

射频芯片赛道研究系列一

WiFi-FEM: WiFi6 注入行业新活力, 协同 5G 双击射频厂商成长

分析师: 许兴军

分析师: 王亮



SAC 执证号: S0260514050002



SAC 执证号: S0260519060001



021-38003661



021-38003658



xuxingjun@gf.com.cn



gfwangliang@gf.com.cn

请注意, 许兴军并非香港证券及期货事务监察委员会的注册持牌人, 不可在香港从事受监管活动。

核心观点:

- 无线连接技术是个快速变化和升级的行业, 升级的方向始终从量价齐升的角度利好全球射频厂商。WiFi 通信是家庭场景重要的通讯方式之一, 如同传统蜂窝通信持续升级, WiFi 通信及相应芯片也持续升级以达到更高的网速。WiFi 升级始终围绕着更高吞吐量和更远传输距离, 则要求射频芯片提供更高的传输功率和线性度, 因此自 WiFi5 协议之后, WiFi 射频前端芯片逐渐外置出来, 成为射频前端市场重要的增量。
- 类似于蜂窝通信的射频前端模组, WiFi-FEM 是提升 WiFi 无线连接能力的射频模组, 应用场景与市场空间广阔。WiFi-FEM 指的是用于 WiFi 通信将一系列射频前端电路例如功率放大器 (PA)、射频开关、低噪声放大器 (LNA) 集成在一起的射频模组。下游应用场景广泛, 主要包括智能手机、平板电脑、游戏机、路由器等, 其中智能手机为最大市场。
- 下游需求旺盛, 重点下游场景量价齐升迎来成长好光景。在户外场景中, 远距离通信是手机和基站间的交互, 通信协议的升级是从 4G 到 5G, 在家庭场景中, 近距离通信是手机和路由器间的交互, 通信协议的升级是从 WiFi4&5 升级到 WiFi6。在下游智能手机和路由器场景均在经历 WiFi6 高速渗透下的, MIMO 推动的单机用量的提升以及高性能要求下的价值量提升, 行业市场规模高速增长。
- 竞争格局以海外 IDM 厂商为主, 产能紧缺国产替代迎良机。智能手机逐渐走入存量市场阶段, 5G 通讯与 WiFi6 均为智能手机重要的差异化性能与卖点, 因此在智能手机端的渗透迅猛, 高通预期 2021 年 5G 渗透率可达 40% 以上, TSR 预期 2021 年 WiFi 渗透率可达 32%。同时由于智能手机 5G PA 模组与 WiFi-FEM 均需要用到 GaAs 工艺产能和 SOI 工艺产能, 给予海外射频前端 IDM 厂商较大产能压力, 海外厂商策略性倾斜高价值量 5G 模组将会给予国内厂商国产替代的良机。
- 重点看好卓胜微在该赛道的后续表现。从分立 WiFi 射频开关入局, 基于深度合作的智能手机品牌客户群进行横向产品线拓展, 当前阶段 WiFi5-FEM 量产出货, WiFi6-FEM 送样, 看好卓胜微在该赛道后续表现。
- 风险提示。WiFi6 渗透不达预期; 上游晶圆代工以及封测产能供给不足风险; 市场竞争格局进一步恶化的风险。

相关研究:

射频芯片研究系列一: 天线调谐器: 受益 5G MIMO 与全面屏趋势, 行业景气提升

2020-07-15

重点公司估值和财务分析表

股票简称	股票代码	货币	最新	最近	评级	合理价值 (元/股)	EPS(元)		PE(x)		EV/EBITDA(x)		ROE(%)	
			收盘价	报告日期			2021E	2022E	2021E	2022E	2021E	2022E	2021E	2022E
卓胜微	300782	CNY	371.1	2021/04/23	买入	960.71	12.01	15.45	30.90	24.02	48.22	37.42	45.50	36.90

数据来源：Wind、广发证券发展研究中心

备注：表中估值指标按照最新收盘价计算

目录索引

推荐逻辑	5
一、WIFI 通信持续升级迭代，新时代大幕快速拉开	6
二、从下游市场看，WIFI-FEM 的旺盛需求	7
（一）智能手机：WIFI-FEM 高弹性增量市场，量价齐升迎来成长好光景	7
（二）路由器：WIFI-FEM 最基础战场，量价齐升迎来成长好光景	11
三、WIFI-FEM 的产品形式以及竞争格局	13
四、投资建议	16
（一）卓胜微：背靠品牌客户群，看好 WIFI-FEM 后续市场表现	16
（二）立积电子：致力于连接生活，WIFI 无线技术前行者	17
五、风险提示	19

图表索引

图 1: WiFi 芯片下游应用场景分类	6
图 2: WiFi 芯片全球出货量情况	6
图 3: 5G 智能手机射频前端和无线通信芯片架构	7
图 4: 手机不同 WiFi 芯片出货量	9
图 5: 手机不同 WiFi 通讯方式占比	9
图 6: 智能手机射频模块按照不同功能区分	10
图 7: WiFi4&5 手机 WiFi-FEM 存在形式	10
图 8: Samsung Galaxy S20 Ultra 拆解图片	10
图 9: 路由器的芯片架构以及后期变革	11
图 10: 华为路由器 AX3 Pro 拆解	12
图 11: 小米 AX3600 拆解	12
图 12: 路由器不同 WiFi 芯片出货量	13
图 13: 路由器不同 WiFi 通讯方式占比	13
图 14: Qorvo 2.4GHz WiFi-FEM 的内部结构	13
图 15: Qorvo 5.8GHz WiFi-FEM 内部结构	13
图 16: Skyworks 非手机业务营收情况 (季度)	14
图 17: Qorvo 非手机业务营收情况 (季度)	14
图 18: 主流射频前端的工艺图谱	14
图 19: 低噪声放大器的主流工艺为 SOI	15
图 20: 功率放大器的主流工艺为 GaAs	15
图 21: 2020 年卓胜微不同业务营收占比	16
图 22: 卓胜微下游品牌客户全球市占率情况	16
图 23: 立积电子营业收入情况	17
图 24: 立积电子不同业务营收情况	17
图 25: 立积产品形式以及占比	18
表 1: 重点路由器 WiFi 通信方式情况	6
表 2: 重点手机品牌 WiFi 通信方式情况 (2020 年与 2021 年重点机型)	7
表 3: 重点路由器 WiFi 通信方式情况	11
表 4: 全球射频前端 IC 设计企业产品布局情况	15
表 5: 卓胜微基础射频技术布局情况	17
表 6: 立积在 WiFi 射频前端元件与竞争者的比较	18
表 7: 立积在 5G 手机以及物联网市场的展望和布局	19

推荐逻辑

无线连接技术和射频芯片技术是个快速变化和升级的行业。蜂窝通信从2G通信逐渐升级到5G通信，作为成本最低应用最广的无线WiFi技术的发展亦是如此，基本上5-6年通信协议升级一次，每次升级都对数据吞吐量、传输距离提出了更高要求，对于底层射频技术的发射功率以及线性度也提出了升级。

升级的方向始终从量价齐升的角度利好全球射频厂商。早期在WiFi4阶段当中，对传输功率要求较低，因为PA、LNA和射频开关往往使用CMOS工艺设计，与CMOS工艺的收发机电路集成在一起，市场的主要玩家为高通、博通、联发科等具备基带芯片设计能力的玩家。来到WiFi5时代，对于射频芯片传输功率以及线性度提出了更高需求，PA、LNA和射频开关需要特种工艺来提升性能，因此逐渐外置出来，给了全球射频厂商新的增量市场的机会，市场的主要玩家切换至Skyworks和Qorvo。伴随着WiFi6渗透率的提升，全球射频厂商在智能手机和路由器下游场景中均将迎来量价齐升的新成长。且我们认为后续来到WiFi6E甚至是WiFi7，量价齐升的逻辑将会延续。

