

电子

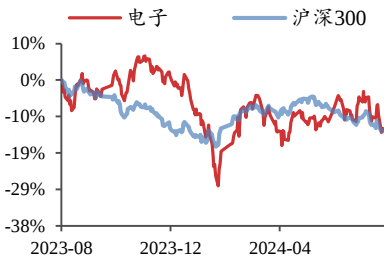
2024 年 08 月 12 日

射频前端空间广阔，高端突破正值当时

——行业深度报告

投资评级：看好（维持）

行业走势图



数据来源：聚源

相关研究报告

《台积电提高 2024 年资本开支预期下限，重视国产半导体设备及零部件投资机会——行业点评报告》-2024.7.19

《先进封装助力产业升级，材料端多品类受益——行业深度报告》-2024.7.9

《国家集成电路大基金三期成立，重点关注半导体设备及相关零部件投资机会——行业点评报告》-2024.5.27

罗通（分析师）

luotong@kysec.cn

证书编号：S0790522070002

刘天文（分析师）

liutianwen@kysec.cn

证书编号：S0790523110001

● 射频前端是手机核心部件，5G 带动移动通信和万物互联打开长期空间

射频前端为手机无线通信模块核心部件，分为分立器件和模组。其中，分立器件包括功率放大器、滤波器（含双工器/多工器）、低噪声放大器和开关，模组包括接收模组、发射模组和收发模组。市场空间方面，受益于全球消费电子需求稳步增长，2022 年全球移动终端射频前端市场规模达 192 亿美元，预计 2028 年将增长至 269 亿美元，6 年 CAGR 为 5.78%，整体表现为稳健增长的态势。移动端，全球手机消费复苏叠加 5G 渗透率提升拉动移动端射频前端需求增长。TechInsights 预计，2024 年全球手机销量回暖至 12.11 亿台，其中 5G 销量占比进一步提升至 72%，拉动移动射频前端需求触底回升，Yole 预计 2028 年全球 5G 和 5G 毫米波射频前端市场规模将增长至 252 亿美元。从国内市场来看，华为引领国产高端手机潮流，鸿蒙生态圈的建立又将进一步反哺手机，而华为手机更高的国产零部件占比（47%）有望拉动国产射频前端新需求。非移动端，FWA、物联网和汽车智联成为拉动射频前端需求的新增长点，Yole 预计 2028 年全球 FWA 射频前端市场空间将增长至 20 亿美元，6 年 CAGR 为 30.21%；预计 2026 年全球物联网射频前端市场空间将增长至 8.59 亿美元，6 年 CAGR 为 22.28%；预计 2027 年汽车半导体射频前端市场空间将增长至 19 亿美元，6 年 CAGR 为 13.26%。

● 高端滤波器和模组依旧被外企所垄断，国产替代空间广阔

整体来看，射频前端行业由国外龙头主导，根据 Yole 的数据，2022 年全球射频前端市场 CR5 达到 80%，呈现寡头垄断格局。分立器件方面，开关、LNA、调谐器等国内企业基本完成替代，仅高端滤波器国产化率较低。根据前瞻产业研究院数据，全球 SAW 滤波器 CR4 达 95%，BAW 滤波器 CR2 达 95%，国产替代空间广阔。模组方面，L-PAMiD 是射频方案的演进趋势，而 L-PAMiD 的难点主要在于设计和高端滤波器的供应，目前国内企业市场份额低，未来成长空间较大。

● 射频前端行业发展趋势：多样化、一体化、高端化和头部集中化

射频前端企业分立器件布局逐步多样化，主要体现在全球和国内的头部企业均在布局开关、调谐器、LNA、PA 和滤波器等分立器件的全覆盖。射频前端企业模组布局朝着一体化和高端化的方向发展，一体化主要体现在对分立器件的布局尤其是高端滤波器的设计和生产上；高端化主要体现在向着设计更加复杂化和集成度更高的 L-PAMiD 模组研发。综上，目前行业正向着大部分产品拥有较高市场份额、整体盈利能力（成本管控能力）较强、能持续加大研发投入和技术创新的头部公司集中，未来的竞争格局或为强者恒强。

● 投资建议

重点推荐卓胜微，其余受益标的为唯捷创芯。

● 风险提示：下游需求不及预期；国产替代不及预期；研发创新不及预期。

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

目 录

1、 射频前端是手机无线通讯核心部件，市场空间广阔.....	5
2、 5G 带动移动通信和万物互联打开射频前端长期需求空间.....	6
2.1、 华为手机重回高端市场，拉动国产移动端射频前端需求.....	6
2.2、 FWA、物联网和汽车智联成为拉动射频前端需求的新增长点.....	10
3、 从供给端来看：高端滤波器和模组依旧被外企所垄断.....	12
3.1、 分立器件：高端滤波器成为行业竞争核心.....	13
3.1.1、 开关&低噪声放大器：国内企业布局完善.....	13
3.1.2、 滤波器：分立器件行业竞争核心，技术壁垒高铸.....	14
3.2、 模组：高集成度是趋势，L-PAMiD 集成难度大.....	18
3.3、 行业发展趋势：多样化、一体化、高端化、头部集中化.....	20
4、 投资建议.....	23
4.1、 卓胜微：国内射频前端领域领先企业.....	23
4.1.1、 公司成立于 2012 年，专注于射频集成电路领域.....	23
4.1.2、 公司业务包含射频前端芯片与物联网芯片两大部分.....	24
4.1.3、 公司新项目储备丰富，未来成长动力充足.....	27
4.2、 唯捷创芯：国内 PA 模组领先企业.....	28
4.2.1、 公司成立于 2010 年，聚焦于射频前端芯片领域.....	28
4.2.2、 公司聚焦射频功放模组，产品升级迭代加速.....	29
4.2.3、 公司新产品如期释放，L-PAMiD 模组实现批量出货.....	31
5、 风险提示.....	32

图表目录

图 1： 手机射频前端模块组成示意图.....	5
图 2： 移动终端射频前端市场规模稳步增长（亿美元）.....	6
图 3： 2022-2024 年 5G 手机销量占比持续提升（亿台，%）.....	7
图 4： 华为 Mate 60 系列.....	7
图 5： 华为 Mate X5 折叠屏系列.....	7
图 6： 华为手机销量快速回升（百万台，%）.....	7
图 7： 华为已经形成包括手机、穿戴、办公、出行等在内的生态圈.....	8
图 8： 华为 Mate 60 Pro 国产零部件成本占比达 47%.....	8
图 9： 2023Q2 中国智能手机市场出货量份额华为占 12%.....	9
图 10： 2024Q2 中国智能手机市场出货量份额华为占 15%.....	9
图 11： 5G 手机对射频前端的需求量显著提升.....	9
图 12： 全球移动射频前端中 5G 及 5G 毫米波市场规模增长迅速（亿美元）.....	10
图 13： 预计 2028 年全球大型基站收发台射频前端市场规模将增长到 38 亿美元.....	10
图 14： 2028 全球 CPE 射频前端市场规模将增长至 20 亿美元（亿美元）.....	11
图 15： 预计 2026 全球蜂窝和 LPWAN 物联网模块出货超 10 亿台.....	11
图 16： 预计 2026 年全球物联网射频前端市场规模达 8.59 亿美元.....	12
图 17： 预计 2027 全球汽车半导体射频前端市场规模达 19 亿美元.....	12
图 18： 2022 全球射频前端市场竞争格局以海外企业为主（%）.....	13
图 19： 预计 2028 全球射频开关和 LNA 市场空间将分别达 28 亿美元和 12 亿美元.....	13

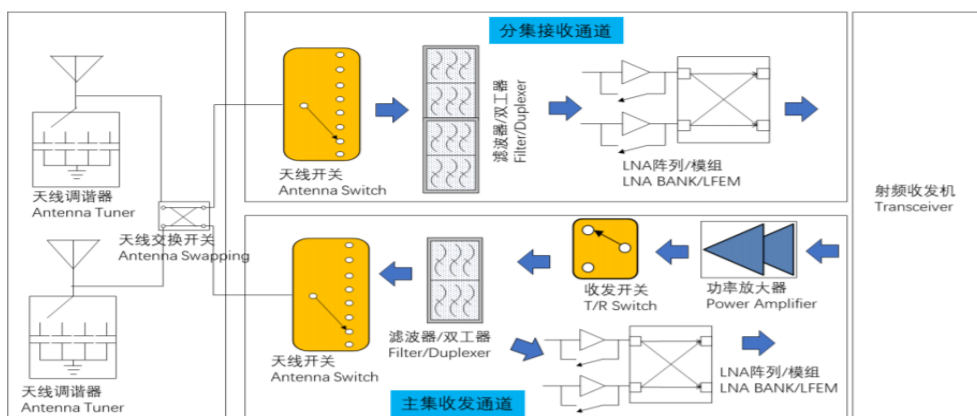
图 20: 2022 年全球分立器件中滤波器价值占比最高.....	14
图 21: 预计 2028 年全球分立器件中滤波器价值占比最高.....	14
图 22: 滤波器品类丰富	14
图 23: SAW 滤波器工作原理为表面声波传导	15
图 24: BAW 滤波器工作原理为体声波传导.....	16
图 25: 2022 年全球移动终端射频滤波器市场规模为 73.46 亿美元.....	16
图 26: 2020 年 SAW 滤波器全球市场格局呈现寡头垄断	17
图 27: 2020 年 BAW 滤波器全球市场格局呈现寡头垄断.....	17
图 28: 分立方案 (a) 与模组方案 (b) 实现的射频前端.....	19
图 29: 不同射频前端简写及集成子模块	19
图 30: 随着 5G 的发展, 射频前端模组化趋势显著.....	19
图 31: 5G 手机射频前端方案中在 Sub-3GHz 频段分别为 PAMiD 模组方案和 Phase5N 分立方案.....	20
图 32: Phase8L 方案相对 Phase7LE 方案集成度提升.....	20
图 33: Phase8L L-PAMiD 方案与分立方案 BOM 对比.....	20
图 34: 模组集成度越高, 滤波器重要性越高.....	21
图 35: 布局高端 L-PAMiD 模组的企业增加	21
图 36: IDM 模式准入壁垒高, 难以复制.....	22
图 37: 射频前端企业每年要维持较高研发投入 (亿元)	22
图 38: 射频前端企业每年要维持较高的研发费率 (%)	22
图 39: 较高的研发投入会影响公司净利率 (%)	23
图 40: 公司历经转型与挑战, 现已成为国内射频龙头企业.....	24
图 41: 公司股权结构稳定, 实控人占股比例较高.....	24
图 42: 公司产品以集成电路领域为主	25
图 43: 公司营收摆脱需求影响稳步复苏 (亿元, %)	25
图 44: 公司归母净利润有所回升 (亿元, %)	25
图 45: 公司毛利率基本保持高位 (%)	26
图 46: 公司管理费用大幅增长 (%)	26
图 47: 射频模组产品营收占比不断上升 (亿元)	26
图 48: 射频前端产品毛利率趋于一致 (%)	26
图 49: 公司重视研发投入, 研发费用不断上升 (亿元, %)	27
图 50: 公司深耕射频领域十余年, 现已成为国内 PA 模组优质供应商	28
图 51: 公司股权结构清晰稳定, 下游重要厂商均有投资.....	29
图 52: 公司营收增速回升 (亿元, %)	29
图 53: 公司归母净利润波动较大 (亿元, %)	29
图 54: 公司毛利率整体逐步提升 (%)	30
图 55: 2024Q1 公司整体费用率有所增长 (%)	30
图 56: 公司模组产品营收占比不断上升 (亿元)	30
图 57: 公司研发费用保持稳定 (亿元, %)	31
表 1: 射频前端核心元器件包括开关、LNA、PA 和滤波器.....	5
表 2: 射频前端模组种类丰富	6
表 3: 卓胜微在国内射频前端开关和低噪声放大器布局处于领先地位.....	14
表 4: BAW 滤波器适用于较高频段范围	15
表 5: 全球滤波器企业通过并购整合业务不断壮大.....	17
表 6: 我国企业加速布局滤波器	17

表 7: 全球射频前端企业分立器件布局往多样化方向发展.....	21
表 8: 射频前端重点公司估值与利润情况	23
表 9: 公司紧跟技术前沿, 不断进行研发创新.....	27
表 10: 公司以射频前端模组产品为主, 主要应用于移动终端.....	29
表 11: 公司主要项目研发或验证进展顺利.....	31

1、射频前端是手机无线通讯核心部件，市场空间广阔

手机无线通信模块由天线、射频前端（RFFE）及射频收发机（RF Transceiver）组成，其中射频前端为无线通信模块的核心部件。射频前端连接天线模组和射频收发机，主要负责射频信号的接收和发射。射频信号发射系对射频信号进行功率放大、滤波、开关切换等信号处理，再通过天线模组将增强后的信号对外发射；射频信号接收系将天线模组接收到的微弱射频信号进行滤波和放大，以达到后续信号处理所需要的信噪比，满足解码要求。

图1：手机射频前端模块组成示意图



资料来源：飞驒科技招股说明书

射频前端核心元器件包括功率放大器（PA）、滤波器（Filter，含双工器/多工器）、低噪声放大器（LNA）和开关（Switch）。其中，功率放大器主要是起到将功率较小的射频信号功率进行放大的作用；滤波器主要将特定频率以外的频率进行滤除，用于提高信号抗干扰性与信噪比；低噪声放大器主要起到将从天线接收到的信号放大的作用；开关主要用于对不同频率或不同通信制式下的信号进行切换。各类元器件相互配合，共同参与了移动终端产品信号的接收与发射。

表1：射频前端核心元器件包括开关、LNA、PA 和滤波器

器件	主要功能
功率放大器（PA）	位于发射通路上，将经过调制的功率较小的射频信号功率进行放大，使信号获得足够高的功率，实现更高通信质量、更远通信距离
滤波器（Filter）/双工器	滤波器：位于接收或发射通路，对特定频率以外的频率进行滤除，提高信号抗干扰性与信噪比 双工器：由接收端滤波器和发射端滤波器组成，实现射频收发通道的隔离
低噪声放大器（LNA）	位于接收通路上，将从天线接收到的信号放大，以便于后级的电子设备处理
开关（Switch）	位于接收或发射通路，主要用于对不同频率或不同通信制式下的信号进行切换

