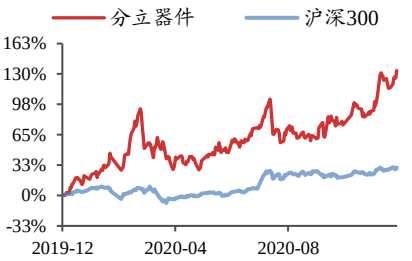
分立器件

2020 年 11 月 30 日

投资评级：看好（首次）

行业走势图



数据来源：贝格数据

相关研究报告

分立器件：行业景气高增长，国产替代正当时

——行业投资策略

刘翔（分析师）
liuxiang2@kysec.cn
证书编号：S0790520070002

盛晓君（联系人）
shengxiaojun@kysec.cn
证书编号：S0790120080051

罗通（联系人）
luotong@kysec.cn
证书编号：S0790120070043

● **功率器件：市场空间广阔，国产替代加速**

据 IHS 数据，2019 年中国的功率半导体市场达到 144.8 亿美元，主要市场份额被海外企业占据，国产替代空间巨大。华为、中兴等事件影响下，半导体自主可控已成为刚需，国内企业纷纷放开对国产功率器件认证窗口，助推功率半导体的国产化进程。我国在功率半导体领域与国外差距较小，功率芯片制程要求相对较低，国产化条件充分：以光刻精度来说，功率器件光刻精度在微米和亚微米级别，国内晶圆代工资源相对较为丰富，并且有相当一部分厂商有资金和技术实力自建功率芯片晶圆产线，以 IDM 模式运行。因此在面临国产化机遇之时，我国本土企业有能力把握机遇，实现优质客户突破，提升国产化程度。

● **功率器件：行业下游需求景气，晶圆代工资源紧张，有望量价齐升**

2020 年 Q2 以来新能源汽车、工控、家电、消费电子等多个市场需求表现出明显的增长态势，一齐拉动对功率半导体的需求：2020Q2 以来功率半导体板块营收和净利润同比快速增长，盈利能力快速提升。由于行业需求全面回暖，承载生产 MOSFET 芯片的 8 英寸晶圆产线产能全面吃紧，受此影响，功率器件厂商亦有动力涨价将代工成本上涨压力转移至下游。根据电子发烧友网报道，2020 年 9 月国内已有两家厂商发布涨价通知，预计 MOS 管涨幅在 10%-30%不等。在下游行业持续高增长背景下，我们预计行业需求将保持高景气，晶圆产能紧张短时难以缓解，功率器件全面涨价可能性较高，行业有望迎来量价齐升，进而显著提升盈利能力。

● **功率器件投资观点：关注产品布局、技术实力及产能弹性**

在各类功率器件中，MOSFET 和 IGBT 作为先进的功率器件，将具有最大的需求弹性。这两类器件市场空间大，国产化程度低，国内部分企业积极布局，在技术实力以及销售规模上已取得一定突破。建议关注有相关产品布局、技术实力领先，产能具有弹性的厂商：新洁能、斯达半导、捷捷微电、华润微、扬杰科技等。

● **射频器件：5G 打开行业天花板，射频模组化是趋势**

5G 手机相比于 4G 的手机的变化主要在于射频前端的变化，5G 手机单机射频芯片数量需求相较于 4G 手机大大提升，随着各大手机厂商逐渐推出中低端 5G 手机，预计 5G 手机的渗透率将会进一步提升，射频芯片的需求也会在未来快速增长。同时由于手机空间有限，所以射频芯片的集成化趋势愈发明显，同时由于手机厂商更加注重射频芯片的稳定性，在中美贸易摩擦的背景下，手机厂商国产替代意愿强烈，因此能够迅速量产、产品稳定性较高及具有提供射频芯片模组的国内公司具有较大机会。建议关注国内射频芯片龙头：卓胜微。

● **风险提示：**下游需求不及预期、IDM 企业和代工厂产能扩张进度不及预期、国内疫情反复，供应链受影响、新品研发进度不及预期，新品盈利不急预期、中美贸易摩擦加剧。

目 录

1、 功率器件：下游需求多点开花，国产替代加速推进 4
1.1、 国产替代空间广阔，地缘政治因素助推替代加速 4
1.1.1、 功率半导体市场广阔，国产替代将是长期趋势 4
1.1.2、 多个下游长期高景气，行业天花板将不断提升 5
1.1.3、 半导体自主可控和供给保障重要性凸显，国产化需求刚性 7
1.1.4、 功率半导体与国外差距相对较小，国产替代势在必行 9
1.2、 多因素叠加行业景气高涨，Q2 以来板块业绩表现亮眼 9
1.2.1、 需求多点开花，行业盈利能力拐点向上 9
1.2.2、 8 寸线晶圆产能吃紧，功率器件将迎量价齐升 11
1.3、 投资观点：行业高景气，关注 MOSFET/IGBT 领先布局企业 12
2、 射频芯片市场广阔，模组化为未来趋势 12
2.1、 射频前端市场持续增长，5G 打开行业天花板 12
2.2、 射频前端规模增长迅速，市场集中度较高 14
2.3、 5G 打开行业天花板，射频模组化是趋势 18
2.4、 受益标的 20
3、 风险提示 20

图表目录

图 1： 功率半导体作用原理示意图 4
图 2： 功率器件应用广阔 4
图 3： 海外厂商占据功率半导体市场主要份额 5
图 4： MOSFET 和 IGBT 市场占比大 5
图 5： 海外厂商占据 IGBT 模块市场主要份额 5
图 6： 海外厂商占据 MOSFET 器件市场主要份额 5
图 7： 2019-2025 年功率 MOSFET 和 IGBT 市场发展 5
图 8： 功率半导体在混合动力及纯电新能源车上应用广泛 6
图 9： 纯电汽车功率半导体用量较传统汽车有显著提升 6
图 10： 据规划新能源汽车销量将保持高增长 6
图 11： 功率半导体发电端和用电端 7
图 12： 英飞凌产品广泛应用于工业驱动 7
图 13： 华润微已在消费电子、工业等领域导入优质客户 9
图 14： 行业营收 2020Q2 以来实现同比高速增长 10
图 15： 行业净利润 2020Q1 出现拐点向上 10
图 16： 汇川技术净利润快速增长 10
图 17： 新能源汽车销量在 2020Q3 实现高增长 10
图 18： 变频家电渗透率不断提升 11
图 19： 笔记本电脑出货量显著提升 11
图 20： 8 英寸晶圆对应多元化下游需求 11
图 21： 射无线通信包括天线、射频前端、射频收发、基带信号处理器 13
图 22： 射频前端芯片包括多个产品 13
图 23： 全球射频前端市场规模预计增速较快 15

图 24: 全球射频前端芯片市场仍主要被国外大厂占据 15
图 25: 滤波器市场份额最大 15
图 26: 在射频前端芯片中滤波器占比最高 15
图 27: 全球射频分立器件与射频模组规模预计稳定增长 15
图 28: 射频开关实现不同信号路径的切换 16
图 29: 全球射频开关市场预计持续高速增长 16
图 30: 射频开关市场主要被国外公司占据 16
图 31: LNA 是把天线接收到的微弱射频信号放大 17
图 32: LNA 市场规模预计稳定增长 17
图 33: LNA 市场主要被国外公司占据 17
图 34: 射频模组市场规模预计稳定增长 18
图 35: 手机单机射频价值量提高 19
图 36: 射频开关单机用量逐渐提升 19
图 37: 射频 LNA 单机用量逐渐提升 19

表 1: 我国政府不断出台政策扶持功率半导体的产业发展 8
表 2: 功率半导体晶圆尺寸、光刻精度要求较低 9
表 3: 推荐及受益标的估值表 12
表 4: 射频电路设计面临多重困难，壁垒较高 14

1、 功率器件：下游需求多点开花，国产替代加速推进

1.1、 国产替代空间广阔，地缘政治因素助推替代加速

1.1.1、 功率半导体市场广阔，国产替代将是长期趋势

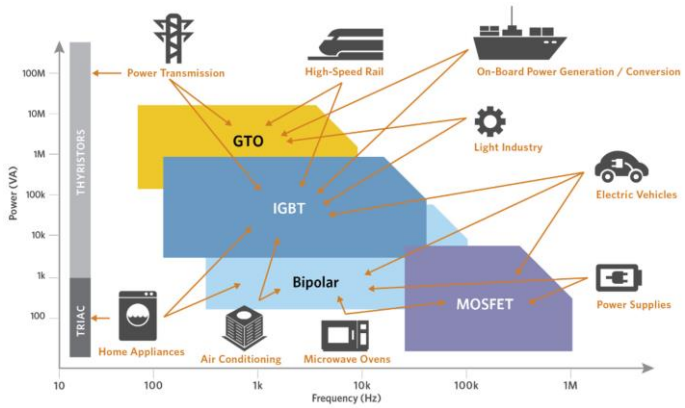
功率半导体又称电力电子元器件，用于对电能进行转换，使输出功率、电压、电流形式符合负载端要求，主要变换形式有整流、变压、逆变和稳压等。可以说用电的地方即有功率半导体，其功率覆盖范围从几 W（消费电子产品）至几 GW（高压直流输电系统），下游应用极为广泛。自上个世纪 50 年代功率二极管被发明以来，功率器件家族不断发展，晶闸管、功率三极管、MOSFET、IGBT 等功率器件逐步面世。未来高频控制、低损耗的高性能全控型器件 MOSFET、IGBT 以及第三代半导体功率器件将成为市场发展的重心。