WiFi6与5G渗透率的齐同走高，会给IDM模式海外巨头带来产能压力，赋予利用第三方代工资源的Fabless国内企业国产替代良机。作为存量手机市场重要的创新点，5G和WiFi6的渗透均是迅猛的，由于智能手机5G PA模组与WiFi-FEM均需要用到GaAs工艺产能和SOI工艺产能，给了海外射频前端IDM龙头厂商较大的产能压力，海外龙头策略性产能倾斜高价值量5G模组将会给予国内厂商国产替代和弯道超车的机会。

重点看好卓胜微在该赛道的后续表现。从分立WiFi射频开关入局，基于深度合作的品牌客户群进行横向产品线拓展，根据公司年报披露，当前阶段WiFi5-FEM量产出货，WiFi6-FEM送样，看好卓胜微在该赛道后续表现。

一、WiFi 通信持续升级迭代，新时代大幕快速拉开

WiFi通信是家庭场景重要的通讯方式之一，如同传统蜂窝通信持续从2G、3G、4G到5G的升级来提升通信速度，WiFi通信及相应芯片也持续升级以达到更高的网速。自1997年WiFi首次向消费者发布，WiFi标准一致在升级迭代，其升级的方向主要围绕三个维度，即频段数目增多、带宽增大和吞吐量增大，基本上每间隔5-6年，最大吞吐量都会实现一次较大幅度的提升，来实现网络通信速度的提升。

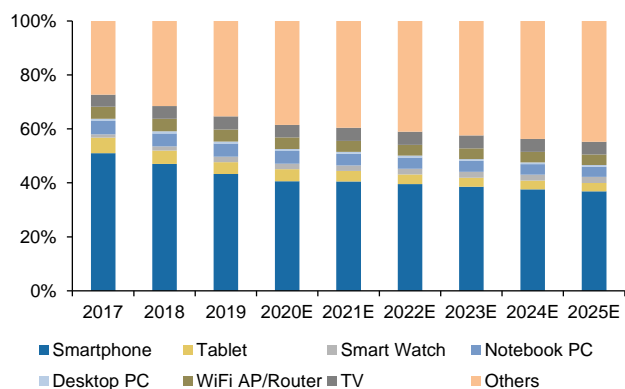
表 1：重点路由器WiFi通信方式情况

IEEE 802.11 Protocol	Release Date	Frequency Band (GHz)	Bandwidth (MHz)	Max Throughput
802.11-1997	1997	2.4	22	2 Mbps
11b	1999	2.4	22	11 Mbps
11a	1999	5	20	54 Mbps
11g	2003	2.4	2	54 Mbps
11n (WiFi4)	2009	2.4 / 5	20/40	600 Mbps
11ac (WiFi5)	2013	2.4 / 5	20/40/80/160	6.8 Gbps
11ax (WiFi6)	2019	2.4 / 5	20/40/80/160	10 Gbps

数据来源：Qorvo，广发证券发展研究中心

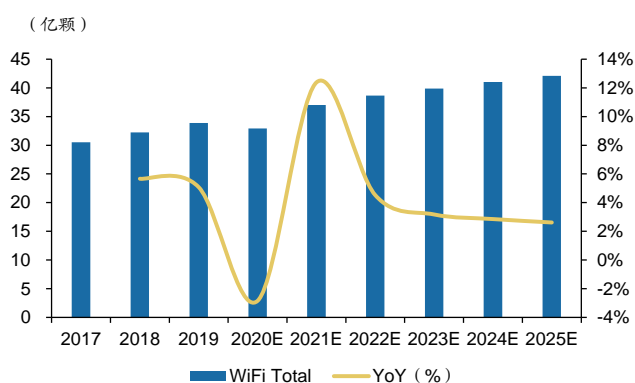
WiFi通信作为目前通信速率最快且通信成本最低的通信方式，其用量广泛且应用场景多样。根据TSR统计，WiFi芯片2020年受到疫情影响，出货量略有下滑，预计出货量约为32.9亿颗，2021年后重归成长。同时从下游应用场景来看，WiFi芯片出货量基本跟下游场景的出货量正相关，即手机、平板、笔记本、路由器为主要的场景。

图 1：WiFi芯片下游应用场景分类



数据来源：TSR，广发证券发展研究中心

图 2：WiFi芯片全球出货量情况



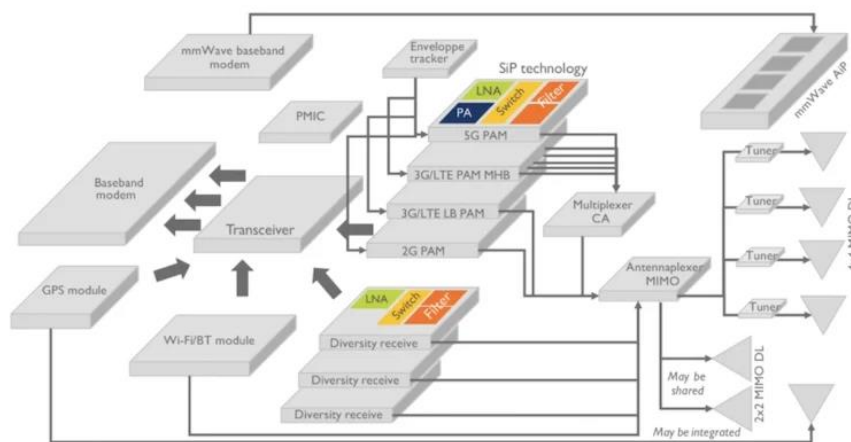
数据来源：TSR，广发证券发展研究中心

二、从下游市场看，WiFi-FEM 的旺盛需求

（一）智能手机：WiFi-FEM 高弹性增量市场，量价齐升迎来成长好光景

WiFi无线连接方式是智能手机在室内场景最核心的无线连接方式，WiFi芯片是智能手机的标配芯片。智能手机是一个具备多个无线连接方式的终端系统，主要包括蜂窝通讯（5G、4G）、WiFi芯片、蓝牙芯片和GPS芯片等。同时从智能手机用户的用户习惯来看，往往在户外场景以4G、5G蜂窝通信方式为主，在家庭室内以及办公场所，WiFi通信依然是智能手机最主流的无线连接方式。

图 3：5G智能手机射频前端和无线通信芯片架构



数据来源：Yole，广发证券发展研究中心

WiFi6通信在智能手机中渗透率逐渐提升。从品牌手机端我们也看到了旺盛的需求趋势，首先苹果是行业WiFi6加速渗透的重要推动者，自2019年的iPhone11之后苹果便积极把WiFi6作为智能手机的标配WiFi连接趋势，逐渐培养着消费者的消费习惯。同时智能手机逐渐走向存量市场，差异化较小的安卓厂商竞争逐渐激烈，网络连接作为手机重要的日常功能成为智能手机性能升级的关键指标，因此WiFi在高端安卓手机甚至是中低端机型当中均呈现加速渗透的趋势，目前小米11青春版、红米K40和Reno5等2000-3000元价位的手机已经逐渐配置WiFi6通信方式。

表 2：重点手机品牌WiFi通信方式情况（2020年与2021年重点机型）

苹果	上市时间	通信方式	WiFi 模式	蓝牙模式	手机售价(元)
iPhone 12 Pro	2020 年 10 月	5G	WiFi6 2x2MIMO	蓝牙 5.0	8499
iPhone 12	2020 年 10 月	5G	WiFi6 2x2MIMO	蓝牙 5.0	6299
iPhone SE	2020 年 3 月	4G	WiFi6 2x2MIMO	蓝牙 5.0	3299
iPhone 11	2019 年 9 月	4G	WiFi6 2x2MIMO	蓝牙 5.0	4799
iPhone XR	2018 年 10 月	4G	WiFi5 2x2MIMO	蓝牙 5.0	3999
三星					
Galaxy S21 Ultra	2021 年 1 月	5G	WiFi6 MIMO	蓝牙 5.2	9699