资料来源：飞驒科技招股说明书、开源证券研究所

射频前端模组由各类元器件集合而成，主要包括接收模组、发射模组和收发模组。接收模组是指具备接收外界信号功能的模组，如 L-DiFEM、L-FEM 等；发射模组是指具备向外界发射信号功能的模组，如 TxM、PAMiF 等；收发模组是指同时具备接收和发射功能的模组，如 L-PAMiF、L-PAMiD 等，其集成度一般高于接收和发

射模组，是射频前端模组技术壁垒最高的领域。

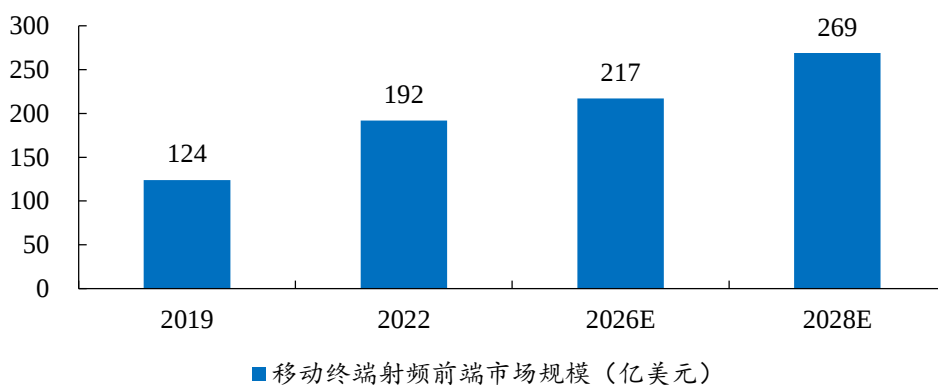
表2：射频前端模组种类丰富

模组类型	示例	集成芯片	集成度
接收模组	L-DiFEM	射频开关、LNA、滤波器	高
	L-FEM	射频开关、LNA、滤波器	高
发射模组	TxM	PA、控制器、射频开关	中
	PAMiF	PA、射频开关、滤波器、 控制器	高
收发模组	L-PAMiF	PA、射频开关、滤波器、 LNA、控制器	高
	L-PAMiD	PA、射频开关、双/多工 器、LNA、控制器	高

资料来源：飞骧科技招股说明书、开源证券研究所

2022 年全球移动终端射频前端市场规模 192 亿美元，预计 2028 年将增长至 269 亿美元。根据 Yole 的统计数据,2019 年全球移动终端射频前端市场规模 124 亿美元，至 2022 年增长至 192 亿美元，3 年年均复合增速达 15.69%。Yole 预计，全球移动终端射频前端市场规模在 2028 年有望达到 269 亿美元，6 年年均复合增速为 5.78%，整体表现为稳健增长的态势。

图2：移动终端射频前端市场规模稳步增长（亿美元）



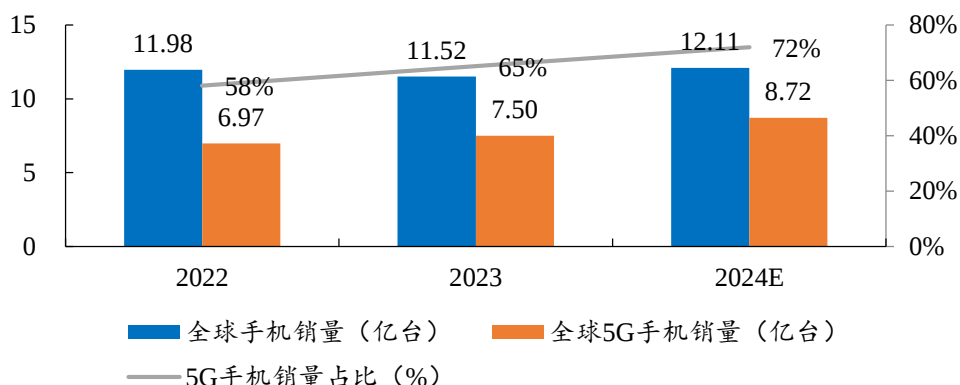
数据来源：Yole、卓胜微公司公告、开源证券研究所

2、5G 带动移动通信和万物互联打开射频前端长期需求空间

2.1、华为手机重回高端市场，拉动国产移动端射频前端需求

整体来看，全球手机销量预计 2024 年回暖，5G 销量占比进一步提升拉动移动射频前端需求。根据 TechInsights 的统计及预测数据，2023 年全球智能手机销量为 11.52 亿台，相对于 2022 年 11.98 亿台略有降低，并预计 2024 年将回暖至 12.11 亿台。5G 手机方面，TechInsights 预计 2023-2024 年全球销量分别为 7.50 亿台和 8.72 亿台，销量占比分别为 65%和 72%，较 2022 年 58%的销量占比提升显著。随着全球手机销量的回暖叠加 5G 渗透率进一步提升，移动射频前端需求有望迎来新的增长。

图3：2022-2024 年 5G 手机销量占比持续提升（亿台，%）



数据来源：TechInsights、开源证券研究所

华为新机拉动国产高端手机新需求。随着华为相关技术的突破，Mate 60、Pura 70 系列和 Mate X5 折叠屏系列的发布将华为重新带回国产高端手机市场。目前，Mate 60/Pura 70 系列依旧火爆，国产高端机重回销量高峰。

图4：华为 Mate 60 系列



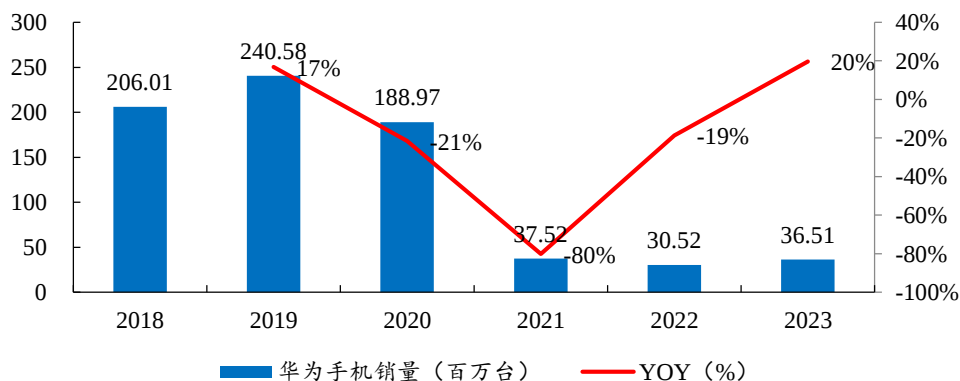
资料来源：华为官网

图5：华为 Mate X5 折叠屏系列



资料来源：华为官网

图6：华为手机销量快速回升（百万台，%）



数据来源：IDC、彭博、中关村在线、企查查、开源证券研究所

鸿蒙系统助力华为打造生态圈，生态圈的形成又将进一步推动手机销量。根据华为商城官网信息，目前华为已经初步建立了包括手机、穿戴、办公、出行等在

的应用生态圈，客户黏性得到进一步加强。系统方面，根据 IT 之家的报道，在 2023 年 8 月 HarmonyOS 4(鸿蒙 4.0)发布的同时，华为还公布了面向开发者的 HarmonyOS NEXT，该系统仅支持鸿蒙 HAP 格式。根据华为规划，全新 HarmonyOS NEXT 开发者预览版将在 2024Q1 面向所有开发者开放。同时，TechInsights 预测，华为在 2024 年将坚实复苏，并重新洗牌中国智能手机操作系统市场，夺取苹果和安卓厂商的份额，Harmony OS 也有望从 2024 年开始成为中国市场上第二大智能手机操作系统，进一步推动华为手机销量。

图7：华为已经形成包括手机、穿戴、办公、出行等在内的生态圈



资料来源：华为商城官网、开源证券研究所

华为 Mate 60 Pro 国产零部件成本占比达 47%，国产化提升显著。根据日经中文网援引 Fomalhaut Technology Solutions(东京千代田区)拆机报告的数据，华为 Mate 60Pro 的零部件成本总额为 422 美元，其中中国零部件按金额计算合计为 198 美元，占比达 47%。与 2020 年同期华为推出的同价位智能手机 Mate 40 Pro 相比，国产零部件比例提升了 18pcts，国产化趋势显著。

图8：华为 Mate 60 Pro 国产零部件成本占比达 47%

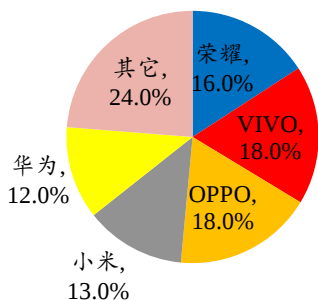


资料来源：日经中文网、开源证券研究所

华为手机在中国市场出货量份额稳步提升，拉动国产高端射频前端需求。根据 Canalys 的统计数据，2024Q2 中国本土厂商首次包揽大陆智能手机市场出货量前五

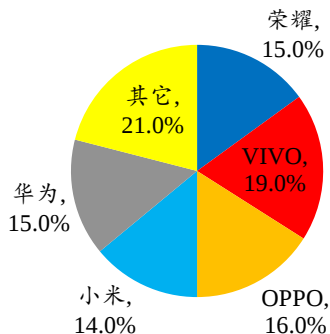
席，前三分别为 VIVO、OPPO 和荣耀，其出货量市场份额分别为 19%、16%和 15%，同比 2023Q2 分别+1pct、-2pcts 和-1pcts。华为手机出货量市场份额更是取得显著增长，自 2023Q2 的 12%增长至 2024Q2 的 15%。未来随着国产智能手机的出货量市场份额进一步提升，将进一步拉动国产高端射频前端的需求。

图9: 2023Q2 中国智能手机市场出货量份额华为占 12%



数据来源: Canalys、开源证券研究所

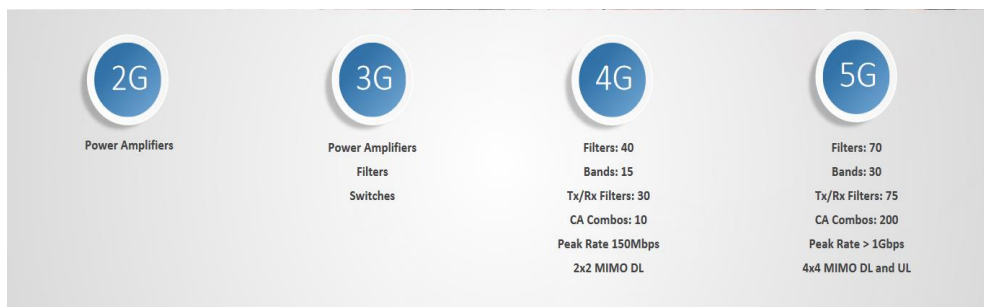
图10: 2024Q2 中国智能手机市场出货量份额华为占 15%



数据来源: Canalys、开源证券研究所

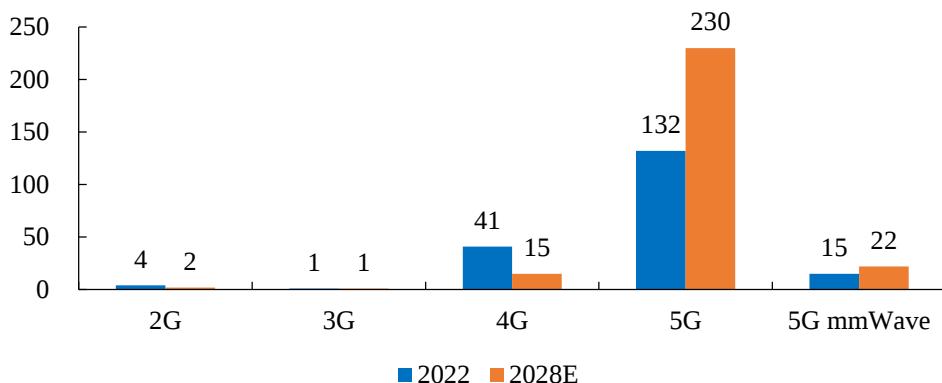
5G 手机单机射频元器件需求量显著高于 4G 手机。5G 技术的引入，使得已经很复杂的移动终端射频前端变得愈加复杂，随着后续技术的不断升级与迭代，此种复杂化的趋势将日益显著。在发射端和接收端方面，相比于 4GLTE (TD-LTE 制式网络) 应用的 2*2MIMO，5GUHB (高频段，N77/N78/N79) 采用的是 4*4MIMO，即每个频段由原来的 2 条接收通路增加至 4 条通路，新增频段部分 RX 通路数量增加，需要的射频器件也随之增加。根据 Skyworks 的统计数据，当 5G 发展到成熟阶段的时候，全网通的手机射频前端的 Filters 数量会从 40 个增加为 70 个，Bands 数量亦会由 15 个增为 30 个。

