

5G 创新——电子行业近十年一遇的机会

电子

电子行业即将进入新一轮创新周期

我们创新性地提出电子行业创新周期模型：一个完整的电子创新周期可以分为创新期、渗透期和稳定期。从历史上看，每一轮电子产业创新周期均主要由通信代际升级驱动，历时 5-8 年。我们认为 2017-18 年为 4G 时代的稳定成熟期，而进入 2019 年，运营商加速投入 5G 网络建设，电子终端产品亦有望在运营商、品牌厂等推动下，迎来新一轮创新周期。

2019 为 5G 终端元年，应用场景逐渐明朗

iPhone X 领先创新，本质上是 4G 向 5G 过渡期的提前探索。预计 2019 年安卓阵营将推出多款 5G 手机，而苹果则将在 2020 年推出 5G 版本的 iPhone。5G 将在 4G 基础上新增支持三大类应用和服务，即大规模物联网、关键任务服务以及增强型移动宽带，未来有望看到 AI、VR/AR、车联网等应用场景不断成熟。

5G 趋势下，细分行业精彩纷呈

在 5G 创新周期中，管道投资先行，与通信设备相关度较高的电子细分领域有望率先释放业绩。而终端品类增加，换机周期缩短，同时其材料、结构、交互方式等迎来革命，为供应链带来量价齐升可能。历史上在新一代终端首次投入使用后的第 2-5 年是快速渗透期，预计 2020-23 年 5G 终端快速放量。对于零组件而言，我们最为看好天线、射频前端、高频高速材料/PCB、3D 光学等。

投资建议

电子行业即将步入以 5G 为主线的新一轮创新周期，在创新初期即 2019 年，我们判断行业整体估值有望见底回升，其后则进入量价齐升驱动的业绩释放期。我们看好契合 5G 创新的细分行业，对于公司而言，后 4G 时代的扩张能力或业务壁垒确保其受益于集中度提升，前瞻布局 5G 则为其打开中长期成长空间，重点推荐立讯精密、三环集团、欧菲科技、顺络电子、生益科技、深南电路、沪电股份等。

风险提示：手机出货波动；创新不达预期；国际贸易环境变化。

相关公司盈利预测与估值表（取 20181207 日收盘价）

公司	股价 (元)	归母净利润 (亿元)				EPS (元)				PE				评级
		17A	18F	19F	20F	17A	18F	19F	20F	17A	18F	19F	20F	
立讯精密	15.15	16.9	25.5	34.4	46.1	0.41	0.62	0.84	1.12	37	24	18	14	买入
三环集团	17.05	10.8	13.4	17.3	21.9	0.62	0.77	0.99	1.26	27	22	17	14	买入
欧菲科技	10.69	8.2	20.0	28.0	40.0	0.30	0.74	1.03	1.47	35	15	10	7	买入
顺络电子	14.33	3.4	5.0	6.6	9.5	0.42	0.62	0.81	1.16	34	23	18	12	买入
三安光电	14.22	31.6	34.0	40.0	48.0	0.78	0.83	0.98	1.18	18	17	15	12	买入
大华股份	12.74	23.8	25.2	29.6	35.1	0.79	0.84	0.99	1.17	16	15	13	11	买入
生益科技	9.29	10.7	12.1	16.2	18.0	0.51	0.57	0.77	0.85	18	16	12	11	买入
深南电路	74.78	4.5	5.9	8.2	11.5	1.61	2.11	2.93	4.11	47	36	26	18	买入
沪电股份	7.05	2.0	5.8	7.3	9.4	0.12	0.34	0.42	0.55	61	21	17	13	买入
大族激光	32.97	16.7	20.3	23.0	30.0	1.56	1.90	2.16	2.82	21	17	15	12	买入
扬杰科技	17.39	2.7	3.3	4.2	5.3	0.57	0.69	0.88	1.11	30	25	20	16	买入

维持

买入

黄瑜

huangyu@csc.com.cn

执业证书编号：S1440517100001

马红丽

mahongli@csc.com.cn

执业证书编号：S1440517100002

研究助理 朱立文

zhuliwen@csc.com.cn

发布日期：2018 年 12 月 10 日

市场表现



相关研究报告

- 18.09.20 中信建投电子-5G 商用冲刺之际，射频前端芯片国产化正当其时
- 18.08.10 中信建投电子-掘金高频覆铜板基材新蓝海
- 18.06.12 2018 年中期投资策略报告电子行业篇：把握创新主线，坚守自主之魂
- 18.03.06 中信建投电子-LCP 专题报告——不仅仅是天线革命
- 17.12.23 2018 年投资策略报告之电子篇：二次加速的大陆电子产业

目录

一、5G 全面带动产业创新	1
1.1 近十年一遇的技术升级	1
1.2 5G 商用已进入全方位冲刺阶段.....	2
1.2.1 5G 标准、运营商、芯片、终端进展加快.....	2
1.2.2 5G 商用将缩短换机周期，预计 2020-2023 年开启新一轮换机潮.....	5
1.3 5G 应用场景更加丰富，带动细分市场增长.....	6
1.3.1 5G 网络/应用体系及其对下游行业的带动.....	6
1.3.2 5G 加速汽车电子化，有望提升汽车电子和汽车半导体 ASP.....	9
1.3.3 5G 加速 VR/AR 应用，带动下游电子元器件成长.....	10
1.3.4 5G IoT 将驱动电子/半导体行业长期增长.....	11
二、5G 创新带动零组件充分受益	13
2.1 LCP/MPI 天线：受益 5G 高频高速和小型化趋势	13
2.1.1 苹果引领 LCP/MPI 天线浪潮.....	13
2.1.2 高频高速和小型化趋势下，LCP/MPI 将替代传统 PI 软板/模组.....	14
2.1.3 短期需求确定，长期增长无忧，LCP/MPI 市场进入快速增长期	17
2.1.4 产业链日趋成熟，大陆厂商迎来机会，立讯率先切入.....	19
2.2 射频前端：5G 商用之际，射频前端芯片国产化正当其时	21
2.2.1 网络和终端创新推动射频前端需求和价值提升.....	21
2.2.2 多层行业壁垒下，高端市场暂由美日厂商垄断.....	25
2.2.3 5G 将促使市场格局洗牌，部分国产厂商有望突破.....	27
2.3 高频高速 PCB/CCL：5G 宏基站架构/数量变化带来高频高速基材需求爆发	29
2.3.1 5G 宏基站覆盖密度大幅增加，对于高频高速材料性能要求更高.....	29
2.3.2 5G 宏基站架构变化，从 BBU+RRU+天线到 AAU+BU/CU.....	31
2.3.3 单基站用量大幅提升叠加 5G 宏基站数量增加，催生高频高速 PCB 及材料需求爆发.....	32
2.3.4 5G 商用开启，关注 5G 宏基站 PCB 及高频/高速覆铜板投资机遇	34
2.4 5G 商用助推硬件创新，零组件龙头公司持续受益.....	36
三、投资建议	38

图目录

图 1: 电子行业创新周期模型	1
图 2: 消费电子行业已进入新的创新周期	1
图 3: 蜂窝通信网络已进入 Pre-5G 时代	2
图 4: 5G 标准制定进展	3
图 5: 主要基带处理器厂商的 5G 芯片	4
图 6: 5G 终端设备商用时间表	4
图 7: 2007-2018 年全球智能手机出货量	5
图 8: 2013-2020 年换机周期预测	6
图 9: 2017-2022 年全球智能手机出货量预测	6
图 10: 5G 构建的四层应用体系	6
图 11: 5G 三大服务将极大扩展下游应用场景	7
图 12: 2035 年 5G 将在全球驱动 12.3 万亿美元经济活动	7
图 13: 5G 频率和网速提升对电子行业的影响	8
图 14: 全球电子元器件产值预测 (10 亿美元)	9
图 15: 全球电子元器件产值增长率	9
图 16: 5G 将进一步提升汽车电子化程度	9
图 17: 2017-2022 年汽车产量预测	9
图 18: 2017-2022 年汽车电子市场空间和 ASP 预测	9
图 19: 汽车半导体价值分布 (ASP 为 350 美元)	10
图 20: 2017-2022 年汽车半导体市场预测	10
图 21: VR/AR 的应用将扩大光学、传感、OLED 等电子元器件需求	10
图 22: 2017-2022 年 VR/AR 出货量预测	11
图 23: 2016-2020 年 VR/AR 市场空间及其增长率	11
图 24: 2017-2022 年 VR/AR 传感器市场空间	11
图 25: 2017-2021 年 VR/AR OLED 市场需求	11
图 26: 5G IoT 使用的电子元器件	12
图 27: IoT 器件呈现低价高量趋势	12
图 28: 2014-2025 年 IoT 半导体器件出货量预测	12
图 29: 2014-2025 年 IoT 半导体器件市场空间预测	12
图 30: iPhone X/8/8Plus 使用的 LCP 天线和 LCP 软板	13
图 31: iPhone XS/XS Max 使用的 3 片 LCP 天线	13
图 32: LCP/MPI 软板相较传统 PI 软板具有更低损耗	14
图 33: LCP 封装在天线和射频电路封装方面极有前景	15
图 34: LCP/MPI 电子元器件的价值提升路线	15
图 35: 高频高速趋势下, LCP/MPI 软板取代同轴电缆并与天线传输线进行融合	16
图 36: iPhone 天线已从“PI 软板+同轴电缆”转向“一体化 LCP 天线”设计	16
图 37: LCP 封装有望成为集成阵列天线和射频前端的终极方案, 具有更高价值	17
图 38: LCP/MPI 软板市场的短期、中期、长期需求逻辑	17
图 39: 智能手机出货量与 LCP/MPI 天线渗透率预测	18

图 40: 智能手机 LCP/MPI 天线市场空间预测 (亿美元)	18
图 41: 历代 iPhone 销量预测 (百万台)	18
图 42: 2017-2019 年 iPhone LCP/MPI 天线市场规模预测	18
图 43: LCP/MPI 电子元器件从原材料到模组的生产流程	19
图 44: 2017 年 iPhone LCP 天线模组份额	20
图 45: 2018 年 iPhone LCP 天线模组份额预测	20
图 46: 2017 年 iPhone LCP 天线软板份额	20
图 47: 2018 年 iPhone LCP 天线软板份额预测	20
图 48: 简化的射频前端示意图	21
图 49: iPhone X 拥有高度模组化的射频前端	22
图 50: 5G 趋势推动智能手机射频前端 ASP 提升	23
图 51: 2017-2023 年射频前端细分市场保持高增长	23
图 52: 5G 频谱全面提升, 射频前端转向超高频和毫米波段	24
图 53: 不同机型的射频前端单机平均价值	25
图 54: 中高端机型渗透提升推高射频前端市场	25
图 55: 2012-2017 年射频前端模组和器件营收份额	25
图 56: 2016Q1-2018Q1 射频前端模组营收份额	25
图 57: 前端市场已形成模组和器件两个阵营, 模组厂商赢家通吃	26
图 58: 全球 5G 频谱规划	29
图 59: 小基站系统架构	30
图 60: 传统 3G/4G 基站分布式架构	31
图 61: 5G 基站重构的驱动力	31
图 62: 5G 基站 BBU 研究架构: 从 4G 单节点到 5G CU/DU 两级架构	32
图 63: 华为 AAU 的有源天线解决方案	32
图 64: 5G 大规模阵列天线板 (64 通道) 产品图	33
图 65: 5G 有源天线结构图	33

表目录

表 1: 2017-2023 年全球网络连接量和数据需求量	2
表 2: 全球运营商 5G 进展和规划	3
表 3: 主要基带处理器厂商的 5G 进展	4
表 4: 主要手机终端厂商的 5G 商用计划和进展	5
表 5: 2019 年全球电子元器件产值和增长率预测 (10 亿美元)	8
表 6: 5G 设备连接量和 5G IoT 连接量	12
表 7: LCP/MPI 软板更能满足高频高速和小型化需求	14
表 8: LCP/MPI 软板替代同轴电缆可实现更高的空间利用率	15
表 9: 终端设备正面临从单一天线传输线转向集成多传输线的 LCP/MPI 软板	16
表 10: 2017-2019 年 iPhone LCP/MPI 天线出货量与市场规模预测	18
表 11: 2017-2019 年 iPhone LCP/MPI 天线价值链分布 (亿美元)	19