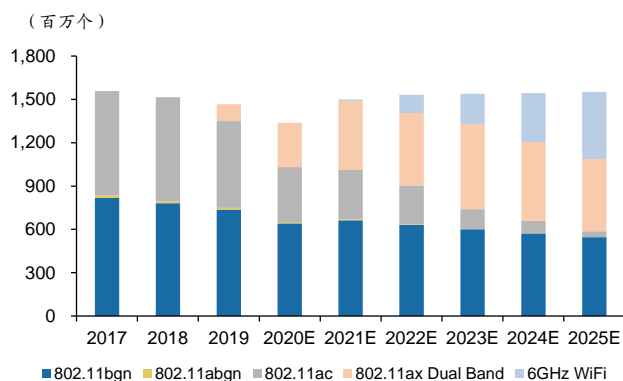
Galaxy S21	2021 年 1 月	5G	WiFi6 MIMO	蓝牙 5.1	5799
Galaxy A52	2021 年 3 月	5G	WiFi5 MIMO	支持蓝牙	2999
Galaxy S20	2020 年 2 月	5G	WiFi6 MIMO	蓝牙 5.0	5599
Galaxy Note 20	2020 年 8 月	5G	WiFi6 MIMO	蓝牙 5.0	5299
华为					
华为 Mate40	2020 年 12 月	5G	WiFi6 2x2MIMO	蓝牙 5.2	4999
华为 nova 8 Pro	2020 年 12 月	5G	WiFi6 2x2MIMO	蓝牙 5.1	3799
华为 nova 8	2020 年 12 月	5G	WiFi4&5	蓝牙 5.1	3299
华为 Mate40 Pro	2020 年 10 月	5G	WiFi6 2x2MIMO	蓝牙 5.2	6999
华为 P40 Pro	2020 年 4 月	5G	WiFi6 2x2MIMO	蓝牙 5.1	5988
华为 P40	2020 年 3 月	5G	WiFi6 2x2MIMO	蓝牙 5.1	4988
华为 Mate 5G	2019 年 11 月	5G	WiFi4&5 2x2MIMO	蓝牙 5.1	4899
Oppo					
A35	2021 年 4 月	4G	WiFi4&5	蓝牙 5.0	1199
Find X3 Pro	2021 年 3 月	5G	WiFi6 2x2MIMO	蓝牙 5.2	5999
Find X3	2021 年 3 月	5G	WiFi6 2x2MIMO	蓝牙 5.2	4499
A93	2021 年 1 月	5G	WiFi4&5	蓝牙 5.1	1999
Reno5 Pro	2020 年 12 月	5G	WiFi6 2x2MIMO	蓝牙 5.1	3399
Reno5	2020 年 12 月	5G	WiFi6 2x2MIMO	蓝牙 5.1	2999
K7x	2020 年 11 月	5G	WiFi4&5	支持蓝牙	1369
A32	2020 年 9 月	4G	WiFi4&5	蓝牙 5.0	1499
Reno4	2020 年 6 月	5G	WiFi4&5	蓝牙 5.1	2499
Ace2	2020 年 4 月	5G	WiFi6	蓝牙 5.1	2799
Vivo					
Vivo S9	2021 年 3 月	5G	WiFi6	蓝牙 5.2	2999
Vivo X60 Pro+	2021 年 1 月	5G	WiFi6	蓝牙 5.2	4998
Vivo X60	2021 年 1 月	5G	WiFi4&5	蓝牙 5.1	3498
Vivo Y31s	2021 年 1 月	5G	WiFi4&5	蓝牙 5.1	1598
Vivo Y52S	2020 年 12 月	5G	WiFi4&5	支持蓝牙	1798
Vivo Y30	2020 年 10 月	5G	WiFi4&5	蓝牙 5.0	1498
Vivo S7	2020 年 8 月	5G	WiFi4&5	蓝牙 5.1	2598
Vivo X50	2020 年 6 月	5G	WiFi4&5	蓝牙 5.1	3198
Vivo NEX 3	2020 年 3 月	5G	WiFi4&5	蓝牙 5.1	4998
小米					
小米 11 Pro	2021 年 4 月	5G	WiFi6 2x2MIMO	蓝牙 5.2	5299
小米 11 青春版	2021 年 4 月	5G	WiFi6 2x2MIMO	蓝牙 5.2	2299
小米 Mix Fold	2021 年 4 月	5G	WiFi6 2x2MIMO	蓝牙 5.2	10999
小米 10S	2021 年 3 月	5G	WiFi6 2x2MIMO	蓝牙 5.1	3299
红米 K40	2021 年 2 月	5G	WiFi6 2x2MIMO	蓝牙 5.1	2499
小米 11	2021 年 1 月	5G	WiFi6 2x2MIMO	蓝牙 5.2	3999
红米 Note9	2020 年 12 月	5G	WiFi4&5 2x2MIMO	蓝牙 5.1	1299
红米 Note9 Pro	2020 年 11 月	5G	WiFi4&5	蓝牙 5.1	1599
红米 K30S	2020 年 11 月	5G	WiFi6 2x2MIMO	蓝牙 5.1	2199

红米 9A	2020 年 8 月	4G	WiFi4&5	蓝牙 5.0	585
红米 9	2020 年 6 月	4G	WiFi4&5	蓝牙 5.0	799
小米 10	2020 年 2 月	5G	WiFi6 4x4MIMO	蓝牙 5.1	3399
荣耀					
荣耀 Play5T	2021 年 4 月	5G	WiFi4	蓝牙 5.1	1299
荣耀 V40	2021 年 1 月	5G	WiFi6 2x2MIMO	蓝牙 5.1	3599
荣耀 X10	2020 年 5 月	5G	WiFi4&5	蓝牙 5.1	2199
荣耀 30 Pro	2020 年 4 月	5G	WiFi6 2x2MIMO	蓝牙 5.1	3749
荣耀 30	2020 年 4 月	5G	WiFi5 2x2MIMO	蓝牙 5.1	3388
荣耀 Play3	2019 年 9 月	4G	WiFi4	蓝牙 5.0	999

数据来源：苹果、华为、Oppo、Vivo、小米和荣耀官网，广发证券发展研究中心

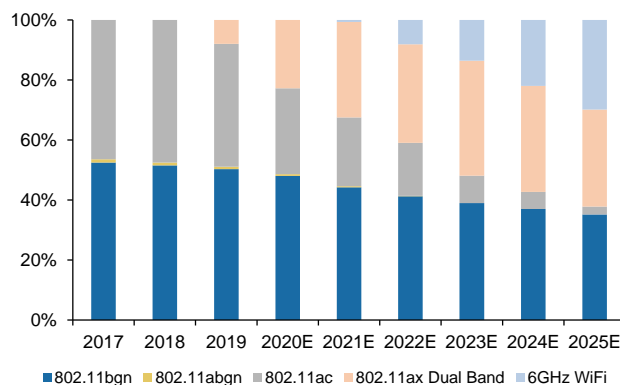
根据TSR预测，预计2021年-2023年搭配WiFi6通讯方式（802.11ax Dual Band）的智能手机出货量高达4.77、5.03、和5.90亿部，约占同期智能手机出货量的31.8%、32.8%和38.3%。

图 4：手机不同WiFi芯片出货量



数据来源：TSR，广发证券发展研究中心

图 5：手机不同WiFi通讯方式占比

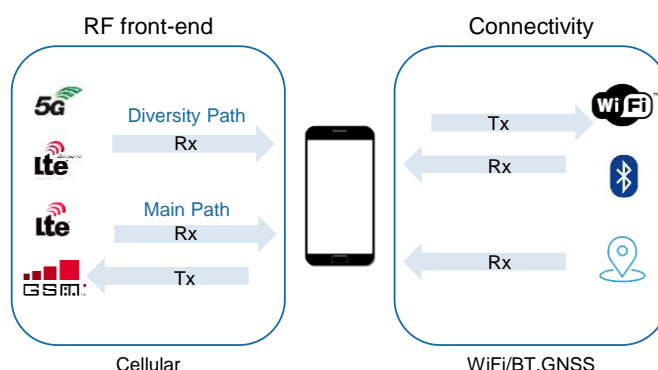


数据来源：TSR，广发证券发展研究中心

智能手机中通讯连接方案主要分为两种，一种是蜂窝通信方式（5G通讯主要变革模块），包括5G、4G LTE、3G WCDMA、2G GSM通信方式等，第二种是WiFi、蓝牙、GPS通信方式，以满足不同场景下的应用需求。其中针对蜂窝通信方式，智能手机里有单独的信号链路和射频前端，针对WiFi通信方式，也有单独的信号链路和射频前端，即WiFi通信的射频前端市场在手机中是区别于蜂窝通信的另一个市场。