图11: 5G 手机对射频前端的需求量显著提升



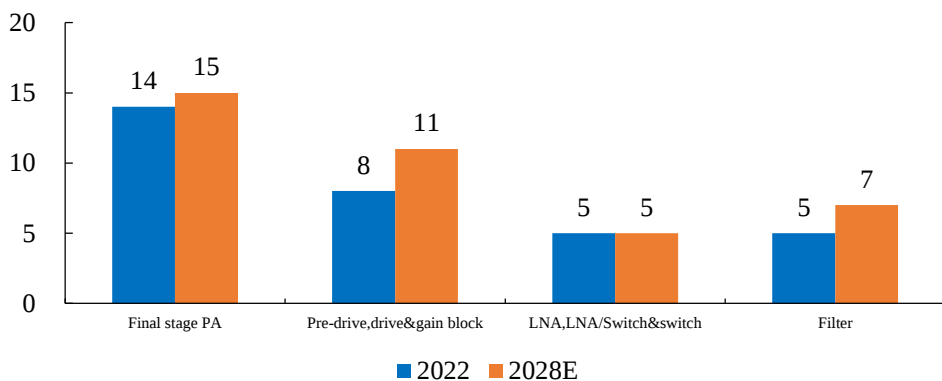
资料来源: Skyworks

预计 2028 年全球 5G 和 5G 毫米波射频前端市场规模将增长至 252 亿美元。根据 Yole 的统计及预测数据，2022 年全球 5G 和 5G 毫米波射频前端市场规模为 147 亿美元，其中 5G 为 132 亿美元，5G 毫米波为 15 亿美元。预计 2028 年全球 5G 和 5G 毫米波射频前端市场规模将增长至 252 亿美元，其中 5G 为 230 亿美元，6 年 CAGR+9.70%；5G 毫米波为 22 亿美元，6 年 CAGR+6.59%。

图12：全球移动射频前端中 5G 及 5G 毫米波市场规模增长迅速（亿美元）


数据来源：Yole、开源证券研究所

随着 5G 的普及和渗透率提升，预计 2028 年全球大型基站收发台射频前端市场规模将增长到 38 亿美元。随着指数级增长的移动流量，运营商们持续加大对 5G 网络的投资。Yole Group 旗下的 Yole Intelligence 发布的信息显示，中国的移动网络运营商在 2022 年继续快速推出基站收发台，占全球基站收发台部署总量的一半。印度运营商也加速对 5G 网络建设，于 2023 年快速放量。Yole 数据显示，2023 年全球 5G 无线电单元部署总量超过 750 万个单元。随着 5G 基站的不断建设落地，用于大型基站收发台的射频前端市场规模在 2022 年已达到 32 亿美元，Yole 预计到 2028 年该市场将增长到 38 亿美元。此外，受大规模多输入多输出天线渗透率提升的支持，射频前端市场规模有望持续增长。

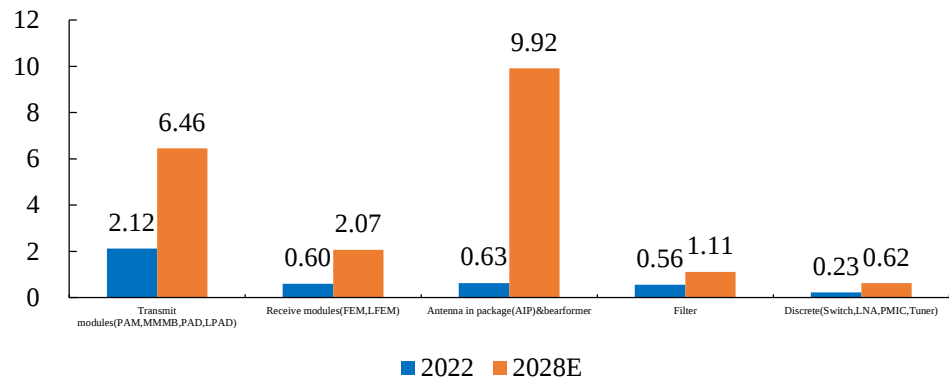
图13：预计 2028 年全球大型基站收发台射频前端市场规模将增长到 38 亿美元


数据来源：Yole、开源证券研究所

2.2、FWA、物联网和汽车智联成为拉动射频前端需求的新增长点

CPE（客户前端设备）是 FWA（固定无线接入）技术核心设备，预计 2028 年市场空间将达到 20 亿美元。FWA 技术全名无线互联技术，是一种可以提供良好宽带速度的短距离光纤替代方案。与有线互联相比，固定无线互联为短距离连接提供了一种简单、快速并且具有成本效益的解决方案。受益于 FWA 技术的推广，其核心设备 CPE 设备需求也在快速增长。根据 Yole 的统计数据，2022 年全球 CPE 射频前端市场规模为 4.14 亿美元，预计 2028 年将增长至 20 亿美元，6 年 CAGR 达 30.21%。

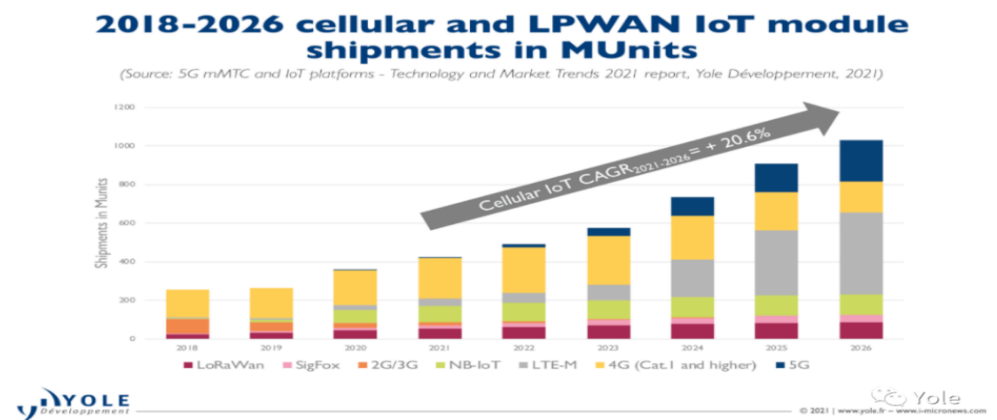
图14: 2028 全球 CPE 射频前端市场规模将增长至 20 亿美元 (亿美元)



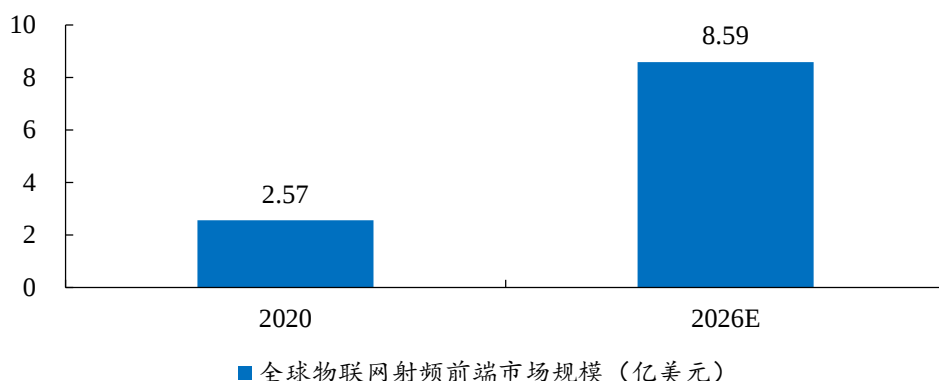
数据来源: Yole、开源证券研究所

5G 为蜂窝和 LPWAN 物联打开成长空间, 预计 2026 年全球出货量超 10 亿台, 市场规模达 8.59 亿美元。由于 5G 技术的数据安全性等原因, 为万物互联提供了较好的应用机会。根据 Yole 发布的数据, 预计到 2026 年全球蜂窝和 LPWAN 物联网模块出货量将超过 10 亿台, 2021-2026 年均复合增速达 20.6%。受益于物联网模块出货的高增长, Yole 预计 2026 年全球物联网射频前端市场规模将达到 8.59 亿美元, 2020-2026 年均复合增速达 22.28%, 呈现快速增长的趋势。

图15: 预计 2026 全球蜂窝和 LPWAN 物联网模块出货超 10 亿台

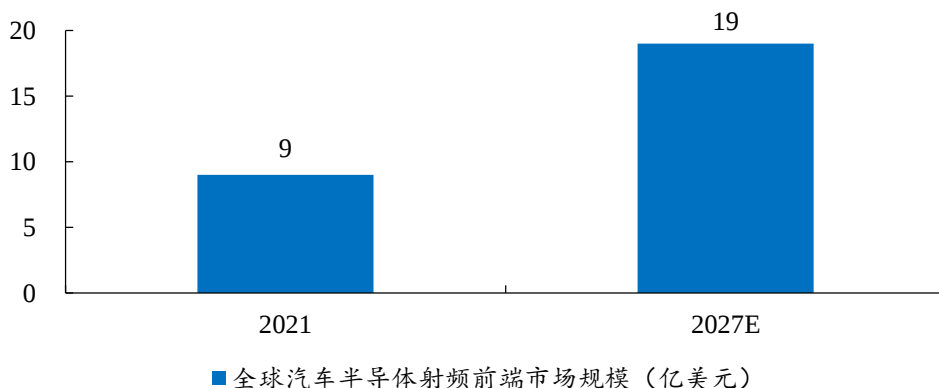


数据来源: Yole

图16：预计 2026 年全球物联网射频前端市场规模达 8.59 亿美元


数据来源：Yole、开源证券研究所

汽车智能化趋势带动射频前端需求，预计 2027 市场规模将达到 19 亿美元。Yole 的统计数据显示，2021 年全球汽车半导体射频前端市场规模为 9 亿美元。Yole 预计，在汽车智能化的带动下，2027 年全球汽车半导体射频前端市场规模将达到 19 亿美元，2021-2027 年均复合增速达 13.26%。

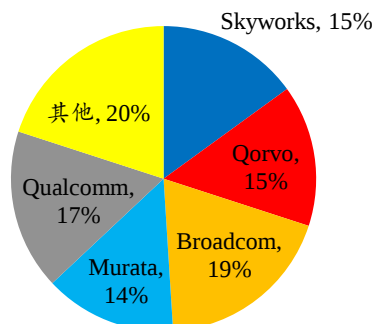
图17：预计 2027 全球汽车半导体射频前端市场规模达 19 亿美元


数据来源：Yole、慧智微招股说明书、开源证券研究所

3、从供给端来看：高端滤波器和模组依旧被外企所垄断

整体来看，射频前端行业由国外龙头主导，呈现寡头垄断格局。根据 Yole 的统计数据，2022 年全球射频前端市场 CR5 达到 80%，呈现稳定的寡头垄断格局。具体而言，Broadcom、Qualcomm、Skyworks、Qorvo 和 Murata 为行业前五大供应商，2022 年其市场份额分别为 19%、17%、15%、15%。此外，这五家企业均为国外企业，国内射频前端企业目前在全球的市场份额占比较小，具备较大的发展空间。

图18：2022 全球射频前端市场竞争格局以海外企业为主（%）



数据来源：Yole、开源证券研究所

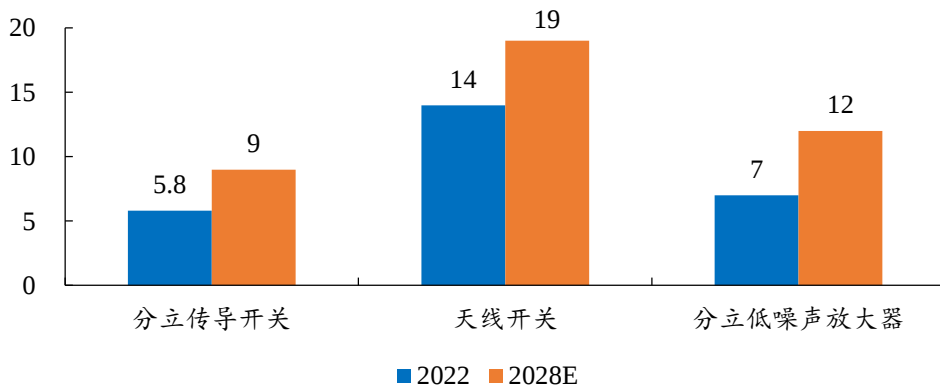
3.1、分立器件：高端滤波器成为行业竞争核心

3.1.1、开关&低噪声放大器：国内企业布局完善

射频开关和低噪声放大器是两种典型的射频分立器件。射频开关分为传导开关和天线开关，其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。天线开关是射频开关的一种，与天线直接连接，主要用于调谐天线信号的传输性能使其在任何适用频率上均达到最优的效率，或者交换选择性能最优的天线信道。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。

Yole 预计 2028 年全球射频开关和低噪声放大器市场空间将分别达 28 亿美元和 12 亿美元。根据 Yole 的数据，2022 年全球射频开关市场空间为 19.8 亿美元，预计 2028 年将增长至 28 亿美元；2022 年全球射频低噪声放大器市场空间为 7 亿美元，预计 2028 年将增长至 12 亿美元。整体来看，射频开关和低噪声放大器展现出较为平稳的市场增速。

图19：预计 2028 全球射频开关和 LNA 市场空间将分别达 28 亿美元和 12 亿美元



数据来源：Yole、卓胜微公司公告、开源证券研究所

我国企业射频开关和低噪声放大器基本布局完善，在行业内具备竞争优势。从

国外企业的布局情况来看，如 Broadcom、Skyworks 等头部企业均实现了开关和低噪声放大器的全覆盖。从国内企业的布局来看，如卓胜微、昂瑞威等均已实现全覆盖，国内射频开关和低噪声放大器的竞争也已经从过去的技术突破转变为了现在的产品品质、稳定性和客户认可度，具备先发优势、品质优势、规模优势和客户优势的企业将在较为激烈的竞争中脱颖而出。

表3：卓胜微在国内射频前端开关和低噪声放大器布局处于领先地位

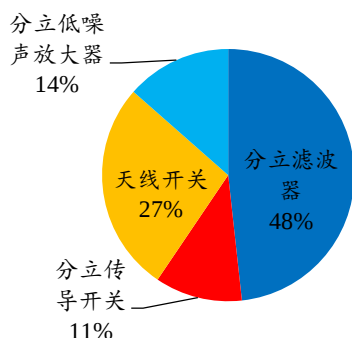
	Broadcom	Skyworks	Murata	Qorvo	Qualcomm	卓胜微	唯捷创芯	慧智微	锐石创芯	昂瑞微	三安光电	好达电子
开关	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
Tuner	√	√		√	√	√				√		√
LNA	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	