图1：功率半导体作用原理示意图



资料来源：电子发烧友

图2：功率器件应用广阔

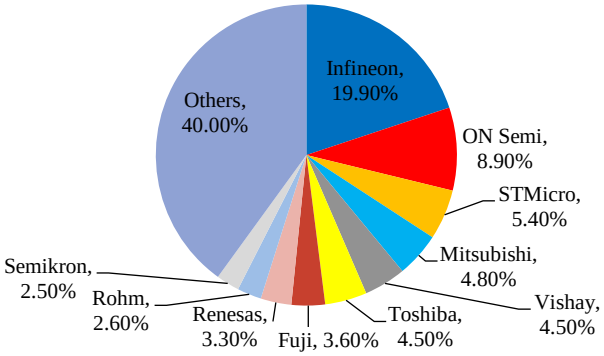


资料来源：Applied Materials

功率半导体国产替代空间广阔。据 IHS 数据，2019 年全球功率半导体市场规模达到 403 亿美元，同比 2018 年增长 3.3%，预计 2021 年市场规模将达到 441 亿美元。前十大厂商占据全球 60%的市场份额，且全部为海外厂商，国产替代空间广阔。需求端来说，我国功率半导体市场占全球的 36%，为单一最大市场，国产厂商有望深度受益国产替代进程。

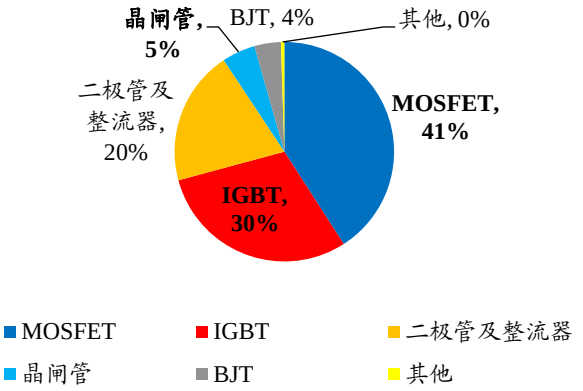
据 WSTS 数据，MOSFET 和 IGBT 分别占据全球功率半导体分立器件和模组市场 41%和 30%的市场份额，为价值量最大的两个品种，全球市场仍为海外厂商所占据。 据 Omdia 数据，2019 年全球 IGBT 模块市场前十大厂商中有 9 家为海外厂商，国内仅斯达半导进入前十，市占率为 2.5%。MOSFET 分立器件市场中则仅有华润微进入前十，市占率为 3.0%。**相对 Omdia 2018 年统计无国内企业进入 IGBT 模块和 MOSFET 器件市场前十，国内功率厂商在销售规模上已有明显进步，但从绝对价值量和占比来说，国产替代空间仍巨大，功率半导体的国产替代将是长期趋势。**

图3：海外厂商占据功率半导体市场主要份额



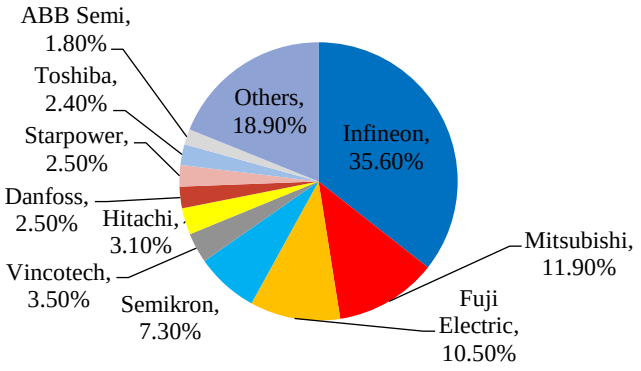
数据来源：IHS、开源证券研究所

图4：MOSFET 和 IGBT 市场占比大



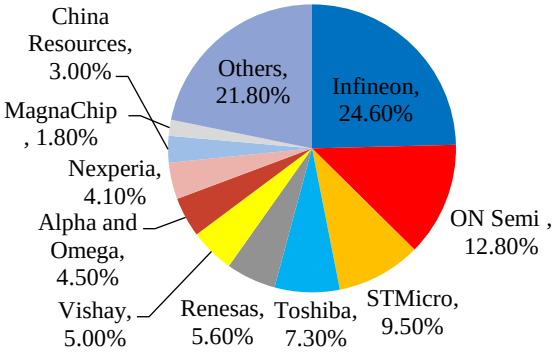
数据来源：Omdia、开源证券研究所

图5：海外厂商占据 IGBT 模块市场主要份额



数据来源：Omdia、开源证券研究所

图6：海外厂商占据 MOSFET 器件市场主要份额

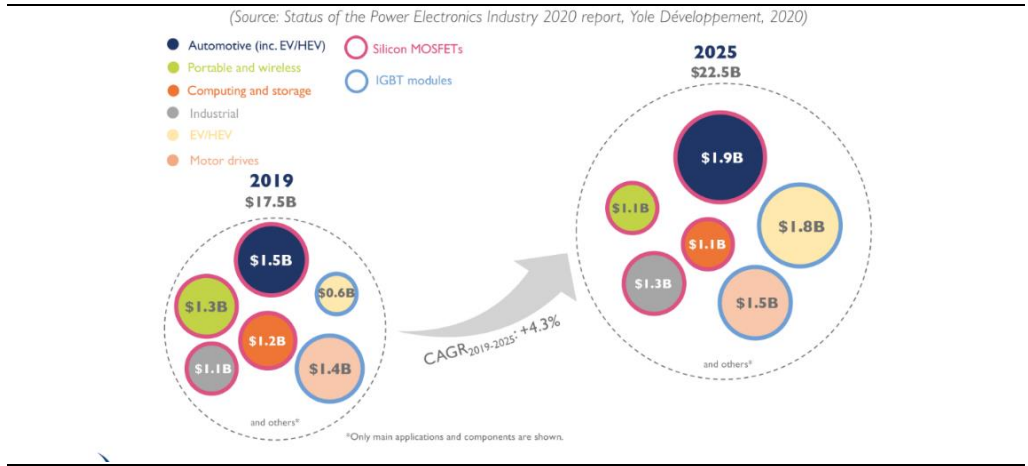


数据来源：Omdia、开源证券研究所

1.1.2、 多个下游长期高景气，行业天花板将不断提升

功率半导体市场将不断成长，行业天花板不断提升。据 Yole 数据，全球功率电子市场将以 4.3%的复合增速增长至 2025 年，其中新能源汽车和工业领域的应用将给行业发展注入强劲发展动力。

图7：2019-2025 年功率 MOSFET 和 IGBT 市场发展



资料来源：Yole

功率半导体在新能源汽车上应用广泛，涵盖动力系统、安全配置、电动门窗及后视镜、人车交互系统、仪表盘、车灯、娱乐系统及底盘系统等。其中 IGBT 主要用于逆变器等主驱动系统的中高压领域，MOSFET 用于电动门窗、仪表盘等中低压应用。

图8：功率半导体在混合动力及纯电新能源车上应用广泛

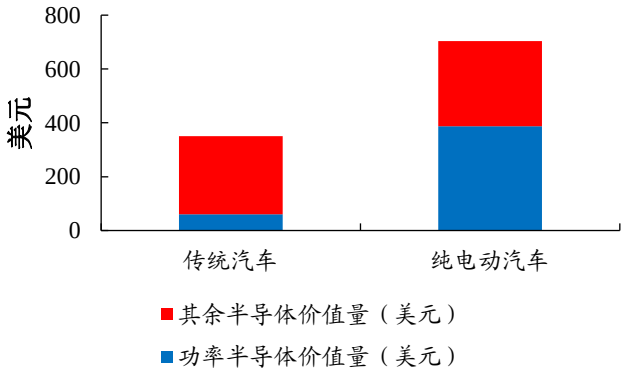


资料来源：意法半导体

随着汽车的电动化、智能化发展，车用半导体价值量不断提升，其中功率半导体占据主要份额。根据麦肯锡的统计，传统燃油汽车的半导体成本为 350 美元，其中功率半导体的价值量约为 60 美元，占比仅约 17%，而纯电动汽车的半导体成本为 704 美元，其中功率器件成本高达 387 美元，占整车半导体用量 55%，金额和用量占比提升显著。

