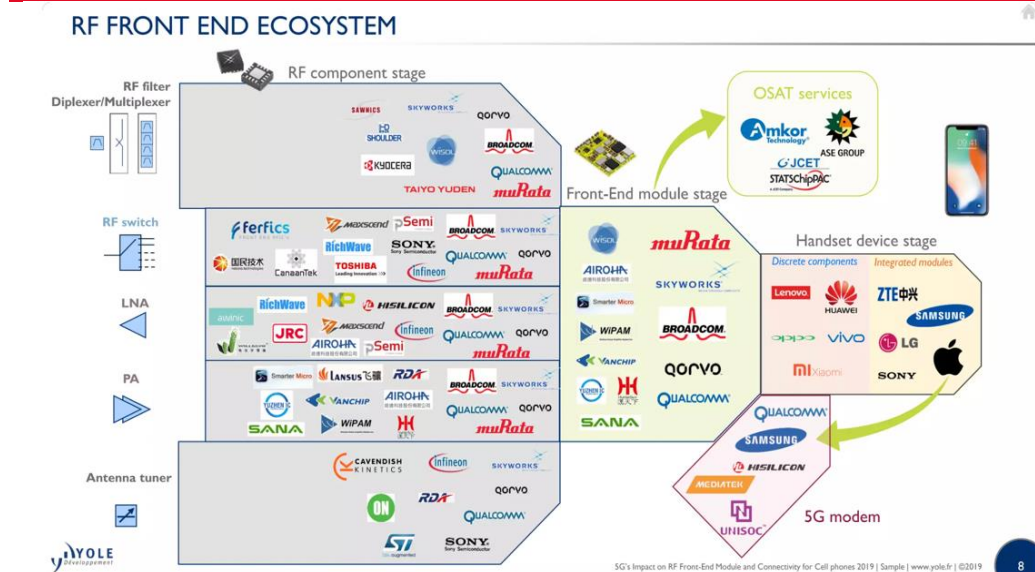
图38 2022 年 Q1 智能手机射频前端供应商市场份额



资料来源：Counterpoint，东海证券研究所

通过并购整合，射频前端巨头形成垄断格局。Qorvo 由当时射频前端市场排名第二的 RFMD 与第三的 TriQuint 平等合并而成，由于两家公司产品侧重不同，通过合并实现了产品互补，RFMD 的 GaAs 为传统强项，TriQuint 拥有 BAW-SMR 技术；Broadcom (Avago) 脱胎于原 HP 的半导体部门，1999 年 HP 公司分拆出安捷伦公司，2005 年安捷伦公司将其 I/O solutions 部门分拆出售，成立 Avago，而其独家的 FBAR 技术起源于安捷伦时期，于 1999 年研发出应用于美国 PCS1900MHz 频段 FBAR 滤波器，并于 2001 年开始量产，此后市占率一直在 50% 以上；Skyworks 于 2002 年由专做二极管的 Alpha 与 Conexant 的无线通信部门合并而成，而 Conexant 则拆分自加州靠军工产品起家的 Rockwell 公司的半导体部门，其 PA 技术继承了 Rockwell 在军工领域的深厚积累；Murata 靠无源器件滤波器和电感起家，2005 年之后通过多起收购拓展其产品线，并于 2012/2014 年分别收购 Renesas 和 Peregrine 的 PA 产品线，但核心仍旧是无源器件，打造 SAW 滤波器的业界标杆。

图39 射频前端生态系统

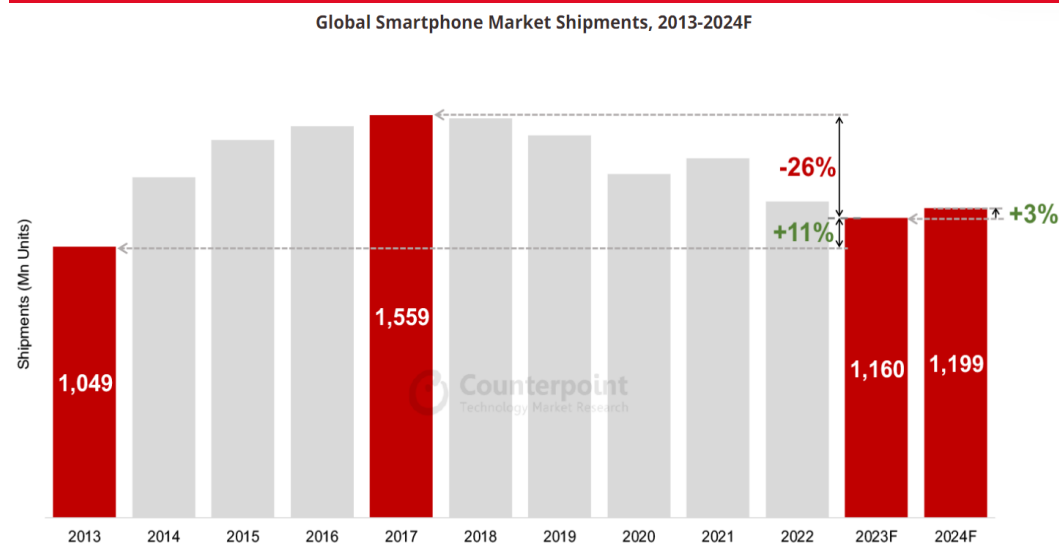


资料来源：Yole，智研咨询，东海证券研究所

3.3.国内射频厂商有望在 5G 时代崭露头角

中国将成为智能手机市场增长的新动力，射频前端国产化空间充足。市场调查机构 Counterpoint Research 报告中预计，2023 年全球智能手机出货量将同比下降 5%，达到 12 亿部，为近十年来的最低水平；2023 年第四季度，全球智能手机出货量预计同比增长 3%，达到 3.12 亿部；2024 年全球智能手机出货量预计将同比增长 3%。该机构表示，北美和欧洲的智能机出货量预计仍将停滞不前，但中国、中东、非洲和印度等市场已成功摆脱衰退，并将从 2023 年第四季度开始复苏，成为智能手机市场增长的新动力。而手机是射频前端最主要的应用终端，因其显著增长从而使得对应的滤波器在国内市场消耗量很高。而我国目前技术力量较为薄弱，仍主要在生产中低端产品，产量较低，位于全球射频滤波器市场的第三梯队，国产缺口大，为确保供应链安全，国产替代趋势加速，在此带动下射频前端厂商将保持较高的收入增速。