资料来源：微波射频网、各公司官网、开源证券研究所

3.1.2、滤波器：分立器件行业竞争核心，技术壁垒高铸

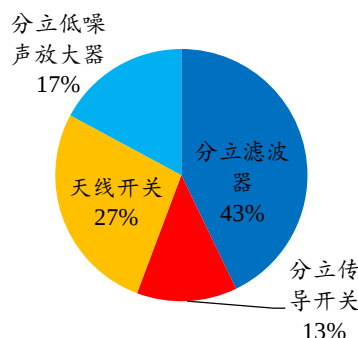
从价值量上看，滤波器在射频前端元器件中占比最高超40%。根据 Yole 的数据，2022 年全球射频前端分立器件市场规模占比中，滤波器最高到达 48%；其次为天线开关，占比为 27%。预计至 2028 年，分立滤波器价值占比虽然有所下滑（因为滤波器以模组出货居多），但依旧居于首位达 43%。其次依旧为天线开关，占比为 27%。

图20：2022 年全球分立器件中滤波器价值占比最高



数据来源：Yole、卓胜微公司公告、开源证券研究所

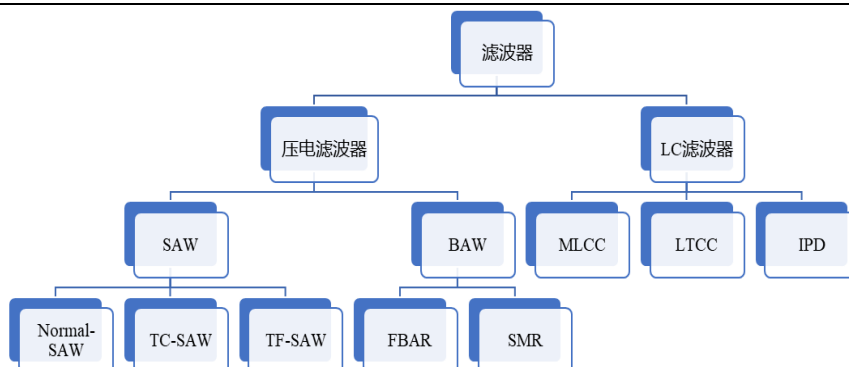
图21：预计 2028 年全球分立器件中滤波器价值占比最高



数据来源：Yole、卓胜微公司公告、开源证券研究所

滤波器种类多样，按照设计原理可分为压电滤波器和 LC 滤波器。LC 滤波器是基于电感/电容的频率响应特性来进行滤波器设计，压电滤波器则利用材料的压电特性进行设计。在特性上，二者最大的区别就是带外抑制的区别。压电滤波器可以做到陡峭的带外抑制，适合于频谱拥挤、对 T/Rx 抑制有需要的 FDD 频段。

图22：滤波器品类丰富



资料来源：慧智微官微、开源证券研究所

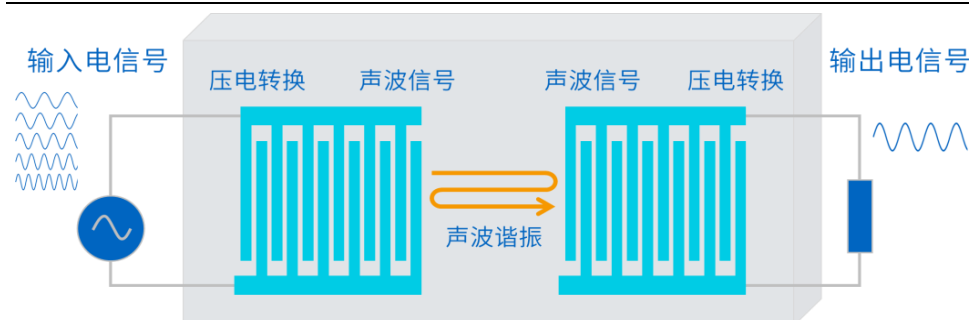
移动通信射频前端滤波器多为压电滤波器，在 5G 的带动下未来高端 BAW 滤波器发展潜力较大。压电滤波器又可进一步细分为 SAW（表面声波滤波器）和 BAW（体声波滤波器）两种器件，两者的主要区别在于工作原理、结构和频率范围。原理上，SAW 滤波器是利用表面声波在固体表面上的传播进行滤波，BAW 滤波器利用体声波在固体材料内的传播进行滤波。结构上，SAW 滤波器核心部分是表面声波片，由压电材料（如石英）制成，其上有电极结构控制声波传播；BAW 滤波器由压电材料和衬底（通常为硅）构成，压电材料位于衬底上，并有电极控制声波传播。由于结构和原理的不同，SAW 滤波器适用于较低频率范围，通常在几百 MHz 到几 GHz 之间；BAW 滤波器适用于较高频率范围，通常在几 GHz 到数十 GHz 之间。2G/3G/4G 时代，SAW 滤波器凭借较低成本优势主导射频滤波器市场，占据射频滤波器市场大部分的市场份额。BAW 滤波器更适合于 2.5GHz 以上的频率，适用于 5G 时代，未来将有较大的发展空间。

表4: BAW 滤波器适用于较高频段范围

	SAW 滤波器	BAW 滤波器
原理	利用表面声波在固体表面上的传播进行滤波，声波传播路径在压电材料的表面上	利用体声波在固体材料内的传播，声波传播路径在材料的体积内部
结构	核心部分是表面声波片，由压电材料（如石英）制成，其上有电极结构控制声波传播	由压电材料和衬底（通常为硅）构成，压电材料位于衬底上，并有电极控制声波传播
频率范围	适用于较低频率范围，通常在几百 MHz 到几 GHz 之间	适用于较高频率范围，通常在几 GHz 到数十 GHz 之间
性能特点	在选择性和性能方面具有较好的优势，能够提供较高的品质因数（Q factor）、较低的插入损耗和良好的温度稳定性	在高频范围内的性能更优，具有更高的品质因数和更低的插入损耗
应用领域	无线通信系统、雷达、传感器和消费电子电子产品等领域	用于高频无线通信系统，如 5G 和毫米波通信，以及高性能射频应用

资料来源：华强电子网、开源证券研究所

图23: SAW 滤波器工作原理为表面声波传导



资料来源：慧智微官微

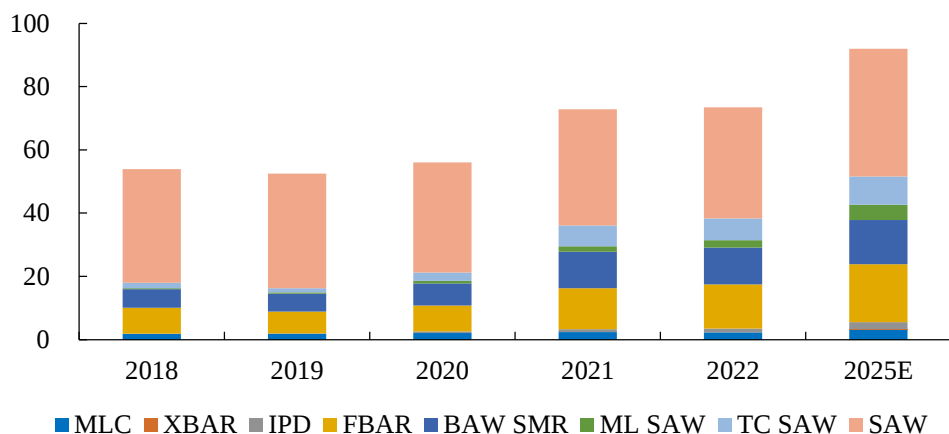
图24：BAW 滤波器工作原理为体声波传导



资料来源：慧智微官微

预计 2025 全球滤波器市场规模将达到 92.04 亿美元。根据 Yole 的数据，2018 年全球滤波器市场规模为 53.92 亿美元，其中 SAW 滤波器占据绝大多数市场份额。至 2022 年，滤波器市场空间增长至 73.46 亿美元，2018-2022 年年均增速达 8.04%。Yole 预计，2025 年全球滤波器市场规模将达到 92.04 亿美元，其中 BAW（包括 FBAR 和 SMR）市场空间为 32.3 亿美元，占滤波器总市场规模的 35.09%，远超 2018 年的 26.19%。

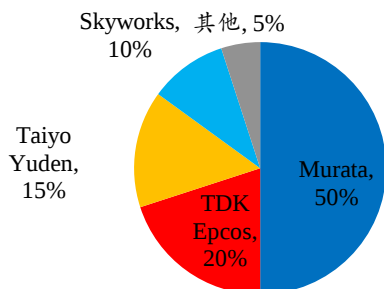
图25：2022 年全球移动终端射频滤波器市场规模为 73.46 亿美元



数据来源：Yole、卓胜微公司公告、开源证券研究所

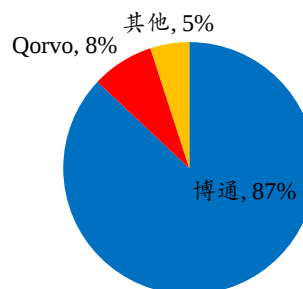
从供给端来看，全球头部企业通过合资、并购等方式快速壮大，滤波器行业寡头垄断格局基本成型。根据前瞻产业研究院的统计数据，2020 年，全球 SAW 滤波器 CR4 达 95%，分别为 Murata（50%）、TDK（20%）、Taiyo Tuden（15%）、Skyworks（10%）。BAW 滤波器基本一家独大，博通（被 Avago 并购）占据了 2020 年全球 87% 的市场份额。其次为 Qorvo，占比为 8%。通过简单复盘全球头部滤波器公司的发家史，我们发现其壮大路径基本一致：以合资和并购为切入点，然后持续加大研发来保持其领先地位。如 Avago 就是先后通过并购英飞凌科技公司的 BAW 业务和 Broadcom 公司，并将其整合为博通有限公司，进而使得 Avago 成为全球顶级的滤波器供应商。

图26：2020年 SAW 滤波器全球市场格局呈现寡头垄断



数据来源：前瞻产业研究院、开源证券研究所

图27：2020年 BAW 滤波器全球市场格局呈现寡头垄断



数据来源：前瞻产业研究院、开源证券研究所

表5：全球滤波器企业通过并购整合业务不断壮大

整合并购情况	
AVAGO	2008 年收购英飞凌科技公司的 BAW 业务。2015 年 5 月 28 日, Avago 宣布将以 370 亿美元收购 Broadcom 公司, 合并后的公司将命名为博通有限公司。博通大大加强了 Avago 在移动、数据中心和物联网等领域的专利地位, 并使 Avago 成为顶级半导体供应商中第九大专利持有者
Skyworks	2014 年 8 月, Skyworks Solutions 与松下电器在新加坡成立合资公司(Skyworks Panasonic Filter Solutions)。2016 年 8 月, 两家主要公司之间的合资结束, Skyworks 完全收购该合资企业, 在新加坡的滤波器解决方案部门就此诞生
Qorvo	2015 年, 在当时拥有全球算得上最全面的 PA 和 Switch 产品线的 RFMD 与 PA 与 BAW 滤波器方面的龙头 TriQuint 合并成立 Qorvo, 这使得 Qorvo 在成立之初便拥有了能够覆盖主要射频前端市场的产品线
Qualcomm	高通于 2014 年收购 Black Sand 公司, 整合 Black Sand 的技术与人才, 高通预期将能对 RF360 系列产品进行强化, 以增加其 COMS 功率放大器优势与支援频段范围。2019 年 9 月, 高通公司通过完成对 RF360 Holdings Singapore Pte 的剩余权益的收购, 此次收购之后高通正式引入超过 20 年的 RFFE 过滤专业知识

资料来源：前瞻产业研究院、开源证券研究所

我国企业加速布局, SAW 滤波器基本实现量产, BAW 滤波器部分实现量产。滤波器由于技术壁垒较高, 其国产化率整体来说依旧处于较低水平, 尤其是高端的 MAX-SAW 滤波器和 BAW 滤波器, 基本被国外头部企业垄断。从维护供应链安全的角度来看, 提升高端滤波器的国产化率迫在眉睫。目前, 我国企业经过持续的研发投入, 已经基本实现 SAW 滤波器的量产, 其中卓胜微、麦捷科技等。BAW 滤波器处于部分量产的阶段, 如赛微电子以 MEMS 为基础的首款国产 BAW 滤波器已实现量产。

表6：我国企业加速布局滤波器

公司	产品类型	具体情况
中电 26 所	SAW/BAW	国内唯一军用声光技术研发的专业研究所, 声光产品国军标和行业标准制定单位, 同时具有 SAW、TC-SAW、FBAR 研发和生产能力
麦捷科技	SAW/BAW	2015 年研发滤波器, 2017 年实现量产, 同年与中电 26 所合资公司进行合作, 26 所负责前道加工, 公司负责后道封装。目前已具备同时量产 LTCC 与 SAW 滤波器能力, 计划于 2024