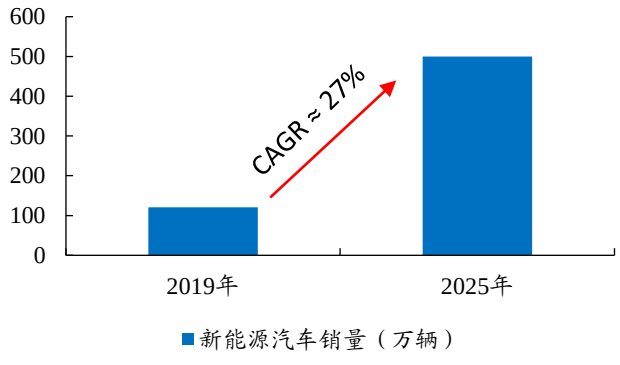
此外，新能源汽车的销量将逐步攀升。国务院办公厅 2020 年 11 月 2 日印发的《新能源汽车产业发展规划（2021-2035 年）》中提到了对新能源汽车发展的愿景：到 2025 年，我国新能源汽车新车销售量达到汽车新车销售总量的 20%左右。据此计算，我国新能源汽车年度销量有望在 2025 年达 500 万辆左右的数量级，在 2019 年 120 万辆的销量基础上有望保持 27%的复合增速。

图9：纯电汽车功率半导体用量较传统汽车有显著提升



数据来源：麦肯锡、开源证券研究所

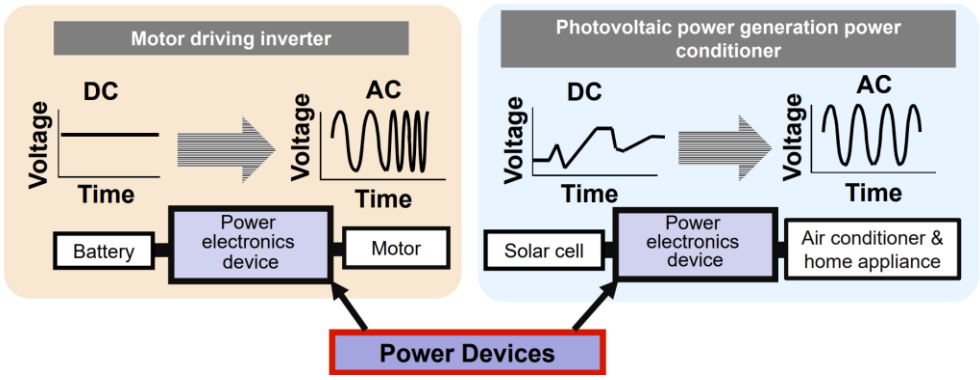
图10：据规划新能源汽车销量将保持高增长



数据来源：《新能源汽车产业发展规划（2021-2035 年）》、开源证券研究所

功率器件在工业领域的应用涵盖发电、输变电、工业用电的各个环节。在发电端，功率器件将受益新能源发电市场的快速发展。高压功率器件用于将光伏、风力等产生的电能转换为市电频率的交流电。据 IHS Markit 预测，2020 年，全球新增太阳能光伏装机将达到 142GW，同比增长 14%，未来十年全球太阳能安装量将继续保持两位数的增长率。据全球风能理事会(GWEC)预测， 2020-2024 年随着全球越来越多的国家开拓风电事业以及风电成本持续下滑，全球风能产业将保持快速发展态势，预计到 2024 年全球风电装机容量将同比 2019 年增长 54%，利好功率器件，尤其是高压 IGBT 市场发展。

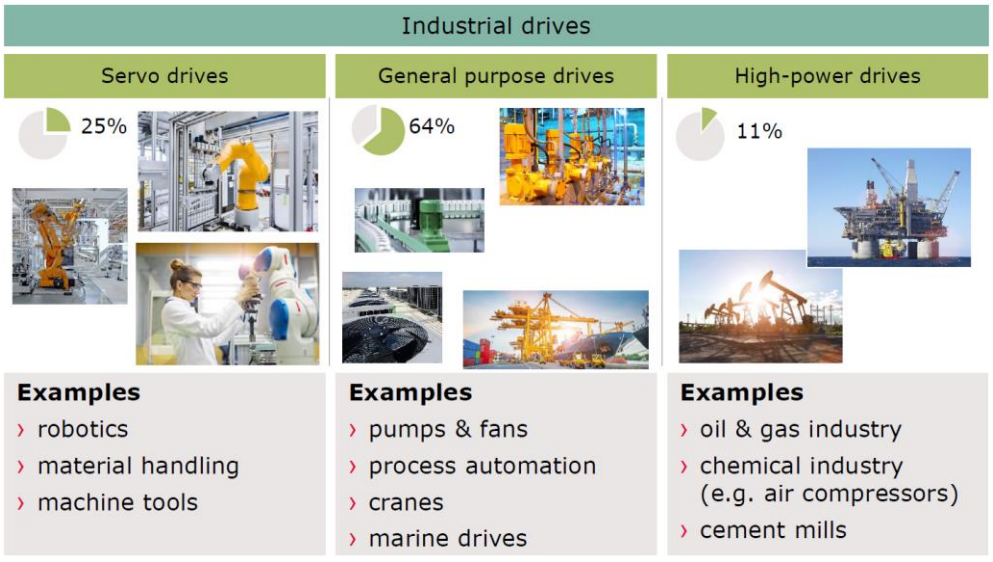
图11：功率半导体发电端和用电端



资料来源：三菱电子

工业用电端，功率器件广泛应用于各类电机控制，终端包括过程自动化、电动工具、泵及风扇、机器人等，将长期受益工业自动化的发展。

图12：英飞凌产品广泛应用于工业驱动



资料来源：英飞凌

1.1.3、半导体自主可控和供给保障重要性凸显，国产化需求刚性

政策环境、地缘政治等因素推动功率半导体国产化进程不断加深。功率半导体器件直接影响下游电子产品的性能、安全性和寿命，因此客户对功率半导体的价格敏感度较低，而对其可靠性要求较高。过去我国电子产品制造企业，尤其是高端产品

厂商，在器件原材料选用过程中往往偏好性能更为卓越的海外功率器件产品。近年来由于海外技术封锁、中美贸易摩擦、“中兴事件”、“华为制裁”等地缘政治事件影响，国内厂商开始尝试引进本土半导体供应商，为我国功率半导体厂商提供发展机遇。

此外，我国政府亦将扶持功率半导体提到较高的战略角度予以扶持，将其纳入“十三五”规划当中，并持续出台一系列指导文件和支持政策，引导和大力支持功率半导体产业发展。

表1：我国政府不断出台政策扶持功率半导体的产业发展

时间	政策标题	主要内容
2013 年	《产业结构调整指导目录(2013 年修正)》	鼓励类中包括“城市轨道交通装备：轨道车辆交流牵引传动系统、制动系统及核心元器件（含 IGCT、IGBT 元器件）；铁路：干线轨道车辆交流牵引传动系统、制动系统及核心元器件（含 IGCT、IGBT 元器件）；新能源汽车关键零部件：大功率电子器件（IGBT，电压等级≥600V，电流≥300A）。”
2016 年	“十三五规划”	建设国家级半导体功率器件研发中心，实现从“材料—器件—晶圆—封装—应用”全产业链的研究开发。发展国产 IGBT，促进 SiC 和 GaN 器件的应用，推动“虚拟 IDM”运行模式发展
2017 年	《关于组织开展 2017 年工业强基工程重点产品、工艺一条龙应用计划工作通知》	以城市轨道交通应用为圆通，实现 3.3kV 和 6.5kV 高频高压混合 SiC IGBT 及 SiC MOSFET 器件、驱动和变流装置的技术突破
2017 年	《“十三五”交通领域科技创新专项规划》	开展整车、动力系统、底盘电子控制系统以及 IGBT、SiC、GaN 等电力电子器件技术研发等
2017 年	《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录（2016 版）》	进一步明确电力电子功率器件的地位和范围，包括金属氧化物半导体场效应管（MOSFET）和绝缘栅双极晶体管芯片（IGBT）及模块。
2018 年	《中国 IGBT 技术与产业发展路线图(2018-2030)》	该政策引导我国 IGBT 行业技术升级，推动相关产业发展

资料来源：国家发改委、科技部、交通运输部、开源证券研究所

在家电、消费电子、工业等相对汽车电子更容易进行国产替代的领域，国产器件正在加速认证和量产供应，国产品牌正加速渗透。以华润微为例：根据 IHS 数据，2018 年国内 MOSFET 领域，英飞凌以约 28%的市场份额排名第一，安森美以约 17%的份额排名第二，华润微电子以近 9%的市场份额排名第三。华润微在消费电子、工业领域已经覆盖众多优质龙头客户。