同时WiFi通信区别于蓝牙通信和GPS通信，GPS通信以接收信号为主，因此不需要功率放大器，仅仅需要低价量的开关和LNA，协议更新换代逐渐停滞，蓝牙通信以短距离为主，因此仅仅需要低功率增益CMOS工艺的LNA和PA为主，往往直接与数字电路集成，因此并没有给予射频前端厂商布局的机会。

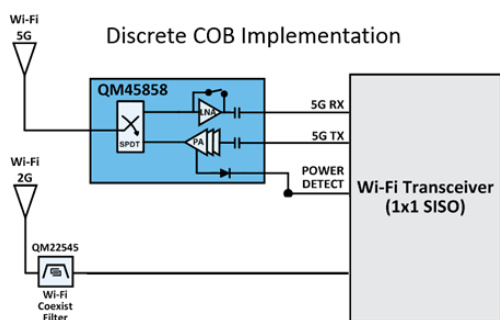
图 6：智能手机射频模块按照不同功能区分



数据来源：Yole，广发证券发展研究中心

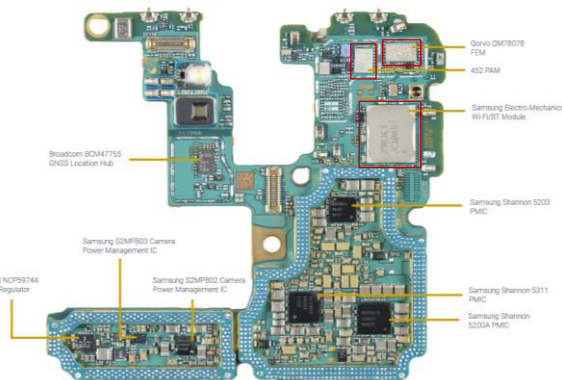
早期在WiFi4时代中(仅2.4GHz频段)，功率放大器(PA)和低噪声放大器(LNA)主要采用CMOS工艺设计，直接集成在WiFi的收发机芯片电路当中，因此2.4GHz频段不需要外置的PA、LNA和FEM电路。来到WiFi5时代，由于高频的5GHz信号衰减较高，因此往往外挂FEM电路来提高发射的信号增益，保证远距离通信的效率。因此在WiFi5时代的智能手机中，WiFi-FEM逐渐成为智能手机中的增量芯片，逐渐成为传统射频前端芯片厂商的新增市场。

图 7：WiFi4&5手机WiFi-FEM存在形式



数据来源：Qorvo、立积电子法说会，广发证券发展研究中心

图 8：Samsung Galaxy S20 Ultra拆解图片



数据来源：Tech Insights，广发证券发展研究中心

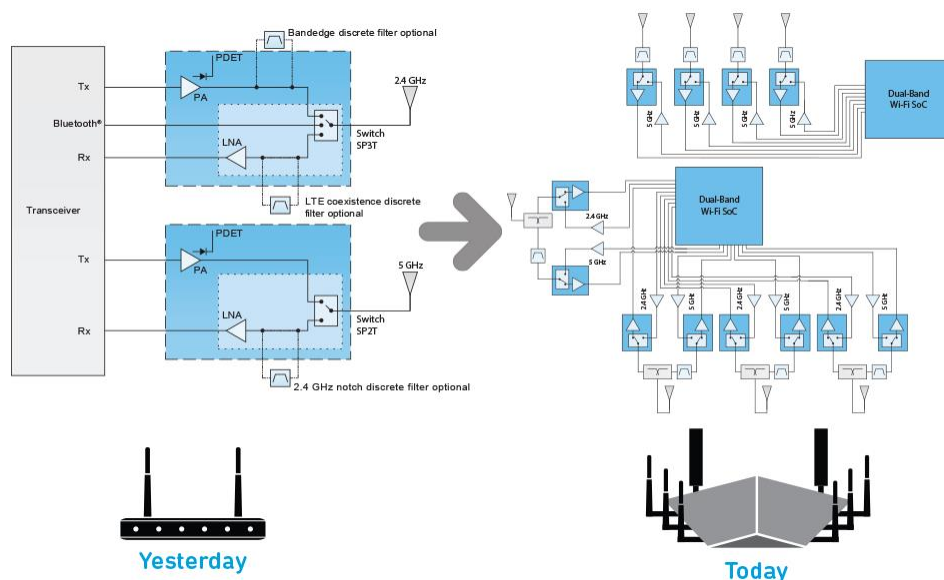
WiFi6渗透将持续提升智能手机WiFi-FEM市场空间。智能手机中的WiFi6需要同时覆盖2.4GHz和5GHz频段，且以2x2 MIMO方式为主，即2.4GHz有两路发射和接收，5.0GHz有两路发射和接收。5GHz频段信号衰减快，5GHz FEM产品基本成为标配，2.4GHz出于提高发射功率或者线性度需求，2.4GHz FEM渗透率逐渐提升。同时由于智能手机出货量更大，智能手机的WiFi-FEM相比于路由器市场市场空间更大，基于原有的客户群，传统的射频前端厂商更容易实现快速渗透。

（二）路由器：WiFi-FEM 最基础战场，量价齐升迎来成长好光景

路由器是连接两个或多个网络的硬件设备，在网络间起基础网关的作用，是读取每一个数据包中的地址然后决定如何传送的专用智能性的网络设备。类似于家庭里面的“小基站”功能，可以为家庭内的联网设备提供无线连接的功能，同时正如户外通信基站正在经历从4G到5G以及Massive MIMO的变革，家庭内的路由器也逐渐从原来的WiFi4升级到WiFi6同时进行着通道数目和天线数目的MIMO升级。

路由器中的核心无线连接芯片组成包括Tx/Rx收发机芯片、射频前端芯片，伴随着WiFi6对于发射功率以及线性度性能指标要求更高，WiFi-FEM单价呈现翻倍式提升，同时伴随着多天线MIMO的应用，单路由器使用的WiFi-FEM用量也提升显著。因此路由器作为WiFi-FEM应用的最基础场景，正在经历量价齐升的成长好光景。

图 9：路由器的芯片架构以及后期变革



数据来源：Qorvo 官网，广发证券发展研究中心

路由器是家庭、工作和工业场景最核心最基本的网关设备，正如没有5G基站建设基础，配置5G芯片的智能手机无法进行5G通信一样，路由器的通讯方式的升级是手机WiFi可以实现更高网速的基础。因此各家路由器供应商的新品路由器也逐渐配置WiFi6通信能力，且天线数目逐渐提升。目前WiFi6功能的路由器的价位也逐渐下滑至200元价位，预计后续价位会持续下探，加速家庭WiFi6通讯场景的落地。

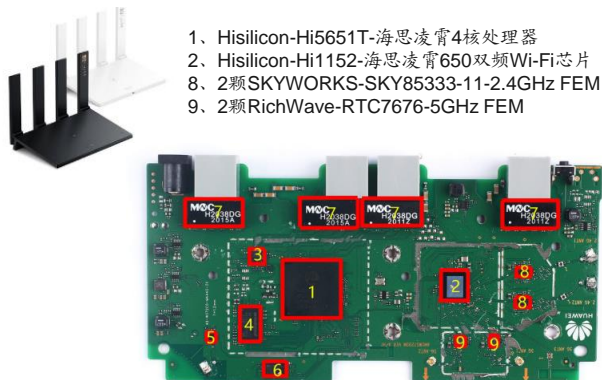
表 3：重点路由器WiFi通信方式情况

TP-Link	WiFi 方式	MIMO 方式	天线方式	价格(元)
AX5400	WiFi6	4x4 MU-MIMO	2 根 2.4G 天线，4 根 5G 天线	729
AX3000	WiFi6	2x2 MU-MIMO	2 根 2.4G 天线，2 根 5G 天线	NA
AX11000	WiFi6	4x4 MU-MIMO	4 根 2.4G 天线，4 根 5G 天线	2499
AX3200	WiFi6	4x4 MU-MIMO	4 根 2.4G 天线，4 根 5G 天线	389
AX5400	WiFi6	4x4 MU-MIMO	2 根 2.4G 天线，4 根 5G 天线	529