请务必参阅正文后面的信息披露和法律声明

17 / 34

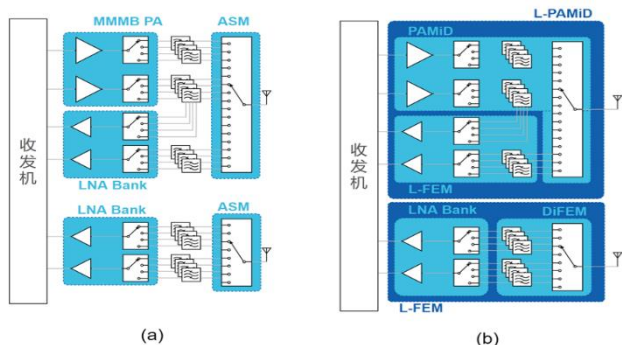
公司	产品类型	具体情况
年年底完成射频滤波器扩产项目		
好达电子	SAW	最早进行射频滤波器研发的公司，具备 0.25μm 工艺、芯片级倒装封装（CSP）技术产线和晶圆级封装（WLP）生产线，可生产产品尺寸为 0.9x0.7 的双工器、1.6x1.2 的滤波器
信维通信	SAW	公司 2016 年即已成立子公司信维微电子，开始布局射频前端器件业务，2017 年公司与中电 55 所达成 10 年战略合作协议，出资 1.1 亿元入股德清华莹，进军国产滤波器市场，2020 年 SAW 滤波器已实现出货，同年其继续向德清华莹增资
中电德清华莹电子	SAW	主营业务已扩展到声表面波器件、压电、光电晶体材料和射频模块三大类产品，主要研发 3-8 英寸铌酸锂钽酸锂晶片、声表面波滤波器、声表面波传感器、环行器和隔离器等
华远微电	SAW	拥有微芯片加工和声表面波器件封装的全自动生产线，同时，在声表面波滤波器、谐振器、移动终端用 CSP、WLP 声表面波器件及通讯模组的研发、生产均有多项专利
天津诺思	BAW	于 2014 年 5 月实现中国第一家 Wi-Fi/B40 滤波芯片量产，国内首家 FBAR 生产企业，拥有亚洲首条（国内唯一）6 英寸 ICBAR 专用滤波芯片生产线，具有独立的 IDM 模式和 MEMS 专用产线
瑞宏科技	SAW	成立于 2017 年，由天通高新集团有限公司及海宁市泛半导体产业投资有限公司等共同出资设立，目前已量产 LTE、GPS、WiFi 等多款 SAM 滤波器，并于 2022 年底首发超小封装 B25+66+70 四工器及 B25、B3 双工器
汉天下	BAW	国内 CMOS 工艺手机射频功放芯片出货量最大的设计公司，目前已全面掌握 BAW 滤波器生产技术，其 MEMS 滤波器芯片项目已通线，一期项目具备年产 9.6 亿颗体声波滤波器芯片能力
卓胜微	SAW	已有相对完整的 SAW 研发设计团队，2020 年成立全资子公司芯卓半导体，专门致力于滤波器产业化建设，6 英寸滤波器产线于 2022Q1 进入工艺通线阶段，2022H1 进入小批量生产阶段。2022 年末，自建的滤波器产线已经全面进入规模量产阶段
三安光电	SAW	射频滤波器业务形成了厦门三安集成电路公司和泉州三安集成电路公司两大块，为国内首家能够提供 Phase VNR 架构所需的全套四工器和双工器的企业
开元通信	BAW	于 2018 年在厦门成立，专注于射频前端解决方案，聚焦移动终端和物联网等平台，已开发 EP7040 型 BAW 滤波器，最小尺寸为 1.1x0.9mm
赛微电子	BAW	从事的主要业务为 MEMS 芯片的工艺开发及晶圆制造，目前以 MEMS 为基础的首款国产 BAW 滤波器已实现量产
武汉敏声	BAW	产品包括 WiFi、4G 和 5G 等多款 BAW 滤波器，目前，武汉敏声-赛莱克斯北京 8 英寸 BAW 滤波器联合产线已实现量产

资料来源：各公司官网、开源证券研究所

3.2、模组：高集成度是趋势，L-PAMiD 集成难度大

射频前端的模组化方案与分立方案相对应。发射通路中的模组化是指将 PA 与 Switch 及滤波器（或双工器）做集成，构成 PAMiD 等方案；接收通路的模组化是指将接收 LNA 和开关，与接收滤波器集成，构成 L-FEM 等方案。

图28：分立方案（a）与模组方案（b）实现的射频前端



资料来源：慧智微官微

图29：不同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
示意图				

资料来源：慧智微官微

随着 5G 的发展，射频前端模组更高集成度的趋势日益显著。随着全球通信从 2G 到 5G 的跨越变革，对射频前端方案的要求也日益提升。尤其是进入 4G 时代后，为了满足全球不同运营商、终端厂商、器件厂商的需求，作为芯片平台厂商的 MTK 联合终端厂商、器件厂商共同发起定义了规范化、兼容化的 4G 射频前端方案-Phase 系列射频前端应运而生。从 2014 年开始定义，Phase 系列目前已经有 Phase2、Phase3、Phase5、Phase6、Phase6L、Phase7、Phase7L、Phase7LE 等多个版本。随着 Phase 系列各版本的更新与迭代，其对射频前端方案的集成度要求持续提升，如 Phase7 阶段时 PAMiD 模组依旧适用，但是到了 Phase7LE 阶段集成度要求就来到了更高的 L-PAMiD 模组。

图30：随着 5G 的发展，射频前端模组化趋势显著

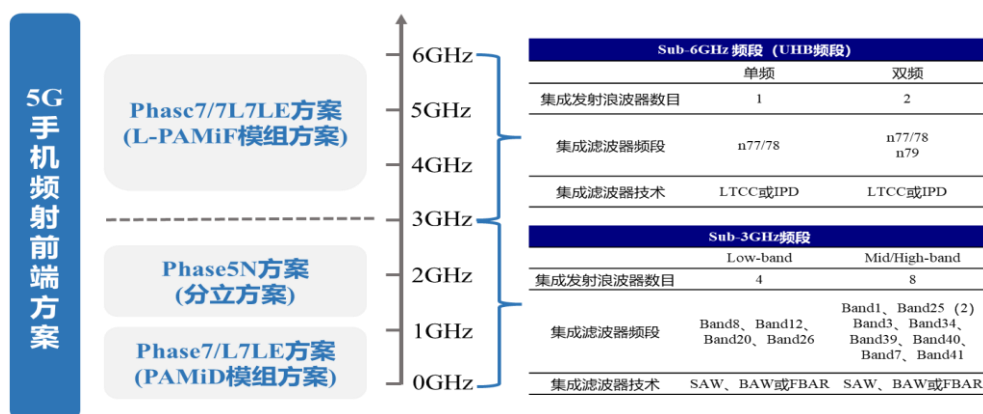


资料来源：慧智微官微

具体来看，5G 射频前端解决方案中 Sub-3GHz 频段的模组方案趋势性更强。目前，全球 5G 射频前端基本已经收敛，主要分为 Phase7 系列方案及 Phase5N 两种方案。在 Sub-6GHz UHB 频段，由于该频段频率高、功率大，且增加 SRS 切换等复杂功能，集成 LNA、PA、滤波器、收发开关及 SRS 开关的 L-PAMiF 成为主流选择。但是，由于该频段为 5G 新增频段，信号拥挤度低，因此对滤波器的数量和功能要求更低，因此也无需用到集成更多滤波器及双工器的 L-PAMiD 方案。在 Sub-3GHz 频段，虽然其频率和功率更低，也不需要复杂的 SRS 开关等，但是由于 Sub-3GHz 频段较多，信号更加拥挤，需要集成的滤波器及双工器更多，还是 SAW、BAW 及 FBAR 等声学滤波器，因此其集成度要求显著高于 Sub-6GHz UHB 频段。目前，该频段分

为 PAMiD 模组方案和 Phase5N 分立方案两种，我们预计未来高集成度的 PAMiD 模组方案发展确定性更强，理由如下：（1）L-PAMiD 可以减少器件数量与 PCB 面积，降低设计复杂度和成本，提高了系统的可靠性与稳定性；（2）L-PAMiD 可以减少不同模块间的损耗，提升射频性能，降低射频功耗，提升用户射频体验；（3）L-PAMiD 可以减少共用性硬件使用，减少分立器件的测试、生产成本，整体拥有更低制造成本。因此，整体来看，相比于分立方案，L-PAMiD 在集成度、性能、制造成本方面有更大优势，长远看，L-PAMiD 是终端射频方案的演进趋势。

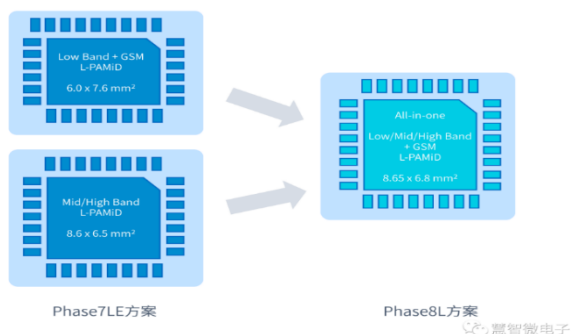
图31：5G 手机射频前端方案中在 Sub-3GHz 频段分别为 PAMiD 模组方案和 Phase5N 分立方案



资料来源：慧智微官微、开源证券研究所

展望未来，Phase8L 是 5G 未来的发展趋势，L-PAMiD 全集成方案优势显著。相对 Phase7LE 方案，Phase8L 方案将 Low Band 与 Mid/High Band 通路进行了合并，即使用一颗芯片覆盖了整个 Sub-3GHz 全频段，其设计面积进一步减少，集成度高，射频性能进一步提升。相对典型分立方案，由于分立方案进行设计时，需要采购如 SP6T/SP2T 等开关、多工器、多 T 大功率天线开关等才能完成完整方案设计，仅 Sub-3GHz 部分 BOM 数量达到 20 颗以上，并且器件包含 PA、滤波器、发射开关、接收开关、LNA 等，其供应链管理 and 产品调试的难度进一步提升。与之相反，Phase8L 方案仅需一颗芯片就可以完成分立方案 20 颗 BOM 所完成的功能，并且实现更好的射频性能与更简化的调试过程，综合优势显著，发展确定性更强。

图32：Phase8L 方案相对 Phase7LE 方案集成度提升



资料来源：慧智微官微

图33：Phase8L L-PAMiD 方案与分立方案 BOM 对比

Phase8L L-PAMiD 方案		分立方案	
BOM	数量	BOM	数量
Phase8L L-PAMiD	1	MMMB PA	1 or 2
		TxM	1
		发射滤波器及双工器	8
		接收滤波器	2
		大功率 4P4T 开关	1
		大功率 DPDT 开关	2
		大功率 SP4T 开关	1
		SP6T 开关	1
		SP2T 开关	2
		LNA Bank	1
合计	1	合计	20 or 21

资料来源：慧智微官微

3.3、行业发展趋势：多样化、一体化、高端化、头部集中化

射频前端企业分立器件布局逐步多样化。射频前端分立器件主要包括开关、调谐器、LNA、PA 和滤波器，目前全球头部射频前端企业如 Broadcom、Skyworks、Qorvo、Qualcomm 等均实现了 5 大分立器件的全覆盖。国内的企业也在向着分立器件多样化的方向发展，如卓胜微以开关和 LNA 为起点，已经实现了 5 大分立器件的全覆盖；唯捷创芯也实现了包括开关、LNA、PA 在内的分立器件的覆盖。

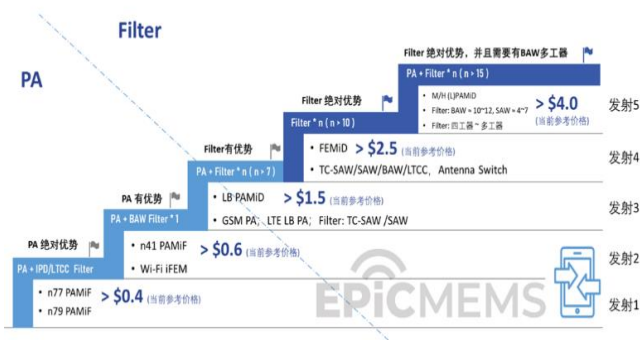
表7：全球射频前端企业分立器件布局往多样化方向发展

	Broadcom	skyworks	Murata	Qorvo	Qualcomm	卓胜微	唯捷创芯	慧智微	锐石创芯	昂瑞微	三安光电	好达电子
开关	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
Tuner	√	√		√	√	√				√		√
LNA	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
PA	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
滤波器	√	√	√	√	√	√		√			√	√

资料来源：微波射频网、各公司官网、开源证券研究所

射频前端企业模组布局朝着一体化和高端化的方向发展。由于模组是由各种分立器件根据不同的需求组合而成，因此模组的一体化布局主要体现在上文对分立器件的布局上的分析上。需要补充的一点是，由于随着模组集成度的提升，滤波器在模组中的重要性越高，因此高端滤波器的设计和生产能力是高端模组一体化布局的集中体现。模组的高端化布局主要体现在设计更加复杂化和集成度更高等方面，如全球射频前端头部企业 Broadcom、Qualcomm 等均实现了高端 L-PAMiD 模组的量产。国内企业也在加大对高端模组的布局力度，卓胜微、唯捷创芯、慧智微等企业均具备了 L-PAMiD 的设计能力，国内模组的高端化发展趋势势不可挡。

图34：模组集成度越高，滤波器重要性越高



资料来源：EPiCMEMS

图35：布局高端 L-PAMiD 模组的企业增加

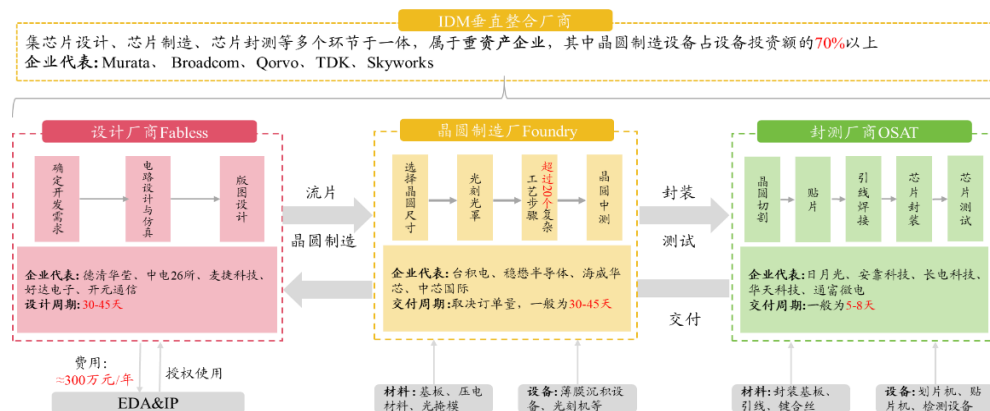
射频模组产品	
Broadcom	Wi-Fi 7 FEM、Mobile RF FEM
Skyworks	L-PAMiF、LFEM、L-PAMiD
Murata	Wi-Fi® + Bluetooth® Modules、Bluetooth® Modules
Qorvo	2.4 GHz Wi-Fi 7 Front End Module、2.4 GHz 802.11g/n/ac Wi-Fi Front End Module、5 - 7 GHz Wi-Fi 7 Front End Module、5 GHz 802.11a/n/ac Wi-Fi Front End Module
Qualcomm	L-PAMiD、PAMiD、FEMiD
卓胜微	DiFEM、L-DiFEM、LFEM、LNA BANK、L-PAMiF、L-PAMiD
唯捷创芯	L-PAMiF、L-PAMiD
慧智微	L-PAMiF、L-FEM、PAMiD、L-PAMiD、Wi-Fi FEM
锐石创芯	5G Phase5N、n41-L-PAMiF、n77/n79-L-PAMiF、Wi-Fi PA
昂瑞微	5G Phase 5N MMB PA、5G Phase7 L-PAMiF、5G L-FEM、5G LNA BANK
三安光电	Wi-Fi PA、TX module、5G NR HPUE