图13：华润微已在消费电子、工业等领域导入优质客户



资料来源：华润微招股书、开源证券研究所

1.1.4、 功率半导体与国外差距相对较小，国产替代势在必行

技术层面，功率半导体对晶圆制程要求相对较低，国内有较为丰富的晶圆代工和封测厂商可以满足行业发展。以光刻精度来说，逻辑芯片和存储芯片遵循摩尔定律，先进制程已进入 10nm 以内。而功率器件光刻精度在微米和亚微米级别，国内晶圆代工资源相对较为丰富，并且有相当一部分厂商有资金和技术实力自建功率芯片晶圆产线，以 IDM 模式运行。

表2：功率半导体晶圆尺寸、光刻精度要求较低

产品	晶圆尺寸	普遍光刻精度
BJT/晶闸管	4 英寸	10μm
肖特基/快恢复二极管	5 英寸	1μm
MOSFET	6 英寸/8 英寸/12 英寸	0.5μm
IGBT/功率 IC 等	8 英寸/12 英寸	0.5μm 以下
逻辑芯片	8 英寸/12 英寸	5-180nm
存储芯片	8 英寸/12 英寸	10-90nm

数据来源：全球半导体观察、集邦半导体观察、IT 之家、开源证券研究所

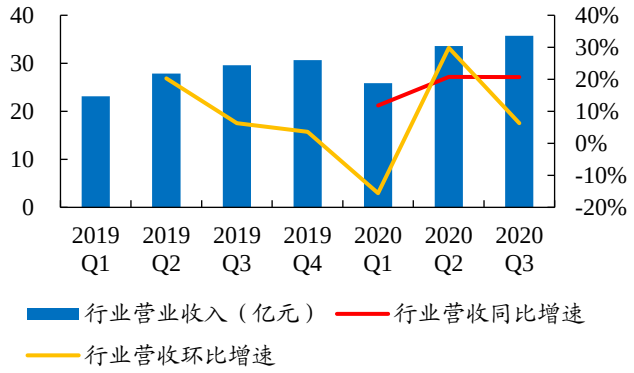
此外，功率半导体技术迭代更新相对缓慢，MOSFET/IGBT 等芯片设计架构基本已经成型，本土企业具有充分契机持续追赶海外领先厂商。

1.2、 多因素叠加行业景气高涨，Q2 以来板块业绩表现亮眼

1.2.1、 需求多点开花，行业盈利能力拐点向上

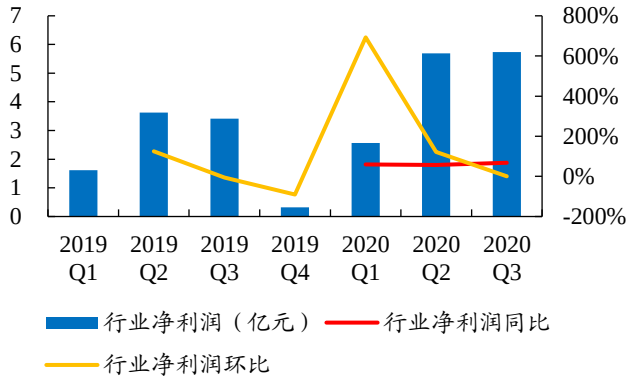
2020Q2 以来功率半导体行业景气度不断上升，营收和净利润同比快速增长。在经历 2017-2018 年的高速增长后，2019 年行业受到中美贸易摩擦等因素影响，行业盈利能力下滑。2020Q1，行业净利润出现拐点。在当季营收同比增长 11.82%的情况下，净利润同比增速高达 59.16%，环比增速更是达到 692.56%，显示出行业利润率的显著改善。2020Q2，行业需求全面改善，叠加国内疫情快速得到控制，供给得以恢复，单季度营收环比增长 29.84%，同比增长 20.75%。2020Q3，行业营收及净利润环比保持增长，同比增速保持高位，行业高景气确认。

图14：行业营收 2020Q2 以来实现同比高速增长



数据来源：Wind、开源证券研究所（板块公司选取华润微、捷捷微电、扬杰科技、台基股份、斯达半导及华微电子）

图15：行业净利润 2020Q1 出现拐点向上

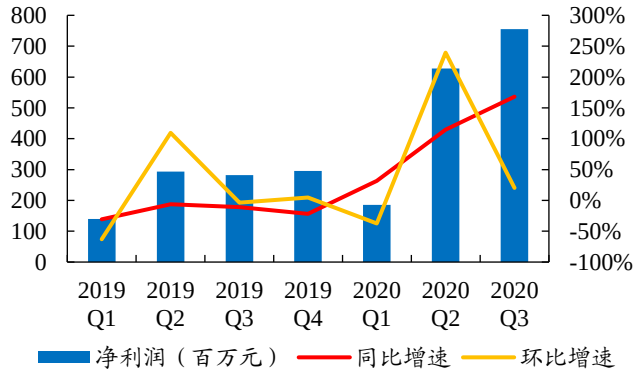


数据来源：Wind、开源证券研究所（板块公司选取华润微、捷捷微电、扬杰科技、台基股份、斯达半导及华微电子）

下游终端市场全面回暖，需求多点开花驱动行业景气快速回升。功率半导体行业下游较为分散，MOSFET 行业下游主要为汽车电子、工业、消费电子、通信等中低压应用，IGBT 行业下游主要为工控、轨交、新能源汽车等中高压应用。

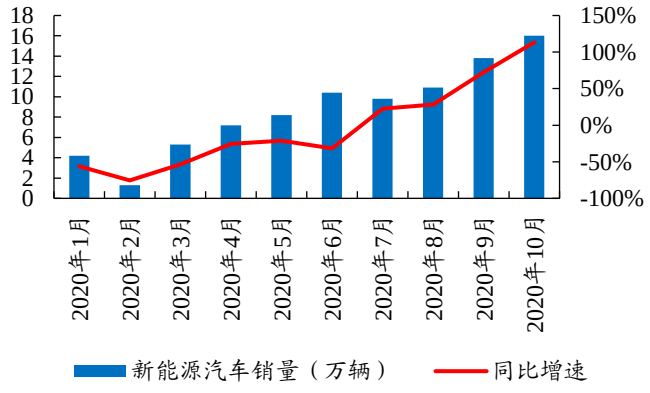
2020 年 Q2 以来新能源汽车、工控、家电、消费电子等多个市场需求表现出明显的增长态势，一齐拉动对功率半导体的需求：工控方面，代表企业汇川技术在 Q2/Q3 实现营收和净利润同比高速增长，显示强劲的行业需求；新能源汽车方面，我国新能源汽车销量在 2020 年 7 月同比实现增长，并在 8-10 月维持高同比增速；家电方面，2020Q3 以来主要空调、洗衣机、冰箱等主要白家电销量实现同比正向增长，并且变频家电的不断渗透提升对功率器件的需求；消费电子方面，疫情带来的“宅经济”显著促进了笔记本电脑、平板电脑等产品的销售，全球笔记本及平板电脑出货量在 Q2-Q3 均实现了高同比增速，5G 手机及快充插头渗透亦提振对功率器件的需求。

