

2021年6月1日

SAW 和 BAW 滤波器空间广阔，东方银星入股武汉敏声卡位 BAW 赛道

——射频前端行业跟踪报告之三

投资观点

5G推动射频前端市场快速发展，模组化趋势明显且国产化进程加速。5G化、模组化、国产化将驱动中国射频厂商高速发展。 射频前端行业包括滤波器、PA、开关、LNA等细分市场。2019年整体规模为170亿美元，Yole预计2025年可达250亿美元。目前绝大部分前端市场被思佳讯、科沃、博通、村田及RF360五大射频龙头所垄断，国产器件自给率不足5%。5G高频率和多频段需求驱动射频前端器件数量、单价快速上涨，而PCB布线面积的约束则使得模组化产品取代分立器件方案，成为前端设计的重要趋势。5G时代中，终端客户考虑供应链安全，国产替代需求迫切，技术变革+国产替代为国产射频厂商开启跨越式发展快车道。

声波滤波器：5G 射频模组核心器件，自主尖端技术具备稀缺性。 滤波器是射频系统中最重要元器件，性能优劣直接影响各频段信号通信质量。随着通信技术的发展，通信频段数量从2G时代的个数增长至5G时代的70-100个，2019年全球射频前端滤波器市场规模约95亿美元，国内规模约26亿美元。

BAW 滤波器龙头公司为博通，市占率近 90%。 手机滤波器多采用声波滤波技术，而滤波器按照声波传递类型，分为 SAW（表面波）和 BAW（体谐振腔）两类细分市场，其中 SAW 工艺更加类似传统集成电路，而 BAW 工艺则需要 MEMS 声学结构以及压电材料的长期积累，技术难度较高且单价更高。日美系厂商凭借先进技术形成垄断，2018年 SAW 滤波器村田市占率约47%，BAW 滤波器博通和 Qorvo 市占率约95%。博通 (AVGO.O) 2020 FY 收入约239亿美元，其中以 BAW (FBAR) 为核心的 RF FEM (Wireless) 业务收入约50亿美元，占比20%；博通 BAW 的2019年全球市占率为87%，目前市值约1900亿美元。

中国企业积极布局滤波器赛道。 (1) 在 SAW 方面，国内以中电 26 所、55 所等院校团队为核心，目前低端滤波器中基本完成国产替代，但诸如 TC-SAW、IHP-SAW 等高端产品尚未突破，技术差距较为明显。卓胜微、好达、德清华莹、三安、信维、麦捷、开元通信等企业积极布局。(2) 在 BAW 方面，由于 Avago 在技术及专利布局上十分完善，国内外厂商较难取得突破，更多技术处在从实验室向量产工艺转化的早期阶段。BAW 滤波器在性能、应用频段、带宽上较 SAW 具有明显优势，如果国内厂商 BAW 技术实现突破后，可能直接威胁博通 Avago 的垄断地位。武汉敏声（东方银星参股）等国内公司技术领先。

东方银星：入股武汉敏声，积极布局 BAW 赛道。 东方银星在聚焦现有大宗商品供应链管理服务的主营业务基础上，拟使用3,000万元人民币，按照武汉敏声不超过10亿元的投前估值，将持有武汉敏声2.91%股权。武汉敏声成立于2019年1月，是一家从事无线通讯射频前端 BAW 滤波器及其解决方案的 IDM 公司。(1) 东方银星对武汉敏声具备较强的控制力，东方银星大概率是未来武汉敏声的资本运作上市公司平台。(2) 东方银星选举武汉敏声董事长孙成亮先生为上市公司联席董事长。孙成亮先生是武汉大学博士，湖北省百人计划专家，国家重点研发计划首席科学家。(3) 中国科学院院士、物理学家徐红星先生是武汉大学微电子学院院长和教授博导。作为武汉敏声的首席科学家，持有公司股份约3%。(4) 东方银星拟发起成立半导体产业基金、并与武汉敏声共同设立子公司，用于投资8英寸MEMS射频滤波器生产线项目。

投资建议。 建议关注积极布局射频前端滤波器赛道的公司，包括卓胜微 (SAW)、东方银星 (武汉敏声/BAW)、三安光电、麦捷科技、信维通信。

风险分析： 国产替代需求不及预期；疫情复发风险。

电子行业

买入（维持）

作者

分析师：刘凯

执业证书编号：S0930517100002

021-52523849

kailiu@ebsecn.com

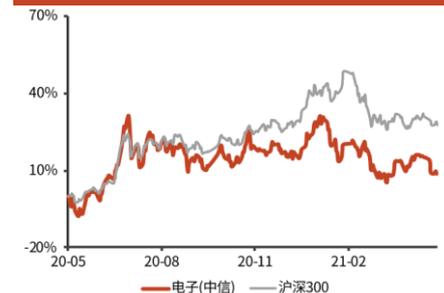
分析师：石崎良

执业证书编号：S0930518070005

021-52523856

shiqil@ebsecn.com

行业与沪深 300 指数对比图



资料来源：Wind

相关研报

5G 渗透、模组趋势和国产替代驱动中国射频前端平台型龙头的崛起——卓胜微 (300782.SZ) 投资价值分析报告 2020-12-13

射频前端领先企业，全面深耕 5G 模组化——射频前端行业报告之二：厂商篇 2020-11-23

5G 已至，趋势渐起——射频前端行业报告之一：概览篇 2020-10-27

产业逻辑，依然供不应求——射频前端行业专题报告 2020-02-20

投资聚焦

研究背景

本报告以 SAW 和 BAW 滤波器作为核心，对射频前端接收及发射模组的未来发展路径进行了详细探讨，认为当前贸易禁令催生供应链安全考量，终端客户的替代需求强烈，是国产模组厂商快速并购发展的最佳时机。目前我国在手机声波滤波器行业积累技术及工艺距离国际先进水平尚存在较大差距，随着国产替代趋势的进一步加强，国内品牌终端厂商射频器件的替换意愿也在逐步增强。滤波器作为射频模组及分立器件的核心部分，未来市场发展空间广阔。

我们区别于市场的观点

本报告通过对射频前端行业的趋势发展以及滤波器核心技术的分析，细化讨论了手机声波滤波器的两类技术——SAW 和 BAW，区别于市场此前关注较多的量产技术更加成熟的 SAW 技术，我们对国内部分可能进行 BAW 技术突破的公司和团队进行了详细探讨。中国滤波器乃至射频前端行业在国产替代的背景之下，BAW 和高端 SAW 等核心技术的突破将有望驱动相关公司实现更快的成长速度。

投资观点

目前我国在手机声波滤波器行业积累技术及工艺距离国际先进水平尚存在较大差距，随着国产替代趋势的进一步加强，国内品牌终端厂商射频器件的替换意愿也在逐步增强。滤波器作为射频模组及分立器件的核心部分，未来市场发展空间广阔。

滤波器按照声波传递类型，可以分为 SAW（表面波）和 BAW（体谐振腔）两类细分市场，其中 SAW 工艺更加类似传统继承电路，而 BAW 工艺则需要 MEMS 声学结构以及压电材料的长期积累，技术难度较高，单价更高。

1、在 BAW 方面，由于 Avago 在技术及专利布局上相对十分完善，国内外厂商较难取得突破性进展，更多技术处在从实验室向量产工艺转化的早期阶段。但由于 BAW 滤波器在性能、应用频段、带宽上较 SAW 滤波器具有明显优势，技术难点突破后将取得更大的竞争优势，甚至直接威胁博通 Avago 的垄断地位，建议关注东方银星（600753.SH）（武汉敏声）等公司相关技术及量产进展。

2、在 SAW 方面，国内以中电 26 所、55 所等院校团队为核心，经过长期发展，目前低端滤波器中基本完成国产替代，但诸如 TC-SAW、IHP-SAW 等高端产品尚未突破，技术差距较为明显。重点关注卓胜微（300782.SZ）、好达电子等企业；并建议关注三安光电（600703.SH）、信维通信（300136.SZ）（参股德清华莹）、麦捷科技（300319.SZ）、开元通信等。

目录

1、 声波滤波器：5G 射频核心器件，自主尖端技术具备稀缺性	6
1.1、 滤波器是射频前端的关键器件，5G 驱动量价齐升	6
1.2、 从 SAW 到 BAW——5G 推动下的声滤波技术演进	7
1.3、 滤波器：射频前端核心器件，美日大厂垄断市场	11
1.3.1、 170 亿美元手机射频前端市场，滤波器独占一半以上	11
1.3.2、 全球竞争格局：美日大厂垄断，BAW 专利竞争激烈	13
1.4、 射频前端模组（RFFEM）：对射频器件小型化以及模组集成的不断求索	14
1.4.1、 射频前端市场：模组化规模快速增长，5G 面积约束推动国产器件迈入快车道	16
1.4.2、 模组五重难关前路漫漫，滤波器技术将成为高端模组发展核心竞争力	18
2、 中国 BAW 滤波器行业：技术差距明显，武汉敏声和诺思等企业积极布局	23
2.1、 自主供给缺口大，BAW 等高端滤波器技术亟待突破	23
2.2、 东方银星（600753.SH）：入股武汉敏声卡位 BAW 滤波器赛道	24
2.2.1、 东方银星主业供应链管理服务	24
2.2.2、 东方银星入股武汉敏声，积极布局 BAW 滤波器赛道	24
2.3、 经纬辉开（300120.SZ）：参股 BAW 企业诺思微，但目前经纬辉开与诺思处于诉讼状态	26
2.3.1、 国内首家 FBAR 量产厂商，专利布局+研发生产能力构筑核心竞争力	27
2.3.2、 经纬辉开和董事长已投资诺思 22% 股权，但目前与诺思处于诉讼状态	28
2.3.3、 诺思和安华高目前处于专利诉讼状态	30
3、 投资建议：关注 SAW 滤波器国产替代、BAW 滤波器技术突破	31
4、 重点关注公司	32
4.1、 卓胜微：自建 IDM 布局 SAW 滤波器，射频前端模组国产替代进行时	32
4.2、 东方银星：入股武汉敏声，长期布局 BAW 技术	33
4.2.1、 武汉敏声拥有 BAW 优秀研发团队	33
4.2.2、 盈利预测	33
4.2.3、 估值水平与投资建议	34
5、 风险提示	35
附录：射频前端行业和公司历史报告	35

图表目录

图表 1: 终端射频前端结构与内部组件.....	6
图表 2: 射频前端系统各器件及内部架构.....	7
图表 3: 滤波器的关键性能指标.....	7
图表 4: 2G-5G 时代手机滤波器数量及价值量变化.....	7
图表 5: 射频滤波器在基站以及手机终端场景中的分类 (按技术特点).....	7
图表 6: 声学滤波器的主要分类 (按材料及工艺).....	8
图表 7: 滤波器件结构的发展历程.....	8
图表 8: SAW 与 BAW 滤波器的技术特点及优劣对比.....	9
图表 9: BAW 滤波技术的两种常见结构: FBAR 和 SMR.....	10
图表 10: 不同种类滤波器适用的通频频段.....	10
图表 11: 全球射频前端市场规模及增速 (单位: 亿美元, %).....	11
图表 12: 全球射频前端市场发展结构预测 (按模组分类, 单位: 十亿美元, %).....	11
图表 13: 2018 年射频前端市场结构 (按分立器件分类).....	11
图表 14: 主流品牌各价位机型射频前端模组化程度.....	11
图表 15: 全球滤波器销售额 (单位: 亿美元).....	12
图表 16: 中国滤波器销售额 (单位: 亿美元).....	12
图表 17: SAW、BAW 市场格局 (2018 年, 按销售额统计, 左图为 SAW、右图为 BAW).....	13
图表 18: 手机射频滤波器主要海外厂商: 日美系巨头垄断市场.....	13
图表 19: 声波滤波技术专利布局及发展历程 (截止 2019 年总滤波器专利数超过 7510 项).....	14
图表 20: 射频前端模组的主集/分集信号链路.....	15
图表 21: 集成方式不同的射频前端模组分类.....	15
图表 22: 射频不同频段的模组化整合发展.....	16
图表 23: 不同厂商在 4G 时代旗舰机中已经大量采用模组化方案 (iPhone XS 拆机).....	16
图表 24: 各品牌厂商不同档次机型模组化程度逐渐提升.....	17
图表 25: 国产后发厂商在 5G 推动下更快逼近国际龙头的模组化设计能力.....	18
图表 26: Rx 模组化进程的五重关卡.....	18
图表 27: 思佳讯 Sky53735 系列全频段 (GSM/WCDMA/LTE/5G) MIMO LFEM 分集接收模组.....	20
图表 28: Tx 模组化进程的五重关卡.....	20
图表 29: Qorvo M/H 重耕频段 LPAMiD 开盖图.....	22
图表 30: 手机射频滤波器主要国内厂商: 多为中低端 SAW 产品, BAW 高端技术或成突围之机.....	23
图表 31: 武汉敏声主要财务数据 (单位: 元).....	25
图表 32: 武汉敏声增资前的股权结构.....	25
图表 32: 诺思先进封装尺寸发展历程.....	27
图表 33: 诺思绵阳一期工程厂房搭建基本完成.....	27
图表 34: 诺思 2019 年和 2020 年上半年利润表 (单位: 万元).....	28
图表 35: 经纬辉开 2020 年分项业务情况 (单位: %, 元).....	29
图表 36: 射频滤波器行业关注公司盈利预测与估值.....	31
图表 37: 卓胜微盈利预测与估值.....	33

图表 38: 东方银星业务拆分预测 (单位: 百万元):	34
图表 39: 公司盈利预测与估值简表	34
图表 40: 可比公司市销率 PS 水平.....	35

1、 声波滤波器：5G 射频核心器件，自主尖端技术具备稀缺性

1.1、 滤波器是射频前端的关键器件，5G 驱动量价齐升

射频 (Radio Frequency) 表示能够远距离在空间传播的电磁波频率，一般范围在 300k-300GHZ，用于进行无线通信。射频系统是通信系统中负责处理射频信号发送与接收的部分，包含射频收发器，天线以及射频前端。其中，射频前端分为发射通路和接收通路两部分，发射通路包含功率放大器、双工器等，接收通路包括天线调谐器、滤波器、低噪声放大器以及开关等：

功率放大器 PA (Power Amplifier)：将基带小功率信号放大至传输要求以上，通过天线进行发射；

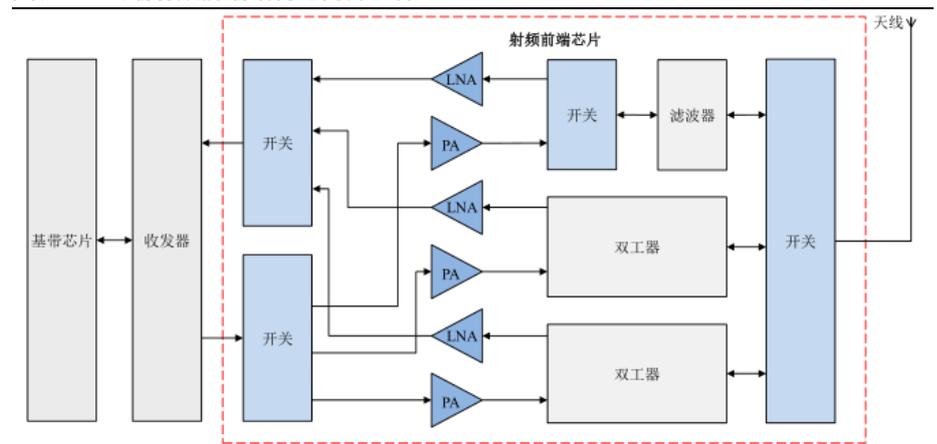
滤波器 (Filter)：允许特定频率信号通过，过滤其他频段信号，从而解决不同频段和通信系统之间的信号干扰；双工器 (Duplexer) 由两个滤波器组成；