表 12: 苹果 LCP 天线供应链初步成型	19
表 13: LCP/MPI 产业链大陆公司业务进展	20
表 14: 射频前端分立元器件及其工艺	21
表 15: 历代 iPhone 射频前端单机价值及其分布 (美元)	22
表 16: 典型中高端智能手机射频前端所需的器件数量和单机价值	22
表 17: 射频前端细分市场预测及其驱动因素 (亿美元)	23
表 18: 射频前端模组按高、中、低三种集成度分类	24
表 19: 主要射频前端分立器件市场格局	25
表 20: 主要射频前端厂商拥有较完整的产品线	26
表 21: 射频前端国产化主要受益公司概况	28
表 22: 高频基材与高速基材应用场景对比	33
表 23: 全球 4G 及 5G 宏基站 PCB 价值量	34
表 24: 全球 4G 及 5G 宏基站高频/高速 CCL 价值量	34
表 25: 5G 智能手机配置变化	36
表 26: 2018-2020 年 5G 业务收入弹性预测	37
表 27: 相关公司盈利预测与评级 (取 20181207 日收盘价)	38

一、5G 全面带动产业创新

1.1 近十年一遇的技术升级

我们创新性地提出电子行业创新周期模型：一个完整的行业创新周期可以分为**创新期**、**渗透期**和**稳定期**。

1) **创新期**：为行业周期的初始阶段，行业驱动因素为新品研发导致的 ASP 提升。由于短期内渗透率较低，故本阶段对公司的业绩增厚并不明显，但行业估值出现明显回升，研发驱动型的企业最先受益。

2) **渗透期**：随着技术成熟和成本下降，创新产品的产业化水平逐步提升，虽然新产品 ASP 下降，但在新品渗透率快速上升以及换机周期缩短的推动下，企业在经营上仍然体现为量价齐升，业绩快速释放，估值进一步上行，其中扩张能力强的进取型企业有望表现最佳。

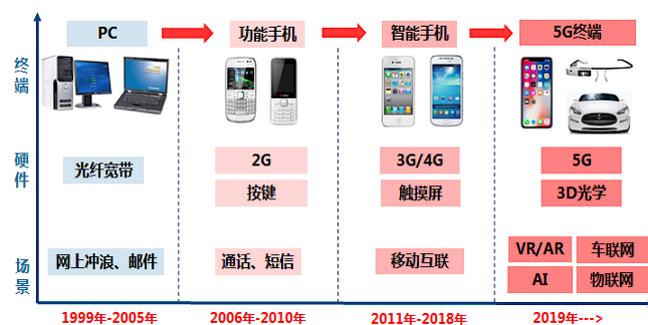
3) **稳定期**：行业整体技术进步放缓，集中度开始提升，客户对供应链的管理加强，成本控制/精细化管理能力较强的企业获得更大份额，同时由于行业增速下降，整体估值下移。

从历史上看，每一轮电子产业创新周期均主要由通信代际升级驱动，历时 5-8 年。我们认为 2017-18 年为 4G 时代的稳定成熟期，而进入 2019 年，运营商加速投入 5G 网络建设，电子终端产品亦有望在运营商、品牌厂等推动下，迎来新一轮创新周期。

图 1：电子行业创新周期模型



图 2：消费电子行业已进入新的创新周期



资料来源：中信建投证券研究发展部

资料来源：中信建投证券研究发展部

从产品以及应用场景来看，iPhone X 在材料、设计以及交互方式上领先创新（包括高频材料、3D 光学等），本质上是 4G 向 5G 过渡期的提前探索。预计 2019 年安卓阵营将推出多款 5G 手机，成为 5G 终端的起点，而苹果则将在 2020 年推出 5G 版本的 iPhone，且智能汽车、AR 眼镜等新型终端有望放量，带动 5G 终端渗透率大幅提升。而带有创新配置的终端保有量不断积累，也将使 AI、AR 等新兴应用场景具备更大的推广可能，有望再次看到应用与硬件之间的相互促进和良性循环。

1.2 5G 商用已进入全方位冲刺阶段

1.2.1 5G 标准、运营商、芯片、终端进展加快

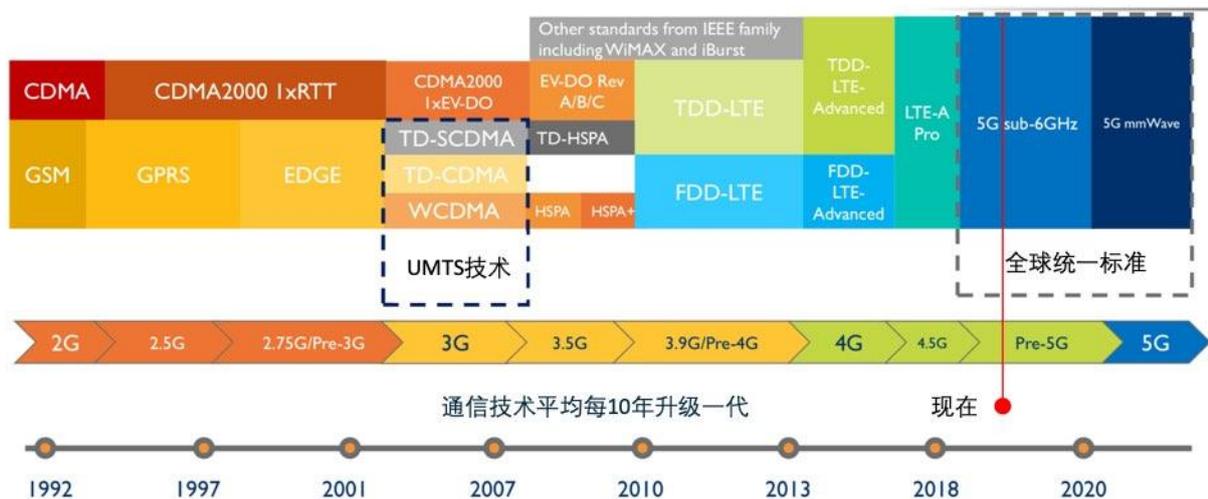
2018 年，4G LTE 网络已进入十年部署的后半程。随着 LTE-A 和 LTE-A Pro 网络的建设，通信网络已从 4.5G 逐渐过渡到 Pre-5G 时代。通信网络的升级将极大提高用户体验，拓展应用场景。根据 Ericsson 预测，全球移动数据流量正快速增长，预计 2017 年至 2022 年的 CAGR 将超过 40%。5G 网络的升级将极大的提高网络速率，从而促进高清视频、VR/AR 等高流量需求的应用。此外，5G 还将在物联网和关键任务服务上扩展应用场景。

表 1：2017-2023 年全球网络连接量 and 数据需求量

全球统计数据	单位	2017 年	2023 年	CAGR
移动网络连接量	亿	78	89	2%
智能手机连接量	亿	43	72	9%
移动宽带连接量	亿	53	83	8%
LTE 网络连接量	亿	27	55	12%
月流量/智能手机	GB	3.4	17	31%
总移动数据月流量	EB	15	107	39%

资料来源: Ericsson, 中信建投证券研究发展部

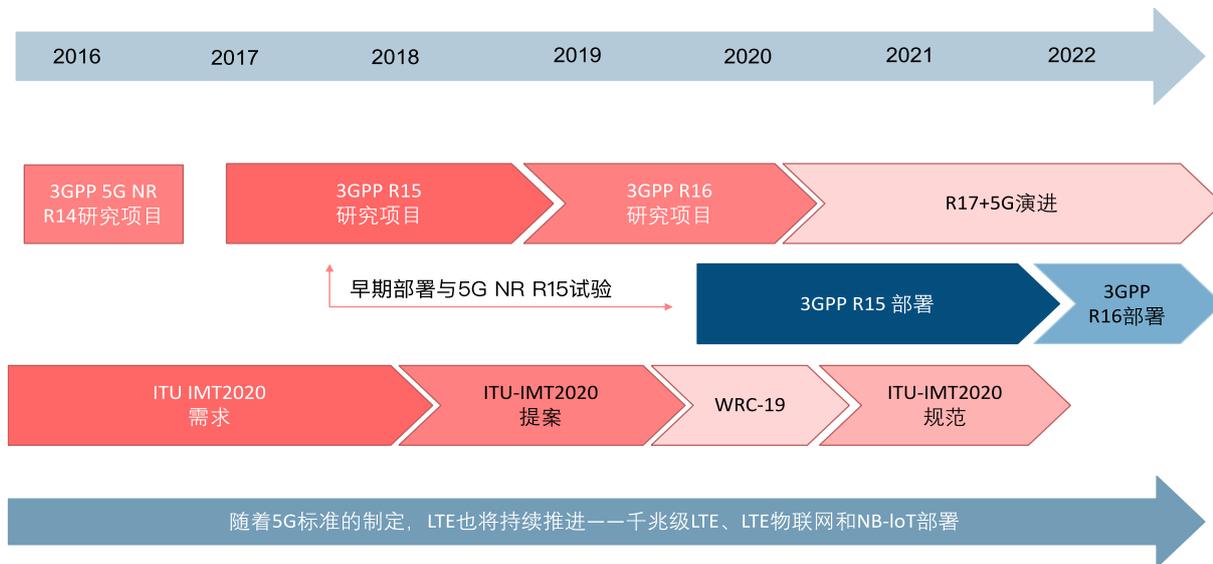
图 3：蜂窝通信网络已进入 Pre-5G 时代



资料来源: YOLE, 中信建投证券研究发展部

5G 网络标准和规范正逐步完成，预标准的 5G 商用部署将更早启动。5G 标准由 ITU、3GPP 等通信行业组织制定。目前 3GPP 已提前完成 5G NR 标准，ITU 将提交 5G 提案，而 IMT-2020 规范将于 2020 年完成，部分运营商可在 2019 年实现商业部署。全球来看，美国四大运营商已宣布于 2018 年底至 2019 年中提供 5G 服务，韩国、日本、中国也将于 2019 年部署早期 5G 网络，而 5G 网络大规模部署则将于 2020 年启动。我们认为，5G 商用将分阶段影响电子行业。从商用阶段来看，5G 网络标准先行，芯片其后，终端的研发测试最后。目前阶段，运营商、终端厂商、芯片厂商已经进入原型测试密集期，5G 商用进入全方位冲刺阶段。

图 4：5G 标准制定进展



资料来源：中国信通院，中信建投证券研究发展部

表 2：全球运营商 5G 进展和规划

国家/地区	5G 商用进展
中国	中国移动 2019 年 5G 试商用，2020 年实现正式商用，2021 年大规模商用 中国联通 2018 年已开展商用试点工作，2019 年预商用，2020 年提供商用服务，2021 年大规模商用 中国电信 2018 年已开展商用试点工作，2020 年提供商用服务，2021 年大规模商用
美国	AT&T 预期在 2018 年底前进行商业部署 Verizon 于 2018 年 10 月推出 5G 固定无线服务，2019 年提供 5G 移动无线服务，2020 年大规模商用 T-Mobile 计划在 2019 年部署，到 2020 年将实施全国性部署 Sprint 计划在 2019 年末商业部署 5G 网络
日本	KDDI、Softbank 和 NTT DoCoMo 都计划在 2020 年实施商业部署
韩国	KT 计划在 2018 年的平昌冬奥会上进行 5G 外场测试，并将商业部署计划提前到 2019 年 SKT 今年将进行现场测试，并计划于 2019 年下半年进行商业部署
欧洲	大规模商业引入的计划在 2020 年，到 2025 年主要城市和运输路线将会覆盖 5G