图16：汇川技术净利润快速增长



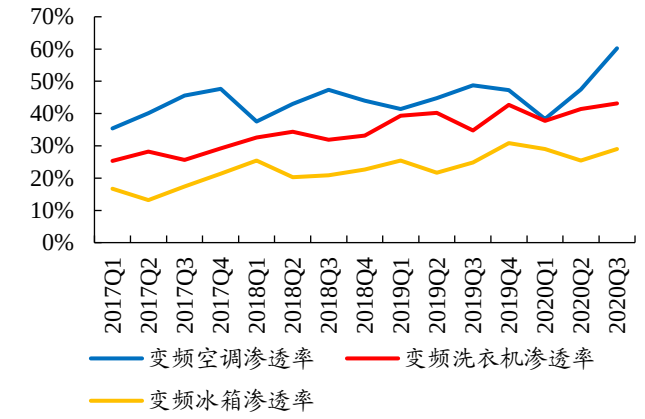
数据来源：Wind、开源证券研究所

图17：新能源汽车销量在 2020Q3 实现高增长



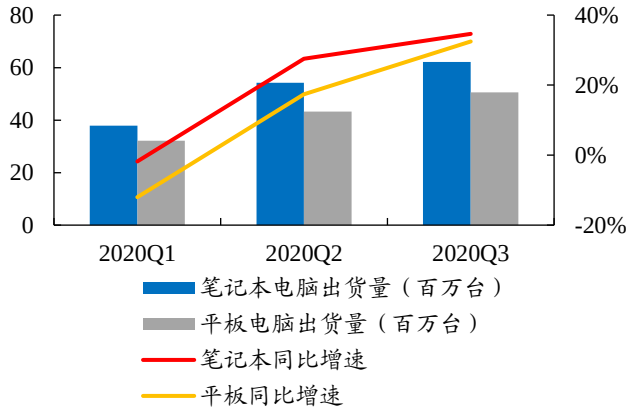
数据来源：中汽协、开源证券研究所

图18：变频家电渗透率不断提升



数据来源：Wind、开源证券研究所

图19：笔记本电脑出货量显著提升



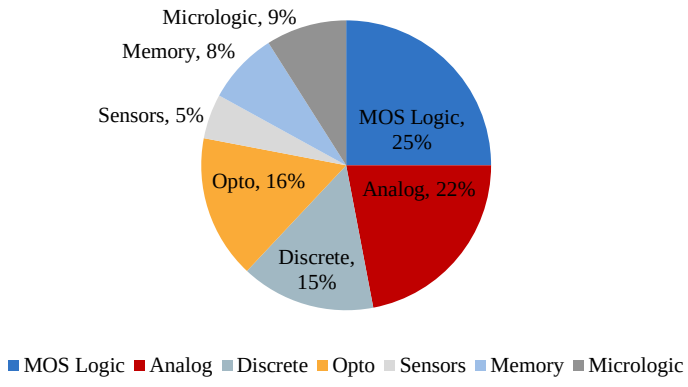
数据来源：Strategy Analytics、开源证券研究所

1.2.2、8 寸线晶圆产能吃紧，功率器件将迎量价齐升

8 英寸为国内 MOSFET 产能主要贡献者。在摩尔定律驱动下，硅片尺寸沿 6 英寸、8 英寸、12 英寸的路径变化，集成度提高的同时成本降低，但材料技术和生产技术要求更高。8 英寸晶圆已形成较为成熟的特种晶圆工艺，且固定成本较低，兼具成本和性能优势，目前国内 MOSFET 产品主要基于 8 英寸的半导体功率器件工艺平台进行研发设计。12 英寸晶圆采用更低线宽的工艺制程，设备折旧成本高，多用于毛利率更高的逻辑运算等领域。

需求全面回暖，8 英寸晶圆产能紧张，行业有望迎来量价齐升。近年来，指纹识别、双摄带动了指纹识别芯片以及 CMOS 图像传感器芯片的需求，MCU、电源管理 IC、传感器及射频芯片等也占用 8 英寸晶圆生产，一定程度上挤压了 MOSFET 等功率器件芯片代工的产能。在行业需求迅速回暖之时，功率器件代工资源更显紧张。根据电子发烧友网报道，2020 年 9 月国内已有两家厂商发布涨价通知，预计 MOS 管涨幅在 10%-30%不等。在 5G 通信、新能源汽车以及新能源发电行业等下游行业持续发展背景下，我们预计行业需求将保持高景气，晶圆产能紧张短时难以缓解，功率器件全面涨价可能性较高，行业有望迎来量价齐升。

图20：8 英寸晶圆对应多元化下游需求



数据来源：SEMI、开源证券研究所

中长期来看，8 英寸晶圆产能紧张将持续。根据 SEMI 的预测，全球 8 英寸（200

mm Wafer）晶圆厂产能在 2019 年为 580 万片/月，按照全球各晶圆厂以及 IDM 厂扩产计划，全球 8 英寸产能在 2022 年将达到 650 万片/月，复合年增长率为 2.89%，低于 Yole 预计的全球功率器件年化增速 4.3%，预期 8 英寸产能紧张情况仍将持续。

1.3、 投资观点：行业高景气，关注 MOSFET/IGBT 领先布局企业

从需求端来说，功率半导体处于本轮景气上行周期之中，工控、新能源、家电、消费电子、通信等多个下游景气叠加，带动行业盈利能力迅速回升。结合我们产业链调研情况，预计行业景气至少有望维持至明年年中。长期来看，工业自动化发展、新能源发电、新能源交通工具发展等主要下游行业均具备长期发展动力，带动功率半导体产业天花板提升，行业处于上升发展阶段。

在各类功率器件中，MOSFET 和 IGBT 作为先进的功率器件，将具有最大的需求弹性。这两类器件市场空间大，国产化程度低，国内部分企业积极布局，在技术实力以及销售规模上已取得一定突破。

从供给端来说，目前 8 英寸晶圆产能紧张，在行业高景气持续情形下，国内功率器件厂商有望通过产品涨价向下游传导晶圆代工涨价压力，并借机提升毛利率。长期来看，全球主要晶圆代工厂商在 8 英寸产线上的投入远不及 12 英寸先进产线，供给长期增速低于需求增速。在目前晶圆产能供给紧张的情况下，自供晶圆并扩张产能的 IDM 企业、拥有稳定优质代工资源的 Fabless 企业将率先受益。

结合公司产品布局、技术实力及产能弹性，我们建议关注受益企业：新洁能、斯达半导、捷捷微电、华润微、扬杰科技等。

表3：推荐及受益标的估值表

证券代码	证券简称	股票价格	EPS			P/E			评级
		2020/11/24	2019A	2020E	2021E	2019A	2020E	2021E	
605111.SH	新洁能	167.00	0.97	1.47	2.49	172.16	113.61	67.07	买入
603290.SH	斯达半导	215.65	0.85	1.17	1.61	253.71	184.32	133.94	未评级
300623.SZ	捷捷微电	54.15	0.39	0.53	0.69	138.85	102.17	78.48	买入
688396.SH	华润微	55.71	0.33	0.79	0.98	168.82	70.52	56.85	未评级
300373.SZ	扬杰科技	47.30	0.48	0.74	0.96	98.54	63.92	49.27	未评级

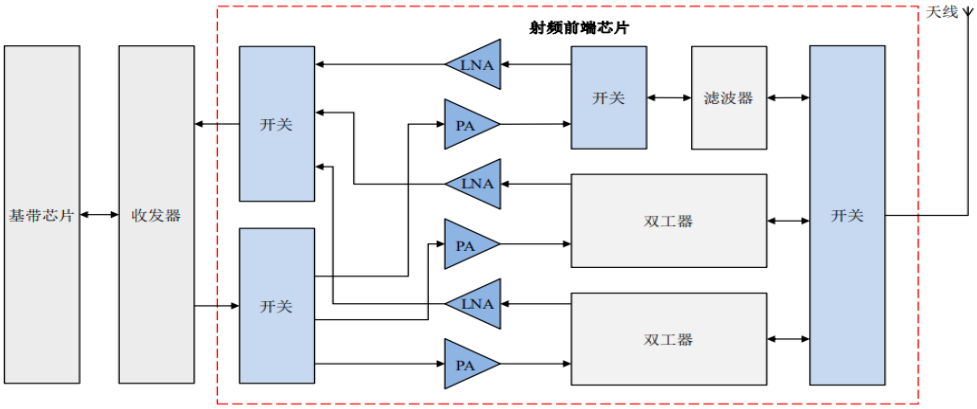
数据来源：Wind、开源证券研究所，注：除新洁能和捷捷微电外，其余公司盈利预测均来自 Wind 一致预期

2、 射频芯片市场广阔，模组化为未来趋势

2.1、 射频前端市场持续增长，5G 打开行业天花板

无线通信包括天线、射频前端、射频收发、基带信号处理器，其中射频前端(Radio Frequency Front End，RFFE)模块位于无线通讯系统中基带芯片的前端，是无线电系统的接收机和发射机，可实现射频信号的传输、转换和处理功能，是移动终端通信的核心组件。其中天线主要负责射频信号和电磁信号之间的相互转换，射频芯片主要负责射频信号和基带信号之间的相互转换(即高频率电磁波信号与二进制信号的相互转换)，射频前端负责将接收和发射的射频信号进行放大和滤波。

图21：射无线通信包括天线、射频前端、射频收发、基带信号处理器

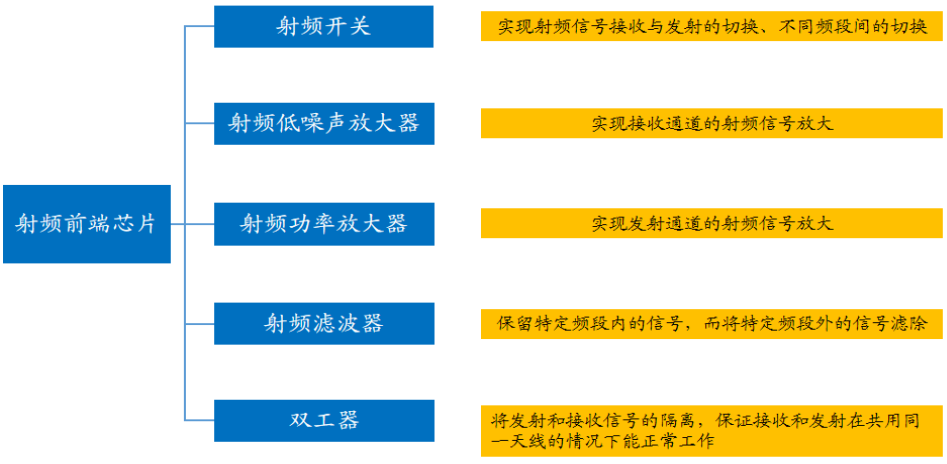


资料来源：卓胜微招股书、开源证券研究所

目前手机射频芯片多与基带芯片集成在主芯片内，天线则设计为单独的模块，射频前端因制作材料的不同难以与芯片集成，且射频前端器件种类较多，因此会分成多个不同功能的射频前端模块。