图40 全球智能手机出货量

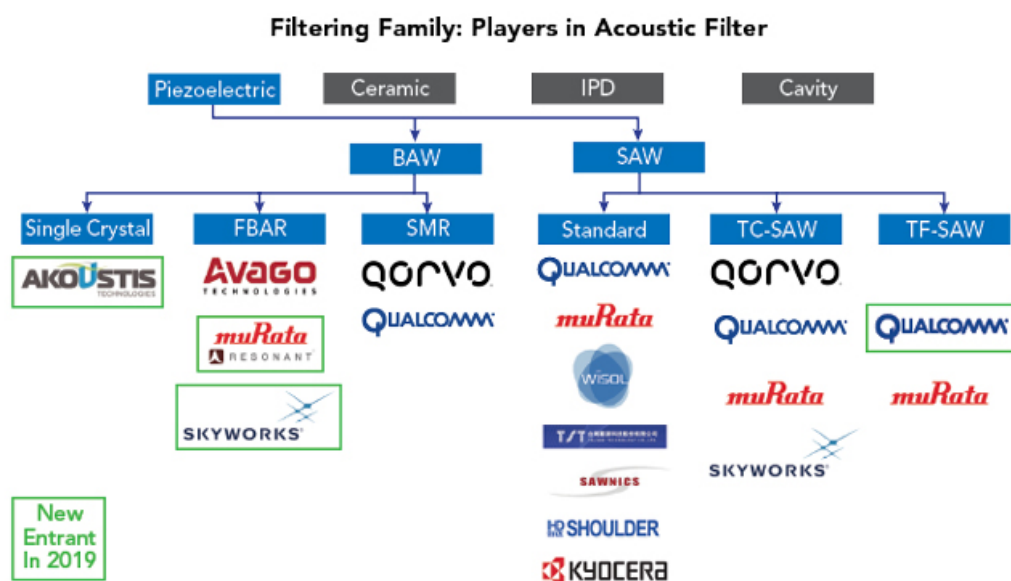


资料来源：Counterpoint，东海证券研究所

中国国内厂商主要生产分立器件，目前市场份额不足 10%，国产替代空间广大。射频前端市场被美国和日本巨头垄断，集中度很高。Skyworks、Qorvo、Broadcom 和 Murata 这四大制造商总共占据了约 85% 的市场份额。Skyworks 在射频前端产品布局比较完整，模块化能力开发走在前列，在 PA 和射频开关领域占有领先份额；Qorvo 在 BAW 滤波器方向拥有领先的技术，同时也拥有更全面的 RF 前端布局，各个领域都有一定的份额；Broadcom 主要占据 BAW 滤波器的绝对领先份额；Murata 提供多种射频芯片，在 SAW 滤波器份额方面处于领先地位。这些巨头是中国本土企业在国产化道路上最大的竞争对手。

压电滤波器方面，美日厂商主要布局 BAW 滤波器，2020 年全球 BAW 滤波器市场 CR3 高达 98%，其中博通占据 87% 市场份额。根据前瞻产业研究院数据，2020 年 BAW 滤波器市场主要的参与者为博通、威讯和太阳诱电，其中博通占据 87% 的市场份额，CR3 高达 98%。

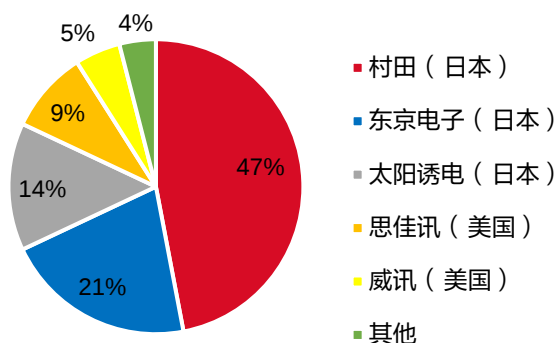
图41 压电滤波器市场主要厂商



资料来源：Microwave Journal，东海证券研究所

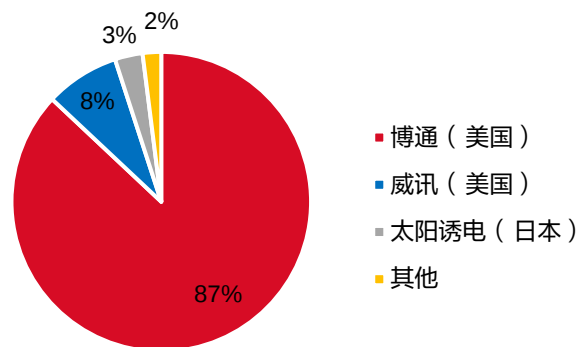
2020 年 SAW 滤波器市场 CR5 高达 95%，国产替代空间大，尤其在中低频段其技术难度较低，给予国内厂商弯道超车和与巨头竞争的机遇。根据前瞻产业研究院数据，2020 年 SAW 滤波器市场主要由村田、东京电子、太阳诱电、思佳讯和威讯瓜分，其中村田占比 47%，CR5 高达 96%，国产替代空间巨大。高通、村田等七家公司提供标准 SAW 滤波器，TC-SAW 滤波器制造商数量减少至 4 家，其中的 Qorvo 和 Skyworks 仅提供采用内部设计的 TC-SAW 滤波器组件。SAW 滤波器利用高频波的横向传播，技术壁垒较低，有更多的厂商有机会与行业巨头竞争。过去几年，一些亚洲公司崛起，用较低成本引入自己的技术，通过 Vivo、华为等融入中国国内市场，催生了新型厂商，提供仿真工具，使无晶圆厂公司能够快速开发滤波器和代工服务来制造。

图42 2020 年全球 SAW 滤波器市场份额



资料来源：前瞻产业研究院，东海证券研究所

图43 2020 年全球 BAW 滤波器市场份额



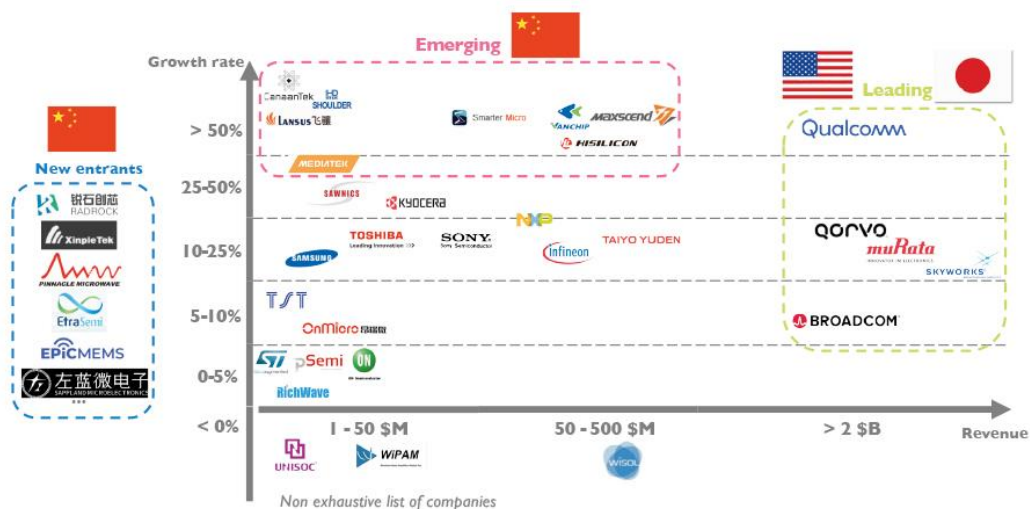
资料来源：前瞻产业研究院，东海证券研究所

国内正逐步从分立器件向模组化产品发展，很多厂商已具备5G模组生产能力，后续发展值得期待。国内厂商与海外厂商的发展路径相同，主流厂商先将单一器件发展到行业龙头水平，再通过并购完成分立器件到模组化产品的转化。国内厂商也正在向模组化方向发展，例如，卓胜微从接收端模组逐步探索发射端模组业务，产品已囊括 DiFEM、LFEM、LNA BANK、L-DiFEM、L-PAMiF、L-FEMiD、MMMB PA 等模组产品。唯捷创芯的 4G 分立方案、Sub-6G 模组已进入国内几乎所有手机品牌客户，L-PAMiD 模组也已实现批量量产出货；慧智微电子凭借 Sub-6G 双频 L-PAMiF 实现了对 OPPO 5G 手机的出货；昂瑞微电子从 2G CMOS PA 扩展至 Phase5N MMPA、Sub-6G 模组以及难度最大的 L-PAMiD 模组。