AX6000	WiFi6	4x4 MU-MIMO	4 根 2.4G 天线, 4 根 5G 天线	NA
AX1800	WiFi6	2x2 MU-MIMO	2 根 2.4G 天线, 2 根 5G 天线	289
AC1200	非 WiFi6	2x2 MU-MIMO	2 根 2.4G 天线, 2 根 5G 天线	99.9
AC1900	非 WiFi6	3x3 MU-MIMO	3 根 2.4G 天线, 3 根 5G 天线	298
AC2600	非 WiFi6	4x4 MU-MIMO	4 根 2.4G 天线, 4 根 5G 天线	299
华硕				
RT-AX56U	WiFi6	2x2 MU-MIMO	2 根 2.4G 天线, 2 根 5G 天线	399
RT-ACRH17	非 WiFi6	2x2 MU-MIMO	2 根 2.4G 天线, 2 根 5G 天线	299
RT-AX88U	WiFi6	4x4 MU-MIMO	4 根天线	1849
RT-AX86U	WiFi6	4x4 MU-MIMO	3 根天线	1599
小米				
小米 4A	非 WiFi6	MIMO	2 根 2.4G 天线, 2 根 5G 天线	119
小米 4C	非 WiFi6	NA	2 根天线	59
小米 AX3600	WiFi6	MIMO	外置高增益天线 6 根+外置 AIoT 天线 1 根	499
AX9000	WiFi6	4x4 MU-MIMO	4 根天线	999
AX1800	WiFi6	2x2 MU-MIMO	内置双频天线两根	329
AX6000	WiFi6	4x4 MU-MIMO	外置高增益天线 6 根+外置 AIoT 天线 1 根	599

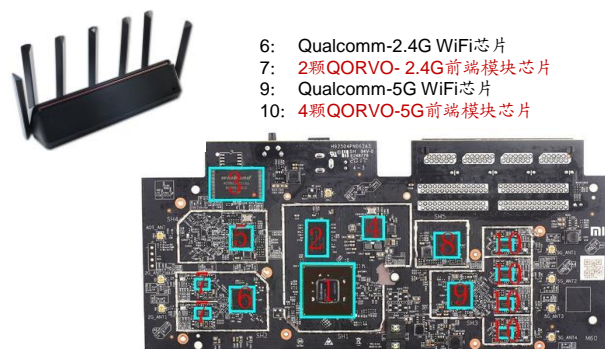
数据来源: TP-Link、华硕、小米官网, 广发证券发展研究中心

图 10: 华为路由器AX3 Pro拆解



数据来源: 集微网, 广发证券发展研究中心

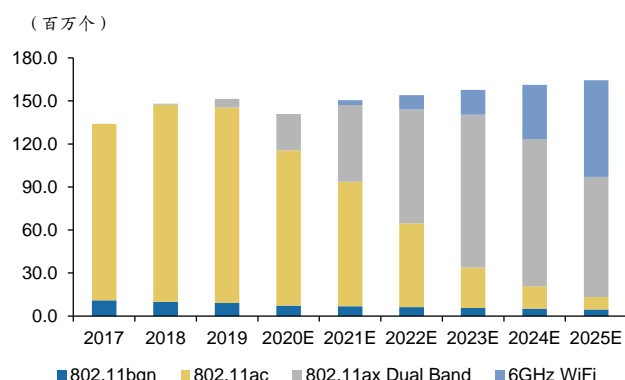
图 11: 小米AX3600拆解



数据来源: 电子发烧友, 广发证券发展研究中心

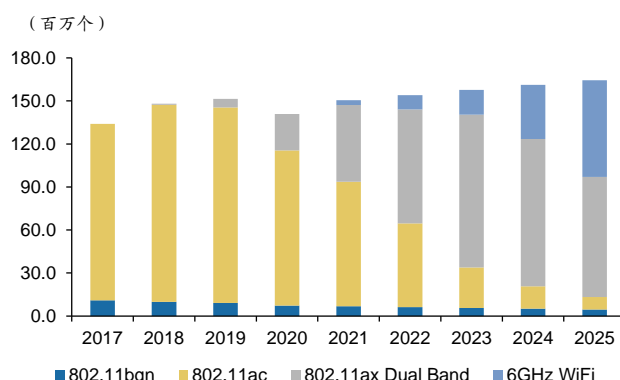
路由器作为家庭和办公场景重要的网关和通信信号源, 其通信制式变革的速度会优先于智能手机, 因此WiFi6在智能手机中的渗透率会更为快速。根据TSR预测, 预计2021年-2023年搭配WiFi6通讯方式(802.11ax Dual Band)的路由器出货量高达0.54、0.80和1.07亿部, 约占同期路由器出货量的35.5%、51.6%、67.5%。路由器市场的整体出货量较小, 但是渗透率十分迅速。

图 12: 路由器不同WiFi芯片出货量



数据来源: TSR, 广发证券发展研究中心

图 13: 路由器不同WiFi通讯方式占比



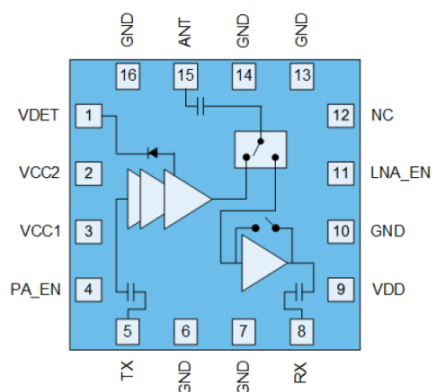
数据来源: TSR, 广发证券发展研究中心

家庭和工业路由器产品的生命周期较长，一般家庭主动购置和更换家庭路由器的意愿相对较低，往往家庭路由器购置和更换是由供应商推动的，因此整个WiFi6路由器的渗透率推动以及品牌和上游芯片格局会受到运营商的影响，因此竞争格局往往更为稳定。同时整个路由器全球全年出货量相比手机量级要小很多，因此对于上游芯片厂商的晶圆代工产能和封测产能的需求压力不大，对于早期没有产能优势的中小型企业更为友好。

三、WiFi-FEM 的产品形式以及竞争格局

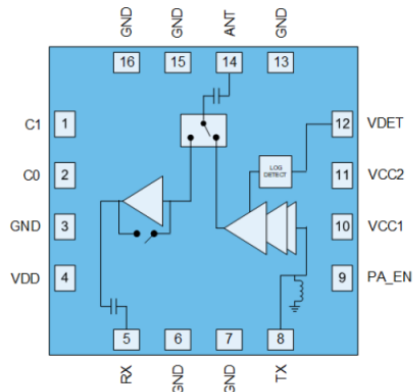
WiFi-FEM指的是用于WiFi通信将一系列射频前端电路例如功率放大器（PA）、射频开关、低噪声放大器（LNA）、滤波器和双工器集成在一起的小模组。根据行业市占率领先者Qorvo官网披露的产品形式,我们可以看出当前阶段针对于WiFi通信的2.4GHz以及5.8GHz频段，集成功率放大器、射频开关以及低噪声放大器依然为WiFi-FEM产品主流的产品集成方式。

图 14: Qorvo 2.4GHz WiFi-FEM的内部结构



数据来源: Qorvo 官网, 广发证券发展研究中心

图 15: Qorvo 5.8GHz WiFi-FEM内部结构



数据来源: Qorvo 官网, 广发证券发展研究中心

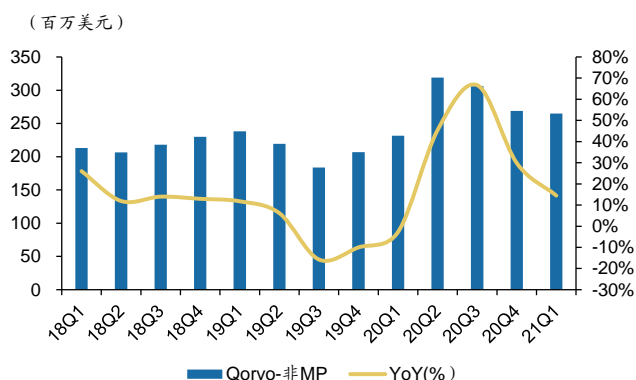
竞争格局以海外龙头企业为主，国产替代空间广阔。根据产品集成的方式，因此我们可以判断WiFi-FEM的设计核心主要为PA（功率放大器）和低噪声放大器（LNA），因此行业早期主要玩家以Skyworks和Qorvo等海外主流射频前端设计企业为主，根据立积电子法说会预计市占率在40-50%与30-40%之间。同时在国产替代趋势之下，国内路由器客户、运营商客户对非美供应商采取积极态度，因此台湾立积电子在国产路由器客户拓展顺利，预计全球市占率在15%左右。