射频前端芯片包括射频开关、射频低噪声放大器、射频功率放大器、双工器、射频滤波器等芯片。射频开关用于实现射频信号接收与发射的切换、不同频段间的切换；**射频低噪声放大器(LNA)**用于实现接收通道的射频信号放大；**射频功率放大器(PA)**用于实现发射通道的射频信号放大；**射频滤波器**用于保留特定频段内的信号，而将特定频段外的信号滤除；**双工器**用于将发射和接收信号的隔离，保证接收和发射在共用同一天线的情况下能正常工作。

图22：射频前端芯片包括多个产品



资料来源：卓胜微招股书、开源证券研究所

目前射频芯片工艺节点趋势为 0.13um 及 65nm，通常一个频段(或包括邻近频段)对应一个芯片单元(1 个芯片单元可集成百个晶体管)，多个频段需要多个芯片单元。随着手机通信的频段、模式增多，以及带宽不断增加，如今的射频芯片需要支持十几个通道，并满足高带宽、抗干扰能力强等性能要求，所以设计难度很高。

射频电路设计需要较长的学习曲线及试错过程，壁垒较高，更多的是依赖经验上的“Know how”。射频的设计属于模拟电路设计，其单芯片晶体管规模量级虽然远小于 CPU 等数字电路芯片，但由于模拟电路核心是对信号线性处理及传输，即对信号源采用的类似数学公式的加减乘除等，例如增益(乘法)、滤波(减法)等。但由于芯片制造及封装是由一系列的物理、化学、热处理等工艺结合而成，每一道工序总存在一定微小误差，导致单个晶体管实际物理参数(寄生电容、电阻等)与理论模型产生误差，难以精确衡量及控制，所以就算在同一批次工艺条件下制造的射频芯片都存在一定的电性能差异。

表4：射频电路设计面临多重困难，壁垒较高

困难	概况
寄生参数	随着射频电路频率的升高，电路对芯片内的寄生参数等更敏感，导致电路性能下降。这里面涉及器件的射频精确模型是业内难题，噪声特性的建模频率越高偏差越大，最终带来仿真结果与实际产品间的差异
版图寄生参数	版图寄生参数提取准确性困难，通常依赖经验法则。版图寄生参数通常是经验采集的寄生电阻和耦合电容，精度有限，对电路的影响较大，随着工作频率升高，分布寄生参数对电路影响的评估变得极不准确
电磁耦合干扰	实际物理层面，晶体管形成的电路存在显著电磁耦合干扰，目前解决手段依赖于电磁仿真技术，而电磁仿真依赖于晶圆上各层材料属性的建模，这个模型基于对基础材料学、物理学等的综合能力。实践中通常会采用简化模型，从而导致建模精度较低，导致电路设计和实际偏差较大
模块化后，难度加剧	单个模块上升到整体芯片，设计难度指数级上升。数模混合电路存在例如衬底、电源、地环路干扰和电磁耦合干扰等各类扰动，每个小电路模块都可能存在几十个隐形扰动变量，最终在整体芯片电路中，由于多级反馈及互相影响，而将扰动逐级放大却又难以发现来源
外部电路结构反向影响	射频芯片设计制造完成以后，外部电路结构存在反向影响芯片工作稳定性。例如芯片封装，一根封装引线可能产生 1nH 以上的电感，而这电感对射频芯片的影响很大，导致芯片工作异常

资料来源：卓胜微招股书、开源证券研究所

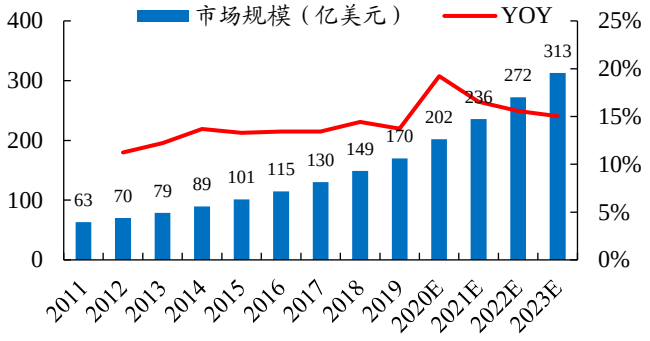
2.2、 射频前端规模增长迅速，市场集中度较高

整体市场来看：

全球射频前端市场规模快速增长，预计未来射频市场规模仍将保持高速增长。用户对于网络视频通信、微博社交、新闻资讯、生活服务等需求上升，带动移动智能终端需求上升，从而带动对射频前端芯片的需求。据 QYR Electronic Research Center 的统计，从 2011 年至 2018 年全球射频前端市场规模 CAGR 为 13.1%，2019 年达 170 亿美元。受到 5G 网络商业化建设的影响，自 2020 年起，全球射频前端市场将迎来快速增长，预计 2019 年至 2023 年全球射频前端市场规模 CAGR 为 17%，2023 年达 313 亿美元。

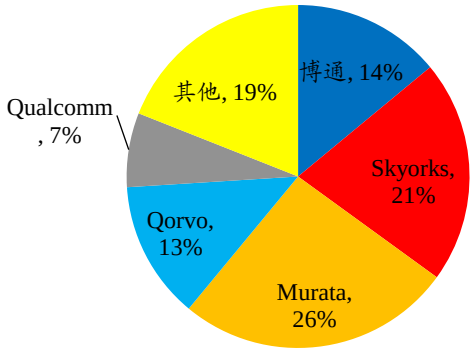
由于射频电路难度较高，全球射频前端芯片市场目前仍主要被美日厂商垄断。射频前端领域设计及制造工艺复杂、门槛极高，主要由欧、美、日等传统大厂垄断，2018 年 CR5 达 81%，而我国射频芯片厂商依然在起步阶段，市场话语权有限，各家企业在某些产品或有亮点，但是整体与国际巨头相差甚大，但是也反映出国产射频芯片有巨大成长空间，在中美贸易摩擦的背景下，芯片国产化程度需急剧提升，射频芯片领域的国产替代前景广阔。

图23：全球射频前端市场规模预计增速较快



数据来源：QYR Electronic Research Center、开源证券研究所

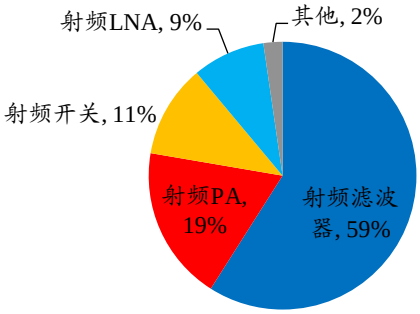
图24：全球射频前端芯片市场仍主要被国外大厂占据



数据来源：Yole Development、开源证券研究所

按产品分，根据 QYR Electronic Research Center 数据，在射频前端芯片中，射频滤波器、射频功率放大器、射频开关、射频低噪声放大器等 2019 年的全球市场额分别为 59.01%、18.68%、11.23%和 8.78%。

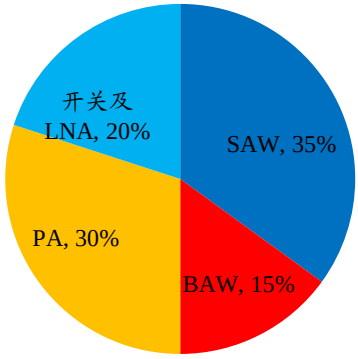
图25：滤波器市场份额最大



数据来源：QYR Electronic Research Center、开源证券研究所

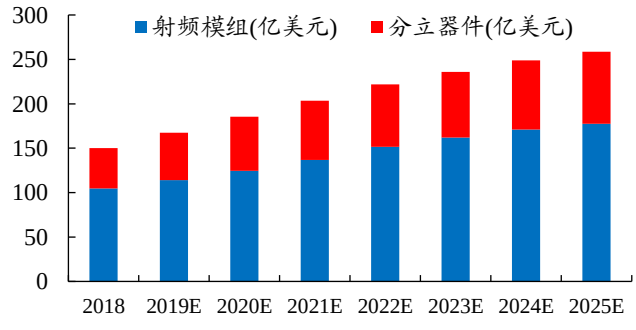
按是否单部件分，分立器件与射频模组共享整个射频前端市场。根据 Yole Development 的统计与预测，2018 年全球射频模组市场规模达到 105 亿美元，约占射频前端市场总容量的 70%，到 2025 年将达到 177 亿美元，2018-2025 年 CAGR 为 8%；2018 年分立器件市场规模达到 45 亿美元，约占射频前端市场总容量的 30%，到 2025 年将达到 81 亿美元，2018-2025 年 CAGR 为 9%。