资料来源：中国信通院，中信建投证券研究发展部

部分 5G 基带芯片已进入出货阶段，2019 年将有更多基带上市。2018 年 10 月 17 日，高通发布首款 5G 基带芯片 X50。该基带采用 28nm 工艺，峰值达 5Gbps，支持毫米波和中国规划的 Sub-6GHz 中频；同时它将采用外挂形式，支持骁龙 835、845 和 8150 旗舰芯片。除苹果、华为以外，OPPO、vivo、小米等 18 家主要安卓手机厂商均参与高通 5G 芯片合作。除高通外，Intel、三星、华为、MTK 也已推出 5G 基带芯片。出货进展方面，目前高通 X50 5G 基带已实现出货，三星 Exynos 5100 基带计划 2018 年底后出货，华为 Balong 5000 基带芯片计划 2019 上半年出货，MTK Helio M70 基带计划 2019 上半年出货，Intel XMM 8160 基带计划 2019 年底出货。我们认为，各大基带厂商作为 5G 终端设备的核心供应商进展顺利，为终端厂商的 5G 商用计划打下良好基础。

图 5：主要基带处理器厂商的 5G 芯片



资料来源：公司官网，中信建投证券研究发展部

表 3：主要基带处理器厂商的 5G 进展

发布时间	厂商	产品	组网方式	合作伙伴	研发进度和生产计划
201702	Qualcomm	Snapdragon X50	SA	OPPO、vivo、小米等 18 家厂商	已生产测试，2019 年初搭载该芯片的相关终端产品上市
201802	华为	Balong 5G01	NSA/SA	华为	2019 年量产，2019 年下半年搭载该芯片的相关终端产品上市
201806	MTK	Helio M70	SA	部分安卓厂商	2019 年上半年出货
201808	三星	Exynos 5100	NSA/SA/NR	三星	2018 年底前出货，2019 一季度搭载该芯片的终端产品上市
201811	Intel	XMM 8160	NSA/SA/NR	苹果、诺基亚、爱立信	2019 年下半年出货，2020 年初搭载该芯片的终端产品上市
-	紫光展锐	Orca	NSA/SA	三大运营商	研发中，预计 2019 年正式量产

资料来源：行业资讯，中信建投证券研究发展部

5G 终端商用进入冲刺阶段，2019 年将是 5G 手机商用元年。根据 Ericsson 2018 报告，智能手机、路由器、CPE、平板等终端的 5G 商用进展将分阶段推进。最早的 5G 商用终端以固定无线设备（FWA）和数据连接设备为主，包括 CPE 和路由器等网络设备。这类终端将为 5G 网络提供流量入口，预计将于 2018 年底推出。手机方面，预计业界将于 2019 上半年推出支持中频段的 5G 商用机，2019 年中或下半年推出支持毫米波的 5G 商用机。另外，5G 将为更多行业提供新用例，预计 2020 年将首次商用支持工业监控的超低延迟 5G 物联网模组。网络连接量方面，5G 商用早期阶段的渗透率较低，但随着网络和芯片的成本降低，以及终端设备的价格降低，预计 5G 终端将于 2020-2023 年迎来快速增长，预计 2023 年全球将有 10 亿个支持 5G 增强移动宽带的终端设备。

图 6：5G 终端设备商用时间表

5G终端设备发展		2018		2019		2020	
		上半年	下半年	上半年	下半年	上半年	下半年
高频	39GHz		○	☑			
	28GHz		○	☑			
中频	4.5GHz					☑	
	3.5GHz		○	☑	☑ SA		
	2.6GHz			☑	☑		
低频	FDD频段 (600MHz)				☑		

○ 路由器 ☑ 智能手机 ☑ CPE/FWT ☑ 平板

资料来源：Ericsson，中信建投证券研究发展部

目前各大终端厂商正积极布局 5G 手机，主流安卓厂商均计划在 2019 年推出 5G 预商用手机。例如 OPPO、vivo、小米已宣布完成 5G 信令链接、数据链路连接测试等功能测试，三星、华为也计划于 2019 年推出 5G 商用手机。另外，苹果与 Intel 等基带芯片厂商在 5G 方面合作，计划于 2020 年推出 5G 版 iPhone。

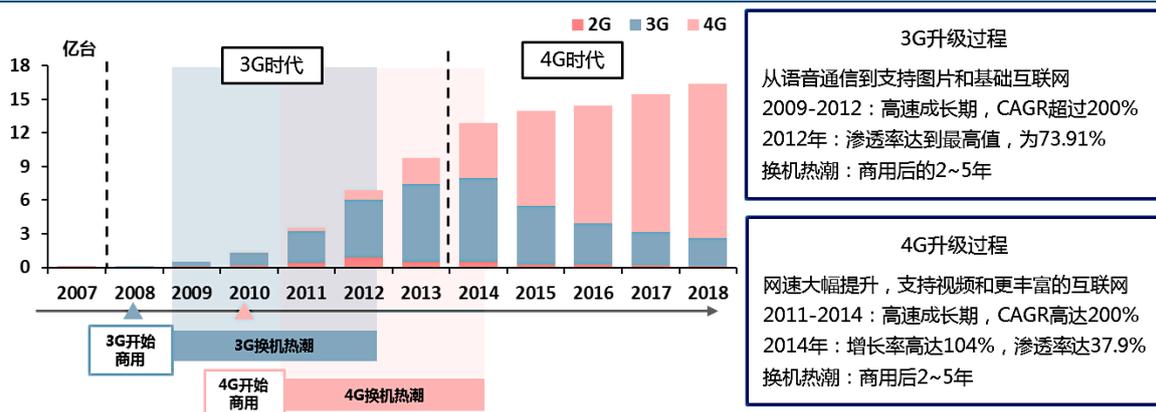
表 4：主要手机终端厂商的 5G 商用计划和进展

厂商	基带芯片	最新进展
苹果	XMM 8161	5G iPhone 计划 2020 年商用，预计将采用 Intel 8161 基带。Intel 目前正在测试 8160 基带
三星	Exynos 5100	2018 年 8 月三星发布 5G 基带 Exynos 5100，预计 2019 年 3 月率先推出全球首款 5G 手机
华为	Balng 5000	2018 年 9 月华为发布 5G 基带 Balng 5000，预计将在 2019 年初发布 5G 手机
OPPO	Snapdragon X50	2018 年 8 月 OPPO 打通 5G 信令和数据链路连接，2019 年首批 5G 手机将在欧洲推出
vivo	Snapdragon X50	2018 年 8 月，vivo NEX 工程机 5G 连接调通，计划 2019 年推出 5G 预商用手机，2020 年正式推出 5G 商用手机
小米	Snapdragon X50	2018 年 8 月，小米打通 5G 信令和数据链路连接，预计 2019 年第一季度推出 5G 版 MIX3

资料来源：行业资料，中信建投证券研究发展部

1.2.2 5G 商用将缩短换机周期，预计 2020-2023 年开启新一轮换机潮

回顾历代通信终端升级历史，我们发现在新一代通信终端首次投入使用后的第 2-5 年是其增长最快的时期。2008 年 3G 手机首次商用，手机终端进入互联网时代，文字、图片和基础互联网服务成为消费者关注热点。在其后的 2009-2012 年间，3G 手机渗透率快速提升，2012 年渗透率达到最高值 73.9%。2010 年 4G 手机首次商用，手机终端进入互联网+时代，更高速度和无处不在的网络连接使视频、互联网服务、O2O 成为消费者关注热点。2011-2014 年间，4G 手机渗透率快速提升，2014 年渗透率达到 37.9%。我们认为，换机潮的本质是网络应用生态的完善和服务体验的提升，其背后动力则来自运营商、设备商、终端商、芯片商和配套厂商的协力创新。

图 7：2007-2018 年全球智能手机出货量


资料来源：IHS，中信建投证券研究发展部

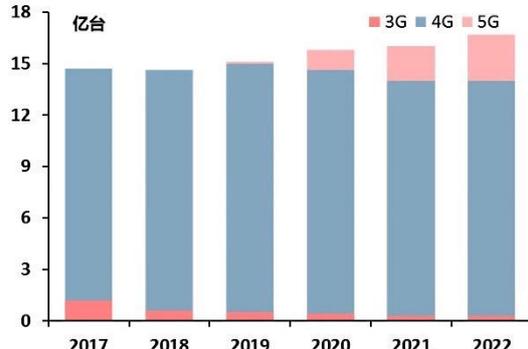
后 4G 时代换机周期延长，而 5G 将缩短换机周期。据 IDC 统计，2014 年以来，换机周期不断延长，内部原因在于手机质量提高和寿命延长，外部原因在于 4G 所能承载的应用创新和服务创新逐渐饱和，而非革命性的局部创新难以刺激用户换机需求。随着 5G 商用加速，高清视频、VR/AR、5G 物联网等创新应用和创新生态的兴起，应用和服务体验创新必将大幅提升用户体验。目前部分安卓厂商已明确表示 2019 年首次商用 5G 手机。我们认为，2019 年将是 5G 手机创新元年，5G+AI+折叠屏创新将燃起新一轮换机需求。由于 2019 年处于 5G 预商用阶段，技术和服 务尚在摸索阶段，因此 5G 手机出货量有限。我们预计 2020-2023 年将开启新一轮换机潮。

图 8：2013-2020 年换机周期预测



资料来源：IDC，中信建投证券研究发展部

图 9：2017-2022 年全球智能手机出货量预测



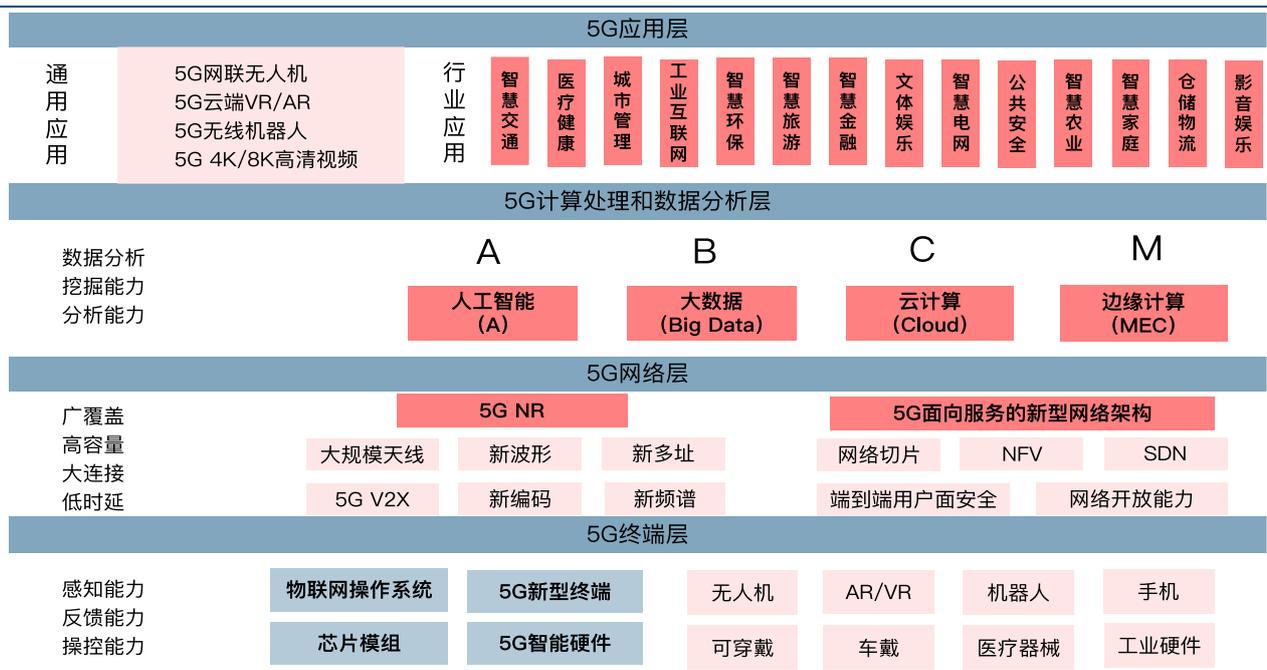
资料来源：IDC，中信建投证券研究发展部

1.3 5G 应用场景更加丰富，带动细分市场增长

1.3.1 5G 网络/应用体系及其对下游行业的带动

5G 应用围绕四层体系展开，从终端智能化，到网络高效化，到信息数据化，最终与传统行业紧密融合、孕育基于 5G 的新兴信息产品和服务，重塑产业发展模式。5G 通信模块使得传统终端拥有强大的感知能力、反馈能力、以及操控能力，在新兴终端上实现智能交互。网络层面，5G 大容量、大连接、低延时特点，可在 eMBB、uRLLC、mMTC 等多种场景下应用，实现端到端海量信息传输。强大的数据传输能力使得 5G 和大数据、云计算等前沿科学深度结合，进一步释放人工智能在各个行业领域的潜力，而这些计算和分析为 5G 应用提供了平台型的解决方案。最终，终端、网络、数据的革新将驱动传统领域往智能化数据化的方向发展，实现万物互联。