图 16: Skyworks非手机业务营收情况（季度）



数据来源：Bloomberg，广发证券发展研究中心

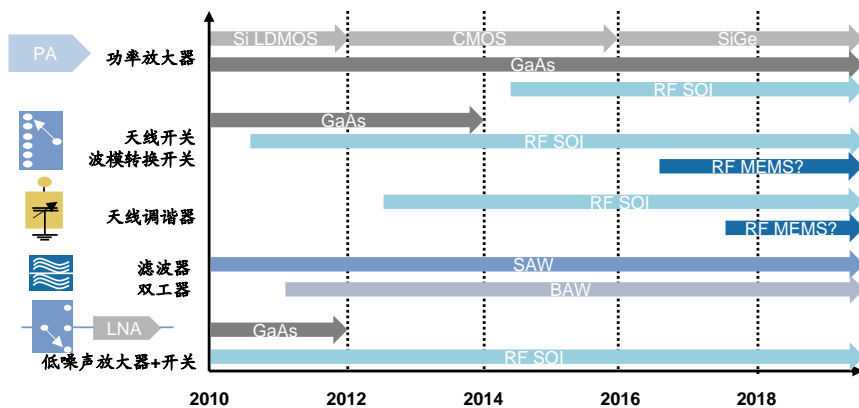
图 17: Qorvo非手机业务营收情况（季度）



数据来源：Bloomberg，广发证券发展研究中心

同时我们看好短期行业产能紧缺情况下，国内Fabless射频前端IC设计厂商基于第三方Foundry代工产能与原有下游客户群的WiFi-FEM国产替代的新机遇下的表现。射频前端芯片不同于数字芯片以及模拟芯片，其工艺制程的使用较为特殊以及分散，不同射频芯片所需要的设计和代工制程不同。因此对于射频前端芯片厂商需要具备多种工艺代工资源，以保证自身产品性能验证通过后在客户端实现稳定的供给。

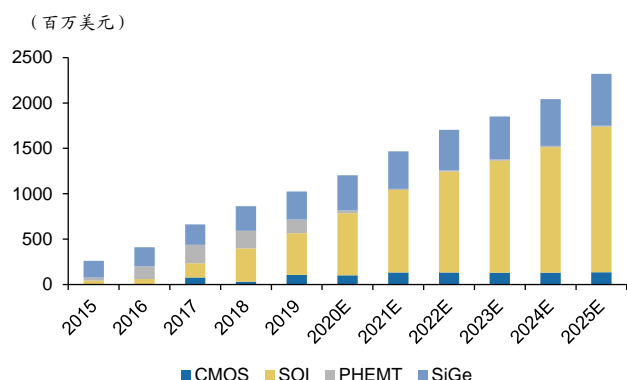
图 18: 主流射频前端的工艺图谱



数据来源：Yole 2018，广发证券发展研究中心

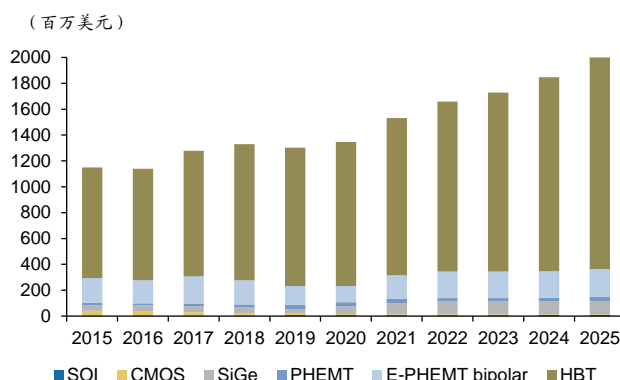
以WiFi-FEM集成的功率放大器、低噪声放大器和射频开关为主，射频功率放大器的主要技术指标就是输出功率、线性度与效率。GaAs工艺能为PA提供最佳的应用性能，是PA的主流工艺，WiFi连接模组推动了基于SiGe工艺的PA进一步发展与应用。无论是分立器件还是集成在射频模组中，5G的高频段应用都对LNA提出了新的要求。LNA的增益和噪声系数都需要提升以满足应用的要求，RF CMOS、SiGe和RF SOI工艺都是LNA的主流工艺。射频开关的重要指标是可靠性，RF SOI是射频开关的主流工艺，将长期占绝对的市场份额。

图 19：低噪声放大器的主流工艺为SOI



数据来源：Yole，广发证券发展研究中心

图 20：功率放大器的主流工艺为GaAs



数据来源：Yole，广发证券发展研究中心

5G与WiFi6赛道齐同高景气，赋予IDM模式海外巨头较大产能压力，国内厂商国产替代机遇明显。由于智能手机5G PA模组与WiFi-FEM均需要用到GaAs工艺的功率放大器电路，因此在5G手机加速渗透以及WiFi6加速渗透（尤其是出货量较大的手机市场WiFi6渗透）的双重作用下，给了海外射频前端龙头厂商较大的产能压力。（Skyworks和Qorvo均为IDM厂商，其GaAs部分产能利用自己的自有工厂进行代工，考虑到正常的建厂扩产周期，短期内扩张弹性较小）因此预计Skyworks和Qorvo会讲主要产品重心布局于高毛利率的5G移动通信发射模组，因此WiFi-FEM市场有望给予国内射频前端厂商“弯道超车”机会。

表 4：全球射频前端IC设计企业产品布局情况

公司名称	射频前端发射模组（集成PA的模组）				滤波器		
	4G	5G	WiFi5	WiFi6	SAW	BAW	IPD/ LTCC
Skyworks	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Qorvo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
立积电子			✓	✓	✓		
康希通信			✓	✓			
三伍微			✓				

Vanchip	√	√	√				
卓胜微			小批量	验证中	√		√
慧智微	√	√	√				
雷迅科			√				
芯佰特			√				

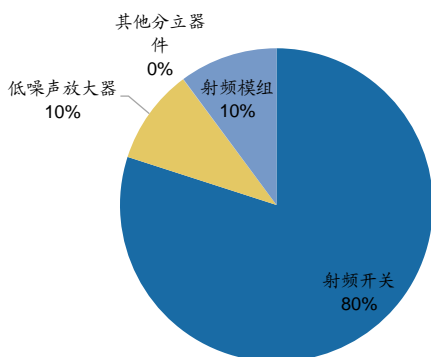
数据来源：Skyworks、Qorvo、立积、康希、三五微、Vanchip、慧智微、雷迅科等官网整理，广发证券发展研究中心

四、投资建议

（一）卓胜微：背靠品牌客户群，看好 WiFi-FEM 后续市场表现

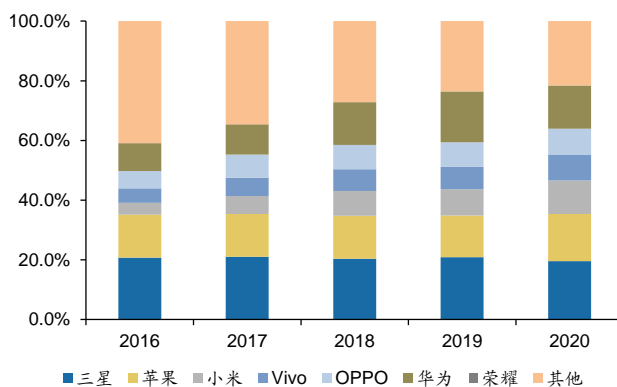
卓胜微目前主要业务以射频开关、低噪声放大器、天线调节器为主，公司依靠研发优势和供应链管理优势，已在国内外积累了良好的品牌认知和丰富的客户资源。目前公司射频前端芯片产品主要应用于三星、华为、小米、vivo、OPPO等终端厂商的产品，并持续拓展国内外其他智能手机厂商的潜在合作机会。卓胜微布局 WiFi-FEM 业务下游客户群与公司蜂窝通信射频前端业务客户群完全一致，看好卓胜微在该市场的后期表现。