资料来源：各公司官网、开源证券研究所

国内头部企业逐步由 Fabless 模式向着国外头部企业 IDM 模式过渡。半导体产业链一般分为三个环节，分别是上游设计，中游制造和下游封装，同时具备设计、制造和封装能力的企业称之为 IDM 垂直整合厂商。目前，国外的射频前端头部企业如 Murata、Broadcom、Qorvo 等基本上是以 IDM 模式为主。在 IDM 模式下，企业的设计、制造、封装产能皆为自用，一般不会对外开放，因此这也很好的限制了高端技术的外流。同时，由于 IDM 模式为典型的重资产模式，其对企业整体资金和管理能力有较高的要求，因此该模式准入壁垒高，难以复制。国内的企业受限于技术和资金，大多数射频前端企业以 Fabless 为主，制造和封装需要依靠外部代工。如前文所述，目前国内企业正在加速分立器件-模组的一体化布局，而高端滤波器的设计和生产能力又是高端模组一体化布局的集中体现，而高端滤波器代工产能又基本集中在国外 IDM 厂商。因此，为了避免高端滤波器代工产能被限制，目前国内出现

了以卓胜微为代表的介于 Fabless 和 IDM 模式之间的 **Fablite** 模式，即部分产品采用 IDM 模式，部分产品采用 Fabless 模式，兼顾资金和技术的优势。

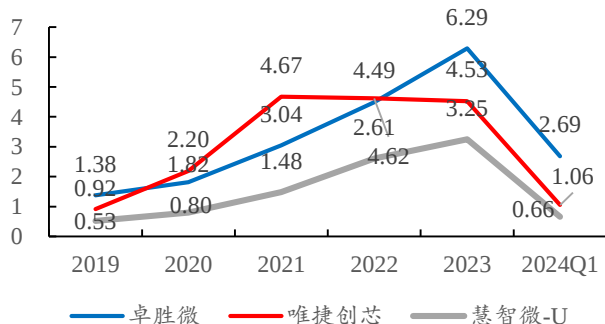
图36：IDM 模式准入壁垒高，难以复制



资料来源：头豹研究院、开源证券研究所

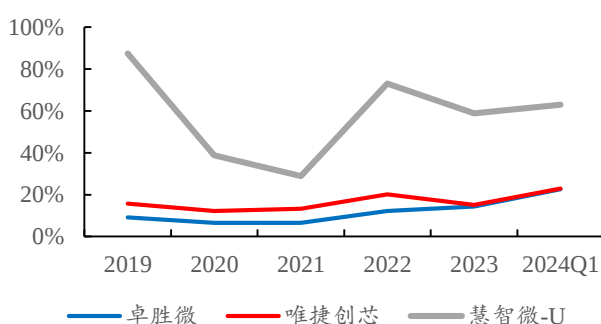
行业向着头部公司集中，未来的竞争格局或为强者恒强。从短期来看，由于下游消费端依旧处于持续创新的状态，因此目前射频前端行业依旧处于快速发展阶段，行业能持续推出新的产品，如 L-PAMiD 模组等。因此，从企业端来看，市占率（收入）是当前的核心指标，能快速推出新品响应下游需求并抢占市场份额至关重要。中长期来看，正是由于行业处于持续创新的状态，从企业端来看就体现为需要连续不断的加大研发投入才能保证跟上行业创新脚步。而长期强大的研发往往需要利润来支撑，因此企业的盈利能力和现金流成为行业的核心指标。综上，目前行业正向大部分产品拥有较高市场份额、整体盈利能力（成本管控能力）较强、能持续加大研发投入和技术创新的头部公司集中，未来的竞争格局或为强者恒强。

图37：射频前端企业每年要维持较高研发投入（亿元）

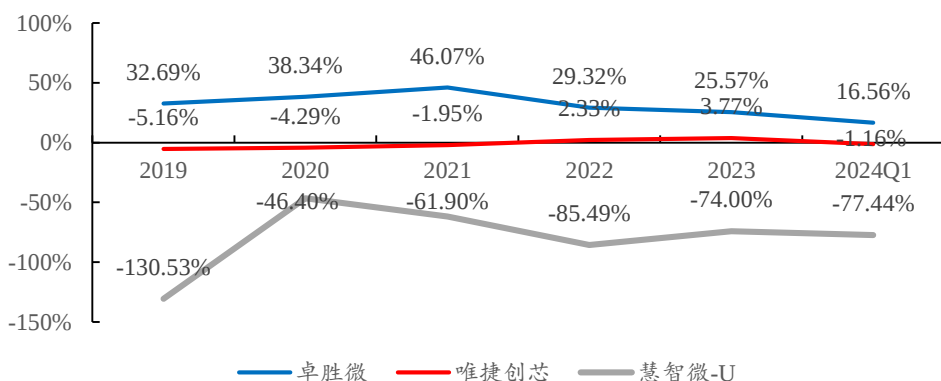


数据来源：、开源证券研究所

图38：射频前端企业每年要维持较高的研发费率（%）



数据来源：、开源证券研究所

图39：较高的研发投入会影响公司净利率（%）


数据来源： 、开源证券研究所

4、投资建议

射频前端作为手机、物联网等行业接收信号的核心零部件，长期来看，5G 带动的移动通信升级和万物互联为其打开了需求空间。供给端来看，目前我国高端滤波器和模组依旧被外企所垄断，行业亟需实现产品的国产替代，建议关注核心产品拥有较高市场份额、整体盈利能力（成本管控能力）较强、能持续加大研发投入和技术创新的国内头部射频前端企业，重点推荐**卓胜微**，其余受益标的为**唯捷创芯**。

表8：射频前端重点公司估值与利润情况

证券代码	证券简称	最新市值(百万 元)	归母净利润(百万元)				PE			
			2023A	2024E	2025E	2026E	2023A	2024E	2025E	2026E
300782.SZ	卓胜微	38149.31	1122.34	1337.74	1675.78	2012.12	33.99	28.52	22.77	18.96
688153.SH	唯捷创芯	14005.03	112.29	367.24	557.07	683.93	124.72	38.14	25.14	20.48

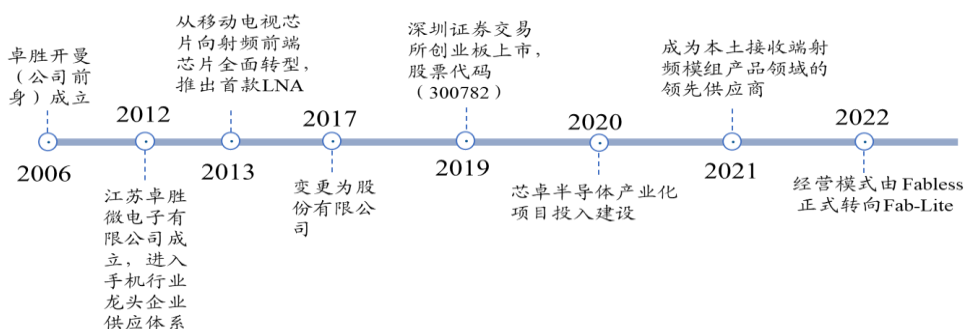
数据来源： ，开源证券研究所 注：股价采取 2024 年 8 月 9 日收盘价，数据来自于 一致预期

4.1、卓胜微：国内射频前端领域领先企业

4.1.1、公司成立于 2012 年，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。公司于 2013 年从电视芯片业务转向射频前端芯片的设计与制造，将目光投向更有发展前景的智能手机领域。目前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前端分立器件以及各类射频前端模组产品解决方案，同时公司还对外提供低功耗蓝牙微控制器芯片。

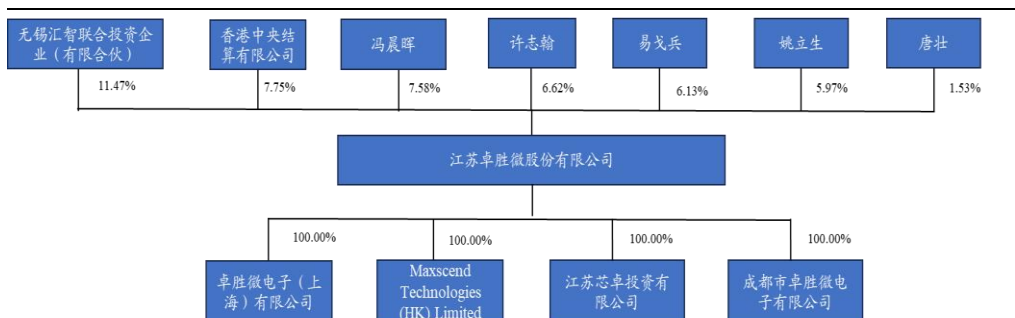
图40：公司历经转型与挑战，现已成为国内射频龙头企业



资料来源：卓胜微 2022 年度 ESG 报告、开源证券研究所

公司股权较为集中且公司的管理团队拥有丰富的行业从业经验和专业的技术能力。截止至 2024 年 8 月 4 日，公司实际控制人冯晨晖、许志翰、唐壮分别直接持股 7.58%、6.62%和 1.53%，三者为一致行动人。公司最大股东无锡汇智联合投资企业的唯一普通合伙人为许志翰，占有汇智投资股份 76.41%，许志翰间接持有公司 8.76% 股权。

图41：公司股权结构稳定，实控人占股比例较高

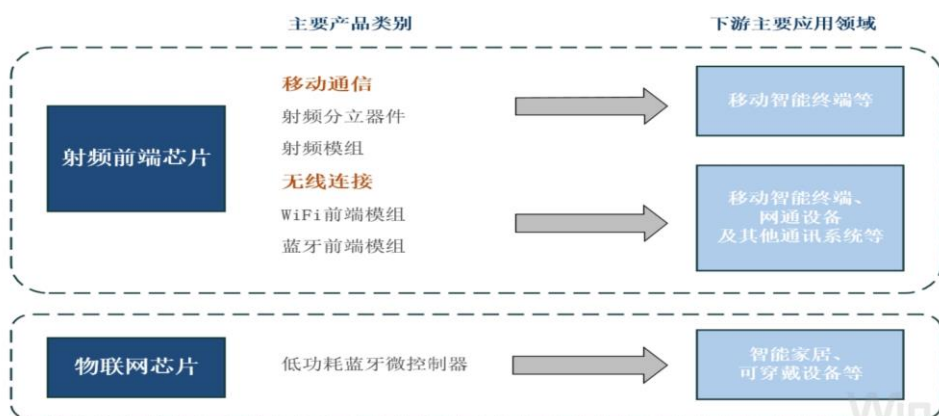


数据来源：、开源证券研究所

4.1.2、公司业务包含射频前端芯片与物联网芯片两大部分

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，低功耗蓝牙微控制器芯片主要应用于智能家居、可穿戴设备等电子产品。射频前端分立器件包括射频开关（天线开关、传导开关）、射频低噪声放大器（全球卫星定位系统射频低噪声放大器、移动通信信号射频低噪声放大器、电视信号射频低噪声放大器、FM 调频信号射频低噪声放大器）、射频滤波器（用于卫星定位系统的 GPS 滤波器、用于无线连接系统前端的 WiFi 滤波器、适用于移动通信的滤波器）以及射频放大器，而射频模组产品主要包括 DiFEM、L-DiFEM、LFEM、LNA BANK、L-PAMiF 以及 GPS 模组。

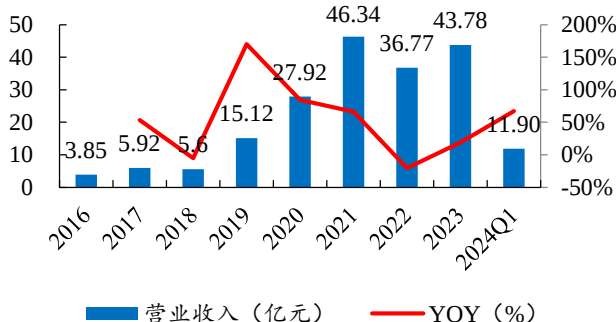
图42：公司产品以集成电路领域为主



资料来源：卓胜微 2023 半年报、开源证券研究所

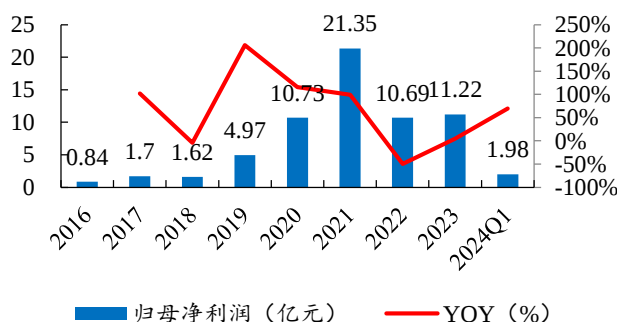
公司营收与归母净利润正逐步回暖。2024Q1 公司实现营收 11.90 亿，同比+67.16%；归母净利润 1.98 亿，同比+69.83%。公司营收与归母净利润同比显著增长，业绩迅速恢复，主要原因系产业链去库存过程进展接近尾声以及国内手机市场的消费提振，叠加公司 12 英寸 IPD 平台已正式转入量产阶段。集成自产 IPD 滤波器的 L-PAMiF、LFEM 等相关模组产品，已在多家客户端完成验证并实现量产出货，促使公司 2024Q1 营收同比大幅改善。