图 10：5G 构建的四层应用体系



资料来源：中国信通院，中信建投证券研究发展部

5G 可实现增强型移动宽带、海量物联网、关键任务型服务三大类服务，将极大扩展无线通信的应用场景。

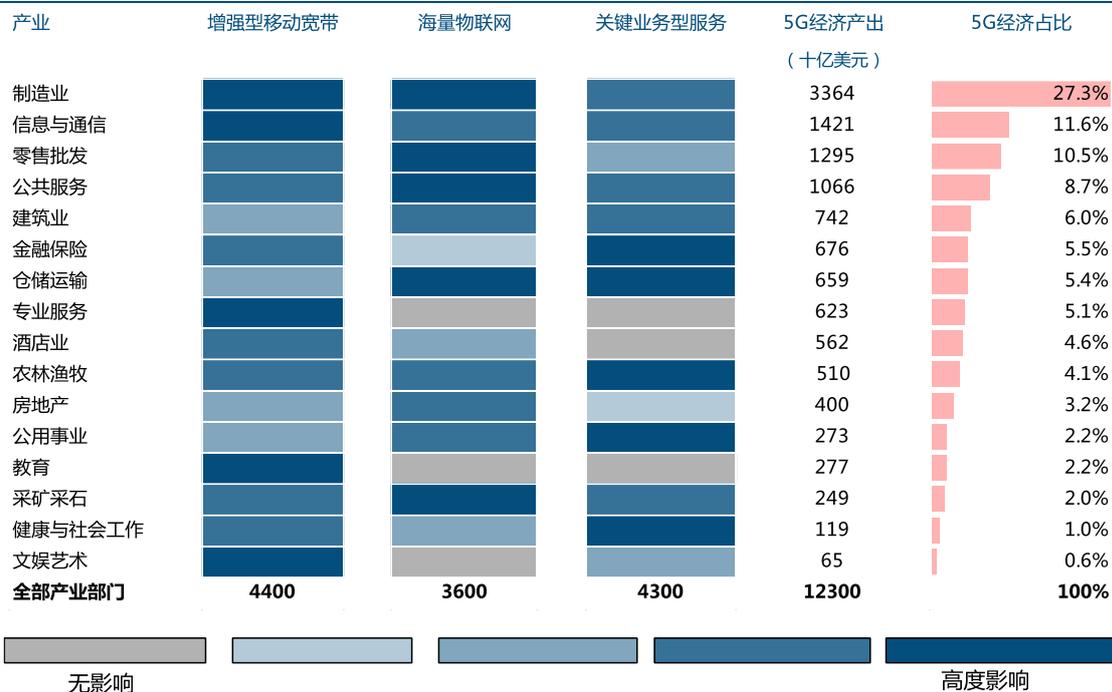
(1) 增强型移动宽带(eMBB)基于 5G 中频和毫米波频段，将实现更广更快的无线连接。(2) 海量物联网(MIoT)基于 5G Sub-1GHz 频段，借助早期的物联网和机对机通信技术，在低功耗和低成本要求下，将为数百亿台终端和数万亿连接提供无线支持。(3) 关键任务型服务(MCS)基于 5G 毫米波频段，将以高可靠、超低时延的网络连接支持高安全性、高可用性应用。根据 IHS Markit 估计，2035 年 5G 在全球创造的潜在销售活动将达 12.3 万亿美元，约占 2035 年全球实际总产出的 4.6%，并将跨越多个产业部门。

图 11：5G 三大服务将极大扩展下游应用场景



资料来源: Qualcomm, 中信建投证券研究发展部

图 12：2035 年 5G 将在全球驱动 12.3 万亿美元经济活动

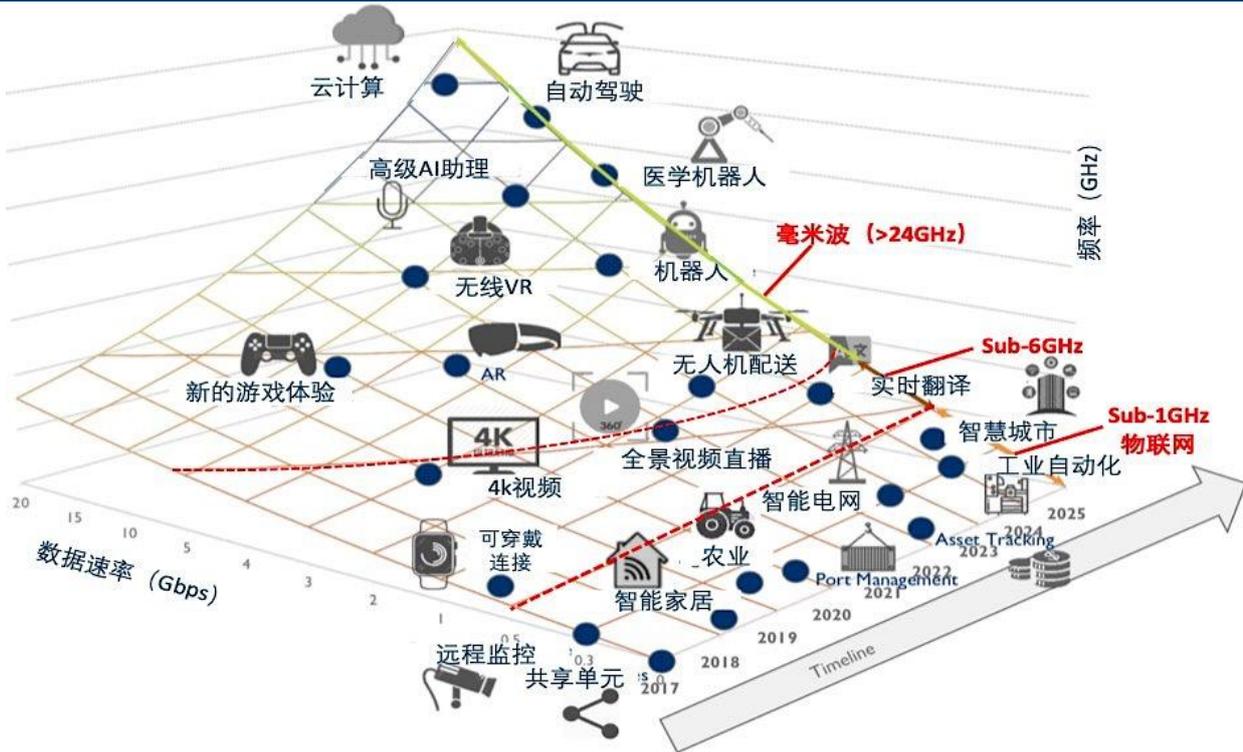


资料来源: IHS, 中信建投证券研究发展部

5G 生态是一个有机整体，但 5G 三大频段具有不同应用场景和电子系统设计。5G Sub-1GHz 频谱较窄，可较好满足低功耗、低成本，并且网络速率较慢的物联网应用。5G Sub-6GHz 是当前 LTE 网络向 5G 网络的扩展延伸，适用于高清视频、VR/AR 等需要更高网络速率的应用场景。5G 毫米波通常应用于短距离高速传输，适

用于车联网、自动驾驶、医疗机器人等大带宽低时延应用场景。5G生态基于5G物联网、Sub-6GHz、毫米波技术的并行发展，与此同时三大频段之间的连接将5G整合为一个有机整体。另外，对于手机等终端射频系统，5G物联网和5G Sub-6GHz的电子封装大致维持3G/4G时代的结构模组，即分为天线、射频前端、收发器和基带四个系统级封装和模组。对于5G毫米波频段，天线、射频前端和收发器则将整合成单个系统级封装。

图 13：5G 频率和网速提升对电子行业的影响



资料来源：YOLE，中信建投证券研究发展部

5G 将成电子行业长期增长引擎，看好汽车电子、VR/AR、物联网电子等细分市场。根据 IC Insights 数据，2019 年全球电子元器件产值将达到 1.68 万亿美元，同比增长 3.5%。就应用市场而言，汽车电子、通信电子、工业/医疗电子将是 2019 年和未来 3 年增长最快应用市场。5G 细分行业方面，智能手机以流量入口地位将是 5G 首选平台。此外，VR/AR、车联网、自动驾驶等新应用也将受益 5G 技术的成熟。我们认为汽车电子、VR/AR、物联网电子将是 5G 优先受益行业，有望带动上游相关配套的电子元器件市场。

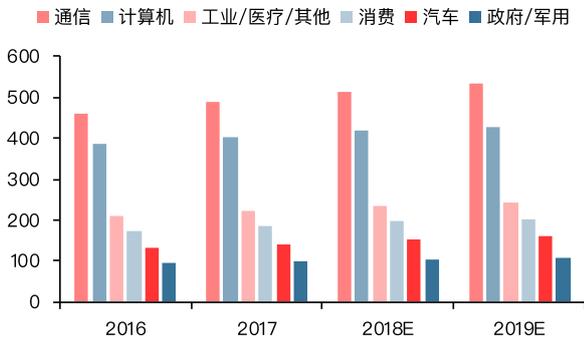
表 5：2019 年全球电子元器件产值和增长率预测（10 亿美元）

应用市场	16	17	YoY	18E	YoY	19E	YoY	17-21CAGR
汽车	131	142	8.4%	152	7.0%	162	6.3%	6.4%
通信	460	490	6.5%	515	5.1%	535	3.9%	4.8%
工业/医疗/其他	210	223	6.2%	236	5.8%	245	3.8%	5.4%
消费	174	185	6.3%	197	6.5%	204	3.6%	4.5%
政府/军用	95	99	4.2%	104	5.1%	107	2.9%	3.8%
计算机*	387	404	4.4%	418	3.5%	427	2.2%	3.3%
合计	1,457	1,543	5.9%	1,622	5.1%	1,680	3.5%	4.6%

资料来源：IC Insights，中信建投证券研究发展部

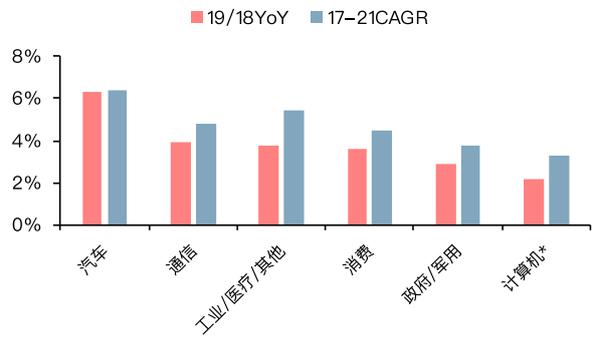
备注：*计算机包含平板电脑

图 14: 全球电子元器件产值预测 (10 亿美元)