图44 2020 年射频前端模组市场份额及增长趋势

RF front-end modules market - 2020 market shares by companies

(Source: Cellular RF Front-End Technologies for Mobile Handset 2021, Yole Développement, June 2021)



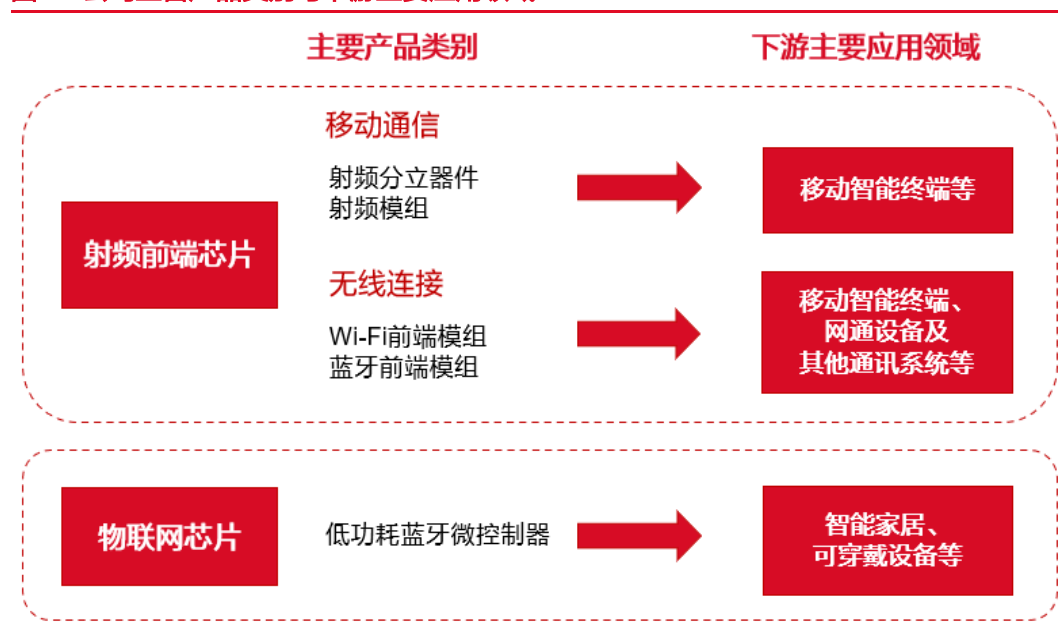
资料来源：Yole，东海证券研究所

4. 射频前端行业代表企业

4.1. 卓胜微

(1) **卓胜微专注于射频集成电路领域。**江苏卓胜微电子股份有限公司成立于 2012 年 8 月 10 日，于 2019 年 6 月 18 日在深圳证券交易所创业板上市。公司专注于射频集成电路领域的研究、开发、生产与销售，主要向市场提供射频开关、射频低噪声放大器、射频滤波器、射频功率放大器等射频前端分立器件及各类模组产品解决方案，同时公司还对外提供低功耗蓝牙微控制器芯片。公司射频前端分立器件和射频模组产品主要应用于智能手机等移动智能终端产品，客户覆盖全球主要安卓手机厂商，同时还可应用于智能穿戴、通信基站、汽车电子、蓝牙耳机、VR/AR 设备及网通组网设备等需要无线连接的领域。

图45 公司主营产品类别与下游主要应用领域



资料来源：公司年报，东海证券研究所

(2) **公司在射频领域深耕细作，专注围绕成为射频领域世界顶尖技术平台的战略目标。**在 2006 年初创阶段，公司主要从事的是电视芯片业务。2012 年正式成立后，公司调整战略规划，在 2013-2015 年涉足射频开关领域、推出低噪声放大器芯片 LTE LNA、用于天线应用电路的天线开关等，2018 年推出可用于卫星定位系统、无线连接系统前端、移动通信的滤波器产线。2019 年公司正式在创业板上市，完善“研发-生产”新链条，2019 年推出射频集成模组化产品线，2020 年布局高端滤波器和 5G 基站射频，年末推进芯卓半导体产业化项目，2022 年成功搭建国际先进的 6 英寸滤波器生产线并进入规模量产阶段，并参与研发设计、晶圆制造、封装测试及销售的全链条生产。

图46 公司历史发展



资料来源: 公司公告, 东海证券研究所

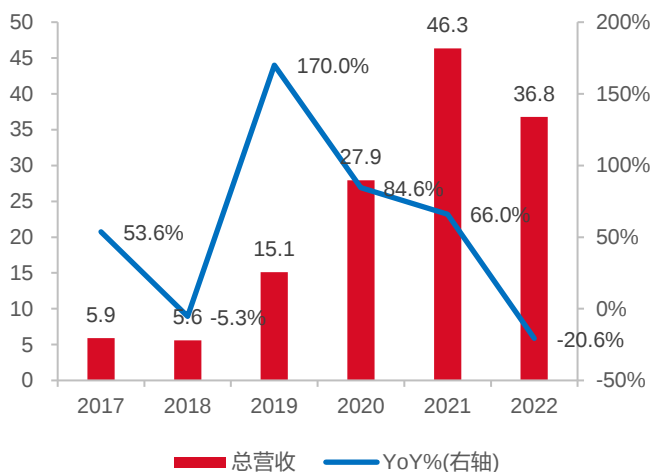
(3) 射频模组占比逐年增高, 公司主要业务从分立器件逐步向模组化发展。2019-2021 年营收同比增速分别为 167%/85%/66%, 2019 年到 2021 年期间, 受到国内外动荡局势和新冠疫情等因素影响, 下游厂商备货增加造成需求量急剧增长, 公司营收大幅增长, 后续年份由于消费电子需求不及预期, 在 2022 年营业收入降至 36.77 亿元, 同比下滑 20.6% 后续需求有望逐步复苏。从板块来看, 射频分立器件始终处于营收来源最大部分, 模组占比从 2020 年开始稳步提高, 公司主要产品正从分立期间逐步向模组化过渡。