图43：公司营收摆脱需求影响稳步复苏（亿元，%）



数据来源：、开源证券研究所

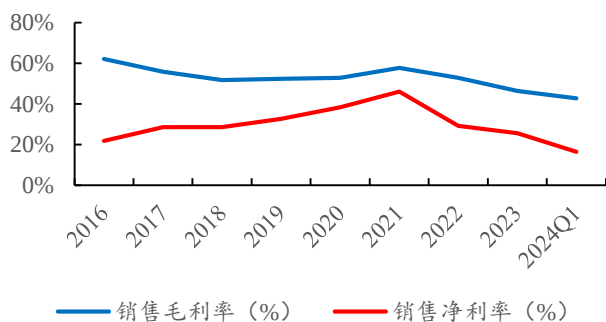
图44：公司归母净利润有所回升（亿元，%）



数据来源：、开源证券研究所

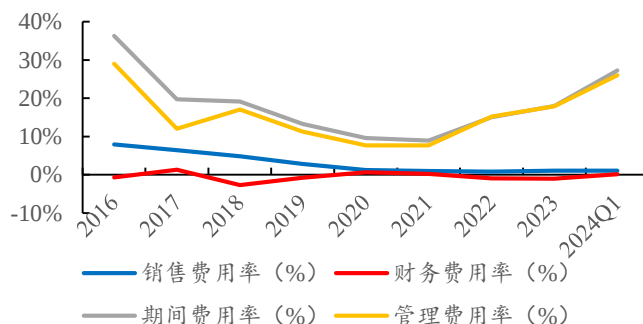
公司毛利率水平较高，管理费用有所上涨。2017-2022 年公司毛利率一直保持在 52% 附近小幅波动，总体上保持较高水平，2024Q1 下滑至 42.78%，主要原因系公司在去库存过程中产品价格有所下滑。费用方面，公司管理费用率从 2021 年 7.70% 上升至 2024Q1 的 26.03%，管理费用率大幅增长的主要原因是公司产线以及团队规模的不断增加，大量海内外高端人才加入公司。

图45：公司毛利率基本保持高位（%）



数据来源：、开源证券研究所

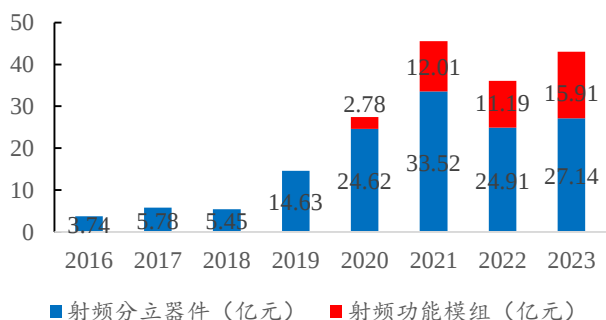
图46：公司管理费用大幅增长（%）



数据来源：、开源证券研究所

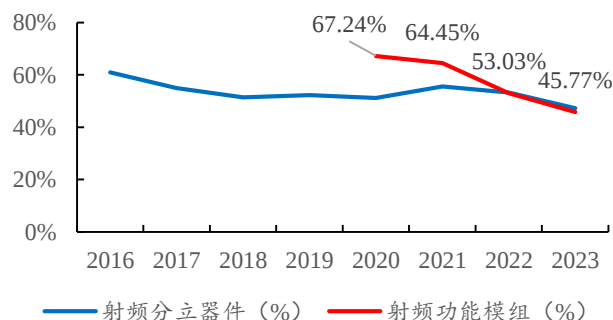
射频模组营收占比逐年增加,公司产品重心偏向模组。公司模组产品营收从2020年2.78亿元快速增长至2023年的15.91亿元,且相对于分立器件部分营收受到产业链景气下滑程度较小。并且随着5G射频前端需要支持的频段数量大幅增加,移动智能内空间受限使得射频前端芯片逐渐从分立器件走向集成模组化,模组产品将逐步成为公司主营业务。从毛利率来看,射频模组的毛利率在2023年为45.77%,并且在2020年、2021年普遍高于分立器件,也是公司发展模组产品的原因之一。

图47：射频模组产品营收占比不断上升（亿元）



数据来源：、开源证券研究所

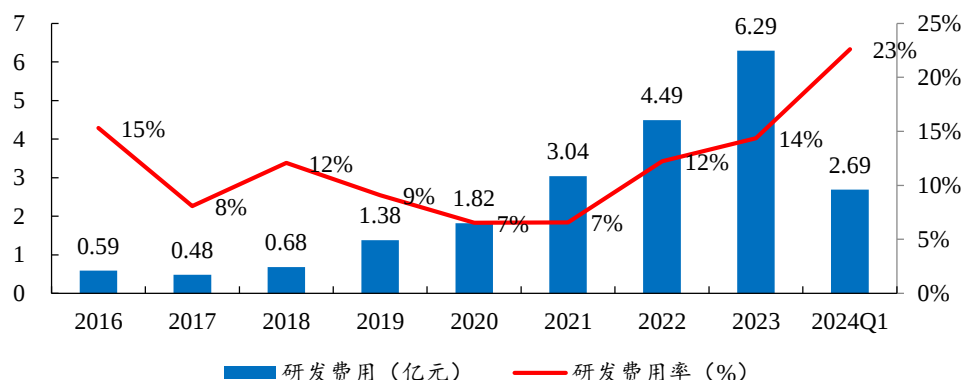
图48：射频前端产品毛利率趋于一致（%）



数据来源：、开源证券研究所

研发创新已成为公司核心驱动力。公司在射频领域具有丰富的技术储备,已在射频前端分立器件产品、WiFi 蓝牙、射频模组产品以及封装结构等领域形成了多项发明专利和实用新型专利。公司研发投入从2019年1.38亿元快速增长至2023年6.29亿,2024Q1达到2.69亿元,研发费用率显著提高。根据公司2023年年报,公司共计取得112项专利,其中国内专利110项(包含发明专利68项)、国际专利2项(均为发明专利);21项集成电路布图设计。

图49：公司重视研发投入，研发费用不断上升（亿元，%）



数据来源： 、开源证券研究所

4.1.3、公司新项目储备丰富，未来成长动力充足

公司坚持研发创新，筑建产品护城河，不断提升公司核心竞争力。根据公司 2023 年年报，公司自建滤波器产线的产品品类已实现全面突破，具备双工器/四工器、单芯片多频段滤波器等产品的规模量产能力，并推出集成自产滤波器的 DiFEM、L-DiFEM、GPS 模组、高端模组 L-FEMiD（主集收发模组，集成射频低噪声放大器、射频开关、双工器/四工器等器件的射频前端模组）等产品，公司将积极向客户推广各类滤波器产品，助力实现其市场份额的稳步提升。

表9：公司紧跟技术前沿，不断进行研发创新

主要研发项目	项目目的	项目进展	拟达到目标	对公司未来发展影响
射频接收端滤波器模组	抓住通信技术升级迭代及国产替代机遇	(1)已覆盖全面的接收端模组产品并量产出货(2)集成自产滤波器的滤波器模组产品已处于客户端量产导入阶段	成为本土领先的接收端模组解决方案供应商	形成局部竞争优势
射频发射端模组类项目（5G NR 频段）	抓住通信技术升级迭代带来的全新契机，进军 5G 相关的高增长市场	(1)适用于 5G NR 频段的产品已量产出货(2)持续迭代升级	拓展产品线，为公司全面布局射频前端产品线奠定基础	优化产品结构
射频发射端模组类项目（Sub-3GHz 频段）	完善射频发射端产品资源，布局高端发射端模组产品开发	研发阶段	强化公司现有的技术壁垒，建立全球领先的射频领域技术平台	补充高端产品布局，拓展新的成长空间
WiFi 连接模组类项目	推动公司在射频领域的技术延伸，建立线性功率放大器技术平台	(1)满足 WiFi5/6 连接标准的模组产品已量产出货(2)推出满足 WiFi6E 连接标准的模组产品(3)满足 WiFi7 连接标准的产品处于研发阶段	迎合市场发展需求，持续探索更高复杂度、更高性能、更高技术标准	进一步提升公司的研发创新能力和市场竞争力
6 英寸晶圆生产项目	满足客户对定制化、高性能、高复杂度射频滤波器的需求，抢占射频滤波器市场份额，覆盖低、中、高频段的各种应用场景，建立完整的射频滤波器产品线	(1) SAW 滤波器的工艺研发平台已搭建完毕(2)滤波器产线已实现大规模量产，处于产能爬坡阶段，截至报告期末产能已达到 8000 片/月	突破射频滤波器产品技术和工艺壁垒，向高端模组产品布局和推广，打开射频前端领域新的成长空间，进一步优化等技术	打造集设计、研发、工艺、器件、材料和整合等技术的成长空间，进一步优化技术

主要研发项目	项目目的	项目进展	拟达到目标	对公司未来发展影响
12 英寸晶圆生产项目	打造 12 英寸的晶圆生产制造能力，形成自主可控的供应链	(1) 部分平台能力持续推进中，基础工艺条件趋于固化 (2) IPD 工艺处于研发到量产转化阶段	缩小与头部企业距离 将标准化的工艺牵引到特色应用的演进方向，以特色工艺为主，持续推出高可靠性、高集成度、高性能的新产品	于一体的“智能质造”资源平台，并持续不断探索物理资源的边界

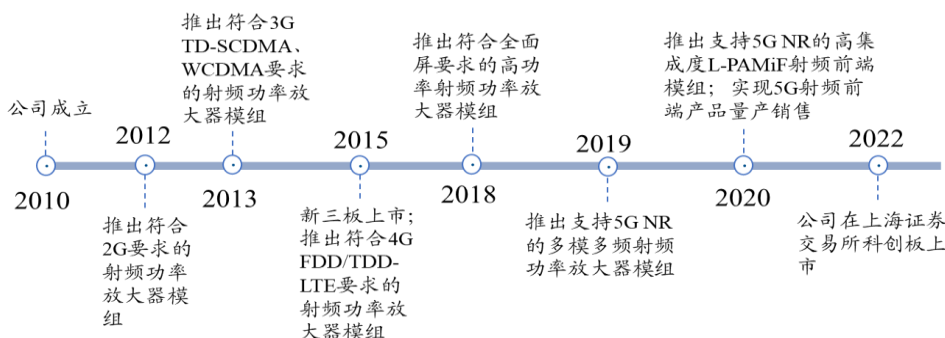
资料来源：卓胜微 2023 年报、开源证券研究所

4.2、唯捷创芯：国内 PA 模组领先企业

4.2.1、公司成立于 2010 年，聚焦于射频前端芯片领域

唯捷创芯成立于 2010 年，于 2015 年在新三板上市。公司是专注于射频前端芯片研发、设计、销售的集成电路设计企业，主要产品为射频功率放大器模组、Wi-Fi 射频前端模组和接收端模组等集成电路产品。公司产品于 2019 年获得小米、oppo 等厂商的认证，并于 2020 年推出 L-PAMiF 射频前端模组，实现 5G 射频前端产品的量产销售。2022 年 4 月 12 日，公司正式在上海证券交易所科创板上市。

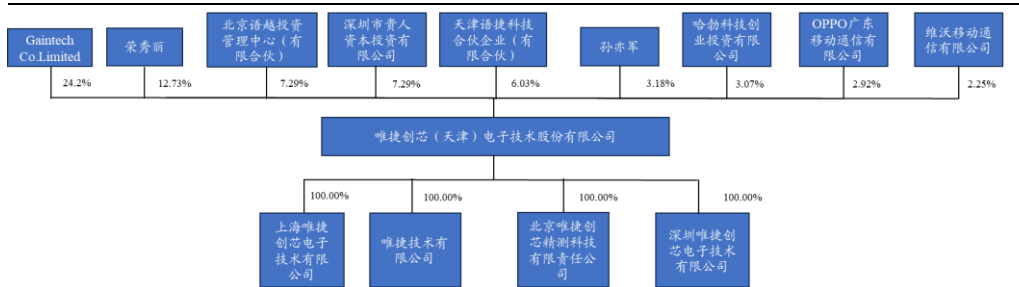
图50：公司深耕射频领域十余年，现已成为国内 PA 模组优质供应商



资料来源：唯捷创芯官网、唯捷创芯公告、开源证券研究所

公司股权结构较为稳定。截止至 2024 年 8 月 4 日，公司共同实际控制人为荣秀丽、孙亦军，二者分别持股 12.73%、3.18%。公司第一大股东 Gaintech 持股 24.20%，但承诺不谋求控制权。下游手机品牌厂商哈勃投资、OPPO 移动、维沃移动均为公司前十大股东，分别持股 3.07%、2.92%、2.25%。另外公司全资子公司在北上深均有经营，为开展全国业务打下良好基础。

图51：公司股权结构清晰稳定，下游重要厂商均有投资



数据来源： 、开源证券研究所

4.2.2、公司聚焦射频功放模组，产品升级迭代加速

公司专注于射频前端芯片领域。公司主要产品为射频功率放大器模组、Wi-Fi 射频前端模组及接收端模组，均属于射频前端范畴内的芯片或模组产品，另外还包含射频前端分立器件中的射频开关产品。其中射频功率放大器模组的产品结构正在从以中集成度的射频功率放大器模组产品（如 MMBB 和 TxM 等）为主，转型为以高集成度射频功率放大器模组产品（如 L-PAMiD、L-PAMiF 等）为主。