资料来源: IC Insights, 中信建投证券研究发展部

图 15: 全球电子元器件产值增长率



资料来源: IC Insights, 中信建投证券研究发展部

1.3.2 5G 加速汽车电子化, 有望提升汽车电子和汽车半导体 ASP

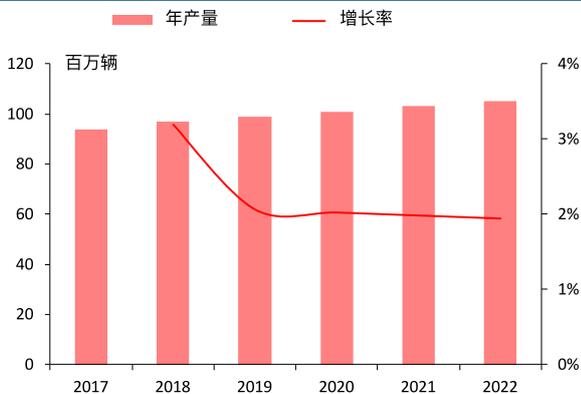
汽车产业正处于智能化发展初期, 而其终极目标是实现完全自动化、联网化的智能汽车。高速低延迟的 5G 将加速车联网、智能驾驶、无人驾驶、汽车娱乐、电动汽车趋势, 并通过智能化提高汽车电子化程度和汽车电子 ASP。我们认为 5G 汽车电子的受益是全方位的, 包括 Wi-Fi、蓝牙、蜂窝模块、毫米波雷达、毫米波天线、无线充电等射频电子, 以及显示器、摄像头、声学器件、传感器、控制器、功率器件、无源器件、PCB 等。

图 16: 5G 将进一步提升汽车电子化程度



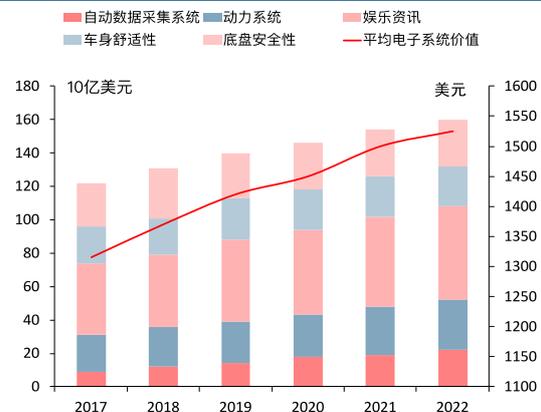
资料来源: Qualcomm, 中信建投证券研究发展部

图 17: 2017-2022 年汽车产量预测



资料来源: IHS, 中信建投证券研究发展部

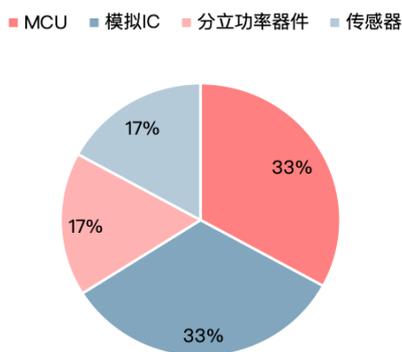
图 18: 2017-2022 年汽车电子市场空间和 ASP 预测



资料来源: IHS, 中信建投证券研究发展部

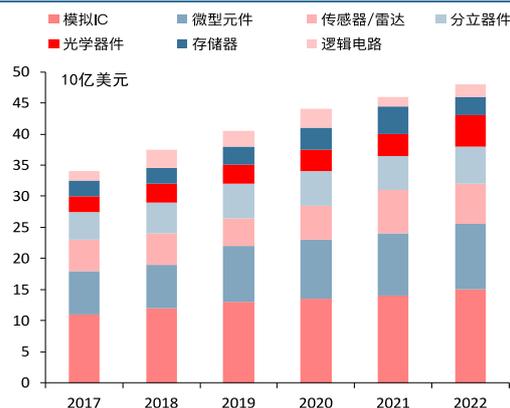
根据 IHS 数据，2016-2022 年汽车电子 ASP 保持 5.6% 年均增长，2022 年汽车电子 ASP 达 1500 美元，2022 年全球汽车电子价值达 1600 亿美元。具体到汽车半导体，2016-2022 年汽车半导体市场保持 7.1% 年均增长，2022 年市场空间达 580 亿美元，占汽车电子的 36%。根据 McKinsey 数据，典型中等汽车的汽车半导体 ASP 为 350 美元，对于混合动力/豪华汽车其汽车半导体 ASP 可高达 600-1000 美元。我们预计，随着电动汽车产量增长和自动驾驶逐渐成熟，2020 年后汽车电子/汽车半导体市场将加速增长，看好 MCU、模拟 IC 等细分行业。

图 19：汽车半导体价值分布（ASP 为 350 美元）



资料来源：McKinsey，中信建投证券研究发展部

图 20：2017-2022 年汽车半导体市场预测



资料来源：IHS，中信建投证券研究发展部

1.3.3 5G 加速 VR/AR 应用，带动下游电子元器件成长

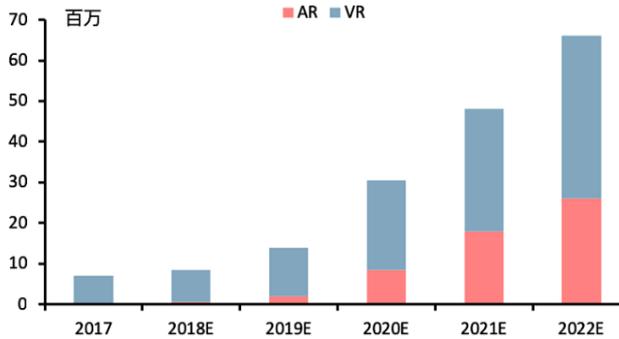
VR/AR 通过虚拟现实增强用户体验，在游戏、影音、教育、展示、营销、测绘、导航等应用上极有前景。而 VR/AR 与低时延和高速率的 5G 网络的结合，可以进一步拓展其交互性和沉浸式体验，有望被各行各业的通用型应用广泛使用。根据 ABI Research 预计，VR 在未来几年将不断普及，到 2022 年，VR 用户将达到 2.56 亿，VR 市场规模也将超过 600 亿美金，此外 VR/AR 未来将不断融合。随着 VR/AR 市场兴起，其对电子元器件的需求亦将释放，处理器、存储器、PCB、摄像头、OLED、声学器件、光学器件、传感器等的需求将实现增长。例如，对于 VR 显示屏，AMOLED 以其特有优势正加速替代传统液晶屏，VR/AR OLED 需求量将在 2017-2021 年将实现 112% 的年均复合增长。对于 VR/AR 和 AI 应用的传感器，2017 年市场空间约为 970 亿美元，2017-2022 年市场空间将实现 11% 的年均复合增长，2022 年 VR/AR 和 AI 应用的传感器市场空间可达 1600 亿美元。

图 21：VR/AR 的应用将扩大光学、传感、OLED 等电子元器件需求



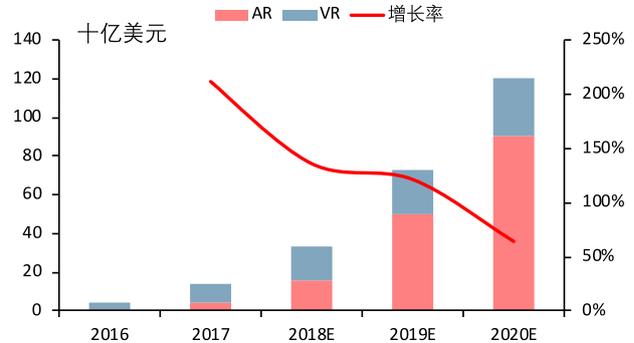
资料来源：Qualcomm，中信建投证券研究发展部

图 22：2017-2022 年 VR/AR 出货量预测



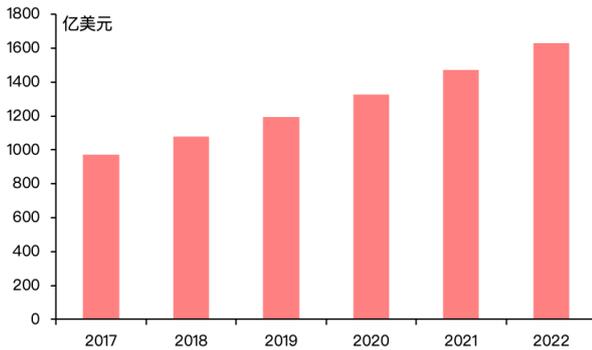
资料来源：IDC，中信建投证券研究发展部

图 23：2016-2020 年 VR/AR 市场空间及其增长率



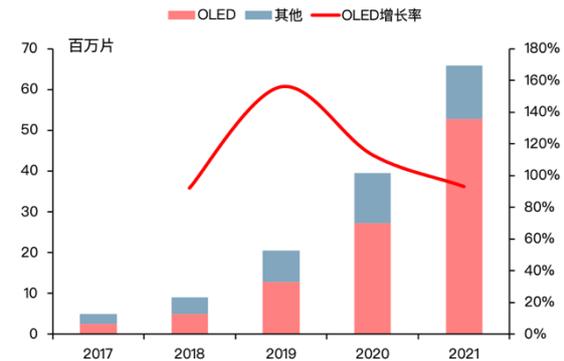
资料来源：IDC，中信建投证券研究发展部

图 24：2017-2022 年 VR/AR 传感器市场空间



资料来源：Touch Display Research，中信建投证券研究发展部

图 25：2017-2021 年 VR/AR OLED 市场需求



资料来源：OLED-Info，中信建投证券研究发展部

1.3.4 5G IoT 将驱动电子/半导体行业长期增长

5G IoT 可较好满足低功耗、低成本，且网络速率较慢的物联网应用，将深度受益 5G Sub-1GHz 网络连接。5G IoT 正加速在全球范围内的部署，目前全球已经商用部署 60 多个 Cat-M1 和 NB-IoT 标准的蜂窝物联网。例如在中国，NB-IoT 技术已在全国部署，并支持智能城市 and 智能农业等用例。我们认为，这两种物联网技术的大规模部署以及由此产生的大批量芯片组预计将降低芯片组价格，并进一步加速蜂窝物联网连接。随着 5G IoT 标准逐渐落地，芯片逐渐完善，成本不断降低，蜂窝物联网连接数有望在 2019-2023 年迎来爆发式增长。根据 Ericsson 预测，2017 年蜂窝物联网连接数量为 7 亿个，2023 年则有望达 35 亿，复合年均增长率达 30%。

IoT 器件作为半导体子行业，具有典型的规模经济特征。我们认为，技术成熟度提高和应用生态的完善将显著降低物联网器件的成本，加速物联网从当前大而散的应用生态转向规模经济。我们认为，5G IoT 将驱动半导体行业长期增长，主要受益器件包括连接类器件（无线通信和有线通信器件）、传感类器件和处理器（AP、MCU、DSP 等）。根据 IHS 数据，IoT 半导体器件出货量将从 2016 年的 324 亿增长到 2025 年的 741 亿，年均复合增长 9.6%。市场价值方面，IoT 半导体器件市场将从 2016 年的 940 亿美元增长到 2025 年的 1728 亿美元。

表 6: 5G 设备连接量和 5G IoT 连接量

单位 (亿个)	2017	2023	CAGR
IoT 设备			
广域物联网	8	41	30%
蜂窝物联网	7	35	30%
短程物联网	62	157	17%
其他设备			
PC/笔记本/平板	16	17	0%
移动手机	75	86	2%
固定电话	14	13	0%
连接总量	175	314	11%