表3 2019-2022 卓胜微营收构成 (亿元)、增速及毛利率

(300782.SZ) 卓胜微	2019 年			2020 年				2021 年				2022 年			
	营收	占比%	毛利率	营收	YoY	占比%	毛利率	营收	YoY	占比%	毛利率	营收	YoY	占比%	毛利率
总营收	15.12	100%	52%	27.92	85%	100%	53%	46.34	66%	100%	58%	36.77	-20.6%	100%	53%
按业务线:															
射频分立器件	12.08	80%	53%	21.91	81%	78%	52%	33.52	53%	72%	56%	24.91	-25.7%	67.7%	53%
射频模组	2.55	17%	48%	2.70	6%	10%	47%	12.01	344%	26%	64%	11.19	-6.8%	30.4%	53%
其他	0.49	3%	56%	2.69	444%	10%	67%	0.81	-70%	2%	49%	0.67	-16.9%	1.8%	37%

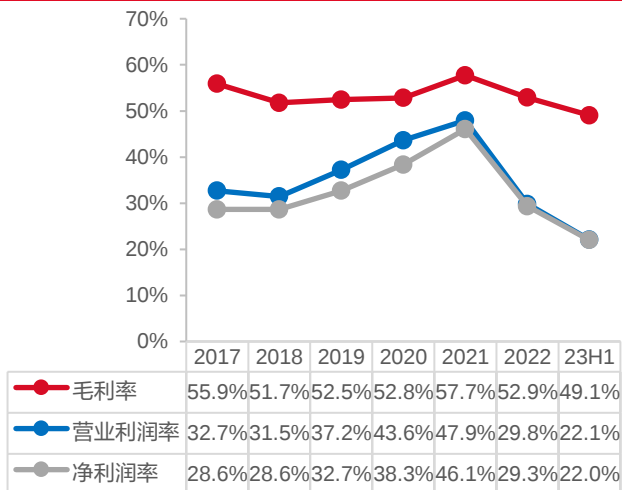
资料来源: 同花顺, 东海证券研究所

图47 2017-2022 年卓胜微营收 (亿元) 及同比增长率



资料来源: 同花顺, 东海证券研究所

图48 2017-2023H1 卓胜微毛利率、营业利润率及净利率



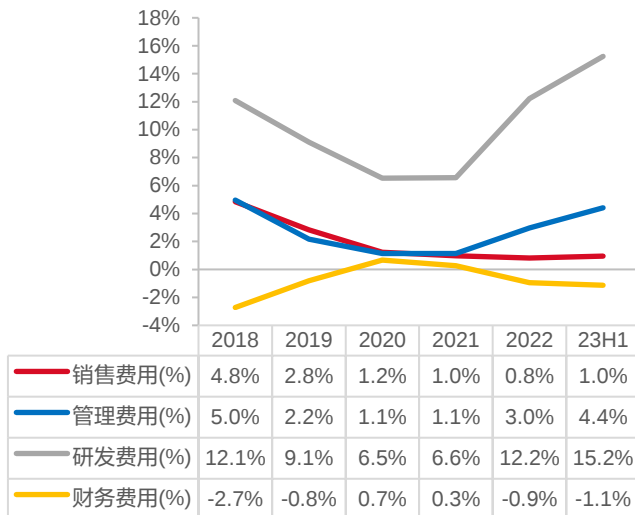
资料来源: 同花顺, 东海证券研究所

（4）下游智能手机销量下滑，导致近两年毛利率承压。2017-2021 年，公司做大做强，净利率稳步增长，毛利率稳定在 50% 以上，分别为 55.9%/51.7%/52.5%/52.8%/57.7%，盈利状态良好。2022 年由于下游智能手机市场消费需求疲软，短期内对公司经营业绩造成一定压力，使得整体毛利率有所下降，为 52.9%。

（5）管理费用大幅提高，销售费用有小幅降低，财务费用基本持平。由于公司业务稳定，品牌影响力建立，在收入上升的同时销售费用支出减少，相关费用略微降低，占比在 2022 年降低至 0.8%。财务费用受汇率影响有小幅下降。管理费用方面，2021 年由于公司规模逐步扩大，员工数量激增，在 2021 到 2023 年 H1 期间，管理费用占比分别为 1.1%/3.0%/4.4%。

（6）研发费用占比增长，保证公司竞争力。近年来，公司着重建设芯卓半导体产业化能力，加大研发投入，培养研究人才。2018-2022 年，公司研发投入持续增长，从 2018 年的 0.68 亿元上升到了 2022 年的 4.49 亿元，其中 2019 年增长速度最快，相对于 2018 年同比增长 103%。研发费用占总营收的比例总体来看也有提高，在 2023 年上半年已达到 15%，同时，研究人员数量也持续大幅增长，2023 年占比达到了 62%。

图49 2018-2023H1 卓胜微费用营收占比



资料来源：同花顺，东海证券研究所

图50 2018-2023H1 卓胜微研发投入及增速



资料来源：同花顺，东海证券研究所

（7）卓胜微作为国内少数对标国际领先企业的射频解决方案提供商之一，产品覆盖全面，同时聚焦于通过自建产线，构建长期的竞争优势。

1) **公司为国内射频开关龙头企业，LNA 业务成熟。**2020 年公司射频开关业务占全球 5%，排名第五，业务成熟度比肩国际大厂。公司低噪声放大器业务目前已实现产品工艺全覆盖，且支持 5G sub-6GHz 所有频率范围。

2) **滤波器、功率放大器等高技术壁垒业务领域持续发力，国产替代浪潮下公司有望率先受益。**公司目前自建滤波器产线，SAW 和 IPD 滤波器领域双双发力，并着力探索更高端的双工器、四工器产品。目前自建滤波器产线已具备稳定、规模量产自有品牌的 MAX-SAW（高端 SAW 滤波器，采用 POI 衬底，具有高频应用、高性能等特性，性能在 sub-3GHz 以下应用可达到 BAW 和 FBAR 的水平）的能力。6 英寸滤波器产线以超预期速度进入规模量产阶段。在此基础上逐步推进打造 12 英寸 IPD 滤波器产品的生产制造能力。功率放大器方面，公司以市场主流 GaAs 工艺为基础，以集成于射频模组中为产品主要形态，积极优先布局功率放大器业务。

3) 射频模组方面, 公司从接收端模组逐步拓宽至技术难度更高的发射端模组。目前公司接收端模组产品已囊括 DiFEM、LFEM、LNA BANK、L-DiFEM 等产品。发射端模组方面, 公司已成功推出 L-PAMiF、MMMB PA 产品, L-FEMiD 产品也已研发成功, 此外公司 L-PAMiD 产品正处于研发阶段, 未来有望实现产品放量。

4.2. 唯捷创芯

(1) 唯捷创芯是国内 PA 行业的领先力量。唯捷创芯(天津)电子技术股份有限公司是国内主要的射频前端芯片厂商之一, 主营射频功率放大器(PA)模组, 产品主要应用于智能手机等移动终端。2012 年公司独立研发的射频功率放大器芯片开始量产。2013 年公司即进入全国集成电路设计企业前 30 强。目前公司拥有完全独立知识产权的 PA、开关等, 终端芯片已经大规模量产及商用, 截至目前已累计销售超过 13 亿颗芯片, 年销售额超过 4 亿人民币。最新发布的新一代 4G 射频模组的关键性能指标更是达到了业内领先的水平。