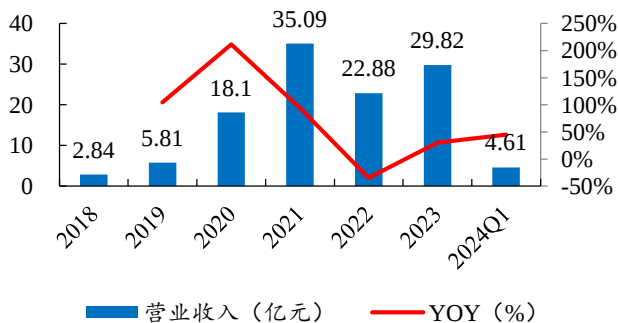
表10：公司以射频前端模组产品为主，主要应用于移动终端

公司主要产品	产品主要应用
射频功率放大器模组	MMBB 产品和 TxM 中集成度的射频功率放大器模组、L-PAMiF、L-PAMiD
射频开关	单刀多掷、多刀多掷等各种模式的产品
接收端模组	LNA Bank、L-FEM
Wi-Fi 射频前端模组	Wi-Fi 6、Wi-Fi 6E
	智能手机等终端设备
	射频信号的接收和发射通路
	移动智能终端
	智能手机、平板和笔记本电脑、路由器等

资料来源：唯捷创芯 2022 年报、开源证券研究所

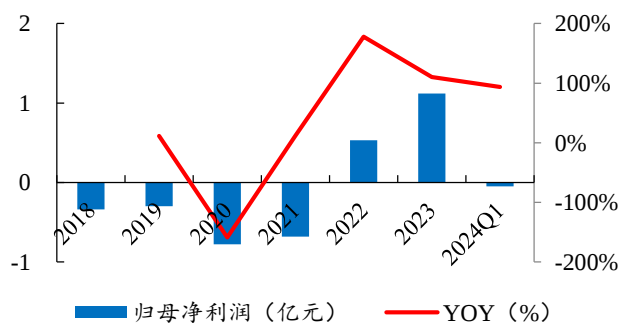
公司营收增长趋稳。2024Q1 公司实现营收 4.61 亿元，同比+45.06%；归母净利润-0.05 亿元，同比+93.49%。公司自 2019 年参与下游头部手机厂商供货以后，营收快速增长，于 2021 年达到历史高点 35.09 亿元。此后由于消费电子市场需求下滑，2023 年公司营收为 29.82 亿元，同比+30.32%。

图52：公司营收增速回升（亿元，%）



数据来源： 、开源证券研究所

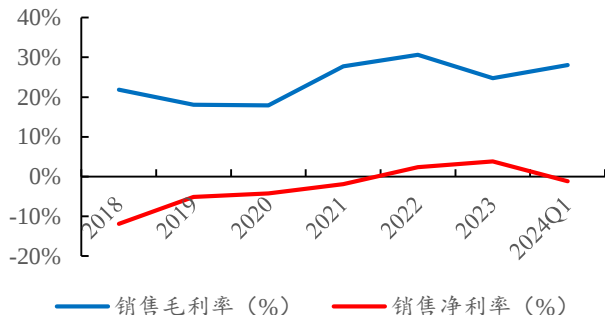
图53：公司归母净利润波动较大（亿元，%）



数据来源： 、开源证券研究所

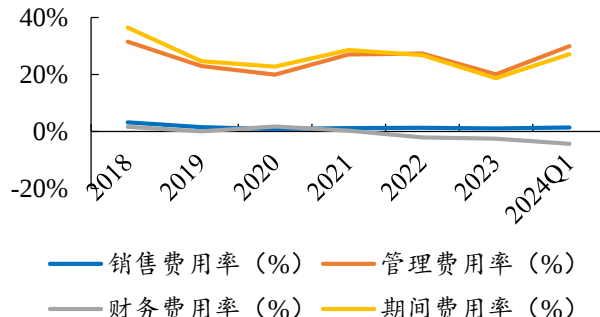
公司毛利率存在波动，期间费用率有所上升。公司毛利率从 2020 年 17.92% 增长至 2023 年 24.76%，2024Q1 为 28.07%。盈利能力增长明显，主要系产品结构的不断优化，公司高集成度的 PA 模组以及 WiFi 模组产品占比不断上升，高单价产品带动毛利率快速上涨。公司各项费率有所上升，2024Q1 期间、管理费用率为 27.19%、30.03%。

图54：公司毛利率整体逐步提升（%）



数据来源：、开源证券研究所

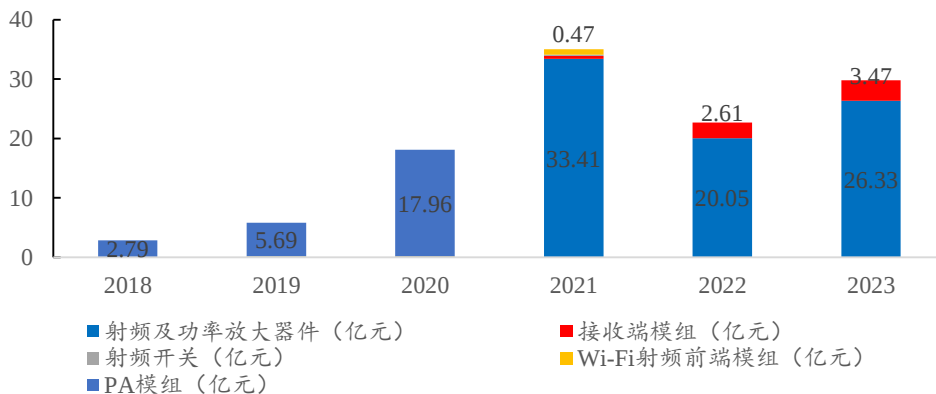
图55：2024Q1 公司整体费用率有所增长（%）



数据来源：、开源证券研究所

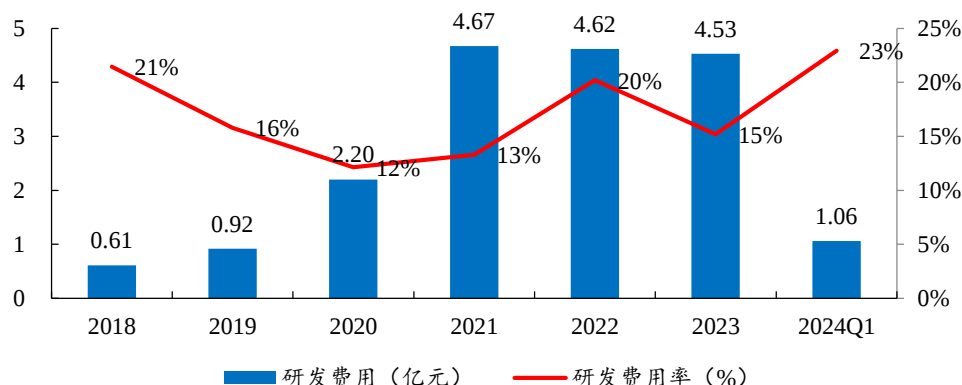
PA 模组产品是公司营收主要来源。2023 年公司射频及功率放大器件以及接收端模组产品营收分别为 26.33 亿、3.47 亿，占公司营收 95% 以上。2023 年二者毛利率分别达到 24.66%、25.45%，高集成度产品的营收占比调整带动了公司毛利率的整体上升，并且随着技术进步时代发展，5G 模块将体现出更高的发展与营收潜力。

图56：公司模组产品营收占比不断上升（亿元）



数据来源：、开源证券研究所

公司重视研发投入，研发费用维持高位。2024Q1 公司研发费用达到 1.06 亿元，研发费用率为 22.92%。根据公司 2023 年年报，截至 2023 年末，公司研发人员共 335 名，占公司员工比例 54.03%，且公司人员硕博学历占比为 45.07%。

图57：公司研发费用保持稳定（亿元，%）


数据来源： 、开源证券研究所

4.2.3、公司新产品如期释放，L-PAMiD 模组实现批量出货

公司未来高端增量业务较多。根据 2023 年年报，公司在 2023 年成功实现了 L-PAMiD 产品在品牌客户端的大批量出货，成为国内较早成功研发并向多家头部品牌客户大批量销售该产品的企业之一；公司的车规级射频芯片已通过客户验证，正在汽车和模块厂商处推广，预计将在 2024 年实现大规模出货。公司的第一代 Wi-Fi7 已正式开始推广，适配二代平台的 Wi-Fi7 产品预计将于本年度末推向市场；L-FEM 的成熟产品处于大规模量产阶段，新一代产品已在研发验证中；公司接收端模组的新产品 DRx 与 DiFEM 模组的研发、验证和推广，正按计划进行中。

表11：公司主要项目研发或验证进展顺利

项目名称	进展或阶段性成果	拟达到目标	技术水平
5GSub-3GHzPA 模组	基于原技术方案的 产品已经定型。基于市场变化第二代 产品设计开发中	原方案支持低、中、高频段的功率 放大器模组，支持 4G-5GB3+n41 双连接。第二代产品支持低压供 电。	在发射额定功率、效率方面接近国际先进水平。
中、高频 L-PAMiD 模组	第一、二代产品已 量产，第三代产品 工程样品阶段	集成低噪声放大器、射频功率放大 器、射频开关以及双工器，支持中 频和高频的 3G-5G 通信频段，同时 在 n41 频段支持 PC2 功率等级。	预计在集成度和发射额定功率，效率和接收噪声系数方面 达到或接近国际先进水平。
低频 L-PAMiD 模 组	第一、二代产品已 量产，第三代产品 工程样品阶段	集成了低噪声放大器、射频功率放 大器、射频开关以及双工器，支持 2G 以及 3G-5G 多个低频频段。	整体性能（额定功率、线性度、接收噪声等）接近国际先 进水平。
LNABank	第一、二和三代产 品均已量产；目前 第四代产品处于设 计阶段	支持低、中、高频段的低噪声放大 器模组，支持 MIMO 和载波聚合， 支持多通道信号输入和输出。	基于自主研发的 LNA 技术，提供业界先进的噪声系数和功 耗。
支持 5G 单频 L-PAMiF 模组	第一、二代产品已 量产。目前下一代 产品完成方案论证 和设计，处于工程 样品阶段。	支持 5G NRn77 频段的 L-PAMiF 模 组，集成低噪声放大器、射频功率 放大器和滤波器；支持高通和 MTK 手机平台，第三代产品支持低压应 用。	采用 SIP 封装，其中 PA、LNA 和射频开关等芯片均为自 主研发。在产品的额定功率、功耗、线性度和灵敏度等方 面都达到业界较高水平，尤其是在功率回退下的效率有优 势。最新产品采用低压供电方式，简化客户电源管理方案。

请务必参阅正文后面的信息披露和法律声明

31 / 34

项目名称	进展或阶段性成果	拟达到目标	技术水平
支持 5G 双频 L-PAMiF 模组	第一、二代产品已量产。目前下一代产品完成方案论证和设计，处于工程样品阶段。	支持 5GNRn77 和 n79 频段的 L-PAMiF 模组，集成低噪声放大器，功率放大器和滤波器；支持高通和 MTK 手机平台。	采用 SIP 封装，其中 PA、LNA 和射频开关等芯片均为自主研发。在产品功率、功耗、线性度和灵敏度等方面都达到业界较强水平，尤其在功率回退下的效率和 5GWi-Fi 共存上有优势。最新产品采用低压供电方式，简化客户电源管理方案。
支持 Wi-Fi6 和 Wi-Fi6E 的射频前端模组	支持 Wi-Fi6/6E 标准的第二代产品，已在客户端项目上验证完成。	满足 Wi-Fi6 要求的中功率和高功率接收/发射模组，工作频率分别在 2.4GHz 和 5GHz；工作频率在 6GHz 以上的 Wi-Fi6E 的接收发模组。	Wi-Fi6 新一代产品采用新工艺和新电路结构，满足客户对高性价比的要求。在 Wi-Fi6E 新一代产品采用自主研发的线性化技术和效率优化技术，进一步优化产品性能，相关性能指标达到业界领先水平。
L-FEM 模组	第一、二代产品均已量产并大批量发货；第三代产品工程样品阶段	支持 5GNR 的 n77 和 n79 频段 MIMO 接收的需求；支持高通和 MTK 手机平台。	基于自主研发的开关、LNA 和成熟的芯片倒装技术，实现了业界优质的增益、噪声系数、功耗和线性度，在能耗和带外抑制有突出优势。
DiFEM 模组	第一代产品在工程样品阶段，基于市场变化的第二代产品工程样品阶段	用于信号分集接收通路，支持 Sub3GHz 频段的射频开关和滤波器模组。	采用自主研发的射频开关，预计在插损方面达到业界较高水平。

资料来源：唯捷创芯 2023 年报、开源证券研究所

5、风险提示

下游需求不及预期：射频前端最大的需求主要为手机等通讯设备，如果手机等消费电子需求不振，可能会导致射频前端行业需求不及预期。

国产替代不及预期：高端的射频前端市场目前依旧被外企所占据，如果国产射频前端企业不能及时实现产品突破，可能导致高端产品国产替代不及预期。

研发创新不及预期：射频前端是典型的技术密集型行业，需要大量的研发投入。同时，下游消费电子的创新也会要求射频前端产品更新迭代。如若相关企业不能及时实现产品的研发创新，将会增加

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R4（中高风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

分析师承诺

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及开源证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20%以上；
	增持（outperform）	预计相对强于市场表现 5%~20%；
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
	减持（underperform）	预计相对弱于市场表现 5%以下。
行业评级	看好（overweight）	预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡（underperform）	预计行业弱于整体市场表现。

备注：评级标准为以报告日后的 6~12 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中 A 股基准指数为沪深 300 指数、港股基准指数为恒生指数、新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）、美股基准指数为标普 500 或纳斯达克综合指数。我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于商业秘密材料，只有开源证券客户才能参考或使用，如接收人并非开源证券客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他金融工具的邀请或向人做出邀请。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、价值及投资收入可能会波动。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。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司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。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的开源证券网站以外的地址或超级链接，开源证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

开源证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。开源证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

开源证券研究所

上海

地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号楼3层
邮编：200120
邮箱：research@kysec.cn

深圳

地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层
邮编：518000
邮箱：research@kysec.cn

北京

地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座9层
邮编：100044
邮箱：research@kysec.cn

西安

地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层
邮编：710065
邮箱：research@kysec.cn