射频开关 (Switch) 负责信号通路的导通与截止，从而实现信号切换功能；

低噪声放大器 (LNA, Low Noise Amplifier) 用于放大微弱信号，且噪声较小，信噪比较高，常用于接收通路；

调谐器 (Tuner) 是具有匹配阻抗功能的开关，用于匹配不同信号用于天线发射。

图表 1：终端射频前端结构与内部组件



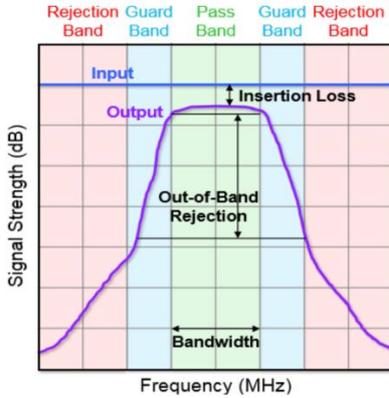
资料来源：卓胜微招股说明书，光大证券研究所整理

滤波器是射频系统最重要的元器件，性能优劣直接影响信号通信质量。由于射频前端中需要接收多种不同频段的信号，信号之间的干扰问题就需要滤波器进行解决，且在发射及接收通路中都需要使用，故为射频系统的核心元器件，直接影响各频段信号通信质量，广泛应用在基站以及终端设备中。滤波器在不同频率下通过的信号强度不同，可以描绘出滤波曲线从而衡量滤波器的性能，常见的关键指标包括品质因数 (Q 值)、通带宽度 (Bandwidth, 带宽)、插入损耗 (Insertion Loss) 以及阻带抑制 (Out Band Rejection)。

5G 高频+多频段协同要求驱动滤波器量价齐升。随着通信技术的发展，通信频段数量从 2G 时代的个位数增长到 5G 时代的 50-70 个，单个滤波器的选通频率固定，所以每增加一个频段就要对应集成新的滤波器。以典型的 5G 旗舰机为例，由于 MIMO 技术的引进，其需要支持 Sub-6、LTE、B38、WCDMA、GSM、WIFI 6 在内的 70 个以上的子频段，对应需要的滤波器数量在 80-100 个。

另一方面，5G 高频的通信频段对射频器件的小型化、集成化、屏蔽性和散热性能提出更高要求，越来越多的厂商引入体声波（BAW）技术和 MEMS 技术进行设计和封装，从而提升了滤波器的单个价值，移动终端设备中滤波器的单机价值量有望达到 80-150 元，推动滤波器市场快速增长。

图表 2：射频前端系统各器件及内部架构



资料来源：电子发烧友，光大证券研究所整理

图表 3：滤波器的关键性能指标

基本情况	指标描述
品质因数	滤波器的通过频率与带宽之间的比值，一般 Q 值越高，滤波器灵敏度越高，滤波效果更好。
插入损耗	加入滤波器对原有电路中信号的衰减程度
带宽	可以通过滤波器的频率范围
阻带抑制	滤波器拒绝带与通带内信号强度之差，抑制程度越高抗干扰性能越好

资料来源：Qorvo、天津诺思官网，光大证券研究所整理

图表 4：2G-5G 时代手机滤波器数量及价值量变化

	支持频段数 (个)	滤波器数量 (个) (包括分立/模组)	合计单机价值量 (元)
2G 手机	2-4	2-4	3-5
3G 手机	4-6	5-8	8-10
4G 手机 (中低端)	10-20	20-40	20-40
4G 手机 (高端)	20-30	40-60	40-60
5G 手机 (Sub-6)	30-50	60-100	80-120
5G 手机 (毫米波)	50-70	100-150	100-150

资料来源：光大证券研究所根据 Tech insight、iFixit 等拆机内容整理测算

1.2、从 SAW 到 BAW——5G 推动下的声滤波技术演进

手机射频滤波器主要采用声学滤波技术，基站更多使用介质腔体滤波。射频滤波器主要的应用场景为通信基站以及手机等终端滤波器，手机与基站滤波器在体积、制作工艺、带宽、功率以及成本方面存在明显差异；其中，基站滤波更加注重宽频段、大功率以及高稳定性，而手机滤波器对性价比、尺寸比较敏感，且单一滤波器通频带特定，相对较窄。

图表 5：射频滤波器在基站以及手机终端场景中的分类（按技术特点）

应用场景	滤波技术	适用频段	特点
基站	金属腔体	300M-30G	适用于 2G-4G，高功率、高稳定性，体积大无法集成
	陶瓷介质腔体	300M-30G	5G 小型化需求，散热好，体积小
手机	表面声波技术(SAW)	10M-3G	工序少，成本低，损耗较小，功率容量较低，通频带较宽
	体声波技术(BAW)	600M-10G	工序多，成本较高，损耗低，品质因数及功率容量较高，抗干扰性好

资料来源：光大证券研究所整理

基站滤波：2G-4G 时代主要使用大型的金属腔体滤波器，功率容量以及稳定性较高，但由于无法集成，体积过大，在 5G 小基站中更多采用陶瓷介质滤波器进行替代，部分体声波 FBAR 高功率产品也可以应用在基站领域；

手机射频模组：声波滤波技术是目前的主流手机滤波技术，主要可以分为表面声波 SAW 以及体声波 BAW 技术，将电磁波转为机械波（声波）在表面/腔体内谐振，从而过滤通频带外的干扰信号。进一步地，SAW 技术可以细分为普通类、TC-SAW（温度补偿）和 I.H.P-SAW（高性能），而 BAW 技术可以分为 SMR（固态装配反射层）和 FBAR（薄膜腔体）两种。

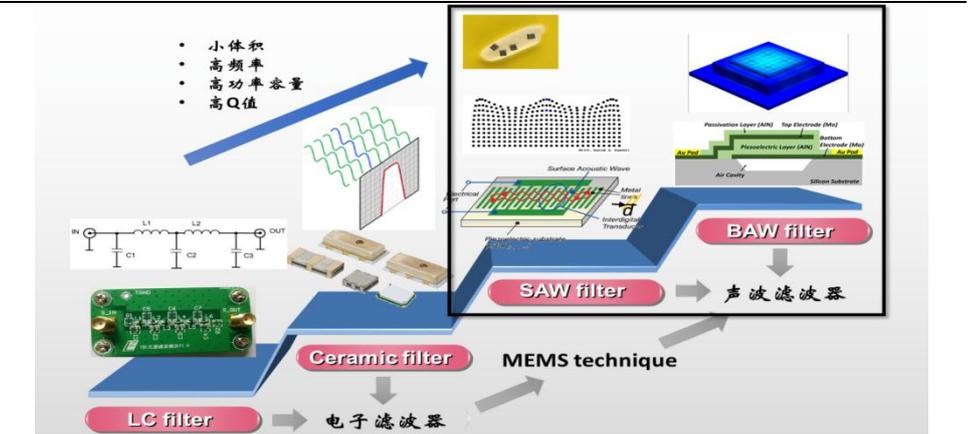
图表 6：声学滤波器的主要分类（按材料及工艺）



资料来源：Murata、Broadcom，光大证券研究所整理

1917 年,美国、德国科学家依据电容 L 和电感 C 对交变信号相位影响的特性,发明了 LC 振荡滤波器,经过 30 余年的发展,至 20 世纪 50 年代无源滤波器日趋发展成熟。随着 70 年代计算机技术的兴起,滤波器工艺也开始向集成化发展,此时低温共烧陶瓷 (LTCC) 技术由 Hughs. Co 在 1982 年开发,将电阻、电容和电感埋入三维陶瓷基板中加以高温烧结,形成互不干扰的高密度电路,并且可以在表面贴装有源器件以及 IC,成功将滤波器件集成化,小型化,从而应用在终端通讯等领域。

图表 7：滤波器件结构的发展历程

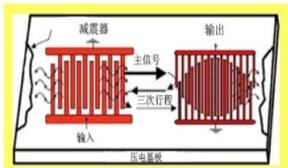
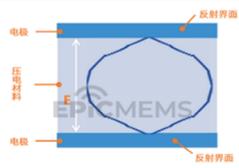


资料来源：天津诺思官网，光大证券研究所整理

随着通信频段的高频化以及终端设备的小型化，传统分立式 RLC 振荡滤波器已经较难满足日益增长的通信需求，此时利用压电效应制备的电磁-机械波转化式滤波技术开始出现。日本京瓷、村田、东电化等公司利用压电（Piezo-electric）材料内部晶体结构受到压力产生形变，内部出现净电荷从而在表面形成电压差的特点，制成 IDT（InterDigital Transducer）换能器在物体表面产生声波（也叫拉莱耶波），而特定频率外的声波会在垂直表面的方向上迅速衰减，最终完成对特定频段信号的滤波，这就是**表面声波滤波技术—SAW（Surface Acoustic Wave）**。

由于表面波波速固定，当频率越高时，SAW 换能器之间的间距越小，所以 SAW 技术往往对 GHz 以上的频段无能为力。**体声波 BAW 滤波器（Bulk Acoustic Wave）**的基本结构为两个金属电极中夹着压电薄膜，声波在压电薄膜内谐振长期留存，形成驻波。根据菲涅尔折射定律，由于固体中的声速（~5000m/s）远大于空气中的声速（340m/s），99%以上的声波能量会在固体和空气的边界处反射回来，造成全反射现象，形成驻波。**通常 BAW 滤波器在高频段的品质因数 Q、插入损耗和阻带抑制要远好于 SAW。**

图表 8：SAW 与 BAW 滤波器的技术特点及优劣对比

	SAW滤波器	BAW滤波器
原理	声波沿着固体表面传播，IDT交叉换能器将声信号转化为电信号输出	原理与SAW滤波器相似，但声波在BAW滤波器腔体内以垂直方向传播
示意图		
特性	高稳定性；较高Q值（ $Q>1000$ ）；插入损耗较低（2~4dB）	高稳定性；高Q值（ $Q>2000$ ）；插入损耗较低（0.8~1.5dB），耐高功率
适用频段	10MHZ-3GHz	1.5GHz-6GHz，最高达10GHz以上
制作原材料 & 基本流程	制作原材料在钽酸锂（LiTaO3）或铌酸锂（LiNbO3）单晶晶圆（4寸晶圆为主）采用光刻、镀膜等工艺进行图形化处理，芯片表面结构和制作工艺较简单	在硅晶圆（6寸晶圆为主）加工设计；利用PVD或CVD设备实现压电薄膜的制作是关键工艺环节，材料主要为氧化铝（AlN）和氧化锌（ZnO）
成本	较低（≈0.1-0.5美金）	高（>1美金）
优势	体积小于传统的陶瓷滤波器，设计灵活性大、技术成熟、可靠性高	适用于高频、温度变化不敏感、声波垂直传播方式易于小型化，尺寸随频率升高而缩小
劣势	热稳定性较差，工作频率超过1.5GHz，Q值下降	价格高，工艺复杂，成品率较低
主要厂商	海外：Murata、TDK、Taiyo Yuden 中国：麦捷科技、德清华莹、好达电子	海外：Broadcom、Qorvo 中国：天津诺思、中电26所、开元通信

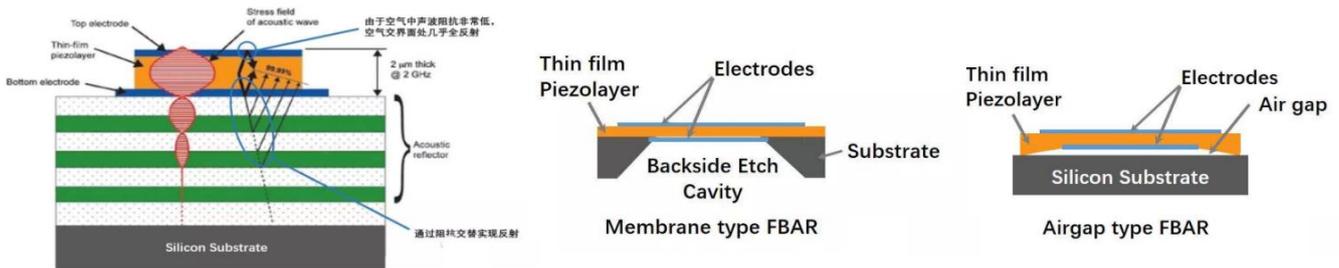
资料来源：光大证券研究所依据村田、博通等公开产品资料及发表论文整理

由于衬底和压电材料的声波阻抗近似，所以并不能直接将衬底与压电层接触，目前常用的实现全反射的 BAW 结构主要有两种：

- 固态反射层谐振 SMR（Solidly Mounted Resonator）**：根据布拉格反射定律，不同材质的声波阻抗不同，声波从高阻抗进入低阻抗时会形成部分反射，当我们将高低阻抗层交替排布，且令层厚度为声波波长的 1/4 时，多层叠加的反射层能够将绝大部分声波反射至谐振腔内，这就是固态反射层技术 SMR，SMR 技术与 IC 制造工艺流程类似，通过光刻、镀膜技术形成二维平面结构。

2. **薄膜腔体谐振 FBAR (Film Bulk Acoustic Resonator)**：空气是最好的全反射介质，所以利用 MEMS 技术使得腔体两面接触空气形成滤波器的品质因子自然更好。FBAR 技术分为膜技术和空气腔技术两种类型，膜技术需要在衬底背面进行刻蚀，而空气腔技术需要精确控制喷溅厚度，最终在衬底和压电材料间形成空气隙。FBAR 工艺需要更多的利用 MEMS 技术，金属制程喷溅工艺较为复杂，对设计经验、生产工艺要求极高，故目前只有博通等少数几家公司掌握。

图表 9：BAW 滤波技术的两种常见结构：FBAR 和 SMR

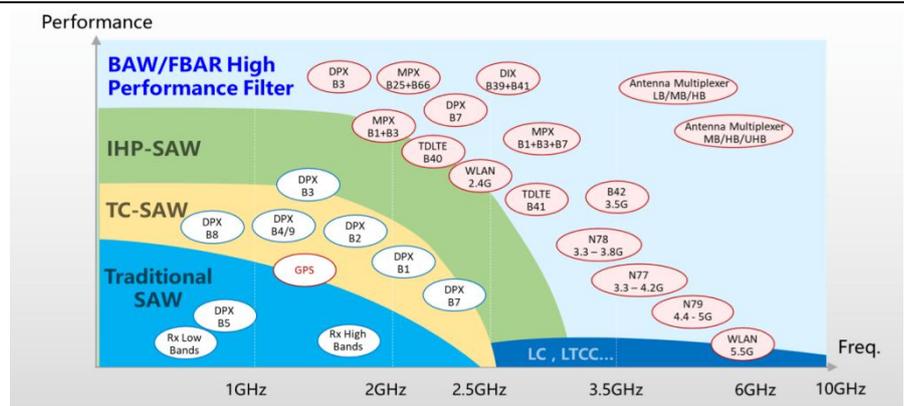


资料来源：电路说公众号，光大证券研究所整理

SAW 技术广泛应用，5G 高频段 BAW 将成为主流。 SAW 滤波器是当前消费电子产品大规模使用的滤波器元件，其成本和复杂程度较低，主要适用于低频段通讯，而 BAW 滤波器工艺复杂，成本较高，多用于高频段通讯。总体而言，Baw 滤波器的成本高于 Saw 滤波器，而温度敏感性、插入损耗特性以及频段和宽带表现方面，Baw 滤波器性能则显著优于 Saw 滤波器。

虽然 Murata 为首的日本厂商通过增加镀层的方式发明了 TC-SAW、IHP-SAW 技术，在抑制温度漂移以及功率容量、高频率表现方面有所突破，被广泛应用在 4G 产品上，但 BAW 技术在规模化降低成本，谐振原理和大功率下的优势十分明显。随着 5G 时代的来临，MEMS 及 IC 集成化工艺的进一步发展，BAW 滤波器将成为射频通信领域的主要器件。