图 21：2020年卓胜微不同业务营收占比



数据来源：Wind，广发证券发展研究中心

图 22：卓胜微下游品牌客户全球市占率情况



数据来源：Strategy Analytics，广发证券发展研究中心

基础射频芯片技术布局齐全，射频开关和低噪声放大器技术深厚。卓胜微早期产品围绕射频开关与低噪声放大器产品展开，具备完整的射频开关和低噪声放大器产品矩阵，同时在供应链管理环节特别是SOI工艺和SiGe工艺方面同上游晶圆代工厂商深度合作。根据年报披露，目前公司已经推出的WiFi产品包括：WiFi开关、WiFi滤波器、WiFi射频功率放大器以及WiFi FEM产品。

表 5: 卓胜微基础射频技术布局情况

公司名称	SAW滤波器	BAW滤波器	CMOS PA	GaAs PA	SOI开关	CMOS开关	SiGe LNA	SOI LNA
Broadcom	✓	✓		✓			?	
Infineon						✓	✓	
Murata	✓	?	✓	✓	✓		✓	✓
Qorvo	✓	✓		✓	✓		✓	✓
RF360(高通)	✓		✓	✓	✓		?	✓
Skyworks	✓	✓		✓	✓		✓	✓
Taiyo Yuden	✓	✓						
卓胜微	✓			✓	✓		✓	✓

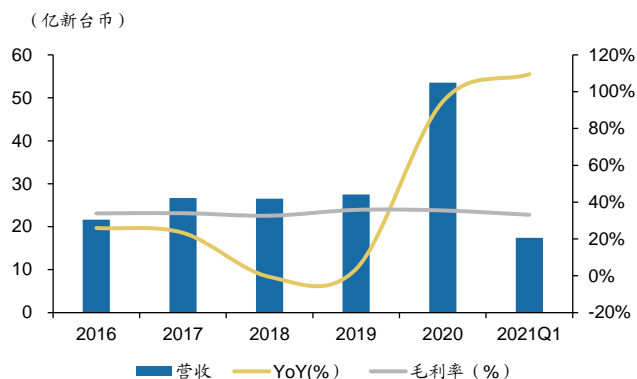
数据来源: Yole, 广发证券发展研究中心

卓胜微基于前期在射频及WiFi领域的技术积累, 根据公司2020年年报披露, 公司于2020年上半年推出WiFi FEM产品, 主要应用于移动智能终端及网通组网设备, 满足WiFi5连接标准, 目前已在移动智能终端及网通组网设备客户实现量产出货。随着WiFi6的渗透和普及, WiFi连接产品进一步渗透到智能手机中, 公司新推出满足WiFi6标准的连接模组产品, 并开始向客户送样。

(二) 立积电子: 致力于连接生活, WiFi 无线技术前行者

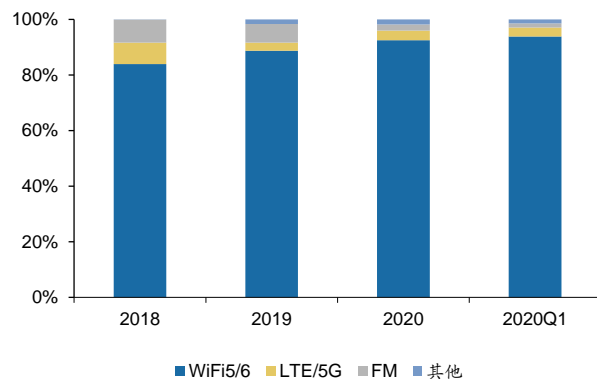
立积电子成立于2004年, 早期专注于WiFi应用场景的射频前端芯片以及模组器件研发的芯片厂商, 目前公司已经完成了WiFi5、WiFi6以及WiFi6E标准的全套解决方案。公司2020年实现营业收入53.5亿新台币, 细分下游应用场景当中无线路由器是公司所提供的重要子品类, 2020年营收占比约93%。

图 23: 立积电子营业收入情况



数据来源: Wind, 广发证券发展研究中心

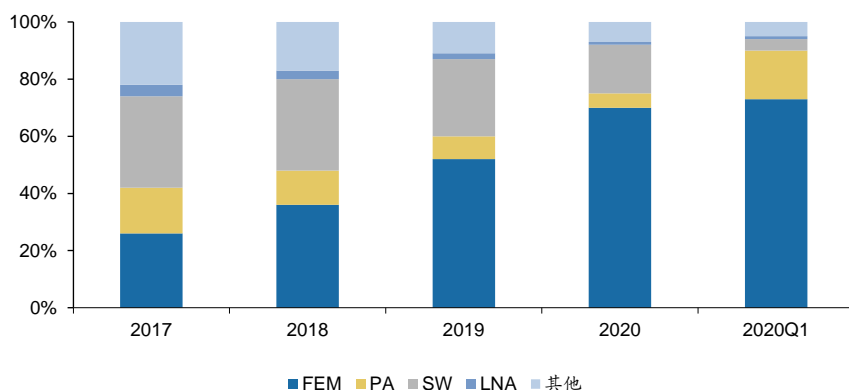
图 24: 立积电子不同业务营收情况



数据来源: Wind, 广发证券发展研究中心

从产品形式来看，基于下游WiFi应用场景的需求决定了立积电子主流的产品形式以FEM产品为主，即集成功率放大器、射频开关和低噪声放大器的模组产品，2020年营收占比约70%。第二大产品类型WiFi-PA，2020年占比约，射频开关与LNA业务营收占比较小约5%。

图 25：立积产品形式以及占比



数据来源：立积电子年报，广发证券发展研究中心

持续利用工艺特点，优化WiFi-FEM成本，提升公司在WiFi射频赛道竞争力。射频前端模组（FEM）产品通常以基板为载具，整合多种不同功能和工艺的元器件于单一芯片之中，立积与海外厂商重要的差异化体现在在对成本要求敏感的场景中，会使用SiGe工艺来进行PA设计，同时SiGe为硅基工艺可以跟CMOS控制电路、模拟电路等集成在一起，可以降低封装成本，而海外厂商则更注重高功率GaAs工艺的耕耘。

表 6：立积在WiFi射频前端元件与竞争者的比较

	WiFi SW	WiFi PA	WiFi LNA	WiFi FEM
立积	提供 SOI 制程为主的开关，ESD 性能好	提供 SiGe 制程为主的 PA，有成本优势	提供 SOI 制程为主的 LNA，有成本优势	以 SiGe/SOI 制程为主搭配 GaAs，有成本优势
Skyworks	以 GaAs 制程为主 ESD 性能差	以 GaAs 制程为主，成本较高	以 GaAs 制程为主，成本较高	以 GaAs/pHEMT 为主，成本较高
Qorvo	NO	NO	NO	以 GaAs/pHEMT 为主，成本较高

数据来源：立积电子年报，广发证券发展研究中心

公司后续计划新研发的产品主要围绕五大轴线，WiFi6与高功率应用相关的RFIC研发、3G/4G/5G手机应用相关的RFIC、支持高清高速跳频射频无线收发芯片

和支持物联网Sub-1G射频收发芯片。即公司后续重点方向为WiFi应用场景的技术升级、布局更大出货量更大市场空间的手机市场、布局物联网赛道。

表 7：立积在5G手机以及物联网市场的展望和布局

立积在 5G 手机的展望		
WiFi Component	WiFi-FEM	WiFi5 / 11ac
		WiFi 6&6E / 11ax
	WiFi-SW	
5G RF Component	Switch	5G Switch
		Antenna Swapping
		Antenna Tuner
	LNA	Multi-Gain LNA Module
	Module	N41, N77,N79 Module
		HML Band LFEM
	Filter	SAW
		Dual SAW
		High Q Filter
立积在物联网的产品线		
BT Zigbee	FEM（2.4GHz）	Full FEM
		TX FEM
		RX FEM
	Switch	GPIO Switch
	Filter	2.4GHz SAW Filter
LoRa Sigfox NB-IOT WiFi-HaLow	Switch	GPIO Switch
		MIPI Switch
	Filter	LTE SAW Filter
GPS	LNA	L1 Band LNA
		L2/L5 Band LNA
	Filter	L1 SAW Filter