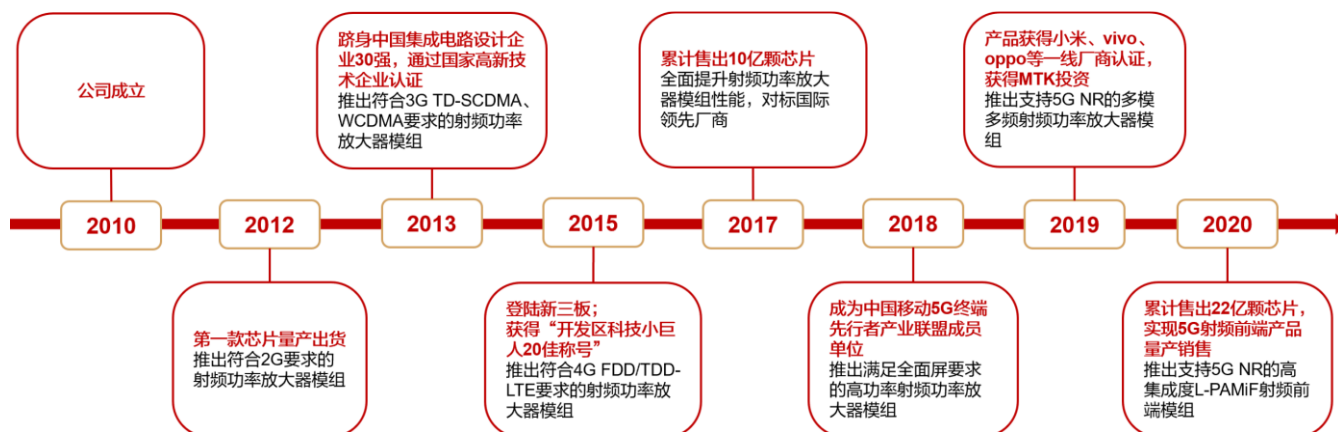
图51 公司主要产品及客户



资料来源: 公司年报, 东海证券研究所

(2) 公司自 2010 年成立以来, 专注于射频前端及高端模拟芯片的研发与销售。公司在 2012、2013、2015 年先后推出符合 2G、3G、4G 要求的射频功率放大器模组, 在 2017 年累计售出 10 亿颗芯片, 对标国际领先厂商, 并在后续年份继续全面提升了射频 PA 模组性能, 获得小米、vivo、oppo 等一线厂商认证, 成功推出支持 5G NR 的多模多频射频 PA 模组, 实现 5G 射频前端产品量产销售。此外, 2021 年至今, 公司也陆续推出支持 Wi-Fi 6、Wi-Fi 6E 和 Wi-Fi 7 标准的射频前端模组。

图52 公司历史发展



资料来源：唯捷创芯官网，东海证券研究所

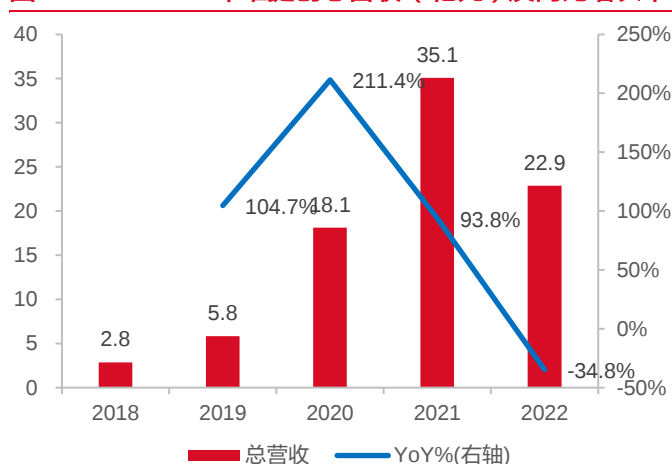
(3) 毛利率、净利润稳步增长，PA 模组占比最大，是主要营收来源。2020-2021 年，公司营收迅速增长，同比增长率分别为211%/94%。毛利率与净利润稳步增长，2018-2022 年公司毛利率从 21.9%提升至 30.7%，净利润从-11.9%提升至 2.3%。盈利能力的改善主要源于公司 5G PA 模组占比始终保持高占比，产品的性能达到国际一流产品的标准，突破射频前端模组的量产工作，在性能与率先出货方面都得到了领先。PA 模组始终占比最大，2019-2022 年分别为 96%/89%/95%/87.6%，接收端模组占比从 2019 年的 2%上升到了 2022 年的 11.4%，产品结构的优化促进了毛利率的进一步提升。

表4 2019-2022 年唯捷创芯营收构成（亿元）、增速及毛利率

688153 唯捷创芯	2019 年度			2020 年度				2021 年度				2022 年度			
	营收	占比	毛利率	营收	YoY	占比	毛利率	营收	YoY	占比	毛利率	营收	YoY	占比	毛利率
总营收	5.81	100%	18%	18.10	211%	100%	18%	35.09	94%	100%	28%	22.88	-34.8%	100%	31%
按业务线：															
射频功率放大器模组	5.59	96%	0%	16.04	187%	89%	0%	33.41	108%	95%	0%	20.05	-40.0%	87.6%	31%
接收端模组	0.11	2%	-9%	1.91	1641%	11%	0%	0.92	-52%	3%	0%	2.61	184.6%	11.4%	24%
其他	0.11	2%	0%	0.12	15%	1%	-2%	0.47	283%	1%	0%	0.22	-52.5%	1.0%	74%