图表 10：不同种类滤波器适用的通频频段



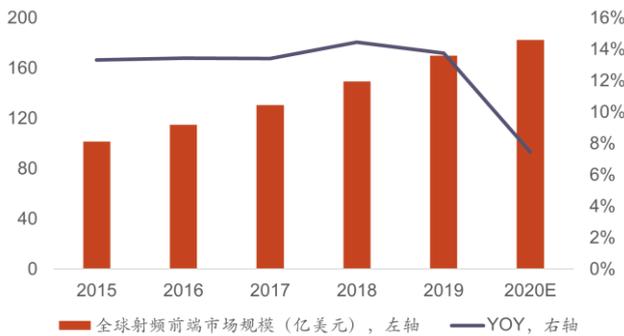
资料来源：Qorvo、天津诺思官网，光大证券研究所整理

1.3、 滤波器：射频前端核心器件，美日大厂垄断市场

1.3.1、 170 亿美元手机射频前端市场，滤波器独占一半以上

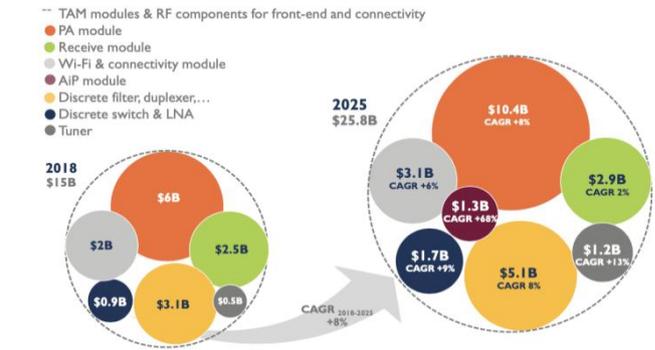
射频前端市场 2025 年规模预计达到 250 亿美元，模组化趋势明显。随着移动通信技术的发展，通信标准在向 5G 变化的过程中，信号频率不断提升，射频前端所需要接收的不同信号频段也不断增加，从而射频前端所需要的器件和模组数量也随之提升，射频器件的单机价值量快速增长。根据 QYR 数据统计，2015 年全球射频前端市场规模为 101 亿美元，而 2019 年则增长至 170 亿美元，复合增长率超过 13%。

图表 11：全球射频前端市场规模及增速（单位：亿美元，%）



资料来源：QYResearch，光大证券研究所整理

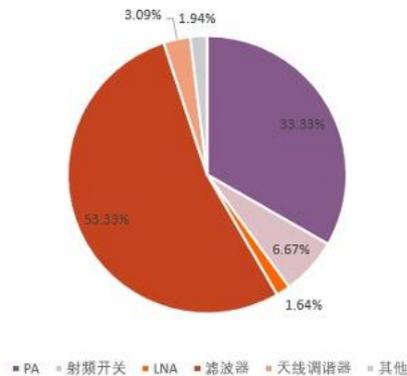
图表 12：全球射频前端市场发展结构预测（按模组分类，单位：十亿美元，%）



资料来源：Yole 2019；注：Yole 分类为 PA 模组、接收模组、WIFI 连接模组、天线模组、分立滤波器、分立开关和调谐器

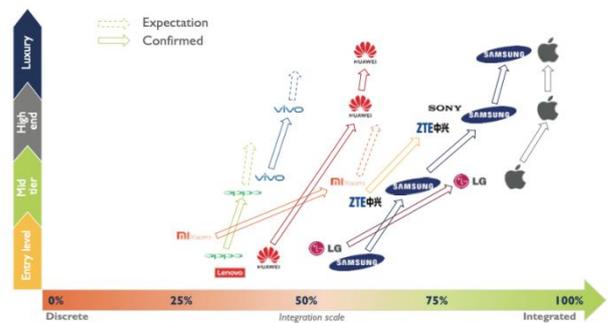
根据 Yole 统计，截止 2019 年，全球各大手机品牌商均在不同程度上实现射频模组集成化，其中以苹果模组化程度最高，基本实现了大部分射频器件的集成，而其他厂商高端机型模组化程度一般也超过了 50%。无论是采用分立器件还是将 PA、LNA、天线等形成模组，滤波器都会伴随在放大器件以及开关进行集成，故射频前端的模组化发展非但不会降低滤波器的数量，反而会由于模组化带来的滤波器设计难度提升，从而使得滤波器对应的单机价值量提升。从 2018 年射频前端器件结构占比上同样可以看到，功率放大器 PA 和滤波器是前端市场最主要的构成部分，其中滤波器占比达到 53%，而 PA 占比则为 33%。

图表 13：2018 年射频前端市场结构（按分立器件分类）



资料来源：Yole 2019，光大证券研究所整理

图表 14：主流品牌各价位机型射频前端模组化程度



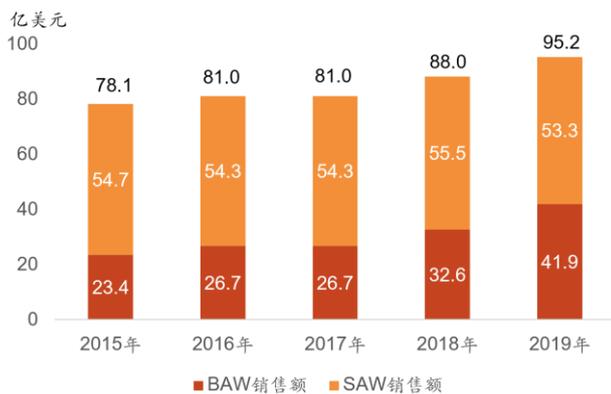
资料来源：Yole 2019

滤波器的下游应用场景众多，但在手机前端中，绝大多数使用的都是声波滤波技术，而 LTCC 陶瓷和 LC 振荡技术由于体积和通频宽度问题已经被淘汰。在 5G 换机浪潮下，射频滤波器的需求数量及单机价值量不断增加，从而使得全球滤波器市场规模不断提升。

根据 IDC 提供的数据，2019 年全球滤波器销售额为 95.2 亿美元，其中 SAW 滤波器为 53.3 亿美元，BAW 滤波器为 41.9 亿美元，BAW 滤波器销售额占全球滤波器销售额的比例从 15 年的 30% 提升至 19 年的 44%；而在中国市场中，由于国产滤波器供应缺口较大，加之过去五年智能手机市场处于 4G 末尾，产品形态变化较少，2019 年滤波器销售额为 26.1 亿美元，相比 2015 年下降了 2.4 亿美元；其中 SAW 滤波器销售额为 14.6 亿美元，BAW 滤波器为 11.5 亿美元，所占比例从 15 年的 30% 提升至 19 年的 41%。

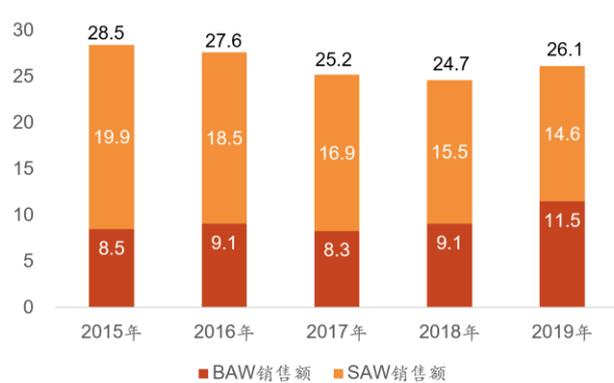
随着越来越多 5G 通信设备的出现，SAW 滤波器囿于只能支持中低频段通讯，且稳定性以及功率容量较小。我们预计在 5G 进入成熟期后（2022 年后），BAW 滤波器市场份额预计将达到整个行业的 60% 以上，且随着 MEMS 以及模拟 IC 设计工艺的发展越来越具有规模化成本优势。目前我国 SAW 滤波器自给率仅为 5%，而 BAW 滤波器更是甚少厂商能够实现量产出货，国内供给缺口大，市场空间广阔，具备尖端声波滤波设计专利以及工艺设备的滤波器厂商或将成为破局的关键。

图表 15：全球滤波器销售额（单位：亿美元）



资料来源：IDC，光大证券研究所整理

图表 16：中国滤波器销售额（单位：亿美元）



资料来源：IDC，光大证券研究所整理

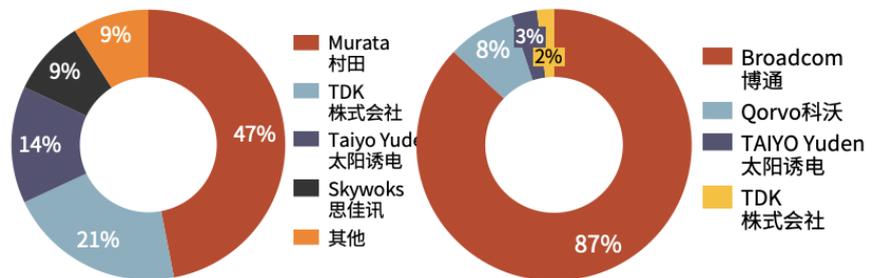
此外，体声波滤波器（BAW）作为声波滤波器的高端解决方案，不仅仅应用于手机，还广泛应用于移动终端、基站、物联网、Wi-Fi、蓝牙、导航等多个领域。

(1) 手机市场：移动终端（手机）市场是当前规模最大、竞争最激烈的市场。据 IDC 估计，全球手机市场每年射频滤波器、双工器、多工器芯片的需求超过百亿美元，占据射频前端市场总份额的一半以上。当前，中高端 BAW/TC-SAW 芯片市场份额主要被欧美日厂商所占据。

(2) 小基站市场：5G 小基站可能成为 BAW 滤波器应用的主要场景之一。据 IDC 预测，到 2025 年，与宏基站匹配的小基站/微基站数量将达到 1500 万台，其中滤波器的总需求将对约 80~100 亿元的市场规模。在 5G 通讯场景下，频率向高频扩展，对滤波器小型化的需求进一步被明确，BAW 滤波器也成为替代介质滤波器的最佳方案之一。

(3) 物联网市场：随着物联网的发展，全球采用蜂窝连接的设备形态不断增加，自动驾驶、可穿戴设备、智能家居、无人机等行业高速发展。根据 IDC 机构预测，2020 年以后，全球将有超过 300 亿台的物联网终端，它们都需要射频滤波器的对应配置。

图表 17: SAW、BAW 市场格局 (2018 年, 按销售额统计, 左图为 SAW、右图为 BAW)



资料来源: Yole, 光大证券研究所整理

1.3.2、全球竞争格局：美日大厂垄断，BAW 专利竞争激烈

手机滤波器行业属于技术密集型，对于模拟 IC 的设计经验以及相关专利工艺技术布局的要求极高。在手机射频领域，声波滤波器已经基本淘汰 LC 滤波器以及陶瓷滤波器，经历了 90 年代以来不断的市场竞争以及技术整合并购，形成了日系、美系两派厂商垄断 SAW 以及 BAW 市场的竞争格局。

密集并购催生滤波器行业新龙头，行业格局进一步集中。与滤波器厂商相关的并购和整合可以分为三类：第一是基带芯片厂商与射频芯片厂商之间的整合，形成基带和射频一体化提供方案；第二是射频芯片厂商收购滤波器厂商，形成射频芯片与滤波器的一体化解决能力；第三是巨头之间的强强联合与整合，提供射频终端的整体解决能力。

图表 18: 手机射频滤波器主要海外厂商：日系巨头垄断市场

企业分类	部分代表性企业	主要产品	企业介绍及优势
日系企业——在 SAW 滤波器领域优势显著，研发和生产能力强	Murata 村田	SAW、TC-SAW、I.H.P.-SAW	Murata 是一家使用性能优异电子原料，设计、制造先进的电子元器件及多功能高密度模块的企业，主力产品包括陶瓷电容器、陶瓷滤波器，高频零件，感应器、SAW 滤波器等，应用范围覆盖手机、家电、汽车、能源管理系统、医疗保健器材等。企业 2019 财年（2019 年 4 月至 2020 年 3 月）收入为 1.53 万亿日元，营业利润 2,532 亿日元
	TDK Epcos 株式会社	SAW、TC-SAW	TDK 是一家以磁性技术的综合电子元件制造商，其三大主要市场分别是汽车、信息通信技术及工业设备与能源。2018 年 TDK 收购欧洲 EPCOS 进入声学滤波器产业，提供 SAW 滤波器、集成射频模块和微波陶瓷滤波器等信息通讯技术的关键元件。2019 财年，TDK 的营业收入约为 1,200 亿日元
	Taiyo Yuden 太阳诱电	SAW、BAW	Taiyo Yuden 自 1950 年创立以来，从电容器起步，不断专注于电感器、FBAR/SAW 器件、电路模块、能源器件等各类电子元器件的研究、开发、生产和销售。企业具备 SAW 与 BAW 生产工艺，但主要以 SAW 为主。2019 财年，其销售额超过 2,823 亿日元
美系企业——在 BAW 滤波器领域领先，可实现大规模量产和供货	Broadcom 博通	FBAR	Broadcom 是全球领先的有线和无线通信半导体公司之一，为计算和网络设备、数字娱乐和宽带接入产品以及移动设备的制造商提供业界广泛、先进的 SoC 系统和软件解决方案。Broadcom 的客户包括苹果、三星等，其中苹果业务占其收入占比 15-20%。2019 年，Broadcom 入选“2019 福布斯全球数字经济 100 强”，排第 30 位
	Qorvo	SAW、TC-SAW、BAW	Qorvo 是由 RFMD 和 TriQuint 合并而成，是一家高级无线设备、国防雷达和通信应用提供高性能射频解决方案商。Qorvo 在美国北卡罗州、德州和佛州拥有行业领先的 GaAs、GaN、TC-SAW、SAW 和 BAW 生产工厂。2016 年 Qorvo 进一步扩大 TC-SA、SAW 产能，且 SAW 制程向 8 英寸转换。企业 2019 财年营业收入为 30.9 亿美元，净利润为 1.33 亿美元
	Skyworks 思佳讯	SAW、TC-SAW、FBAR	Skyworks 是高可靠性模拟和混合信号半导体领域的全球领先企业之一。Skyworks 通过收购 Panasonic 子公司及韩国 MEMS solution 获得 TCSAW 及 FBAR 技术，完善射频前端产品布局。苹果是 Skyworks 的第一大客户，占企业整体营收的 47%，其中 SAW 滤波器业务方面，苹果占企业营收 39%

资料来源: Wind, 各公司官网, 光大证券研究所整理

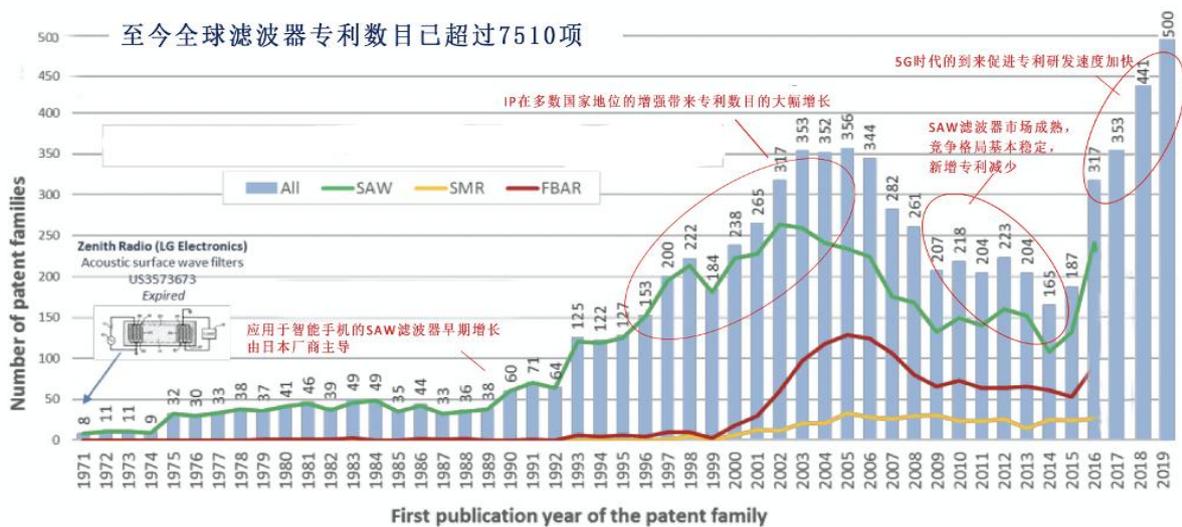
1、SAW 滤波器竞争格局。根据 Yole 的统计数据，截止 2018 年，全球 SAW 滤波器市场基本被日系厂商垄断，其中村田 Murata 占据 47% 的市场份额，TDK 东电化占比为 21%，太阳诱电为 14%，美国厂商 Skyworks、Qorvo 分别占据 9%、4% 的市场份额，合计 CR5 达到 95%。