资料来源: Ericsson, 中信建投证券研究发展部

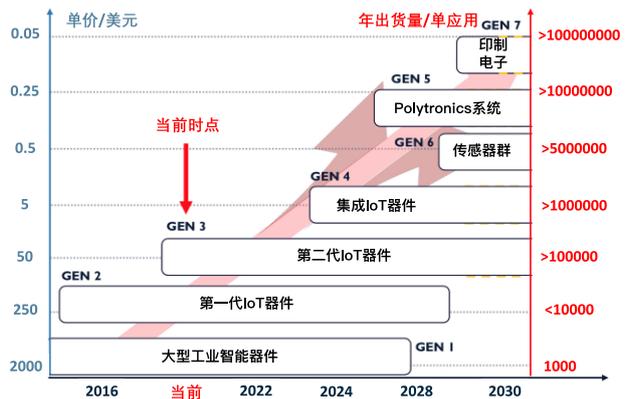
备注: 蜂窝 IoT 是广域 IoT 的一部分

图 26: 5G IoT 使用的电子元器件



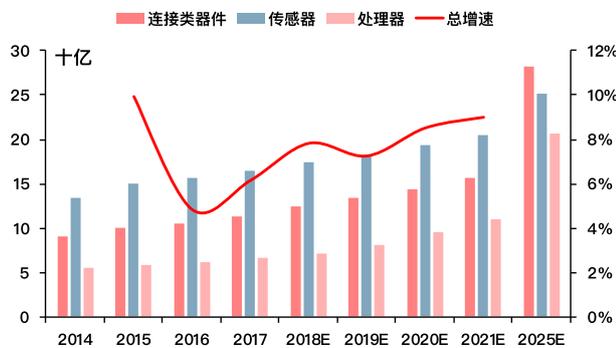
资料来源: YOLE, 中信建投证券研究发展部

图 27: IoT 器件呈现低价高量趋势



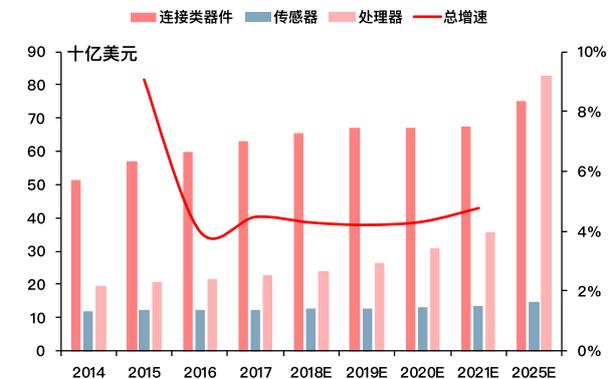
资料来源: YOLE, 中信建投证券研究发展部

图 28: 2014-2025 年 IoT 半导体器件出货量预测



资料来源: IHS, 中信建投证券研究发展部

图 29: 2014-2025 年 IoT 半导体器件市场空间预测



资料来源: IHS, 中信建投证券研究发展部

二、5G 创新带动零组件充分受益

2.1 LCP/MPI 天线：受益 5G 高频高速和小型化趋势

2.1.1 苹果引领 LCP/MPI 天线浪潮

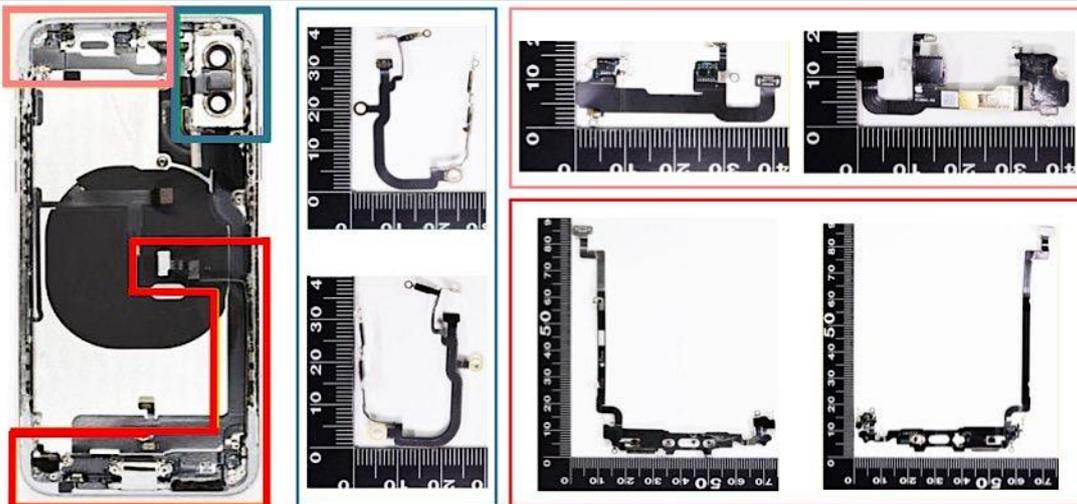
2017 年苹果首次在 iPhone X/8/8Plus 中使用 LCP 天线，开启 LCP 在电子设备的商用热潮。传统天线软板使用 PI 基材，而 iPhone X 使用 LCP 基材（液晶聚合物）天线，可提高天线的高频高速性能并减小空间占用。据产业界拆解，iPhone X 使用 2 个 LCP 天线，iPhone 8/8Plus 使用 1 个局部基于 LCP 软板的天线。2018 新机中，iPhone XS/XS Max 使用了 3 个 LCP 天线，iPhone XR 使用了 2 个 LCP 天线，渗透率持续提升。价值量方面，iPhone X 单根 LCP 天线约 4-5 美元，2 根合计 8-10 美元；iPhone 7 PI 天线单机价值约 0.4 美元，从 PI 天线到 LCP 天线单机价值提升约 20 倍。此外，iPhone X 还在中继线和 3D Sensing 摄像头模组中使用了 LCP 材料，用于改善信号传输的高频高速性能和模组小型化能力。我们认为，iPhone X 首度使用 LCP 软板意义重大，可解读为苹果为 5G 的布局和验证；对于电子行业层面，LCP 软板正成为高频高速和小型化趋势下新的软板技术浪潮。

图 30：iPhone X/8/8Plus 使用的 LCP 天线和 LCP 软板



资料来源：Fomalhaut，中信建投证券研究发展部

图 31：iPhone XS/XS Max 使用的 3 片 LCP 天线



资料来源：Fomalhaut，中信建投证券研究发展部

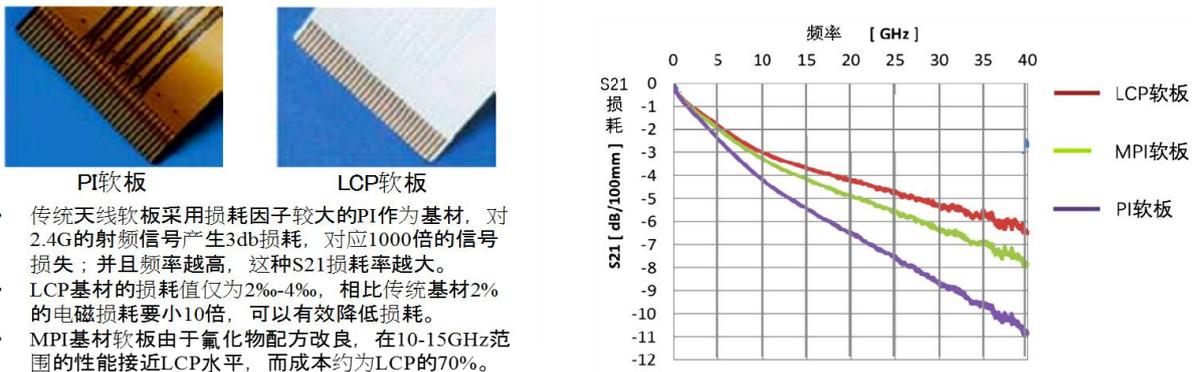
备注：图中机型为 iPhone XS A2098，1 刻度为 1mm

2.1.2 高频高速和小型化趋势下，LCP/MPI 将替代传统 PI 软板/模组

随着高频高速应用趋势的兴起，LCP/MPI 将替代 PI 成为新的软板工艺。5G 趋势下，通信频率和网络带宽越来越高。为了适应网络和终端的高频高速趋势，传统 PI 软板作为终端设备的天线和传输线，正在遭遇性能瓶颈。而基于 LCP 基材的 LCP 软板凭借在传输损耗、可弯折性、尺寸稳定性、吸湿性等方面的优势，既可用于高频高速数据传输，也可用作高频封装材料，因此成为高频高速趋势下传统 PI 软板的绝佳替代工艺。此外，随着 MPI（改质 PI，一种改良的 PI）技术的成熟，MPI 的综合性能也在 15GHz 以下频率范围内接近 LCP。

5G 时代 LCP/MPI 有望共存，但 LCP 才是主角。随着 MPI 技术逐渐成熟，对于工作频率在 15GHz 以下的 1-4 层简单软板，MPI 性能已可比 LCP。因此，出于供应商生态、产能、成品率和成本考虑，我们判断 2019 年苹果可能局部采用 MPI 以替代 LCP（新的天线模组可能集成更多功能）。尽管如此，LCP 仍是未来趋势，并且对于 15GHz 以上应用或 4 层以上的复杂软板，LCP 是较优选择。我们认为，MPI 是 5G Sub-6GHz 过渡技术，无法完全替代 LCP；而 LCP 才是 5G 终端中最重要的高频高速软板，其最重量级的应用将是毫米波天线模组，业内龙头 Qualcomm、Murata 均在积极布局。

图 32：LCP/MPI 软板相较传统 PI 软板具有更低损耗



- 传统天线软板采用损耗因子较大的PI作为基材，对2.4G的射频信号产生3db损耗，对应1000倍的信号损失；并且频率越高，这种S21损耗率越大。
- LCP基材的损耗值仅为2%-4%，相比传统基材2%的电磁损耗要小10倍，可以有效降低损耗。
- MPI基材软板由于氟化物配方改良，在10-15GHz范围的性能接近LCP水平，而成本约为LCP的70%。

资料来源：藤仓电子，中信建投证券研究发展部

备注：改性PI软板即MPI，基于PI进行改良

表 7：LCP/MPI 软板更能满足高频高速和小型化需求

软板	传输损耗	可弯折性	尺寸稳定性	吸湿性	耐热性	成本
PI	较差	较差	较差	较高	较好	1 倍
MPI	一般	一般	一般	一般	一般	1-2 倍
LCP	较好	较好	较好	较低	较差	2-2.5 倍
意义	LCP 适合高频高速	LCP 适合小型化	LCP 可靠性好	LCP 性能更稳	LCP 难加工	LCP 更昂贵

资料来源：印制电路信息，中信建投证券研究发展部

LCP/MPI 软板替代 PI 软板和同轴电缆，可实现更程度的小型化。空间压缩趋势下，手机厂商对小型化天线模组和连接器/线的需求越来越强烈。LCP/MPI 软板相较 PI 软板具有更好的柔性能力，可以自由设计形状，因此能充分利用手机中的狭小空间，具有更好的空间利用效率和弯折可靠性。以跨越电池的软板排线为例，传统软板在回弹效应下无法较好地贴合电池表面，而村田的 MetroCirc（一种 LCP 软板）可完美贴合电池进行排线，从而节省更多空间。此外，对于天线传输线应用，LCP 软板相较传统同轴电缆方案可进一步提高空间效率。LCP 软板拥有与同轴电缆同等优秀的传输损耗，并可在 0.2 毫米的 3 层结构中容纳若干根同轴电缆，从而取代肥厚的同轴电缆和同轴连接器，并减小 65% 的厚度，具有更高的空间效率。