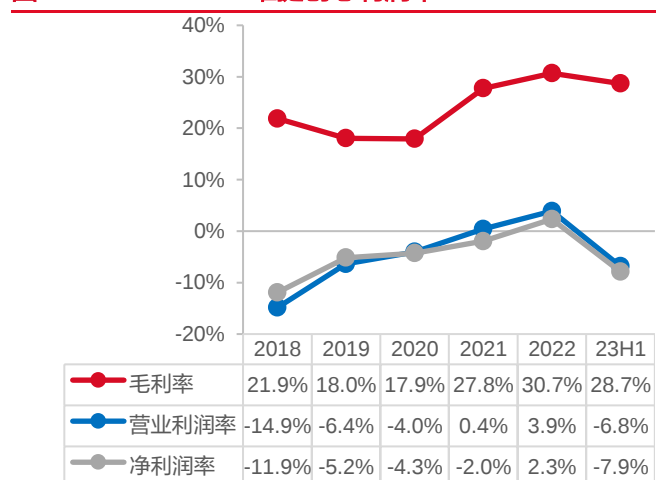
资料来源：同花顺，东海证券研究所

图53 2018-2022 年唯捷创芯营收（亿元）及同比增长率



资料来源：同花顺，东海证券研究所

图54 2018-2023H1 唯捷创芯利润率

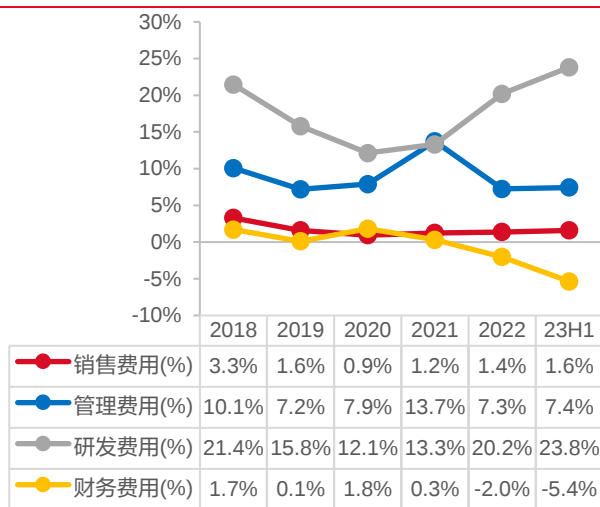


资料来源：同花顺，东海证券研究所

(4) 公司管理费用、销售费用、财务费用稳定波动。管理费用方面，2021 年由于大额股份支付费用使得管理费用增长至 13.7%；财务费用方面，2022 年由于汇兑收益增加使得财务费用小幅度下降，总体来看，费用保持稳定，随着公司营收规模的快速增长，有小幅下降。

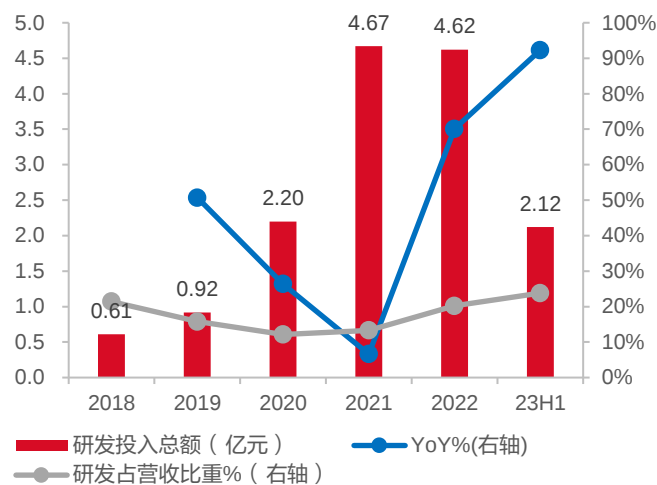
(5) 公司研发费用占比较高，体现公司对于研发环节的重视。2018-2022 年，公司研发投入稳定增长，0.61 亿元上升到了 4.62 亿元，主要用于加大 5G 研发投入、自主创新，同时重视研发人员的引进和团队的培养，保持了产品及技术的竞争力，为射频前端产品性能的优化提供了基础，并在最近两年取得显著成效，多款产品的性能达到国际一流产品的标准。除了在现有产品上取得突破性进展，公司还大力投入到下一代产品中。

图55 2018-2023 年 H1 唯捷创芯费用营收占比



资料来源：同花顺，东海证券研究所

图56 2018-2023 年 H1 唯捷创芯研发投入及增速



资料来源：同花顺，东海证券研究所

(6) 唯捷创芯作为国内 PA 龙头，同时也是首家提供全套射频前端器件解决方案的上市企业。公司在射频前端的关键技术上获得授权及已申请的发明专利总数已超过 100 项，国际 PCT 申请并授权 29 项。同时，相关集成电路产品布图登记授权 100 余项，掌握了射频前端设计领域的核心技术。

1) PA 模组方面，产品结构正在从以中集成度的 PA 模组产品（如MMMB 和 TxM 等）为主，转型为高集成度PA模组产品（如L-PAMiD、L-PAMiF 等）为主。2023 年上半年，公司向市场推出了新一代低压版本 L-PAMiF 产品，目前已经通过国内品牌厂商的验证并实现小批量出货。与市场上现有的 L-PAMiF 产品相比，除可以降低客户的系统成本之外，新一代低压版本 L-PAMiF 产品在相同的目标线性功率下，实现了业内更低的电流需求，降低了智能手机运行功耗，其性能业内领先。同时，公司是国内率先实现向头部品牌客户批量销售自主研发的 L-PAMiD 产品的企业，在智能手机产品中实现了国产射频前端高集成度模组的突破。2023 年第三季度该产品已实现大批量出货。

2) 接收端模组方面，公司产品也在不断进行迭代更新，以满足市场的动态需求。产品包括 LNA Bank、L-FEM 及开关等，其中 LNA Bank 第三代产品已正式量产出货，第四代产品也在研发设计中。L-FEM 处于大规模量产阶段，新一代产品已在研发验证中，可与低压版 L-PAMiF 模组搭配使用，发挥协同效应。此外，公司新产品 DRx 和 DiFEM 研发进展顺利，目前已有样品，计划于 2023 年第四季度在客户端进行推广。

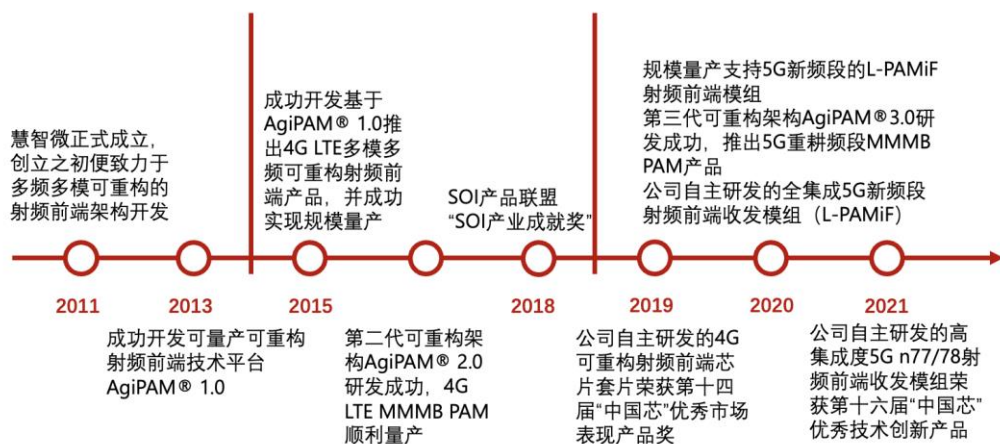
3) Wi-Fi 射频前端模组方面，公司产品已覆盖 Wi-Fi 6、Wi-Fi 6E 和 Wi-Fi 7，研发进展行业领先。公司 Wi-Fi 射频前端模组以 Wi-Fi 6 和 Wi-Fi 6E 产品为主，产品性能接近国际先进水平，2023 年上半年已在品牌客户端实现大规模销售，是国内该领域的主要参与者之一。同时，公司的第一代 Wi-Fi 7 已正式开始推广，成为较早推出 Wi-Fi 7 射频前端产品，完成新标准产品化的公司之一。此外，适配二代平台的 Wi-Fi 7 产品目前正在平台厂商处进行验证，预计将于 2023 年第四季度完成。