2、BAW 滤波器竞争格局。BAW 滤波器的兴起较晚，且由于技术工艺以及专利布局路径与 SAW 差异较大，故日系厂商布局较少，目前博通（Broadcom，AVAGO）独占 87% 的市场份额，主要供货 FBAR 型产品，而 Qorvo 占据 8% 的市场份额，CR2 已经达到了 95%，另外 TDK 和太阳诱电也有少部分布局 SMR 类型产品。

SAW 专利竞争格局基本稳定，5G 时代 BAW 技术快速发展，专利竞争激烈。声波滤波器市场垄断性较强的根源在于专利布局的集中，射频滤波相关专利自 20 世纪 70 年代开始，到 2019 年全球有超过 7500 项声波滤波器的相关专利。自 1971 年 Zenith（LG 电子前身）申请第一项 SAW 专利开始，前期相关布局以日系厂商为主，主导厂商为村田、东电化和 TDK 等。至 20 世纪末，世界各国先进滤波器厂商纷纷开始布局 SAW 技术专利，相关 IP 数目大幅度增长，在 2006 年后行业布局成熟，专利格局基本稳定。其中，村田在 SAW 滤波器的各类工艺以及集成化方面专利申请量超过 1000 项，是该领域无可争议的龙头厂商。

2015 年开始，随着通信标准更新换代的加快，5G 通信模组的升级需求推动了 BAW 技术的发展，由于日系厂商相对保守的发展策略，导致美系厂商博通、科沃以及三星电子等后来居上，各厂商重新开始在 BAW 领域加速布局专利技术。其中，博通拥有超过 300 项 BAW 技术专利，属于全球体声波技术领导者，但近年来发展方向朝模组化演变，其在 BAW 结构上的专利新申请步伐逐渐放缓。由于 BAW 技术随着通信标准的演进变化日新月异，这就给了许多后来厂商在专利布局上的反超机会。

图表 19：声波滤波技术专利布局及发展历程（截止 2019 年总滤波器专利数超过 7510 项）



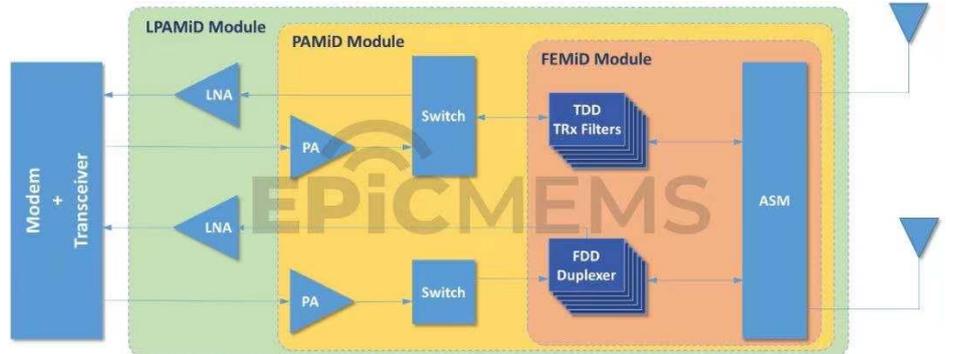
资料来源：knowmade，光大证券研究所整理

1.4、 射频前端模组（RFFEM）：对射频器件小型化以及模组集成的不断求索

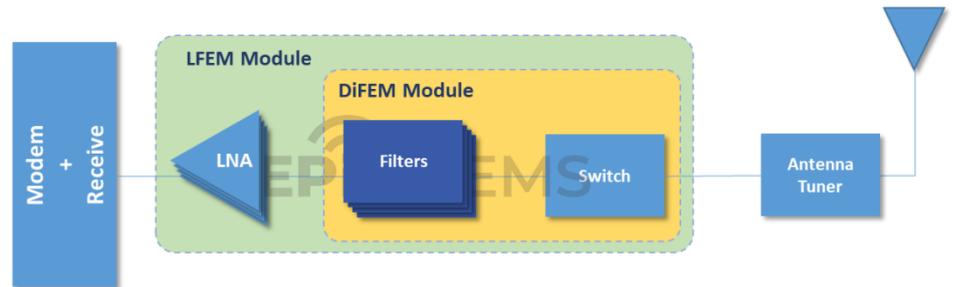
射频前端模组（RF Front-End Module）是将射频开关、低噪声放大器、滤波器、双工器、功率放大器 PA 等两种或者两种以上的分立器件集成为一个模组，从而提高集成度和性能，并使体积小型化。**分集模组**只需要考虑接收链路，相对集成射频器件较少，集成度较低，而**主集模组**需要集成发射链路 Tx 以及接收端 Rx 器件，集成度相对较高。

图表 20：射频前端模组的主集/分集信号链路

主集链路模组



分集链路模组



资料来源：开元通信官网

根据集成方式的不同，主集天线射频链路中有：FEMiD（集成射频开关、滤波器和双工器）、PAMiD（集成多模式多频带 PA 和 FEMiD）、LPAMiD（LNA、集成多模式多频带 PA 和 FEMiD）等；分集天线射频链路中有：ASM（集成天线和开关）、DiFEM（集成射频开关和滤波器）、LFEM（集成射频开关、低噪声放大器 and 滤波器）等。集成元件越多，模组实现功能以及小型化程度可达上限越高，但相应工艺设计复杂难度大幅提升。

图表 21：集成方式不同的射频前端模组分类

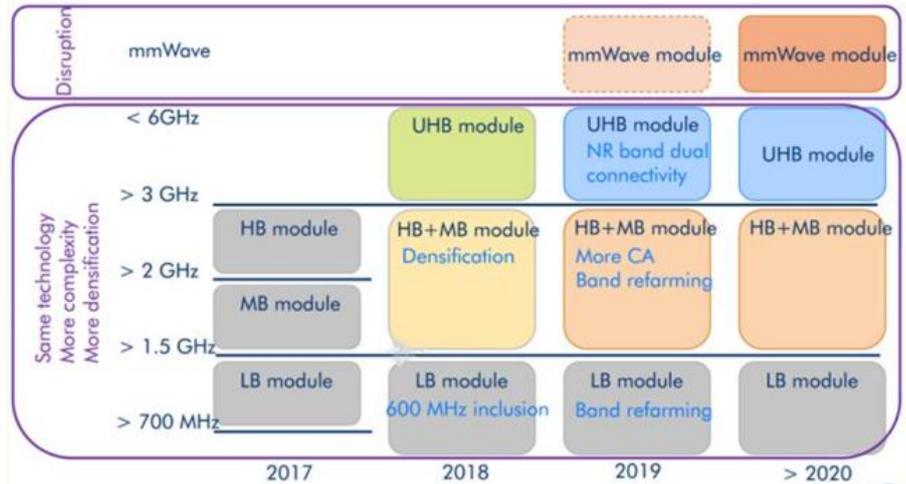
Module	英文全称	中文名称	集成度	集成器件&功能
ASM	Antenna Switch Module	天线开关模组	低	天线+开关
FEM	Front End Module	前端模组	低	开关+滤波器
DiFEM	Diversity FEM	分集前端模组	低	分集链路集成开关+滤波器
LFEM	LNA +Front End Module	低噪声前端模组	中	集成开关、低噪声放大器以及滤波器
FEMiD	Front End Module+Duplexer	双工前端模组	中	集成开关、滤波器以及双工器
PAM	Power Amplifier Module	PA 模组	中	集成 PA 以及滤波器，开关
PAMiD	Power Amplifier Module+Duplexer	多模 PA 双工模组	高	集成多模式多频带 PA 和 FEMiD
LPAMiD	LNA+PAMiD	多模 LNA+PA 双工模组	高	LNA、集成多模式多频带 PA 和 FEMiD

资料来源：紫光展锐、英飞凌、Skyworks 等，光大证券研究所整理

射频前端的集成度越来越高，模组化是必然趋势。消费终端产品体积有限，随着射频器件的增多，集成化可以更好的降低成本、提高性能，并且减少调试工序。在 4G LTE 时代，最初低（大约<1GHz），中（~1-2GHz）和 高频（~2-3GHz）频率的射频器件被封装在三个单独的模块中，之后低频段模块扩展到 600MHz，中频和 高频模块合二为一，模块中集成的器件也越来越多。随着 5G 引用更多 Sub-6 以及毫米波频段，超高频（~3-6GHz）模块将会支持现有的 LTE 频段和 5G 的 NR 频段，甚至在毫米波频段，有需要将天线和对应的分集接收模组集成在一个模块当中。

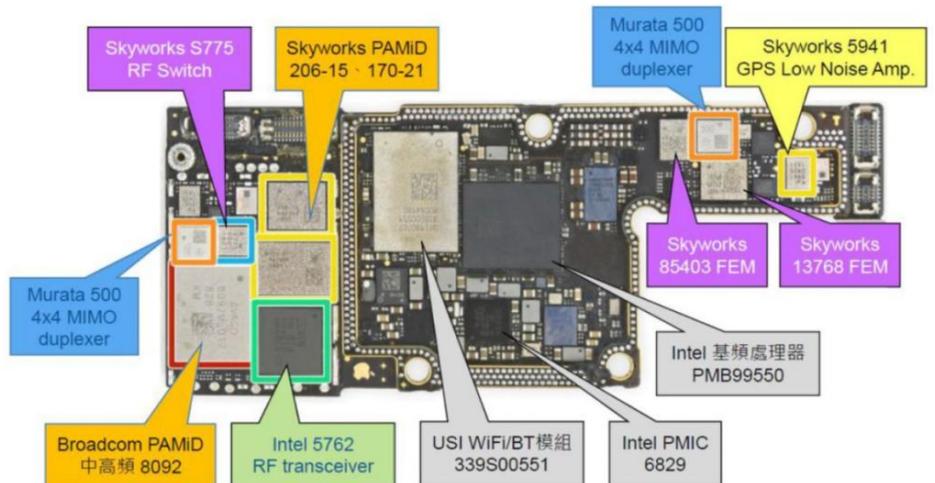
4G 时代主流的射频供应商如 Qorvo、Avago、Skyworks、Murata、TDK-Epcos 早已大量供货模组化产品，目前已经在 5G Sub-6 模组频段积累经验，之后将陆续进军 mmWave 领域。而 Fabless 厂商则直接瞄准 5G 毫米波领域，制定芯片的原型设计及架构。平台厂商如高通、MTK 等亦对于射频芯片的设计亦表现出强烈的兴趣，联合终端厂商苹果、三星、华为等不断进行研发、并购布局。

图表 22：射频不同频段的模组化整合发展



资料来源：Qorvo, Yole

图表 23：不同厂商在 4G 时代旗舰机中已经大量采用模组化方案 (iPhone XS 拆机)



资料来源：iFixit 拆机报告

1.4.1、射频前端市场：模组化规模快速增长，5G 面积约束推动国产器件迈入快车道

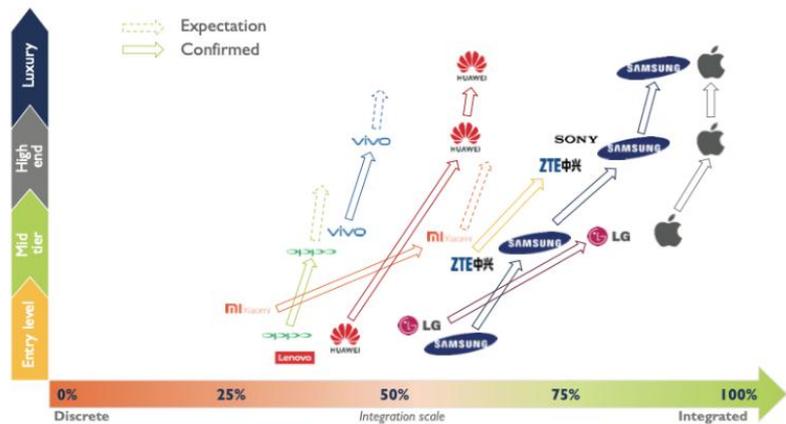
展望未来，射频模组将在射频前端领域占据最主要的份额。根据 Yole 数据统计，到 2025 年，主集链路中的 PAMiD 将占据最大的市场份额，从 18 年的 60 亿美元提升至 104 亿美元，占全部市场份额达到 41.6%；接收端的分集

模组将由 25 亿美元增长至 29 亿美元规模，而 WIFI 类和其他模组将受益于室内应用场景的增加，由 20 亿美元增长至 31 亿美元。

在分立器件中，由于部分双工器集成难度极高，高端滤波器市场仍将保持部分分立方案，市场规模从 18 年的 31 亿美元增长至 2025 年的 51 亿美元；部分分立开关及 LNA 将受益于频段数量的增加，规模由 18 年的 9 亿美元增长至 2025 年的 17 亿美元；此外随着 5G NR 高频频段数量的增加，High V tuner 未来将独立存在部分高端分立市场，规模预计将从 18 年的 5 亿美元增长至 2025 年的 12 亿美元。

分立高端器件将保持部分市场。根据 Yole 统计，截止 2019 年，全球各大手机品牌商均在不同程度上实现射频模组集成化，其中以苹果模组化程度最高，基本实现了大部分射频器件的集成，而其他厂商高端机型模组化程度一般也超过了 50%。随着未来 5G 集成化程度的进一步发展，模组化方案将会进一步提升在各个品牌、各个档次机型当中的渗透率，拥有先进生产经验的综合模组化提供商将掌握先发优势。但由于部分器件如双工器，天线调谐器中工艺一致性、性能指标的特有需求使得分立市场仍将保持一定份额，并不会完全被模组化方案所取代。

图表 24：各品牌厂商不同档次机型模组化程度逐渐提升



资料来源：Yole

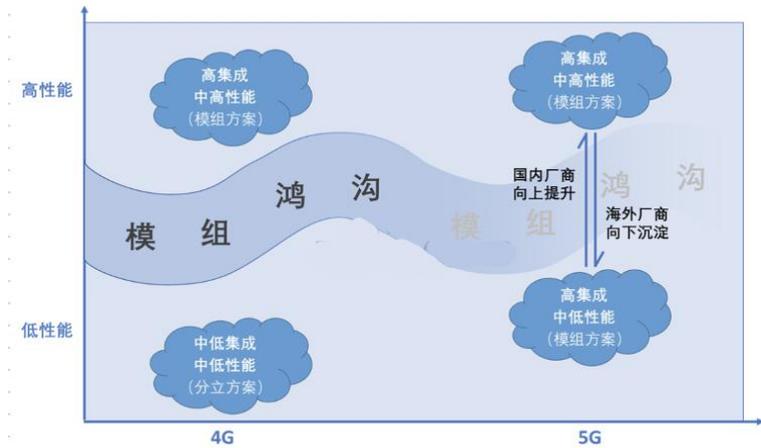
5G 高集成化客观需求改变分立器件与模组产品发展格局。射频前端模组在智能机诞生之时就已经开始出现，也普遍运用在各代品牌机当中，但囿于其高昂的成本，在中低端机型中，性价比的考虑使得各类分立器件被运用在手机当中，不同机型的成本承受能力使得分立器件和模组产品泾渭分明，集成度和性能与成本的对立在旗舰机型和中低端机型中十分尖锐，两种方案之间存在巨大的技术和市场差异。