图26：在射频前端芯片中滤波器占比最高



数据来源：Yole、开源证券研究所

图27：全球射频分立器件与射频模组规模预计稳定增长



数据来源：Yole、开源证券研究所

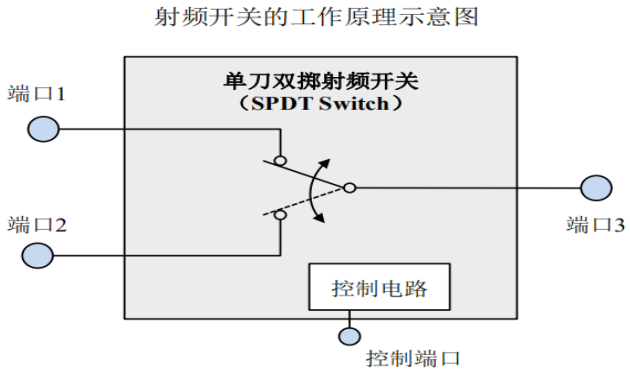
从分立器件来看：

射频开关的作用是将多路射频信号中的任一路或几路通过控制逻辑连通，以实现不同信号路径的切换，包括接收与发射的切换、不同频段间的切换等，以达到共用天线、节省终端产品成本的目的。**射频开关主要产品种类有：**移动通信传导开关、WiFi 开关、天线调谐开关等，广泛应用于智能手机等移动智能终端。

射频开关的工作原理是当射频开关的控制端口加上不同电压时，射频开关各端口将呈现不同的连通性。以单刀双掷射频开关为例，当控制端口加上正电压时，连接端口 1 与端口 3 的电路导通，同时连接端口 2 与端口 3 的电路断开；当控制端口加上零电压时，连接端口 1 与端口 3 的电路断开，同时连接端口 2 与端口 3 的电路导通。

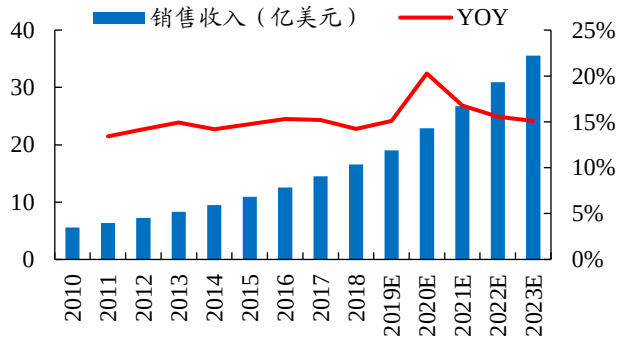
全球射频开关市场预计持续高速增长，日美巨头垄断。根据 QYR Electronic Research Center 的统计，2011 年以来全球射频开关市场经历了持续的快速增长，2018 年全球市场规模达到 16.54 亿美元，2020 年将达到 22.90 亿美元，并随着 5G 的商业化建设迎来增速的高峰，此后增长速度将逐渐放缓，2018 年至 2023 年 CAGR 预计将到 16.55%。射频开关市场集中度较高，其中 Skyworks、Qorvo 分别占比 33%、20%，国内龙头卓胜微占比约 5%。

图28：射频开关实现不同信号路径的切换



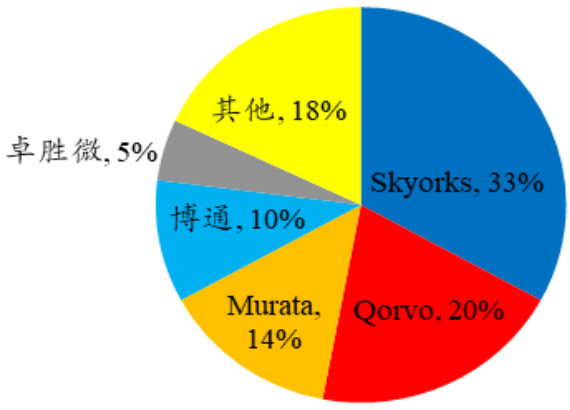
资料来源：卓胜微招股书

图29：全球射频开关市场预计持续高速增长



数据来源：卓胜微招股书、开源证券研究所

图30：射频开关市场主要被国外公司占据



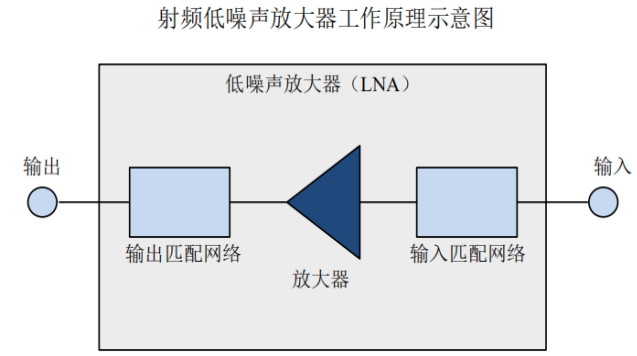
数据来源：观研天下、开源证券研究所

射频低噪声放大器(LNA)的功能：随着移动通讯技术的变革，移动智能终端对信号接收质量提出更高要求，需要对天线接收的信号放大以进行后续处理。一般的放大器在放大信号的同时会引入噪声，而射频低噪声放大器能最大限度地抑制噪声，因此得到广泛的应用。

射频低噪声放大器的工作原理：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。

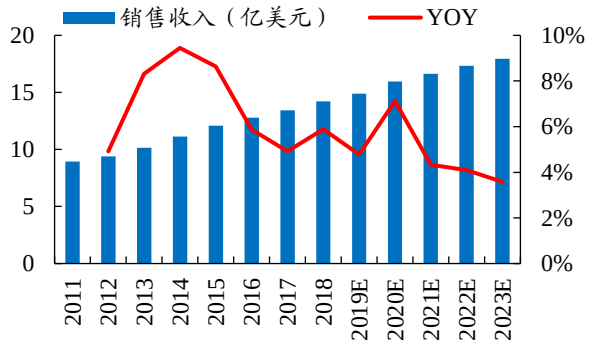
LNA 市场规模预计稳定增长，国外公司占据市场主要份额。随着 4G 逐渐普及，智能手机中天线和射频通路的数量增多，对射频低噪声放大器的数量需求迅速增加，2018 年全球射频低噪声放大器收入为 14.21 亿美元，而 5G 的商业化建设将推动全球射频低噪声放大器市场在 2020 年迎来增速的高峰，预计到 2023 年市场规模达 17.94 亿美元，2018-2023 年 CAGR 为 4.8%。

图31：LNA 是把天线接收到的微弱射频信号放大



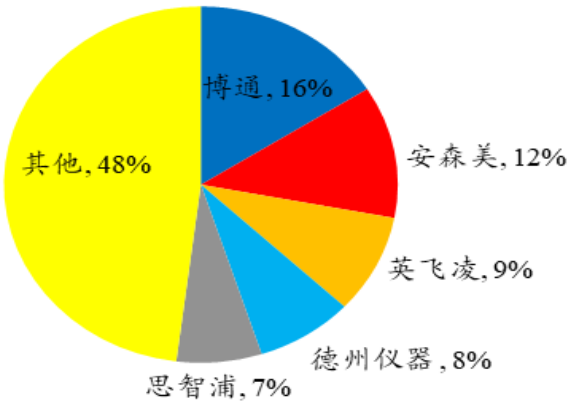
资料来源：卓胜微招股书

图32：LNA 市场规模预计稳定增长



数据来源：Global Radio Frequency Front-end Module Market Research Report 2019、开源证券研究所

图33：LNA 市场主要被国外公司占据



数据来源：观研天下、开源证券研究所

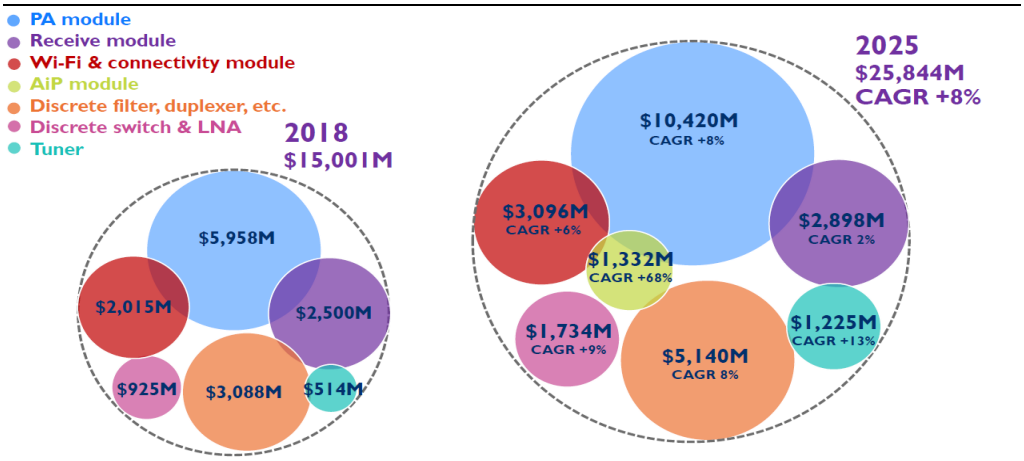
从模组来看：

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，从而提高集成度与性能并使体积小

型化。根据集成方式的不同可分为不同类型不同功能的射频前端模组，如 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)、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)等模组组合)。