数据来源：立积电子法说会资料，广发证券发展研究中心

五、风险提示

（一）WiFi6渗透不达预期

目前手机和路由器为WiFi-FEM重要的应用场景，通讯能力升级始终为手机和路由器重要的升级方向，若降低成本成为手机和路由器的首要需求，则会限制WiFi6在手机以及路由器端的渗透进程。

（二）上游晶圆代工以及封测产能供给不足风险

自2020年下半年起，伴随着5G智能手机渗透率提升以及WiFi6渗透率提升，上游晶圆代工以及封测产能较为吃紧，若后续上游产能持续吃紧或国内射频厂商无法

要到充足产能，则可能会出现影响国内厂商客户验证通过后的上量进度。

（三）市场竞争格局进一步恶化的风险

早期WiFi-FEM竞争格局以海外龙头厂商为主，当前阶段国内射频前端厂商纷纷布局，伴随着国内厂商纷纷布局，不排除后续市场竞争格局存在恶化风险，影响行业整体的盈利能力。

广发电子元器件和半导体研究小组

许兴军：首席分析师，浙江大学系统科学与工程学士，浙江大学系统分析与集成硕士，2012年加入广发证券发展研究中心。

王亮：联席首席分析师，复旦大学经济学硕士，2014年加入广发证券发展研究中心。

彭雾：资深分析师，复旦大学微电子与固体电子学硕士，2016年加入广发证券发展研究中心。

叶秀贤：资深分析师，天津大学材料科学与工程学士，天津大学管理科学与工程硕士，2014年加入广发证券发展研究中心。

王昭光：资深分析师，浙江大学材料科学与工程学士，上海交通大学材料科学与工程硕士，2018年加入广发证券发展研究中心。

耿正：资深分析师，上海交通大学材料科学与工程学硕士，2020年加入广发证券发展研究中心。

蔡锐帆：研究助理，北京大学汇丰商学院硕士，2019年加入广发证券发展研究中心。

于畅：上海交通大学微电子科学与工程学士，上海交通大学微电子科学与工程硕士，2020年加入广发证券发展研究中心。

邰正林：中国科学院大学硕士，2020年加入广发证券发展研究中心。

广发证券—行业投资评级说明

买入：预期未来12个月内，股价表现强于大盘10%以上。

持有：预期未来12个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-10%~+10%。

卖出：预期未来12个月内，股价表现弱于大盘10%以上。

广发证券—公司投资评级说明

买入：预期未来12个月内，股价表现强于大盘15%以上。

增持：预期未来12个月内，股价表现强于大盘5%-15%。

持有：预期未来12个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-5%~+5%。

卖出：预期未来12个月内，股价表现弱于大盘5%以上。

联系我们

	广州市	深圳市	北京市	上海市	香港
地址	广州市天河区马场路 26号广发证券大厦35 楼	深圳市福田区益田路 6001号太平金融大厦 31层	北京市西城区月坛北 街2号月坛大厦18层	上海市浦东新区南泉 北路429号泰康保险 大厦37楼	香港德辅道中189号 李宝椿大厦29及30 楼
邮政编码	510627	518026	100045	200120	-
客服邮箱	gfzqyf@gf.com.cn				

法律主体声明

本报告由广发证券股份有限公司或其关联机构制作，广发证券股份有限公司及其关联机构以下统称为“广发证券”。本报告的分销依据不同国家、地区的法律、法规和监管要求由广发证券于该国家或地区的具有相关合法合规经营资质的子公司/经营机构完成。

广发证券股份有限公司具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，接受中国证监会监管，负责本报告于中国（港澳台地区除外）的分销。广发证券（香港）经纪有限公司具备香港证监会批复的就证券提供意见（4号牌照）的牌照，接受香港证监会监管，负责本报告于中国香港地区的分销。

本报告署名研究人员所持中国证券业协会注册分析师资质信息和香港证监会批复的牌照信息已于署名研究人员姓名处披露。

重要声明

广发证券股份有限公司及其关联机构可能与本报告中提及的公司寻求或正在建立业务关系，因此，投资者应当考虑广发证券股份有限公司及其关联机构因可能存在的潜在利益冲突而对本报告的独立性产生影响。投资者不应仅依据本报告内容作出任何投资决策。投资者应自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或者口头承诺均为无效。

本报告署名研究人员、联系人（以下均简称“研究人员”）针对本报告中相关公司或证券的研究分析内容，在此声明：（1）本报告的全部分析结论、研究观点均精确反映研究人员于本报告发出当日的关于相关公司或证券的所有个人观点，并不代表广发证券的立场；（2）研究人员的部分或全部的报酬无论在过去、现在还是将来均不会与本报告所述特定分析结论、研究观点具有直接或间接的联系。

研究人员制作本报告的报酬标准依据研究质量、客户评价、工作量等多种因素确定，其影响因素亦包括广发证券的整体经营收入，该等经营收入部分来源于广发证券的投资银行类业务。

本报告仅面向经广发证券授权使用的客户/特定合作机构发送，不对外公开发布，只有接收人才可以使用，且对于接收人而言具有保密义务。广发证券并不因相关人员通过其他途径收到或阅读本报告而视其为广发证券的客户。在特定国家或地区传播或者发布本报告可能违反当地法律，广发证券并未采取任何行动以允许于该等国家或地区传播或者分销本报告。

本报告所提及证券可能不被允许在某些国家或地区内出售。请注意，投资涉及风险，证券价格可能会波动，因此投资回报可能会有所变化，过去的业绩并不保证未来的表现。本报告的内容、观点或建议并未考虑任何个别客户的具体投资目标、财务状况和特殊需求，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的投资建议。本报告发送给某客户是基于该客户被认为有能力独立评估投资风险、独立行使投资决策并独立承担相应风险。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被广发证券认为可靠，但广发证券不对其准确性、完整性做出任何保证。报告内容仅供参考，报告中的信息或所表达观点不构成所涉证券买卖的出价或询价。广发证券不对因使用本报告的内容而引致的损失承担任何责任，除非法律法规有明确规定。客户不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策，如有需要，应先咨询专业意见。

广发证券可发出其它与本报告所载信息不一致及有不同结论的报告。本报告反映研究人员的不同观点、见解及分析方法，并不代表广发证券的立场。广发证券的销售人员、交易员或其他专业人士可能以书面或口头形式，向其客户或自营交易部门提供与本报告观点相反的市场评论或交易策略，广发证券的自营交易部门亦可能会有与本报告观点不一致，甚至相反的投资策略。报告所载资料、意见及推测仅反映研究人员于发出本报告当日的判断，可随时更改且无需另行通告。广发证券或其证券研究报告业务的相关董事、高级职员、分析师和员工可能拥有本报告所提及证券的权益。在阅读本报告时，收件人应了解相关的权益披露（若有）。

本研究报告可能包括和/或描述/呈列期货合约价格的事实历史信息（“信息”）。请注意此信息仅供用作组成我们的研究方法/分析中的部分论点/依据/证据，以支持我们对所述相关行业/公司的观点的结论。在任何情况下，它并不（明示或暗示）与香港证监会第5类受规管活动（就期货合约提供意见）有关联或构成此活动。

权益披露

(1) 广发证券（香港）跟本研究报告所述公司在过去12个月内并没有任何投资银行业务的关系。

版权声明

未经广发证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、刊登、转载和引用，否则由此造成的一切不良后果及法律责任由私自翻版、复制、刊登、转载和引用者承担。