在 5G 时代，天线数量相较 4G 时代翻倍增加至 8-12 根，而频段数量也从十余个增加至 20-50 个。射频前端元件数量与天线及频段数量强相关，这使得 5G 前端器件数量快速提升，而与此同时轻薄化的需求使得 PCB 布线面积不增反减，分立方案受到面积上的强约束；另一方面，5G 大量的元器件使得分立方案调试耗时需要翻数倍增长至 1-2 个月，同时增加大量昂贵的调试设备以及测试人员，这也对新模组和机型的推出带来了时间上的约束。

时间及空间上的硬性约束使得手机厂商不得不在入门级 5G 手机中更多的采用模组化的方案，在集成度上与高端机型形成了管脚统一，只是囿于成本考量牺牲一部分相应的参数性能，从而使得后发的国内厂商从分立方案向模组化方案自然演变，更快的完成先进模组设计经验的积累。

在“模组鸿沟”被快速追平的外部环境下，国产分立器件厂商的自身定位受到了极大挑战。分立器件的设计经验并不能够完全的决定模组化方案的设计能力，器件一致性、调试能力以及上游终端厂商、下游制造封测厂商的把控能力对模组化产品均具有较大影响。在整个市场快速模组化的巨大机遇中，分立器件厂商以及模组厂商都需要投入巨大的研发精力以及资金，以期在未来射频前端的供应链中谋取自己的立足之地。

图表 25：国产后发厂商在 5G 推动下更快逼近国际龙头的模组化设计能力



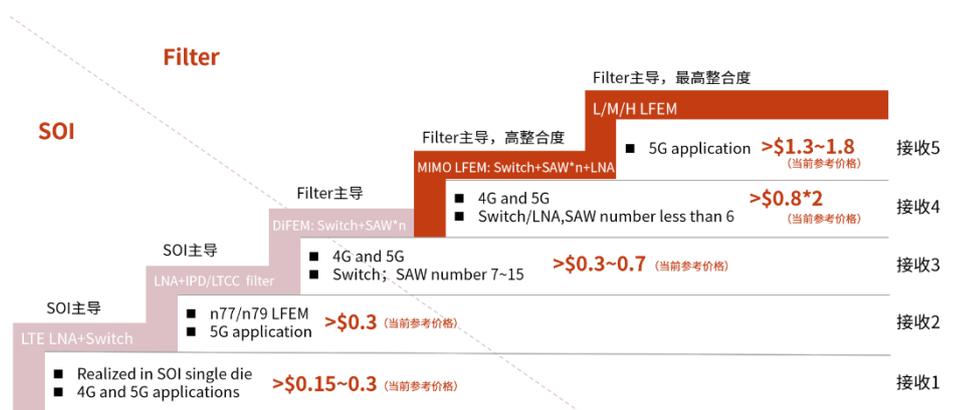
资料来源：开元通信官网

1.4.2、模组五重难关前路漫漫，滤波器技术将成为高端模组发展核心竞争力

如前文所述，在 4/5G 制式切换之际，PCB 布线空间的和射频调试时间的挑战，下沉到了入门级手机，打通了国产模组芯片的迭代升级路径。但在本土厂商追赶国际龙头的路上，重重困难存乎于发射及接收模组设计当中，给射频前端行业的国产替代之路带来阻碍：

接收端模组的五重难关

图表 26：Rx 模组化进程的五重关卡



资料来源：开元通信官网，光大证券研究所整理

接收第 1 级（开关+LNA）

使用 RF-SOI 工艺在单颗 die 上实现了射频开关和 LNA 的集成,从功能上来讲,这也属于复合功能的射频模组芯片。这类产品主要以 SOI 工艺为基础,统合 LNA 及开关等要求较低的元器件,在 4G 和 5G 终端中都有一些应用,也是后面模组发展的基础。

目前卓胜微已经将此类产品大量导入各家终端厂商,实现了批量出货,单颗产品参考价格在 **0.15-0.3 美金左右**。

接收第 2 级（轻耕频段 LFEM, 开关+LNA+IPD/LTCC 滤波器）

在使用 SOI 工艺实现 LNA 和 Switch 的功能基础上,与一颗 LC 型 (IPD 或者 LTCC 工艺) 滤波器芯片实现封装集成,组成 LFEM 产品。LC 滤波器适合 3~6GHz 大带宽、低抑制的要求,主要适用于 5G NR 部分轻耕频段,如 n77/n79 等,此类产品同样以 SOI 工艺为主,大部分为对性能没有太大要求的 5G LFEM。

目前部分国内厂商及卓胜微都基本完成了此类产品的研发布局,开始导入客户,预计年底开始卓胜微 LFEM 产品将开始放量,单颗产品参考价值在 **0.3-0.5 美金左右**。

接收端第 3 级（高性能 DiFEM, 开关+SAW 滤波器*n）

第三级往上,接收端模组开始需要集成若干 SAW 滤波器,集成度越来越高。一般此类 DiFEM 需要集成单刀多掷 (SPnT) 或者双刀多掷 (DPnT) 的 SOI 开关,以及若干支持载波聚合 (CA) 的 SAW 滤波器。

在封装工艺上,由于“接收 3”的集成程度还不极限,因此可以有多种路径。国际厂商的产品主要以 WLP 技术为主,除了在可靠度及产品厚度方面有优势,主要还是可以在更高集成度的其他产品中进行复用,而国内诸如卓胜微目前尚处于 CSP 封装的阶段,未来在进行高集中度发展时需要进行继续的技术攻关,单颗产品参考价格在 **0.5-0.7 美元**。

接收端第 4 级（重耕 MIMO LFEM, 开关+LNA+SAW 滤波器*n）

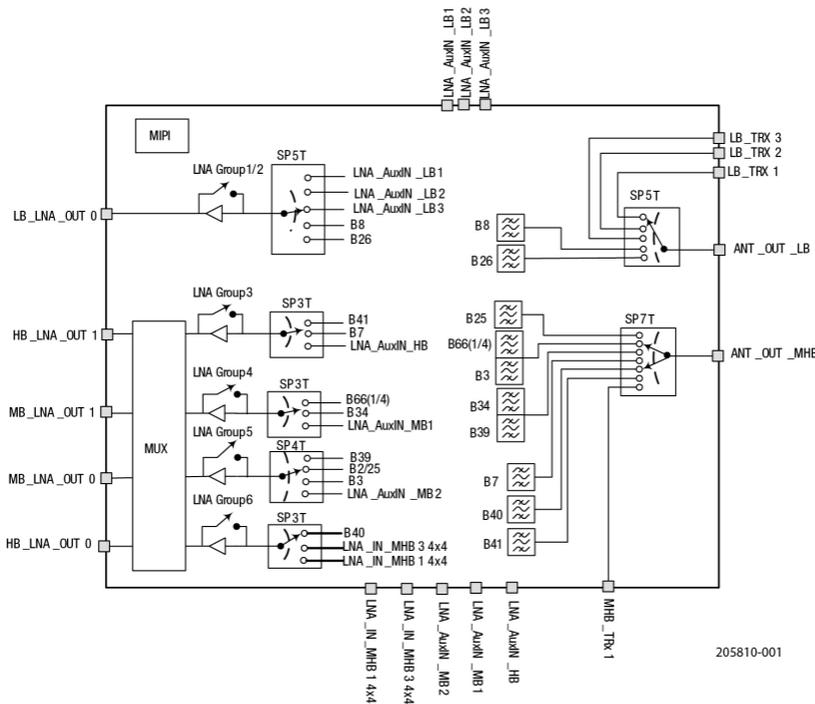
这类产品叫做 MIMO LFEM。主要是针对 M/H Band 的黄金重耕频段 (B1/3/39/40/41/7 等)。应用 MIMO 技术,增加通信速率,在一些中高端手机中属于入网强制要求。从技术角度出发,这类产品以 RF-SOI 技术实现的 LNA 加 Switch 为基础,再集成 4~6 个通路的中高频高性能的 SAW 滤波器。国际厂商在这些频段已经开始普遍使用 TC-SAW 的技术,以达到最好的整体性能。此类产品目前国内囿于滤波技术的限制,尚且无法达到,单颗产品参考价值在 **1 美元左右**。

接收端第 5 级（全频段聚合 LFEM, 开关+LNA+IHP SAW/BAW*n）

接收芯片的最高复杂度,就是 H/M/L 全频段的 LFEM。这类产品以非常小的尺寸,实现了 10~15 路以上频段的滤波 (SAW/BAW)、通路切换 (射频开关) 和信号增强 (LNA)。此类产品价值密度 (ASP/die 面积) 往往极高,在 5G 项目上能帮助客户极大地压缩 Rx 部分占用的 PCB 面积,把宝贵的面积用在发射/天线等部分,提升整体性能。

这类产品需要的综合技能最高,也必须要用 WLP 形式的先进封装方式才能满足尺寸、可靠度、良率的要求,国际厂商只能使用 BAW 或者同等性能的 IHP SAW 才能够满足设计的前置要求,也是未来分集接收模组的最终发展方向。

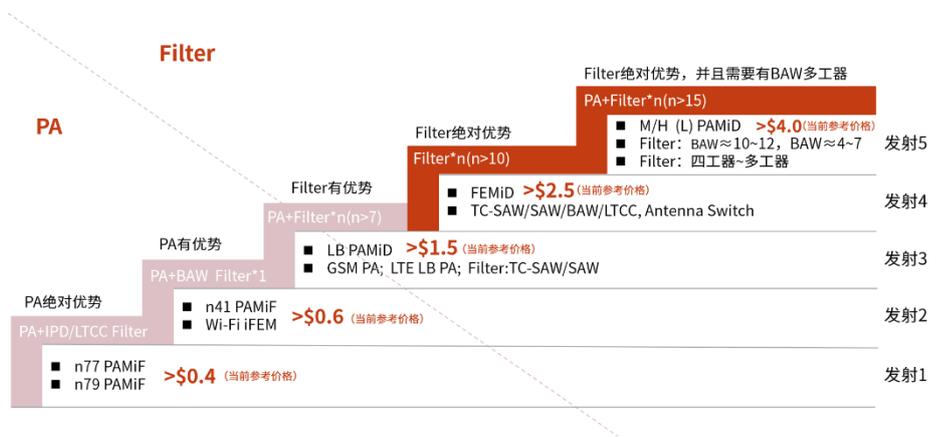
图表 27: 思佳讯 Sky53735 系列全频段 (GSM/WCDMA/LTE/5G) MIMO LFEM 分集接收模组



资料来源: Skyworks 产品说明书

发射端模组的五重难关

图表 28: Tx 模组化进程的五重关卡



资料来源: 开元通信官网, 紫光展锐官网

发射端第 1 级 (轻耕 PAM, PA+IPD/LTCC 滤波器)

轻耕 PAM 是 PA 与 LC 型滤波器的集成, 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 LPAMiF。在这些新频段中, 5G PA 设计难度与性能要求很高, 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, LC 型滤波器就能胜任。

综合来看, 这类产品属于有挑战但不复杂的产品, 其技术和成本均由 PA 设计能力所决定, 目前国内部分厂商已经可以供货, 单颗参考价值在 0.5 美金左右。

发射端第 2 级（拥挤 5G PAM，PA+BAW 滤波器）

此类模组为 PA 与 BAW 或 IHP SAW 的集成，典型产品是 n41 的 PAMiF 或者 Wi-Fi FEM 类产品，频段在 2.4GHz 附近。这类产品的频段属于商用常见频段，PA 部分的技术规格有一定挑战但并不高。

由于 2.4GHz 附近频段非常拥挤，产品内需要集成高性能的 BAW 滤波器来实现收发双工。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。综合来讲，这类产品属于有挑战但不复杂的产品，但国内缺乏高性能滤波器自供厂商，较难自主设计生产，**单颗价值在 0.6-1 美元。**

发射端第 3 级（LB PAMiD，PA+高性能滤波器*5~7 双工）

Low Band 发射模组。LB PAMiD 通常集成了 1GHz 以下的 4G/5G 频段(例如 B5、B8、B26、B20、B28 等等)，集成包括高性能功率放大器以及若干低频的双工器；在不同的方案里，还可能集成 GSM850/900 及 DCS/PCS 的 2G PA，以进一步提高集成度。

低频的双工器通常需要使用 TC-SAW 技术来实现，以达到最佳的系统指标。根据系统方案的需要，如果在 LB PAMiD 的基础上再集成低噪声放大器（LNA），这类产品就叫做 LB LPAMiD。这类产品的复杂度已经比较高：

- PA 方面，需要集成高性能的 4G/5GPA，有时候还需要集成大功率的 2G PA 核心；
- 滤波器方面，通常需要 3~5 颗使用晶圆级封装（WLP）的 TC-SAW 双工器。

总成本的角度来看（假设需要集成 2GPA），PA/LNA 部分和滤波器部分占比基本相当。LB (L)PAMiD 需要有相对均比较发达的 PA 及滤波器的技术能力，因此第三级台阶出现在了 PA 和 Filter 的交界处，**单颗价值量在 1.5 美金以上。**

发射端第 4 级（聚合 FEMiD，10 颗以上滤波器聚合形成双工模组）

FEMiD 通常包含了从低频到高频的各类滤波器/双工器/多工器，以及主通路的天线开关；这类模组中并不集成 PA，但通常需要集成 LTCC、SAW、TC-SAW、BAW（或性能相当的 I.H.PSAW）和 SOI 开关。村田公司定义了这类产品，并且过去近 8 年的时间内，占据了该市场的绝对主导权。

三星、华为等手机大厂，曾经或正在大量使用这类产品在其中高端手机中。如前文所述，有竞争力的 PAMiD 供应商主要集中在北美地区；出于供应链多样化的考虑，一些出货量非常大的手机型号，就可能考虑使用 MMB

（Multi-Mode Multi-Band）PA 加 FEMiD 的架构。MMMB PA 的合格供应商广泛分布在北美、中国、韩国，而日本村田的 FEMiD 产能非常巨大（主要表现在 LTCC 和 SAW）。这样对立的市場格局正随着模组化进程的加剧而逐渐消失，FEMiD 更多的作为模块之一集成计入最复杂的模组之中。

发射端第 5 级（全频段 PAMiD，PA+高性能滤波器*15+）

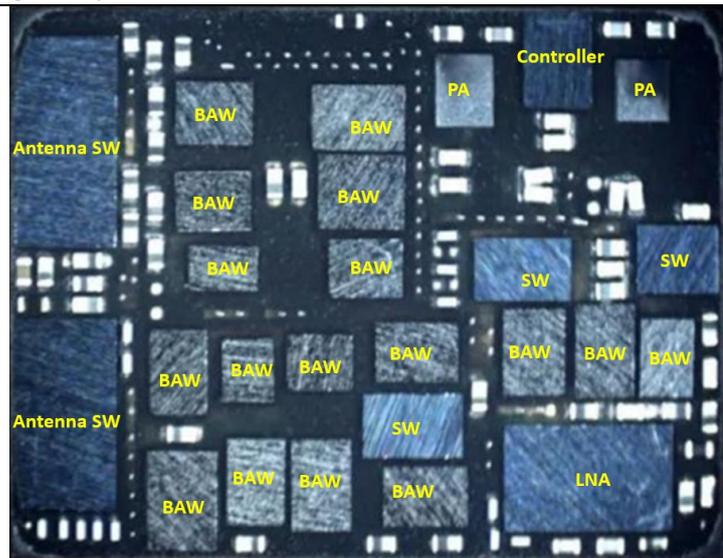
M/H (L)PAMiD 是射频前端最高市场价值也是综合难度最大的领域，也是是射频前端细分市场的巅峰，目前作为 Skyworks、Qorvo 的拳头产品应用在 iPhone 旗舰机型上。M/H 通常覆盖的频率范围是 1.5GHz~3.0GHz。这个频段范围，是移动通信的黄金频段。最早的 4 个 FDD LTE 频段 Band1/2/3/4 在这个范围内，4 个 TDD LTE 频段 B34/39/40/41 也在这个范围内，TDS-CDMA