4.3. 慧智微

(1) 慧智微成立于 2011 年，是一家为智能手机、物联网等领域提供射频前端芯片的设计公司。公司具备全套射频前端芯片设计能力和集成化模组研发能力，技术体系以功率放大器（PA）的设计能力为核心，兼具低噪声放大器（LNA）、射频开关（Switch）、集成无源器件滤波器（IPD Filter）等射频器件的设计能力，产品系列覆盖的通信频段需求包括 2G、3G、4G、3GHz 以下的 5G 重耕频段、3GHz~6GHz 的 5G 新频段等，可为全球客户提供无线通信射频前端发射模组、接收模组等服务，慧智微领先的 5G 产品应用于三星、OPPO、vivo、荣耀等业内知名智能手机品牌机型，并进入闻泰科技、华勤通讯等一线移动终端设备 ODM 厂商和移远通信、广和通、日海智能等头部无线通信模组厂商。

(2) 公司自研可重构射频前端平台，从 PA 出发，完善产业线布局。2013 年成功开发可量产可重构射频前端技术平台 AgiPAM® 1.0，2015 年成功开发基于 AgiPAM® 1.0 推出 4G LTE 多模多频可重构射频前端产品，并成功实现规模量产，2017 年第二代可重构架构 AgiPAM® 2.0 研发成功，4G LTE MMBB PAM 顺利量产。在 2020 年规模量产支持 5G 新频段的 L-PAMiF 射频前端模组，并在头部客户规模出货，第三代可重构架构 AgiPAM®3.0 研发成功，推出 5G 重耕频段 MMBB PAM 产品，取得了重大创新突破。

图57 公司发展历程



资料来源：慧智微官网，东海证券研究所

(3) 5G 产品占比上升，由以 4G 模组为主逐渐向 5G 发射模组发展。2019-2021 年公司营收以 4G 模组为主，在 4G 物联网射频前端领域处于领先地位，营收占比达到了 50% 以上。在 2020 年推出了 5G 新频段 L-PAMiF 模组后，随着 5G 通讯的发展，公司逐步形成品牌效应，带动 5G 发射模组发展，带动射频前端模组实现突破，5G 产品占比也稳定上升，总营收相较于 2019 年同比上升 243%。由于 2022 年全球消费电子需求的下滑，总营收相

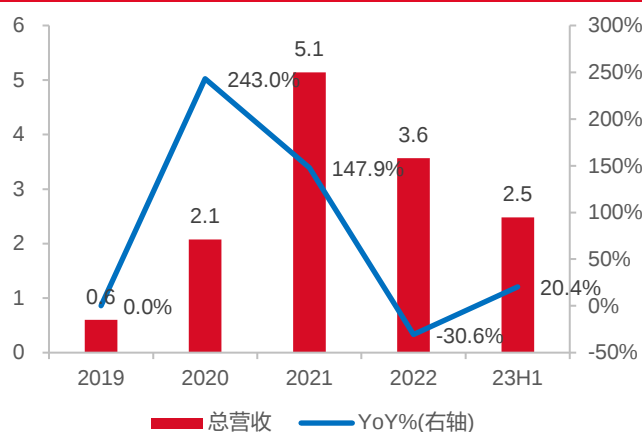
应有所下降，从2021年的5.1亿元下降到了3.6亿元，同比下降30.6%，毛利率保持上升趋势，在2022年度上升至18%。

表5 2019-2022 年慧智微营收构成（亿元）、增速及毛利率

688512 慧智微	2019 年度			2020 年度				2021 年度				2022 年度			
	营收	占比%	毛利率	营收	YoY	占比%	毛利率	营收	YoY	占比%	毛利率	营收	YoY	占比%	毛利率
总营收	0.60	100%	6%	2.07	243%	100%	7%	5.14	148%	100%	16%	3.57	-30.6%	100%	18%
按业务线:															
4G-MMMBPA M	0.60	100%	6%	1.04	72%	50%	0%	2.59	149%	50%	0%	1.47	-43.2%	41.2%	0%
L-PAMiF	0.00	0%	0%	0.56		27%	0%	1.28	130%	25%	0%	0.81	-36.5%	22.8%	0%
5G-MMMBPA M	0.00	0%	0%	0.43		21%	0%	0.68	57%	13%	0%	0.66	-2.8%	18.6%	0%
TXM	0.00	0%	0%	0.04		2%	0%	0.46	1006%	9%	0%	0.43	-6.1%	12.0%	0%
L-FEM	0.00	0%	0%	0.00		0%	0%	0.09	1489/433%	2%	0%	0.18	99.9%	5.0%	0%