自 2020 年起，因 5G 技术变革影响，全球射频模组市场规模预计持续稳定增长。根据 Yole Development 的统计与预测，2018 年功率放大器模组/接收模组/WiFi 连接模组市场规模分别为 60/25/20 亿美元，2025 年预计达 104/29/31 亿美元，2018-2025 年 CAGR 分别达 8%/2%/6%。天线模组市场规模将从 2018 年开始以高达 68%的 CAGR 增长至 2025 年的 13 亿美元。

图34：射频模组市场规模预计稳定增长



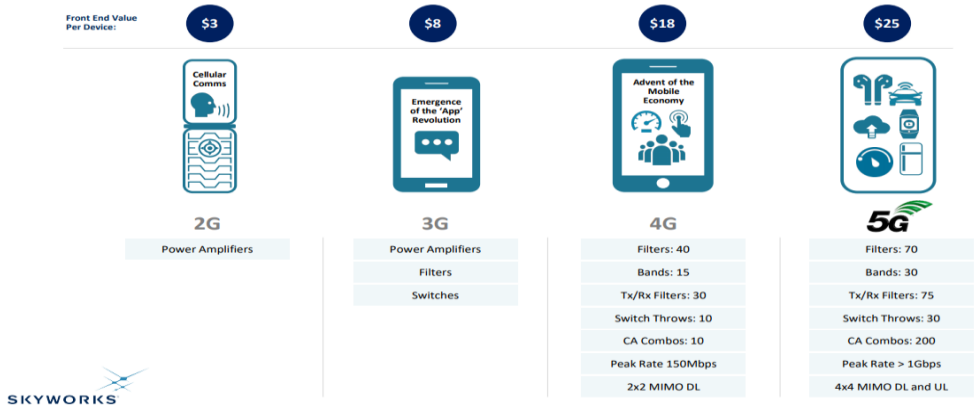
资料来源：Yole Development

2.3、 5G 打开行业天花板，射频模组化是趋势

随着移动智能终端功能更加丰富与便携，消费者对移动智能终端需求大幅上升，同时移动数据的数据传输量和速度大幅提升，提升对于射频前端的要求。根据 Yole Development 数据，2016 年全球每月流量为 960 亿 GB，其中智能手机流量占比为 13%，预计到 2021 年，全球每月流量将达到 2780 亿 GB，其中智能手机流量占比亦大幅提高到 33%。从 2G 到 4G，移动数据传输量和传输速度的不断提高主要依赖于移动通讯技术的变革，及其配套的射频前端芯片的性能的不断提高，对手机通信制式兼容的能力要求越来越高。为了提高智能手机对不同通信制式的兼容，4G 方案的射频前端芯片数量相比 2G 方案和 3G 方案有了明显的增长，单个智能手机中射频前端芯片的整体价值也不断提高。

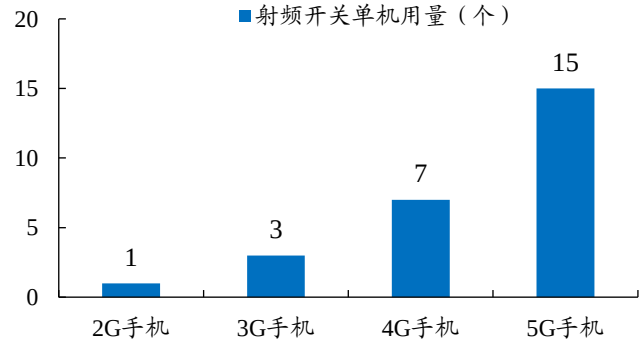
5G 打开行业天花板，手机单机射频价值量进一步大幅提高，射频前端芯片的应用市场也在不断扩大。从手机终端单机价值量来看，2G 时代射频前端价值量约 3 美元，4G 时代约 18 美金，到 5G 时代将增长至 25 美金，增幅近 40%。5G 打开行业天花板，手机单机射频价值量进一步大幅提高，射频前端芯片的应用市场也在不断扩大。从手机终端单机价值量来看，2G 时代射频前端价值量约 3 美元，4G 时代约 18 美金，到 5G 时代将增长至 25 美金，增幅近 40%。

图35：手机单机射频价值量提高



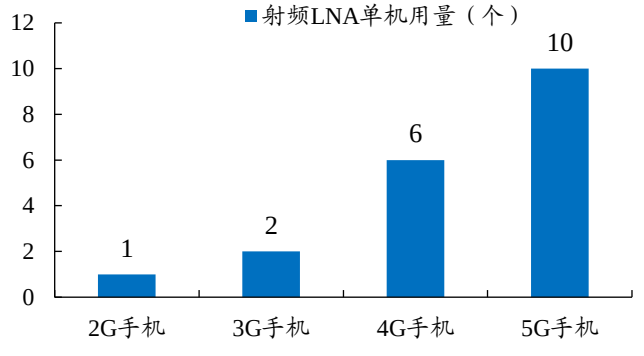
资料来源：Skyworks

图36：射频开关单机用量逐渐提升



数据来源：中国产业信息网、开源证券研究所

图37：射频 LNA 单机用量逐渐提升



数据来源：中国产业信息网、开源证券研究所

5G 推动天线调谐开关(Tuner)要求提升及需求扩大。Tuner 主要给天线做配套，全面屏的普及，紧凑的机身设计，智能手机留给天线的空间尺寸不断受到限制，这导致天线系统的整体效率降低，需要 Tuner 提高天线对不同频段信号的接收能力，相较普通开关，Tuner 有着极高的耐压要求，同时导通电阻和关断电容对性能影响极大，由此对产品提出了极高的设计和工艺要求。4G 手机一般需要 4~6 个天线，而 5G 手机至少需要 6~10 个天线，对应的天线 Tuner 需求适配性增长。据 Yole Development 预测，天线调谐开关的市场规模将从 2018 年的 5 亿美元增长至 2025 年的 12 亿美元，CAGR 达 13%。

射频芯片的未来趋势是模组化。5G 对射频器件提出更高要求，第一是因为手机逐渐向轻薄化发展，所以留给射频前端的空间越来越小，而 5G 支持更多的频段，意味着必须要引入更多的前端器件，这提高了芯片设计和构建射频模组的难度，因此未来需通过模组化来解决。

我们认为 2020 年是 5G 元年，5G 手机开始放量，而 2021 年 5G 手机将进一步提升渗透率，同时更加全面的覆盖高中低端手机，对于射频芯片的需求提升将更加明显，同时，射频模组化的趋势也会随之在 2021 年更加明显，出货量进一步提升。

2.4、 受益标的

卓胜微：公司为国内射频芯片龙头，重视研发，研发支出与研发人员数量持续提升，拥有多项核心技术，发明了拼版式射频开关实现方法、率先基于 RF CMOS 工艺实现了 LNA 的产品化。拥有稳定的供应链和优质的客户体系。公司募投提升拓展公司产品线：着力滤波器新产线，打造射频模组，顺应行业趋势。研发 PA 新产品，追赶全球龙头。5G 变革下对原有开关及 LNA 技术升级，同时研发新品。布局 IoT 方向的 Connectivity MCU，研发升级满足市场需求。拟定增投入高端滤波器及 5G 基站射频器件项目。同时叠加射频芯片行业快速发展，国产替代趋势下，公司前景广阔。

3、 风险提示

1）下游需求不及预期；

2）IDM 企业和代工厂产能扩张进度不及预期；

3）国内疫情反复，供应链受影响；

4）新品研发进度不及预期，新品盈利不急预期；

5）中美贸易摩擦加剧。

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R3（中风险），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C3、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C3、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	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	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。

本报告仅供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，属于机密材料，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10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16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