的全部商用频段在这个范围内，最早商用的载波聚合方案（Carrier Aggregation）也出现在这个范围（由 B1+B3 四工器实现），GPS、Wi-Fi 2.4G、Bluetooth 等重要的非蜂窝网通信也都工作在这个范围。

可以想象，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件。

这类高端产品的市场，目前主要由美商 Broadcom、Qorvo、RF360 等厂商占据。通常继承了 10 颗以上的 BAW，2~3 颗的 GaAs HBT，以及 3~5 颗 SOI 和 1 颗 CMOS 控制器，具有射频产品最高的技术复杂度，更是该类集成四工器或者五/六工器这类超高价值密度值的器件，是射频前端模组化程度的巅峰。

图表 29: Qorvo M/H 重耕频段 LPAMiD 开盖图



资料来源: Qorvo 半导体公众号

2、中国 BAW 滤波器行业：技术差距明显，武汉敏声和诺思等企业积极布局

2.1、自主供给缺口大，BAW 等高端滤波器技术亟待突破

射频前端国产需求强烈。我国射频前端产业国产化率低，就半导体器件和芯片实现难度而言，射频难于模拟，模拟难于数字；尽管智能手机大部分器件已实现国产化，但长期以来，位于价值链顶端的射频器件一直被美日厂商把控；全球约 95% 的射频半导体被美日厂商垄断，我国每年有高达 90% 的射频前端需要进口，国产替代需求强烈。2014 年 6 月我国颁布了《国家集成电路产业发展推进纲要》，提出设立国家集成电路产业基金，将半导体产业新技术研发提升至国家战略高度，标志着我国半导体行业进入新的跨越式发展推进阶段。

滤波器行业国内主要企业。目前滤波器市场被日本和欧美垄断，高端国产化率几近为零，低端产品主要集中在普通 SAW 领域。国内滤波器厂商主要分为三类：

(1) 一类是中国电科集团下属的科研院所，包括中电科 26 所和中电科 55 所；(2) 第二类是进军射频滤波器领域的上市公司，如卓胜微、麦捷科技、信维通信、三安光电、天通股份等；(3) 第三类是从事滤波器设计、制造或封装的非上市公司，主要包括好达电子、诺思微系统、中科汉天下、敏声股份等。

图表 30：手机射频滤波器主要国内厂商：多为中低端 SAW 产品，BAW 高端技术或成突围之机

分类	部分代表性企业	主要产品	企业介绍及优势
中国电科集团旗下科研院所——以军工国防市场为主，民营市场为辅	 中电 26 所	SAW、TC-SAW、FBAR	是国内唯一同时具有 SAW、TC-SAW、FBAR 研发和生产的单位，从事 SAW 及 BAW 技术研发超过 40 年，积累了丰富的人力资源及研发经验，为军工产品提供有力技术支持，也是中国少数能为中兴、华为提供 SAW 滤波器产品的供应商
	 中电 55 所 / 德清华莹	SAW 及滤波器压电材料	中国较早研制生产 SAW 的钽酸锂、铌酸锂等压电晶体材料和 SAW 滤波器产品的企业之一，主要产品为 SAW 滤波器、铌酸锂/钽酸锂晶片、环形器等产品，年产各类声表谐振器、SAW 滤波器 8,000 万只，铌酸锂 3 寸、4 寸晶体年产 18 吨，加工晶片 100 万片
上市企业——资金雄厚，下游资源丰富，多业务布局	 麦捷科技	SAW、TC-SAW 及封装	麦捷科技于 2015 年开始研发滤波器，16 年募投 4.5 亿扩展 SAW 滤波器业务，并于 2017 年实现量产。2019Q3，SAW 滤波器产能达 5,000 万只。企业与中电 26 所合作，成功开发 5G 的 LTCC 和 TC-SAW 等高性能滤波器
	 信维通信	SAW 及滤波器压电材料	信维通信主要研发和生产移动通信设备终端各类型天线。2017 年，企业通过与 55 所德清华莹合作，积极拓展滤波器相关业务
	 卓胜微	SAW	专注射频领域集成电路的研发和销售，提供智能手机的射频开关、LNA 等射频前端器件，下游客户包括三星、小米、华为等终端厂商，同时企业在积极布局 SAW 滤波器和模块化射频品
未上市企业——大部分为新进入者，深耕于细分滤波器领域	 好达电子	SAW	是国内最早进行终端滤波器开发的企业之一，主要产品包括 SAW 滤波器、双工器、谐振器设计。好达电子拥有强大的专业技术团队，国内 SAW 出货量最大，客户包括小米、华勤、闻泰等
	 开元通信	SAW、BAW	以滤波器市场为切入点布局射频前端芯片市场，具备射频无源和有源芯片核心工艺与设计技术，产品应用范围涉及 4G、5G、WiFi、物联网等领域。开元通信产品种类多达 10 余种，客户包括三星、华为、小米等品牌商
	 诺思微系统	FBAR	主要从事无线通信射频前端 MEMS 芯片、模块、应用方案的设计、研发、生产和销售，其主要产品包括基于 FBAR 技术所研发与生产的滤波器、双工器和多工器。企业处于产能建设阶段，主要面向军工国防客户

资料来源：Wind，各公司官网，光大证券研究所整理

技术能力薄弱，SAW 滤波器自给率不足 5%。中国是射频滤波器的消费大国，然而国内厂商尚处于供货陶瓷介质滤波器的阶段，只有少数厂商进入 ODM 以及品牌客户供应链，小批量供货 SAW 滤波器，产能严重不足，国产自给率小于 5%。在 SAW 滤波器领域，目前卓胜微、德清华莹、好达电子、麦捷科技的 SAW 滤波器已经通过部分品牌厂商验证阶段，开始为 ODM 以及 HOVM 进行量产供货。

BAW 滤波器拥有尖端技术布局，有望成为突围关键。国内拥有 BAW 技术的厂商包括中电 26 所、开元通信、天津诺思、武汉敏声，目前中电 26 所及开元通信产品尚处于研发验证阶段，而天津诺思已经在天津、南昌等地投产 15 亿颗/年的 MEMS 工艺生产线，已经实现了批量量产。

BAW 技术的专利竞争态势激烈。目前尽管博通在出货量上占据绝对领先份额，但在专利技术布局上有 TDK、太阳诱电、三星以及天津诺思、美国 Akoustics 等新兴专利和技术布局的冲击者。

2.2、 东方银星（600753.SH）：入股武汉敏声卡位 BAW 滤波器赛道

2.2.1、 东方银星主业供应链管理服务

东方银星主要围绕战略合作方及其上下游企业，从事煤炭（含焦炭）、天然气等大宗商品的供应链管理服务业务。公司的主要经营模式，是基于已建立的供应商评审系统，筛选出符合要求的核心企业客户，为其上游供应商和下游客户提供供应链管理等服务。公司将继续以“黑色系”煤化工相关品种（焦煤、焦炭等业务品种）为主，通过与大型国有企业、行业龙头企业、优秀民营企业的合作，在拓宽主营业务同时，不断向纵深发展。

公司继续以“黑色系”煤化工相关品种（焦煤、焦炭等）为核心，不断完善评审与风控体系，在贸易销售、货物流通及金融服务等环节，提升大宗商品供应链管理的服务效率。公司深入分析各类客户的商流、物流、资金流、信息流，有效提高供应链管理业务的服务质量。2020 年，公司已逐步落地与中煤联合能源有限公司、中信金属股份有限公司等重要客户的合作事项，扩大了对战略合作方供应链管理的服务成果。除立足“黑色系”煤化工大宗商品外，公司依靠产业链优势与资源整合优势，稳健开拓了天然气等细分品种，强化了在大宗商品供应链管理领域的竞争壁垒。

2020 年，公司实现营业收入 26.7 亿元，同比增长 31.04%；实现归属于上市公司股东的净利润 2132 万元，同比增长 9.98%。但受限于日趋严峻的市场环境与内部有限的资源配置，公司 2020 年度经营性净利润（扣非后净利润）为 727 万元，同比下降 33.6%。

2.2.2、 东方银星入股武汉敏声，积极布局 BAW 滤波器赛道

东方银星在聚焦现有大宗商品供应链管理服务的主营业务基础上，为更好地推动公司战略转型，探索 MEMS（微机电系统）产业的发展机遇，拟使用自有资金 3,000 万元人民币，按照武汉敏声投前估值不超过 10 亿元人民币，认购其新增注册资本。本次增资完成后，公司预计将持有武汉敏声 2.91% 股权。

武汉敏声成立于 2019 年 1 月，是一家从事无线通讯射频前端滤波器、压电式麦克风、超声传感器芯片及其解决方案，集模块、生产和销售于一体的 IDM 公司。武汉敏声采用的 MEMS 技术，是一种微电路和微机械按功能要求在芯片上的集成技术。MEMS 是集微型传感器、执行器、机械结构、电源能源、信号处理、控制电路、高性能电子集成器件、接口、通信等于一体的微米或纳米级器件或系统，目前已广泛应用于通信、汽车、机械、航空航天等产业，具有良好的发展前景和广阔的市场空间。东方银星本次投资武汉敏声，将为公司探索 MEMS 产业的发展机遇提供良好契机。

东方银星选举孙成亮先生为东方银星联席董事长。为推动公司战略转型，发挥和整合各方优势和资源，落实探索 MEMS（微机电系统）产业发展机遇的相关工作，公司选举孙成亮先生为东方银星第七届董事会联席董事长。

孙成亮先生简历：男，1975 年 4 月，武汉大学学士、博士，湖北省百人计划专家，国家重点研发计划首席科学家。2004 年-2017 年先后在香港理工大学、匹兹堡大学、威斯康辛大学麦迪逊分校以及新加坡微电子研究院从事研发工作。共主持基于氮化铝薄膜 MEMS 研发项目 14 项，发表 SCI 论文近 50 余篇（累积影响因子 > 200）。2014 年获新加坡工程院杰出工程成就奖，2016 年获新加坡科技研

究局“培育人才奖”，2017年获新加坡科技研究局“航空航天计划成就奖”，2019年获“湖北省五一劳动奖章”。2017年8月至今任武汉大学A类学科带头人、教授、博士生导师，2019年1月至今任武汉敏声新技术有限公司执行董事，2021年5月起任公司联席董事长。

中国科学院院士徐红星先生担任武汉敏声首席科学家。中国科学院院士、物理学家徐红星先生是武汉大学微电子学院院长、教授、博士生导师。作为武汉敏声的首席科学家，持有公司股份约3%，主要研究领域等离激元光子学、分子光谱和纳米光学的研究。

图表 31：武汉敏声主要财务数据（单位：元）

主要财务指标	2020年12月31日	2019年12月31日
资产总额	49,813,295.20	45,000.00
负债总额	600,156.68	0.00
净资产	49,213,138.52	45,000.00
主要财务指标	2020年度	2019年度
营业收入	0.00	43,689.32
利润总额	-829,611.48	45,000.00
净利润	-829,611.48	45,000.00

资料来源：公司公告，光大证券研究所

图表 32：武汉敏声增资前的股权结构

股东名称	增资前	
	认缴金额 (万元)	比例
孙成亮	228.572	16.00%
冯文竹	42.857	3.00%
国世上	42.857	3.00%
徐红星	42.857	3.00%
宁波敏研	214.286	15.00%
宁波敏浦	142.857	10.00%
宁波敏率	142.857	10.00%
宁波华彰	142.857	10.00%
宁波阅芯	428.572	30.00%
合计	1,428.572	100.00%

资料来源：公司公告，光大证券研究所

东方银星拟与武汉敏声共同出资设立子公司，用于投入 MEMS 工艺线的产能建设。为支持武汉敏声的快速成长，更好地推动战略转型，实现可持续发展经营目标，公司充分发挥合作各方资源与优势，抓住和积极落实 MEMS（微机电系统）产业发展机遇的相关工作，公司拟与武汉敏声共同出资设立怡格敏思科技有限公司。怡格敏思科技拟定注册资本 5,000 万元，其中，公司拟现金认缴 3,500 万元（持股 70%），武汉敏声现金认缴 1,500 万元（持股 30%）。标的公司设立后，将专项用于投入 MEMS 工艺线的产能建设，满足武汉敏声 MEMS 新技术、新产品的研发及生产需要，加速其解决高端滤波器国产自给率严重不足的问题。

东方银星拟发起成立半导体产业基金。东方银星拟出资 1,000 万元人民币，投资设立上海星泰股权投资管理有限公司，持有其 100% 股权。公司拟以上海星泰

公司为基金管理人，单独或联合其他机构，发起成立一支半导体产业基金，用于投资 8 英寸 MEMS 射频滤波器生产线项目。

2.3、 经纬辉开 (300120.SZ)：参股 BAW 企业诺思，但目前经纬辉开与诺思处于诉讼状态

诺思是 FBAR 射频滤波芯片生产企业，技术水平领先。诺思(天津)微系统有限责任公司成立于 2011 年，是中国首家 FBAR 生产企业，主要从事无线设备射频前端 MEMS 工艺滤波芯片的模块及应用方案的设计、研发、制造和销售。诺思拥有完全自主的知识产权体系，掌握以核心 FBAR 产权及 MEMS 微加工工艺为基础的射频滤波器全流程工艺，核心产品技术具备国际领先水平。2017 年底，经国家科技部、财政部、税务总局和天津市政府审核认定，天津诺思被评为全国高新技术企业。2019 年，诺思入围“天津市滨海新区 2019 年第一批战略性新兴产业领军企业”。

积极布局 FBAR 核心技术。诺思依托天津大学微电子实验室成立，其研发团队专注于射频 MEMS 领域研究近 20 年，是全球最早从事 FBAR 研究与产业化的团队之一。诺思在国际顶级期刊和会议发表论文共 300 余篇，并承接国家重大科技计划，“863 计划”专项科研课题。近年来引进多名海外工作经历资深行业专家、国家 985 重点院校博士、硕士团队，企业研发人员数量占整体员工的 30%。公司目前拥有博士生导师 4 名，博士 20 名(公司 8 名，研究院 12 名)，硕士 15 名。

截止 2019 年，诺思在滤波器设计、工艺比例、结构、材料、封装方法等技术领域累计申请发明专利共计 381 项，其中国内专利 267 项，PCT 专利 114 项，核心专利数量在体声波(BAW)滤波领域远高于国内行业同类企业水平，位居世界前列。

基于自有 FBAR 核心技术研发。作为国内首具有先进 FBAR 技术的滤波器厂商，天津诺思拥有广泛的 RF 滤波器及模组产品组合(产品种类 500 余款，频率覆盖范围 600MHz~10GHz，带宽范围 0.01%~12%)，现已在滤波器、双工器、多工器领域具备完整布局，已发布产品在 5G、WiFi6 以及小型化封装等领域各项指标全球名列前茅：

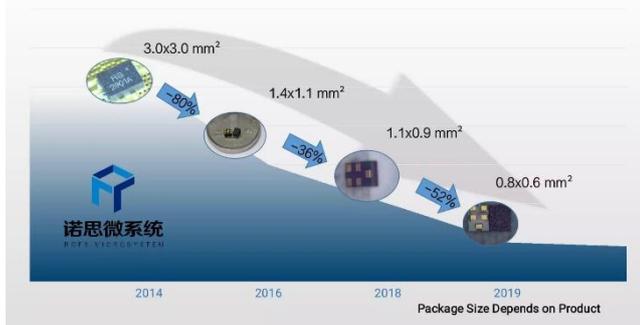
1. 5G 类产品：随着国内 5G 的快速展开，诺思致力于 5G 滤波器的研发和产品化推广工作。2018 年 12 月初，工信部公布三大运营商获得 5G 试验频率范围后，诺思立即推出具备低带内插损、高带外抑制、高功率容量特点的 2.6G 194MHz 带宽滤波器—RSFP2602D 和 3.5G 200MHz 带宽滤波器—RSFP3500D，有助于解决 5G 小尺寸、高性能和高功率的业界痛点问题。