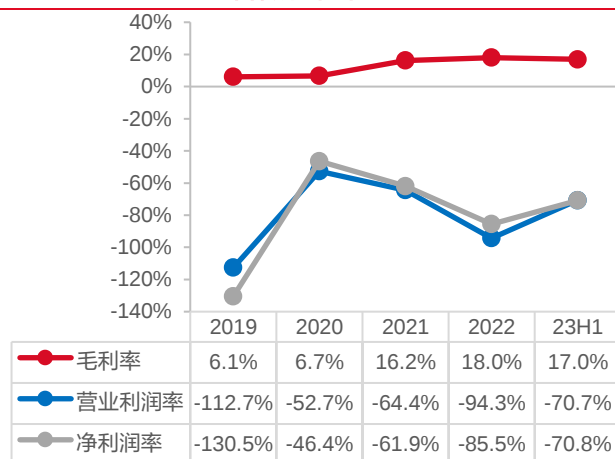
资料来源：同花顺，东海证券研究所

图58 2019-2023H1 慧智微营收（亿元）及同比增长率



资料来源：同花顺，东海证券研究所

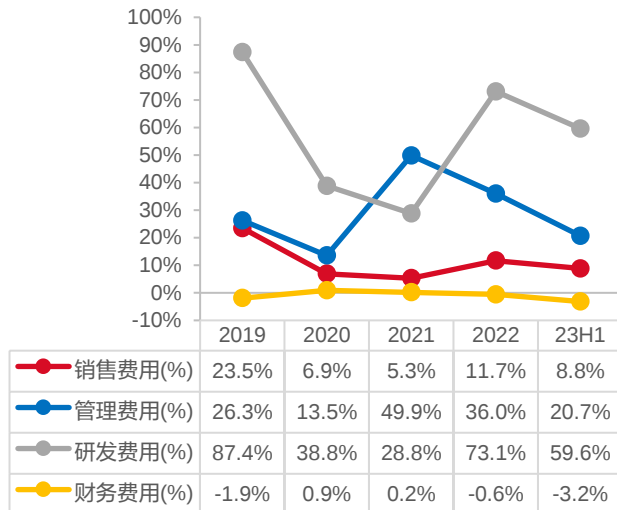
图59 2019-2023H1 慧智微利润率



资料来源：同花顺，东海证券研究所

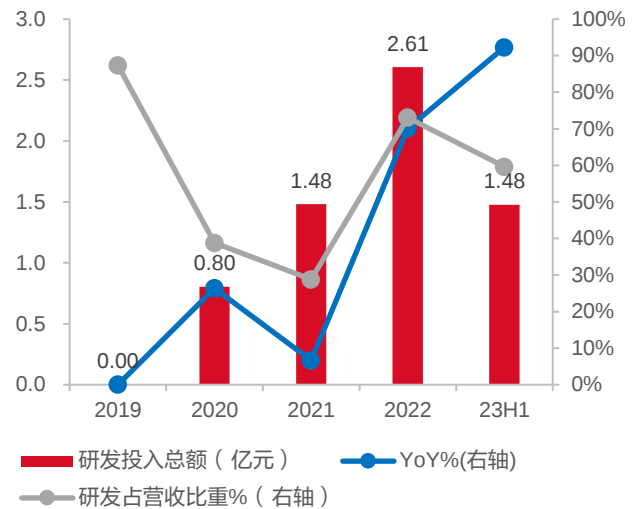
（4）产销规模扩大，保持研发费用高投入。管理费用占比较高，2019-2023 年上半年分别占比 26.3%/13.5%/49.9%/36.0%/20.7%，由于公司处于业务增长期，积极引入了集成电路行业富有经验的销售人员，但随着公司规模的迅速扩大，费用预计在接下来的几年内逐步占比逐步下降。2019-2022 年期间，为了保持以技术创新为核心竞争优势，通过内部培养和外部引进等方式打造了一支高素质的研发团队，技术范围覆盖芯片设计能力和集成化模组设计能力等方面，积极加大了研发投入，在2022 年上升到了 73.1%，同时同样也由于产销规模的扩大，研发费用占比有望下降。

图60 2019-2023 年 H1 慧智微费用营收占比



资料来源：同花顺，东海证券研究所

图61 2019-2023 年 H1 慧智微研发投入及增速



资料来源：同花顺，东海证券研究所

（5）慧智微专注于可重构射频前端架构，研发高集成高性能的射频前端收发模组。采用基于“绝缘硅（SOI）+砷化镓（GaAs）”两种材料体系的混合架构射频前端技术路线，并实现技术突破及规模商用，使射频前端器件可以通过软件配置实现不同频段、模式、制式和场景下的复用，取得性能、成本、尺寸多方面优化，不断引领射频创新。

1）5G 新频段产品方面，主要包括 L-PAMiF 发射模组和 L-FEM 接收模组。2023 年上半年，公司发布了 5G 新频段小尺寸高集成 n77/n79 双频 L-PAMiF 产品，支持低压 PC2 高功率，性能进一步提升。

2）5G 重耕频段产品方面，产品主要是 5G MMB PA 模组和 L-PAMiD 模组，支持 3GHz 以下的 5G NR、4G LTE 和 3G 通信频段。除了常规高压 PA 外，公司为 5G 手机开发了低压 PA 芯片，可以在 3.4V 低压下输出 PC2 的高功率，满足大带宽和高线性要求，在关键性能参数上均具备良好的表现，具备较强的竞争力。此外，目前公司 L-PAMiD 模组已经小规模量产出货，处于客户推广阶段。

5.风险提示

（1）5G 手机渗透率低于预期：若 5G 手机渗透率低于预期，或对相关射频器件和模组产品放量产生影响，导致库存积压，给公司业绩带来不利影响。

（2）市场竞争加剧风险。市场竞争加剧导致厂商议价能力减弱，或给公司业绩带来不利影响。

（3）技术研发不及预期风险：若公司未来研发进展不及预期，或对公司业绩产生不良影响。

一、评级说明

	评级	说明
市场指数评级	看多	未来 6 个月内沪深 300 指数上升幅度达到或超过 20%
	看平	未来 6 个月内沪深 300 指数波动幅度在 -20%—20% 之间
	看空	未来 6 个月内沪深 300 指数下跌幅度达到或超过 20%
行业指数评级	超配	未来 6 个月内行业指数相对强于沪深 300 指数达到或超过 10%
	标配	未来 6 个月内行业指数相对沪深 300 指数在 -10%—10% 之间
	低配	未来 6 个月内行业指数相对弱于沪深 300 指数达到或超过 10%
公司股票评级	买入	未来 6 个月内股价相对强于沪深 300 指数达到或超过 15%
	增持	未来 6 个月内股价相对强于沪深 300 指数在 5%—15% 之间
	中性	未来 6 个月内股价相对沪深 300 指数在 -5%—5% 之间
	减持	未来 6 个月内股价相对弱于沪深 300 指数 5%—15% 之间
	卖出	未来 6 个月内股价相对弱于沪深 300 指数达到或超过 15%

二、分析师声明：

本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，具备专业胜任能力，保证以专业严谨的研究方法和分析逻辑，采用合法合规的数据信息，审慎提出研究结论，独立、客观地出具本报告。

本报告中准确反映了署名分析师的个人研究观点和结论，不受任何第三方的授意或影响，其薪酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来，均与其在本报告中所表述的具体建议或观点无任何直接或间接的关系。

署名分析师本人及直系亲属与本报告所涉及的内容不存在任何利益关系。

三、免责声明：

本报告基于本公司研究所及研究人员认为合法合规的公开资料或实地调研的资料，但对这些信息的真实性、准确性和完整性不做任何保证。本报告仅反映研究人员个人出具本报告当时的分析和判断，并不代表东海证券股份有限公司，或任何其附属或联营公司的立场，本公司可能发表其他与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告可能因时间等因素的变化而变化从而导致与事实不完全一致，敬请关注本公司就同一主题所出具的相关后续研究报告及评论文章。在法律允许的情况下，本公司的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

“东海证券股份有限公司”客户、员工及经本公司许可的机构与个人阅读和参考。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何机构和个人的投资建议，任何形式的保证证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效，本公司亦不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。本公司客户如有任何疑问应当咨询独立财务顾问并独自进行投资判断。

本报告版权归“东海证券股份有限公司”所有，未经本公司书面授权，任何人不得对本报告进行任何形式的翻版、复制、刊登、发表或者引用。

四、资质声明：

东海证券股份有限公司是经中国证监会核准的合法证券经营机构，已经具备证券投资咨询业务资格。我们欢迎社会监督并提醒广大投资者，参与证券相关活动应当审慎选择具有相当资质的证券经营机构，注意防范非法证券活动。

上海 东海证券研究所

地址：上海市浦东新区东方路1928号 东海证券大厦
网址：Http://www.longone.com.cn
座机：(8621) 20333275
手机：18221959689
传真：(8621) 50585608
邮编：200215

北京 东海证券研究所

地址：北京市西三环北路87号国际财经中心D座15F
网址：Http://www.longone.com.cn
座机：(8610) 59707105
手机：18221959689
传真：(8610) 59707100
邮编：100089