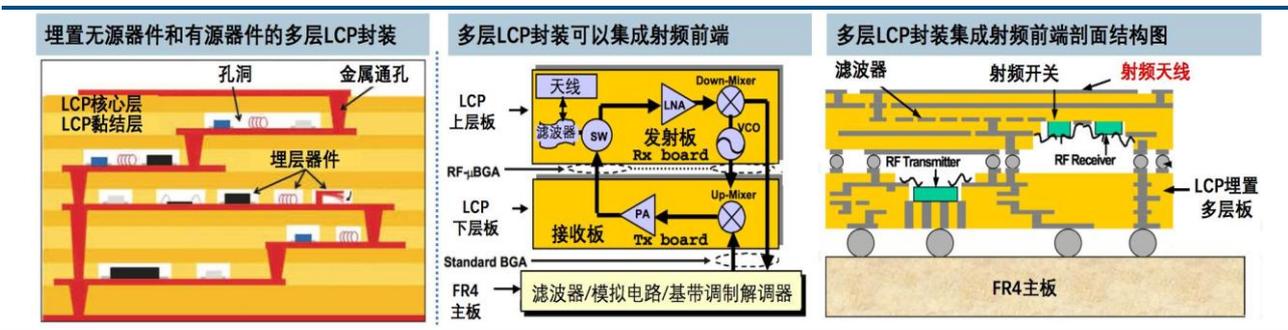
表 8: LCP/MPI 软板替代同轴电缆可实现更高的空间利用率

关键参数	同轴电缆	LCP/MPI 软板
厚度	>490um	<250um
多个功能或多根天线整合	不可以	可以
连接器	需要	可以直接 SMT

资料来源: 杜邦, 中信建投证券研究发展部

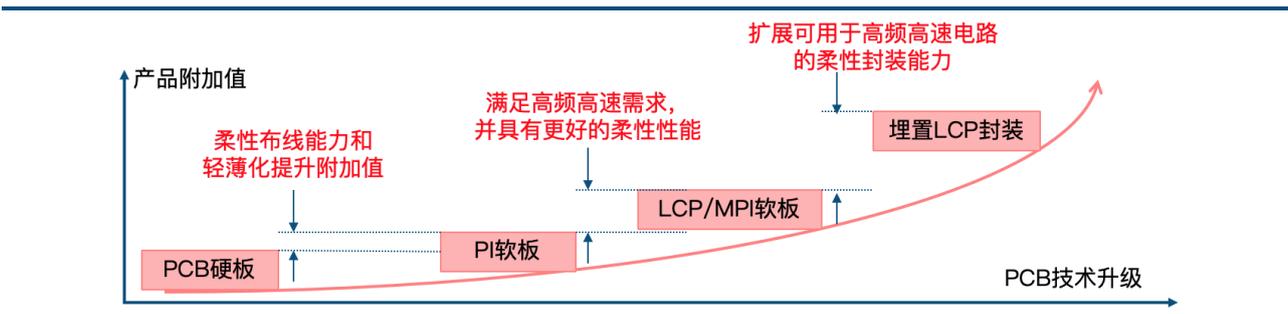
LCP 可实现射频电路的柔性埋置封装, 具有更高价值, 有望成为 5G 射频电路的最佳封装方案。LCP 封装由两种不同熔点的 LCP 材料构成, 高熔点温度 LCP (315°C) 用作核心层, 低熔点温度 LCP (290°C) 用作粘合层, 多层之间埋置无源器件和有源器件, 并以金属通孔互联构成多层电路结构。例如, 村田已开发出可集成 MLCC 和射频前端的 LCP 多层基板产品 MetroCirc。我们认为, LCP 从软板到封装模组已经发生质的变化, 其产品属性已从早期的天线和传输线扩展至具有模组封装能力的柔性载板, 产品附加值将得到大幅提升。

图 33: LCP 封装在天线和射频电路封装方面极有前景



资料来源: 微波杂志, IEEE, 中信建投证券研究发展部

图 34: LCP/MPI 电子元器件的价值提升路线



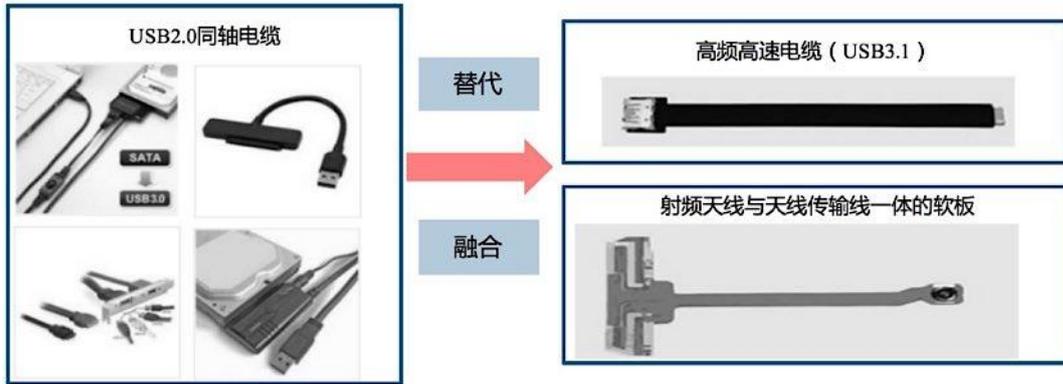
资料来源: 中信建投证券研究发展部

高频高速和小型化趋势下, LCP/MPI 将全面替代传输线。LCP/MPI 软板具有和传输线同等优秀的高频性能, 因此有望凭借更优的空间效率替代天线传输线。目前, 村田制作所和住友电工均已推出兼有天线传输线功能的 LCP 天线, 苹果亦已在 iPhone X/XS 中商用兼有天线传输线功能的 LCP 天线。我们认为小型化需求下, LCP 软板对天线传输线的替代是未来趋势; 苹果示范效应下, 安卓阵营亦有望采用兼传输线功能的 LCP 天线。

除天线传输线之外, LCP/MPI 软板还将替代高速接口传输线。随着终端应用和网络速度的不断提高, 设备间的数据传输速率已从几百 Mbps 提升到几 Gbps。通常情况下, 主板和高速接口用体积肥厚的同轴电缆连接。随着新标准的数据速率越来越高, 传输损耗日益严重。为了进一步提高数据接口的传输速度, 并减小空间占用,

可使用具有良好高频特性的 LCP/MPI 软板替代传统接口电缆。我们认为,在数据接口高速化趋势下,终端天线、高速接口传输线、服务器内部传输线对 LCP/MPI 软板的替代需求日益增加,构成对传统传输线的替代逻辑。

图 35: 高频高速趋势下, LCP/MPI 软板取代同轴电缆并与天线传输线进行融合



资料来源: 覆铜板资讯, 中信建投证券研究发展部

图 36: iPhone 天线已从“PI 软板+同轴电缆”转向“一体化 LCP 天线”设计



资料来源: Fomalhaut, 中信建投证券研究发展部

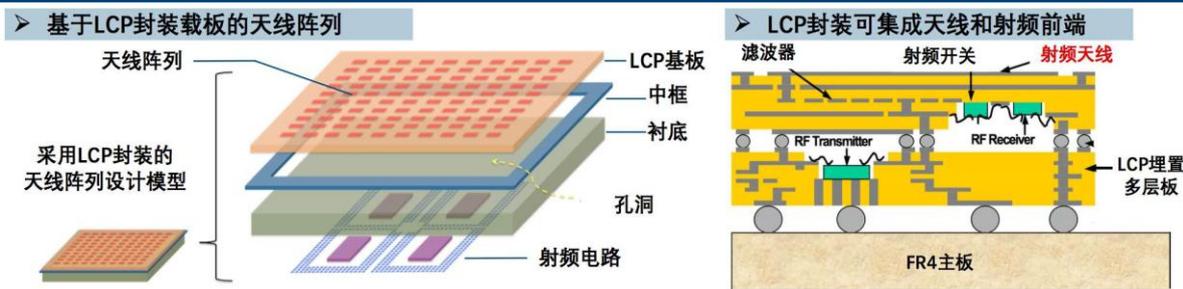
表 9: 终端设备正面临从单一天线传输线转向集成多传输线的 LCP/MPI 软板

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
天线频率不断提高						
通信网络	4G 时代	4.5G 时代			5G 时代	
LTE 频率	2.7GHz	Sub-6GHz			Sub-6GHz & 20-60GHz	
Wi-Fi 频率	5.8GHz	5.8GHz & 60GHz				
天线传输线走向融合						
单一天线传输线	多条天线传输线整合在 1 个 LCP/MPI 软板上, 以节省空间					
3 层软板, 厚度<250um	3-7 层软板, 总厚度在 0.5mm 左右					
插入损耗<0.10dB/cm@3GHz	插入损耗<0.15dB/cm@5.8GHz → 插入损耗<(?) dB/cm@30-60GHz					

资料来源: 杜邦, 中信建投证券研究发展部

LCP 封装有望成为天线和射频前端集成的终极方案，5G 到来后，天线市场的增量逻辑将从天线软板量价齐升转为高密度 LCP 封装带来的价值提升。目前阶段，手机天线主要采用软板工艺，并逐渐从 2x2 MIMO 向 4x4 MIMO 渗透。5G 到来后，终端将采用数量更多但面积更小的阵列天线构架，天线工艺有望转向 LCP 封装。我们认为，从射频系统角度看，2018-2020 年天线市场增量来自天线软板的量价齐升；而 2020 年后，5G 射频将发生质变，天线和射频前端有望集成到封装模组中，届时其价值可能由 5G 射频模组的数量和封装密度决定。

图 37：LCP 封装有望成为集成阵列天线和射频前端的终极方案，具有更高价值

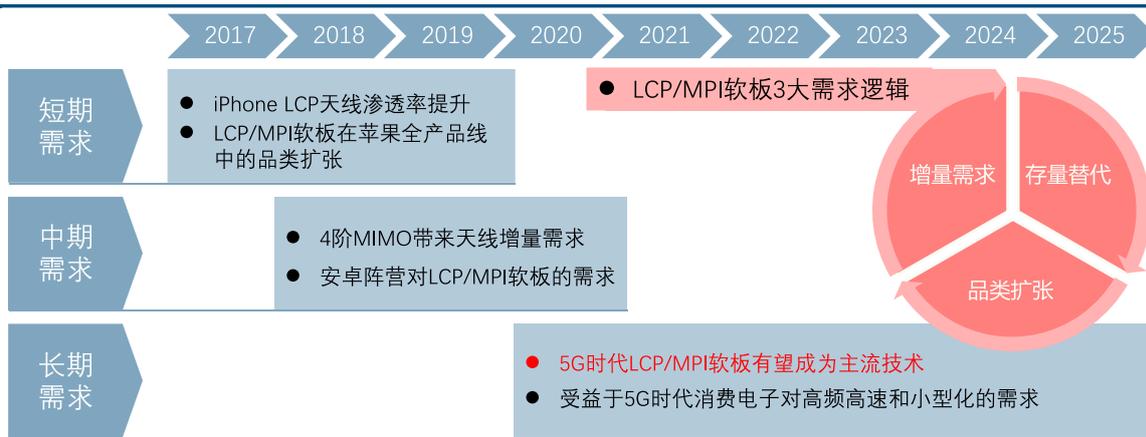


资料来源：IEEE，中信建投证券研究发展部

2.1.3 短期需求确定，长期增长无忧，LCP/MPI 市场进入快速增长期

我们看到，LCP/MPI 软板的应用不限于终端天线和 3D Sensing 摄像头软板，其本质是小型化的高频高速软板。从小型化的高频高速软板的逻辑来看，LCP/MPI 软板的应用包括天线、摄像头软板、高频连接器/线、高速传输线、显示面板软板、SSD 软板、COF 基板、通信电缆、毫米波雷达、高频电路基板、多层板、IC 封装、u-BGA、扬声器基板等细分领域，将深度受益 5G 频率和带宽提升及 VR/AR 等大容量通信需求。我们认为，LCP/MPI 软板短期受益于 iPhone LCP 天线渗透提升；2018-2020 年间，受益于 MIMO 提升对天线的增量需求，及安卓阵营对 LCP/MPI 天线、高速传输线的替代需求；2020 年后，LCP/MPI 有望成为主流，受益于 5G 市场对小型化高频高速软板和 LCP 封装模组的需求。

图 38：LCP/MPI 软板市场的短期、中期、长期需求逻辑

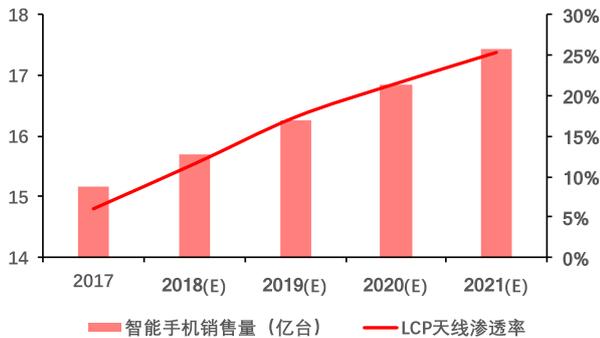


资料来源：中信建投证券研究发展部

iPhone LCP/MPI 天线市场率先爆发。IDC 预测，2017-2021 年智能手机出货量将从 15.17 亿部增长到 17.43 亿部。我们估算，2017-2021 年手机 LCP/MPI 天线渗透率将从 6% 提升到 25%，市场空间有望从 3.7 亿美元提升到 29.2 亿美元，年均复合增长 57%。另外，2018 款 iPhone XS/XS Max/XR 各使用 3/3/2 个 LCP 天线，渗透继续