2. WiFi 6 产品：2020 年 3 月，诺思发布国内首款支持 WiFi 6 (5.2/5.6 GHz) 的高性能 BAW 滤波器产品组合，产品尺寸覆盖 2.0*1.6mm 至 0.9*0.7mm，将 BAW 技术应用拓宽至更高频(Sub-6GHz)、更大带宽(400MHz)、更小尺寸的消费电子领域。

3. 晶圆级先进封装：2020 年 1 月，诺思推出超小型声波滤波器产品系列 USH BAW，重新定义了更小尺寸的器件标准，解决了客户小型化系统的设计需求，标志着诺思在全球射频滤波芯片领域实现了从“并跑”到“领跑”的跨越。USH BAW 产品系列封装外形尺寸仅为 0.8mm*0.6mm，比前代产品面积(1.1mm*0.9mm)缩小了 52%，尺寸相较目前国际主流厂商的新发布产品规格 0.9mm*0.7mm 具有明显优势。

诺思分别在天津、江西南昌、四川绵阳三地设有 FBAR 滤波芯片制造基地。其中天津厂房研发中心位于天津经济技术开发区，总占地面积 2.7 万平方米，2017 年第三季度正式通线；南昌高新区制造基地总投资 20 亿元，完全投产后产能将达到 1 亿颗/月；绵阳基地项目一期土建工程已进入收尾阶段，一期规划产能约 10 亿颗/年。

图表 33：诺思先进封装尺寸发展历程



资料来源：诺思微系统公众号

图表 34：诺思绵阳一期工程厂房搭建基本完成



资料来源：诺思微系统公众号

2.3.1、国内首家 FBAR 量产厂商，专利布局+研发生产能力构筑核心竞争力

诺思在天津、南昌、绵阳三地的 FBAR 滤波芯片制造基地项目成为当地政府重点扶持对象，得到政府在资金、政策、场地、人才等方面的大力支持，助力诺思市场的开拓工作。天津诺思拥有三大工厂生产线和极强的技术研发能力，BAW 产品长期量产供货，向全球超 100 家企业客户提供射频滤波器及相关器件，广泛应用于手机、穿戴设备、智能家居、5G 通信基础设施建设等领域。

2018 年，四川绵阳市政府与诺思签署战略合作协议，总投资 128 亿元、规划年产量 110 亿颗的 8 英寸 FBAR 滤波芯片制造基地项目正式落户绵阳。在团队组建上，诺思绵阳基地与西南科技大学、成都信息工程大学等四川省高校签署合作协议，以此解决人才本土化的问题；2019 年 4 月，诺思入选天津市政府“千企万人”计划，以加快推进公司转型升级；2020 年 2 月，诺思射频滤波芯片项目被列入江西省第一批省重点建设项目。江西省政府将发起设立不低于 50 亿元的 MEMS 产业投资基金，用以支持诺思等先进射频企业在南昌市建设芯片及 MEMS 工艺生产基地和研发中心。

1、天津厂房研发中心位于天津经济技术开发区，总占地面积 2.7 万平方米。2017 年第三季度正式通线，2018 年，诺思天津工厂已开始出货，自 2019 年起，诺思在天津的第二条工艺生产线上迎来了 BAW 射频滤波器产品的放量。Band40, Band41F, Band41N, Wi-Fi, Band3, Band7 等多款产品进入量产阶段并向客户持续供货，Band1/2/4/5/8/25 等频段双工器也已逐步面向市场推广。

2、南昌高新区制造基地总投资 20 亿元，完全投产后产能将达到 12 亿颗/年。此外公司南昌工厂预留现有产能同等规模大小的厂区进行未来的产能扩充。

3、绵阳基地项目一期土建工程已进入收尾阶段，完全达产后将实现年产 10 亿颗 FBAR 滤波芯片的交付能力。

诺思是国内少数具备大规模稳定交付能力、生产良率稳定、产品种类比较齐全、产品性能高的国产高端体声波滤波器供应商。诺思从谐振器性能、滤波器设计、封装工艺三方面来综合提升滤波器性能的技术路线。经过十年研发积累，形成了以高性能干涉耦合结构体声波谐振器（Interference coupled bulk acoustic resonator, ICBAR）技术为核心，以高密度立体滤波器封装工艺，七维自由度滤波器设计方法，多物理场耦合高功率设计为基础的四项关键技术储备及相关完整知识产权布局（已累计申请相关中国发明专利 267 件，国际专利 114 件）。研发团队在上述理论框架下继续创新，采用新材料、新结构、新工艺、新设计理念与方法，创造了 ICBAR 技术路线。ICBAR 技术经过了若干次迭代设计，从材料、层叠、形状、布局等方面进行了理论改进及实验验证，形成了多种不同提升效果的结构特征，从而不断实现以更低的成本产出更高性能、更宽频率范围的滤波器、双工器、多工器。

图表 35：诺思 2019 年和 2020 年上半年利润表（单位：万元）

项目	2020年1-6月	2019年度
一、营业收入	935.80	3,966.84
减：营业成本	1,762.02	5,416.78
税金及附加	60.78	93.39
销售费用	192.99	630.32
管理费用	2,253.87	5,233.90
研发费用	1,465.99	3,308.98
财务费用	75.18	406.36
加：投资收益	0.45	
其他收益	300.13	726.03
二、营业利润（亏损以“-”号填列）	-4,574.45	-10,396.87
加：营业外收入	75.54	3,788.77
减：营业外支出	4.35	14.27
三、利润总额（亏损总额以“-”号填列）	-4,503.25	-6,622.37
四、净利润（净亏损以“-”号填列）	-4,503.25	-6,622.37

资料来源：公司公告，光大证券研究所

诺思公司 2019 年和 2020 年上半年营业收入分别为 3,966.84 万元和 935.8 万元，净利润分别为-6,622.37 万元和-4,503.25 万元。

诺思客户主要包括手机、其他消费电子、技术服务以及研究结构定制等客户类型。2019 年上述行业收入占比分别为 10.43%、12.75%、50.66%以及 25.10%。近期诺思有对市场销售团队进行加强，短期内有望在 ODM 公司上取得突破，中期有望进入国内大型品牌客户。

2.3.2、经纬辉开和董事长已投资诺思 22%股权，但目前与诺思处于诉讼状态

经纬辉开（300120.SZ）目前主要是双主业运营（电力+电子信息），主要包括液晶显示器件及触控模组等、电磁线、电抗器等产品的研发、生产和销售。公司主要产品包括液晶显示屏、液晶显示模组、电容式触摸屏、触控显示模组、保护屏、盖板玻璃、换位铝导线、换位铜导线、铜组合线、漆包线、薄膜绕包线、干式空心电抗器、并联电抗器、串联电抗器、滤波电抗器等。

经纬辉开 2019 年和 2020 年收入分别为 23.3 和 31.2 亿元，归母净利润分别为 1.37 和 0.8 亿元；2021Q1 收入和净利润分别为 7.2 亿元和 0.13 亿元。

根据经纬辉开 5 月 13 日公告，截至 2021 年 5 月 13 日，经纬辉开持有诺思 11.8153%股权，同时公司董事长陈建波控制企业天津经济技术开发区诺信实企业管理咨询合伙企业（有限合伙）持有诺思 10.1904%股权，两者合计 22.0057%。

图 表 36：经纬辉开 2020 年分项业务情况（单位：%、元）

	2020年		2019年		同比增减
	金额	占营业收入比重	金额	占营业收入比重	
营业收入合计	3,115,096,153.28	100%	2,332,307,829.73	100%	33.56%
分行业					
电磁线	556,966,919.72	17.88%	532,018,394.50	22.81%	4.69%
电抗器	68,808,035.68	2.21%	48,468,404.51	2.08%	41.96%
触控显示	2,474,856,626.33	79.45%	1,746,399,344.87	74.88%	41.71%
其他	14,464,571.55	0.46%	5,421,685.85	0.23%	166.79%
分产品					
铜产品	402,039,145.43	12.91%	416,944,990.31	17.88%	-3.58%
铝产品	154,927,774.29	4.97%	115,073,404.19	4.93%	34.63%
电抗器	68,808,035.68	2.21%	48,468,404.51	2.08%	41.96%
液晶显示模组	657,224,298.38	21.10%	720,348,137.48	30.89%	-8.76%
触控显示模组	548,091,470.75	17.59%	572,925,308.22	24.56%	-4.33%
保护屏	375,521,023.10	12.05%	304,313,106.51	13.05%	23.40%
电视机组件贸易	894,019,834.10	28.70%	148,812,792.66	6.38%	500.77%
其他	14,464,571.55	0.46%	5,421,685.85	0.23%	166.79%

资料来源：公司公告，光大证券研究所

根据经纬辉开 2021 年 5 月 25 日公告，原告（诺思）与南昌高新技术产业开发区管理委员会（以下简称“南昌高新管委会”）、被告南昌高新置业签署了相关项目合作协议，约定南昌高新管委会、南昌高新置业按照原告要求建设厂房、辅助用房、办公楼等，由原告负责 6 吋 FBAR 芯片生产设备的安装调试；同时，自 2019 年 12 月起，该项目的全部厂房、设施设备等财产由南昌诺思使用，期限 5 年。上述协议签署后，原告向该项目投入了知识产权、涉密技术等无形资产，完成了两条 6 吋 FBAR 芯片专用生产线全部设备工艺的调试和通线工作。

自 2021 年 1 月，在原告（诺思）与南昌高新置业、南昌高新管委会之间的项目合作仍在合法有效期限内的情况下，被告（经纬辉开）安排南昌半导体、南昌紫薇进入芯片生产线并查看相关设备，向南昌诺思告知其与南昌高新置业、南昌高新管委会达成接管、运营产线的一致意见；南昌高新置业向原告提出解除双方之间的项目合作，意图将原告拥有的两条生产线出售给经纬辉开。

2021 年 4 月，经纬辉开发布了《向特定对象发行股票募集资金使用可行性分析报告》，募集资金用于“射频模组芯片研发及产业化项目”及补充流动资金，该项目由南昌半导体为主体组织实施，项目所涉及的基本情况及技术细节指向本案所涉及的南昌项目 FBAR 芯片生产线。

诺思认为：上述被告的行为侵犯了原告的合法权益，对原告在该项目中享有的产权使用权、知识产权、技术秘密等造成威胁，根据《中华人民共和国民法典》第一千一百六十七条的规定，原告向法院提起诉讼。

2.3.3、诺思和安华高目前处于专利诉讼状态

根据经纬辉开的相关公告信息：安华高科技通用 IP（新加坡）公司于 2018 年向天津市第一中级法院就专利号 ZL201010267632.6 专利的专利权权属情况提出诉讼，起诉诺思公司及公司原股东，请求判定该专利归其所有。目前该案双方经历多次法院证据交换，于 2019 年 12 月 4、5 日开庭，目前等待判决中。

诺思目前拥有和在申请的 331 项专利中，核心专利数量在体声波（BAW）滤波领域领先。该项诉讼专利只是其中之一，且应用较少。2009 年诺思核心技术人员回国后带领研发团队在继续创新，采用新材料、新结构、新工艺、新设计理念与方法，创造了独特的 ICBAR 技术路线”、“采用 ICBAR 技术设计形成的谐振器结构和安华高公司（现博通公司）采用的传统 FBAR 结构对比，使得 ICBAR 在整体层叠结构、形状大小、材料组成等方面均与传统 FBAR 产生了较大区别，围绕这些区别点，诺思对 ICBAR 技术进行了长期而全面的专利布局。

诺思专利纠纷对其生产经营可能存在一定的影响。根据经纬辉开公告，诺思公司名下的中国专利，应当适用中国专利法评价，不存在适用美国专利法进行评价的空间，此外诺思目前拥有的 269 项中国专利都是于中国申请并公开的，且最早申请的专利的时间也是诺思核心技术人员离职安华高 1 年后才申请的。我们认为这 269 项专利是否被认定为与美国公司存在权属纠纷的情况将等待最后判决。

3、 投资建议：关注 SAW 滤波器国产替代、BAW 滤波器技术突破

目前我国在手机声波滤波器行业积累技术及工艺距离国际先进水平尚存在较大差距，随着国产替代趋势的进一步加强，国内品牌终端厂商射频器件的替换意愿也在逐步增强。滤波器作为射频模组及分立器件的核心部分，未来市场发展空间广阔。

滤波器按照声波传递类型，可以分为 SAW（表面波）和 BAW（体谐振腔）两类细分市场，其中 SAW 工艺更加类似传统继承电路，而 BAW 工艺则需要 MEMS 声学结构以及压电材料的长期积累，技术难度较高，单价更高。

1、在 BAW 方面，由于 Avago 在技术及专利布局上相对十分完善，国内外厂商较难取得突破性进展，更多技术处在从实验室向量产工艺转化的早期阶段。但由于 BAW 滤波器在性能、应用频段、带宽上较 SAW 滤波器具有明显优势，技术难点突破后将取得更大的竞争优势，甚至直接威胁博通 Avago 的垄断地位，建议关注东方银星（600753.SH）（武汉敏声）等公司相关技术及量产进展。

2、在 SAW 方面，国内以中电 26 所、55 所等院校团队为核心，经过长期发展，目前低端滤波器中基本完成国产替代，但诸如 TC-SAW、IHP-SAW 等高端产品尚未突破，技术差距较为明显。重点关注卓胜微（300782.SZ）、好达电子等企业；并建议关注三安光电（600703.SH）、信维通信（300136.SZ）（参股德清华莹）、麦捷科技（300319.SZ）、开元通信等。

图表 37：射频滤波器行业关注公司盈利预测与估值

证券代码	证券简称	总市值 (亿元)	净利润 (亿元)				PE (倍)			
			20A	21E	22E	23E	20A	21E	22E	23E
300782.SZ	卓胜微	1,371.94	10.73	22.11	31.68	41.06	128	62	43	33
600753.SH	东方银星	65.37	0.21	0.27	0.34	0.37	311	242	192	177
300136.SZ	信维通信	269.85	9.40	13.16	16.91	21.43	29	21	16	13
300319.SZ	麦捷科技	56.93	0.55	2.56	3.61	5.38	103	22	16	11
600703.SH	三安光电	1,227.34	10.84	21.19	30.28	39.15	113	58	41	31

资料来源：Wind 一致预期，光大证券研究所整理，最后交易日期为 2021-05-28；(1) 东方银星、卓胜微净利润为光大证券研究所预测；(2) 麦捷科技、信维通信、三安光电为 Wind 市场一致预期。

4、 重点关注公司

4.1、 卓胜微：自建 IDM 布局 SAW 滤波器，射频前端模组国产替代进行时

模组&分立器件量价齐升，21Q1 大超预期。受益 5G 带来的天线、频段数量增长，分立器件下游需求持续增长，价格节节攀升。卓胜微在分立器件上的设计、生产能力以及优异的成本控制工艺将成为公司发展的压舱石。展望 2021 年全年，公司产品出货量将大幅增长，封测芯片月均出货量相较 2020 年有望翻倍，而 LFEM、DIFEM 等模组相较分立器件的高单价有望进一步驱动模组业务高速增长。

1、分立器件：安卓客户全线渗透，天线开关累计出货 28 亿颗。2020 年，受益于安卓客户全线国产替代需求，公司分立器件业务合计达到 24.62 亿元，同比增长 88.19%；其中天线开关 tuner 在 2020 年出货近 20 亿颗，贡献收入 12.09 亿元，占总营收的 43%。

(1) 手机分立器件：由于 MIMO 标准的要求，2021 年 5G 手机参考设计中 tuner 单机使用量快速上涨，海外市场需求有望进一步推动公司分立器件业务快速发展；

(2) 基站射频器件：基站射频器件与手机器件不同，对性能、可靠性、稳定性要求更高，单机价值量更高。公司目前高功率开关机 LNA 产品已在客户端开始小批量试产，后续将实现基站射频 PA、滤波器等器件的全方位产品供货。

2、接收端模组：手机接收模组领域，公司作为国内领军者，2020 年在品牌端实现批量出货，渗透率快速提升；同时公司 WIFI 连接模组也已经在通信客户处实现量产出货。2020 年射频模组实现收入 2.78 亿元，毛利率 67.24%；其中接收端模组实现收入 2.69 亿元，毛利率 67.44%，盈利能力大幅优于分立器件业务。

(1) LFEM 方面，公司拥有丰富开关+LNA 结合设计经验，与品牌客户合作密切，采用差异化 IPD 滤波器方案，同步推出 LFEM 新品，抢占射频模组国产化先机。公司 5G LFEM 产品整体性能指标能够比肩一线大厂水平，未来有望占据安卓端较多市场份额，成为 5G 接收端模组的主要供货商。

(2) DiFEM 及 LNA Bank 方面，公司已经完成了与大部分品牌客户射频参数设计上的磨合，SAW 滤波器封装技术进展顺利，未来自建滤波器 IDM 也将支撑 DIFEM 快速放量，配套 LNA Bank 性能稳定，21H2 有望实现出货量提升。

(3) WIFI FEM：公司拓展射频技术边界，整合 WIFI PA、开关及 LNA 技术，推出 WIFI 连接模组产品。2020 年上半年，公司 WIFI 5 FEM 已经开始在通信客户中实现量产出货，21 年 WIFI 6 模组已经送样通过，下游品牌客户即将加速放量，有望继续推动公司在射频模组领域的全面发展。

盈利预测、估值与评级：

公司接收端模组产品量产进展顺利，下游终端品牌客户渗透率持续提升，模组产品的高售价高毛利率将持续优化公司产品结构，同时将打开在射频接收端部分的广阔成长空间。展望未来，公司通过自建 IDM 有望逐步突破滤波器、PA、模组三座大山，相较全球射频前端约 2%市占率，卓胜微仍有巨大成长空间。

21Q1 开始，公司接收端模组逐步发力，分立器件业务稳健成长。我们维持公司 21-22 年净利润预测为 22.11、31.68 和 41.06 亿元。5G 模组和国产替代将驱动卓胜微步入高速成长通道，维持半导体行业核心推荐，继续给予“买入”评级。

风险提示：关键技术进展不及预期；下游国产替代需求不及预期。

图表 38：卓胜微盈利预测与估值

指标	2019	2020	2021E	2022E	2023E
营业收入 (百万元)	1,512	2,792	5,453	7,976	10,379
营业收入增长率	169.98%	84.62%	95.31%	46.25%	30.14%
净利润 (百万元)	497	1,073	2,211	3,168	4,106
净利润增长率	206.27%	115.78%	106.06%	43.32%	29.59%
EPS (元)	4.97	5.96	6.62	9.49	12.29
ROE (归属母公司) (摊薄)	29.19%	40.33%	47.13%	42.72%	37.17%
P/E	83	69	62	43	33

资料来源：Wind，光大证券研究所预测，股价截至 2021-05-28；注：2019 年公司股本为 1.00 亿股，2020 年增至 1.8 亿股，2021 年送转后增至 3.34 亿股。

4.2、 东方银星：入股武汉敏声，长期布局 BAW 技术

4.2.1、 武汉敏声拥有 BAW 优秀研发团队

东方银星：入股武汉敏声 2.91% 股权，战略布局射频前端 BAW 滤波器赛道。东方银星积极推动战略转型，发展射频前端 BAW 产业，认购武汉敏声 2.91% 股权。武汉敏声成立于 2019 年 1 月，是一家从事无线通讯射频前端 BAW 滤波器、压电式麦克风、超声传感器芯片及其解决方案，集模块、生产和销售于一体的 IDM 公司。武汉敏声拥有优秀的 BAW 研发团队，公司董事长孙成亮先生为湖北省百人计划专家、国家重点研发计划首席科学家；公司首席科学家徐红星先生是中国科学院院士、物理学家。此次入股武汉敏声将有力推动公司 MEMS 工艺线的产能建设，为长期布局 BAW 技术打下牢固基础。

上市公司东方银星对武汉敏声具备较强的控制力，未来 3 年内，东方银星大概率将成为武汉敏声的资本运作平台。根据公司 2021 年 4 月 3 日公告：在资本合作方面，乙方（武汉敏声新技术有限公司各原股东）与丙方（武汉敏声新技术有限公司）承诺并同意，自本协议签署后三年内，未经甲方（东方银星）以书面形式同意：（1）乙方不会通过出售、转让、置换或以其他方式，向甲方以外的任何上市公司或公众公司让渡其实际持有或控制的全部或部分丙方股权；（2）丙方不会通过新增注册资本、增发股份或以其他方式，成为上市公司或公众公司。

4.2.2、 盈利预测

1、大宗商品供应链的传统主营业务。公司控股股东中庚集团在地产领域拥有多年的项目开发及管理经验，积累了丰富的相关资源；大宗商品供应链业务稳健发展，我们预计 2021-2023 年收入为 29.28、32.55 和 35.47 亿元，毛利率稳定在 1.50%；

2、BAW 滤波器的半导体业务。除主业外，公司开启半导体业务转型，成立半导体产业基金投资武汉敏声，布局射频前端器件高端 BAW 滤波器。考虑到自建 IDM 产品及工艺协同配合具有一定难度，下游客户还处于认证送样阶段、且产能建设还处于建厂爬坡状态，因此我们暂不对公司的 BAW 滤波器业务给予盈利预测，之后我们将根据公司业务变化进行相应的盈利的调整。

图表 39：东方银星业务拆分预测（单位：百万元）：

	2019	2020	2021E	2022E	2023E
1.大宗商品供应链业务					
收入（百万元）	2040	2673	2928	3255	3547
YOY	5.70%	31.03%	9.54%	11.17%	8.97%
毛利润	45	34	44	52	57
毛利率	2.23%	1.26%	1.50%	1.60%	1.60%
收入占比（%）	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
净利润	19	21	27	34	37
净利率	0.95%	0.80%	0.91%	1.04%	1.04%

资料来源：Wind、光大证券研究所预测

我们在暂未对滤波器业务进行预测的情况下，我们预计东方银星 2021-2023 年营业收入分别为 29.28、32.55 和 35.47 亿元，同比增速为 9.54%、11.17%和 8.97%；综合毛利率为 1.50%、1.60%和 1.60%；公司 21-23 年归母净利润预计为 0.27、0.34 和 0.37 亿元，对应净利率为 0.91%、1.04%和 1.04%。

图表 40：公司盈利预测与估值简表

指标	2019	2020	2021E	2022E	2023E
营业收入（百万元）	2,040	2,673	2,928	3,255	3,547
营业收入增长率	5.67%	31.04%	9.54%	11.17%	8.97%
净利润（百万元）	19	21	27	34	37
净利润增长率	-7.36%	9.98%	25.42%	26.57%	8.73%
EPS（元）	0.15	0.12	0.15	0.19	0.21
ROE（归属母公司）（摊薄）	9.60%	9.56%	10.70%	11.93%	11.48%
P/E	241	307	244	193	178

资料来源：Wind，光大证券研究所预测，股价截至 2021-05-28；注：2019 年公司股本为 1.28 亿股，2020 年增至 1.79 亿股。

4.2.3、估值水平与投资建议

公司主业为大宗商品供应链业务，2021 年开始战略转型布局半导体射频器件，高端 BAW 滤波器需要 IDM 自建工厂以及产线与设计团队的长期磨合。因此一方面，我们暂不给与半导体业务盈利预测；另一方面，可比公司暂不选择半导体相关企业。

我们选择大宗商品供应链的相关企业作为可比公司，包括中储股份、保税科技、德邦股份。（1）21-23 年行业平均 PS 为 0.6 倍、0.6 倍和 0.5 倍，平均 PSG 为 0.08；东方银星 21-23 年 PS 为 2.2 倍、2.0 倍和 1.8 倍，PSG 为 0.22，高于行业平均水平；考虑到公司投资的武汉敏声所拥有的 BAW 滤波器技术属于国内领先的射频技术，规模量产后或将拥有较强的市场竞争能力和技术壁垒，我们首次覆盖，给予“增持”评级。

风险提示：关键滤波器技术进展不及预期；下游国产替代需求不及预期。

图表 41: 可比公司市销率 PS 水平

证券简称	总市值 (亿元)	营业收入 (亿元)				PS (倍)				CAGR 21-23	PSG -21
		2020A	2021E	2022E	2023E	2020A	2021E	2022E	2023E		
中储股份	111.09	488.3	546.8	596.3	687.4	0.2	0.2	0.2	0.2	12.12%	0.02
保税科技	40.24	20.6	29.9	32.4	34.8	1.9	1.3	1.2	1.2	7.99%	0.17
德邦股份	120.56	275.0	321.3	361.4	384.6	0.4	0.4	0.3	0.3	9.40%	0.04
						0.9	0.6	0.6	0.5	9.84%	0.08
东方银星	65.37	26.7	29.3	32.6	35.5	2.4	2.2	2.0	1.8	10.07%	0.22

资料来源: Wind 一致预期, 东方银星部分为光大证券研究所预测, 收盘价时间为 2021 年 5 月 28 日。

5、风险提示

下游国产替代需求不及预期

目前安卓市场射频前端模组的主要供货商仍为 Skyworks、Qorvo 等全球龙头, 国内厂商无论在 PA、滤波器还是接收端射频模组还处于替代的初级阶段。若国产厂商替代需求不及预期, 将导致业内相关滤波器厂商发展空间及速度不及预期。

疫情复发风险

海外疫情及国内疫情防治情况尚不明朗, 射频滤波器产业链上游压电材料、下游制造代工厂将有可能受到疫情影响, 导致生产进度不及预期。

先进滤波器成果转化进度不及预期

BAW 滤波器属于先进滤波器技术, 其产品从设计、试产到产线磨合和正式量产往往需要较长时间, 且产品需要与终端客户进行长期设计磨合才能正式进入供应链, 从设计到正式生产的过程中任一环节进度放缓都有可能影响整体产品开发进度。

附录: 射频前端行业和公司历史报告

公司跟踪与公告点评

- 《21Q1 业绩大超预期, 模组产品量价齐升——卓胜微 (300782.SZ) 跟踪报告之四》 2021-04-12
- 《分立器件高速增长, 射频模组加速放量——卓胜微 (300782.SZ) 跟踪报告之三》 2021-04-01
- 《20 年业绩超出指引上限, 接收模组快速放量——卓胜微 (300782.SZ) 跟踪报告之二》 2021-02-26
- 《射频前端高速增长正在进行时, 运营商黄金时代的开启——光大通信电子每周观点之一 (210220)》 2021-02-20
- 《2020 年业绩超预期, 接收端模组加速放量——卓胜微 (300782.SZ) 跟踪报告之一》 2021-01-13
- 《5G+国产替代助力单季度业绩再创历史新高——卓胜微 (300782.SZ) 2020 年前三季度业绩预告点评》 2020-10-13
- 《业绩高速增长, 定增 30 亿元布局滤波器, 射频模组和基站射频——卓胜微 (300782.SZ) 2020 年半年度报告点评》 2020-08-31
- 《全面进入一流终端客户, 多个 5G 产品进展超预期——卓胜微 (300782.SZ) 2019 年年报和 2020 年一季报点评》 2020-04-28
- 《20Q1 持续高增长, 国产替代+5G 需求双轮驱动——卓胜微 (300782.SZ) 2020 年一季报业绩预告点评》 2020-04-08

行业深度与公司深度

- 《5G 渗透、模组趋势和国产替代驱动中国射频前端平台型龙头的崛起——卓胜微 (300782.SZ) 投资价值分析报告》 2020-12-13
- 《射频前端行业报告二之厂商篇 Skyworks——射频前端领先企业全面深耕 5G 模组化》 2020-11-23
- 《5G 已至, 趋势渐起——射频前端行业报告一之概览篇》 2020-10-27
- 《产业逻辑, 依然供不应求——射频前端行业专题报告》 2020-02-20
- 《国内射频芯片龙头, 5G 升级+国产替代双轮驱动成长——卓胜微 (300782.SZ) 首次覆盖报告》 2019-08-13

行业及公司评级体系

评级	说明
买入	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上
增持	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
中性	未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
减持	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；
卖出	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
无评级	因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。
基准指数说明： A 股主板基准为沪深 300 指数；中小盘基准为中小板指；创业板基准为创业板指；新三板基准为新三板指数；港股基准指数为恒生指数。	

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。

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，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。负责准备以及撰写本报告的所有研究人员在此保证，本研究报告中任何关于发行商或证券所发表的观点均如实反映研究人员的个人观点。研究人员获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户反馈、竞争性因素以及光大证券股份有限公司的整体收益。所有研究人员保证他们报酬的任何一部分不与、不与，也将不会与本报告中的具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

法律主体声明

本报告由光大证券股份有限公司制作，光大证券股份有限公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格，负责本报告在中华人民共和国境内（仅为本报告目的，不包括港澳台）的分销。本报告署名分析师所持中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格编号已披露在报告首页。

光大新鸿基有限公司和 Everbright Sun Hung Kai (UK) Company Limited 是光大证券股份有限公司的关联机构。

特别声明

光大证券股份有限公司（以下简称“本公司”）创建于 1996 年，系由中国光大（集团）总公司投资控股的全国性综合类股份制证券公司，是中国证监会批准的首批三家创新试点公司之一。根据中国证监会核发的经营证券期货业务许可，本公司的经营范围包括证券投资咨询业务。

本公司经营范围：证券经纪；证券投资咨询；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问；证券承销与保荐；证券自营；为期货公司提供中间介绍业务；证券投资基金代销；融资融券业务；中国证监会批准的其他业务。此外，本公司还通过全资或控股子公司开展资产管理、直接投资、期货、基金管理以及香港证券业务。

本报告由光大证券股份有限公司研究所（以下简称“光大证券研究所”）编写，以合法获得的我们相信为可靠、准确、完整的信息为基础，但不保证我们所获得的原始信息以及报告所载信息之准确性和完整性。光大证券研究所可能将不时补充、修订或更新有关信息，但不保证及时发布该等更新。

本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次发布时光大证券研究所的判断，可能需随时进行调整且不予通知。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。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本报告中的信息或所表述的意见并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。

不同时期，本公司可能会撰写并发布与本报告所载信息、建议及预测不一致的报告。本公司的销售人员、交易人员和其他专业人员可能会向客户提供与本报告中观点不同的口头或书面评论或交易策略。本公司的资产管理子公司、自营部门以及其他投资业务板块可能会独立做出与本报告的意见或建议不相一致的投资决策。本公司提醒投资者注意并理解投资证券及投资产品存在的风险，在做出投资决策前，建议投资者务必向专业人士咨询并谨慎抉择。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。投资者应当充分考虑本公司及本公司附属机构就报告内容可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一信赖依据。

本报告根据中华人民共和国法律在中华人民共和国境内分发，仅向特定客户传送。本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、复制、转载、刊登、发表、篡改或引用。如因侵权行为给本公司造成任何直接或间接的损失，本公司保留追究一切法律责任的权利。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。

光大证券股份有限公司版权所有。保留一切权利。

光大证券研究所

上海

静安区南京西路 1266 号
恒隆广场 1 期办公楼 48 层

北京

西城区武定侯街 2 号
泰康国际大厦 7 层

深圳

福田区深南大道 6011 号
NEO 绿景纪元大厦 A 座 17 楼

光大证券股份有限公司关联机构

香港

光大新鸿基有限公司

香港铜锣湾希慎道 33 号利园一期 28 楼

英国

Everbright Sun Hung Kai (UK) Company Limited

64 Cannon Street, London, United Kingdom EC4N 6AE