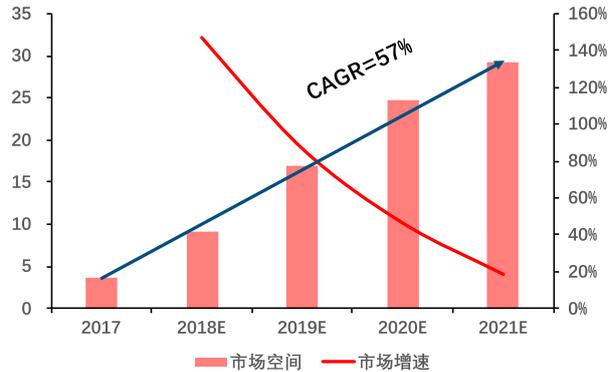
提升。价值方面，iPhone XS/XS Max/XR LCP 天线每根 2.5-4.5 美元，单机价值 6-10 美元。综合考虑 2019 年部分 LCP 天线可能替换为 MPI 天线，以及 MPI 天线可能集成 dock 软板，我们预计 2019 款 iPhone LCP/MPI 天线单机价值约 8 美元，2017-2019 年 iPhone LCP/MPI 天线市场空间为 3.66、8.75、11.20 亿美元。

图 39：智能手机出货量与 LCP/MPI 天线渗透率预测



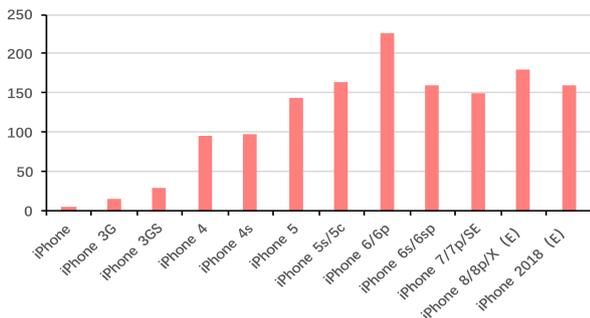
资料来源：IDC，中信建投证券研究发展部

图 40：智能手机 LCP/MPI 天线市场空间预测（亿美元）



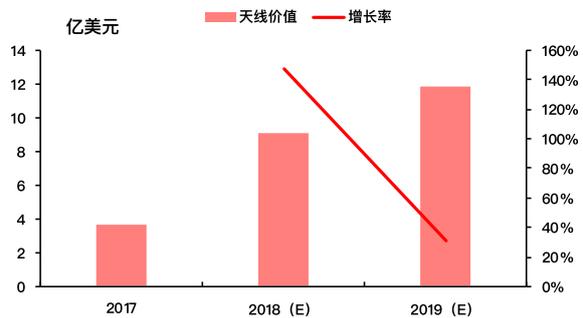
资料来源：中信建投证券研究发展部

图 41：历代 iPhone 销量预测（百万台）



资料来源：行业资料，中信建投证券研究发展部

图 42：2017-2019 年 iPhone LCP/MPI 天线市场规模预测



资料来源：中信建投证券研究发展部

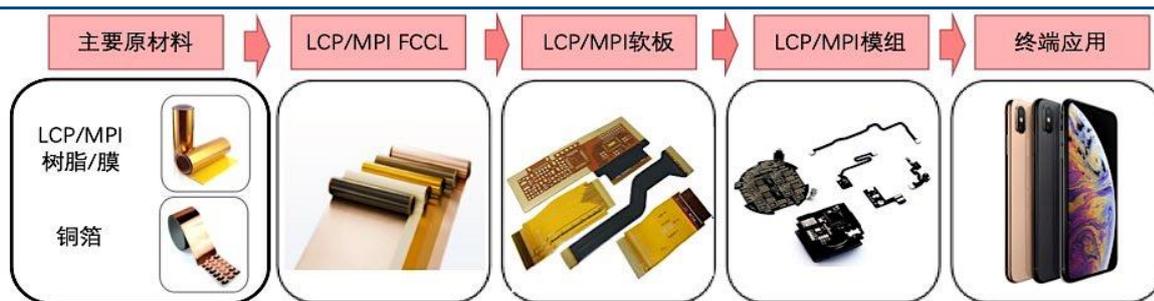
表 10：2017-2019 年 iPhone LCP/MPI 天线出货量与市场规模预测

	2017 年		2018 年 (E)			2019 年 (E)	
	8/8p	X	8/8p	X	“2018”	“2018”	“2019”
iPhone 机型	8/8p	X	8/8p	X	“2018”	“2018”	“2019”
LCP/MPI 天线单片均价 (美元)	0.2	5	0.2	4.5	3.3	3.0	2.7
LCP/MPI 天线平均单机数量 (个)	2	2	2	2	2.7	2.7	3
LCP/MPI 天线单机均价 (美元)	0.4	10	0.4	9	9	8	8
手机出货量 (百万台)	40	35	50	30	65	70	70
LCP/MPI 天线市场 (百万美元)	16	350	20	270	585	560	560
合计年度市场规模 (亿美元)	3.66		8.75			11.20	
市场规模年增长率	NA		139%			28%	

资料来源：行业资料，中信建投证券研究发展部（2018H2 三款以“2018”命名，2019H2 新品以“2019”命名）

LCP/MPI 天线价值主要在软板，模组约有 3-4 成价值含量。细分市场方面，我们估计 LCP 模组环节的天线价值约占 30%，软板环节价值约占 70%。再对软板成本进行拆分，按照 LCP 树脂材料和铜箔各占软板成本 15%；另外，MPI 材料成本为 LCP 材料成本 70%，并假设 2019 年 LCP/MPI 天线出货占比为 1:1。我们预计，2017-2019 年，iPhone LCP/MPI 模组环节价值量可达 1.10、2.63、3.41 亿美元，软板价值量可达 2.56、6.13、7.79 亿美元，LCP/MPI 材料价值量可达 0.38、0.92、1.02 亿美元，铜箔价值量可达 0.38、0.92、1.19 亿美元。

图 43：LCP/MPI 电子元器件从原材料到模组的生产流程



资料来源：INTECH, Murata, 中信建投证券研究发展部

表 11：2017-2019 年 iPhone LCP/MPI 天线价值链分布（亿美元）

时间	天线模组	软板	树脂材料	铜箔
2017	1.10	2.56	0.38	0.38
2018	2.63	6.13	0.92	0.92
2019	3.41	7.79	1.02	1.19

资料来源：行业资料，中信建投证券研究发展部

2.1.4 产业链日趋成熟，大陆厂商迎来机会，立讯率先切入

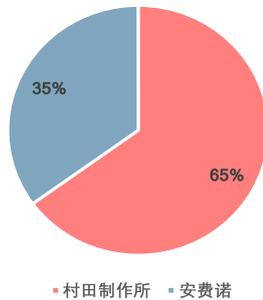
2018 年苹果 LCP/MPI 天线产业链初步形成：1) 材料环节，LCP 树脂/膜仍为产业链难点之一，考虑苹果与村田的独家协议，我们判断 18 年将延续村田独供格局。2) 软板环节预计形成分散供应趋势，但由于 LCP 天线需要特别材料、配方、设计、制程、设备与测试方案，并且 LCP FCCL 存在高温液化问题（激光钻孔生热），因此软板厂商面临困难的学习曲线。目前产业链仅有村田与嘉联益，预计今年臻鼎（MPI）等厂商具备切入机会。3) 天线模组环节，村田已确认退出，我们判断除安费诺以外，苹果已引入立讯精密，且未来不排除培养臻鼎等公司。从份额来看，模组环节我们判断立讯已替代村田成为 iPhone LCP 天线主供，有望获得 2018 年 iPhone LCP 天线 35% 左右份额。软板环节，如不考虑臻鼎等潜在厂商，2018 年订单仍以村田为主，嘉联益为辅。

表 12：苹果 LCP 天线供应链初步成型

供应链	LCP 树脂/膜	LCP FCCL	LCP 软板	LCP 天线设计/模组
2017 转单前	村田制作所			
2017 转单后	村田制作所		嘉联益	安费诺、立讯精密
	村田制作所	安费诺、立讯精密		
2018 供应链	村田制作所		嘉联益	安费诺、立讯精密
	村田制作所	安费诺、立讯精密		
	村田制作所	臻鼎（潜在进入）		

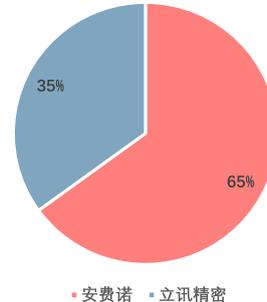
资料来源：行业资料，中信建投证券研究发展部

图 44：2017 年 iPhone LCP 天线模组份额



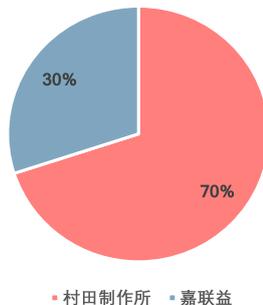
资料来源：行业资料，中信建投证券研究发展部

图 45：2018 年 iPhone LCP 天线模组份额预测



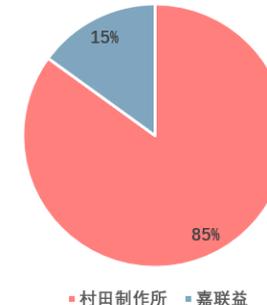
资料来源：行业资料，中信建投证券研究发展部

图 46：2017 年 iPhone LCP 天线软板份额



资料来源：行业资料，中信建投证券研究发展部

图 47：2018 年 iPhone LCP 天线软板份额预测



资料来源：行业资料，中信建投证券研究发展部

产业链日益完善，大陆公司有望受益。随着 5G 商用加速，LCP/MPI 需求持续扩大，国内产业链日益完善。目前，国内厂商已在 LCP 天线、LCP 封装模组、LCP 连接器/线、LCP 多层板、LCP 软板等领域布局研发和扩展。LCP 商用进展上，目前立讯精密已打入苹果天线模组供应，我们看好立讯精密 LCP 天线模组份额提升。从长期来看，立讯在 LCP 传输线/连接器等新应用亦有受益机会。信维通信的 LCP 业务从材料到封装全线布局，亦有望迎来新的成长机遇。信维的多层 LCP 不仅可实现单根或多根传输线一体化设计，并可实现集成天线的射频前端。我们看好公司“前端材料+中端设计和整合+后端制造”的一体化解决方案和其带来的成长机遇。

表 13：LCP/MPI 产业链大陆公司业务进展

上市公司	LCP/MPI 业务进展
立讯精密	LCP 天线模组供应北美大客户，LCP 天线日峰值产能达 20 万套以上，新品份额约 50%
信维通信	在全球多家手机大客户的 LCP 天线项目进展顺利，一体化 LCP 天线通过部分国际客户测试认证。正与全球客户合作设计 5G 天线，参与多款毫米波天线模组设计和研发，并提供相关射频器件。
景旺电子	公司与立讯精密在 LCP 材料、工艺、制程等方面合作，在国内外已拥有较好客户基础
电连技术	加大对与 LCP 天线互联的射频板对板连接器的研发投入，与多家重要客户合作研发，产品已送样
合力泰	通过控股子公司安蒂诺积极布局 LCP 业务，目前已导入多层 LCP 软板生产
生益科技	已拥有商业化的双面 LCP FCCL 产品 SF701
沃特股份	拥有完善的 LCP 产品矩阵，电子级 LCP 材料产品已进入生产、认证环节

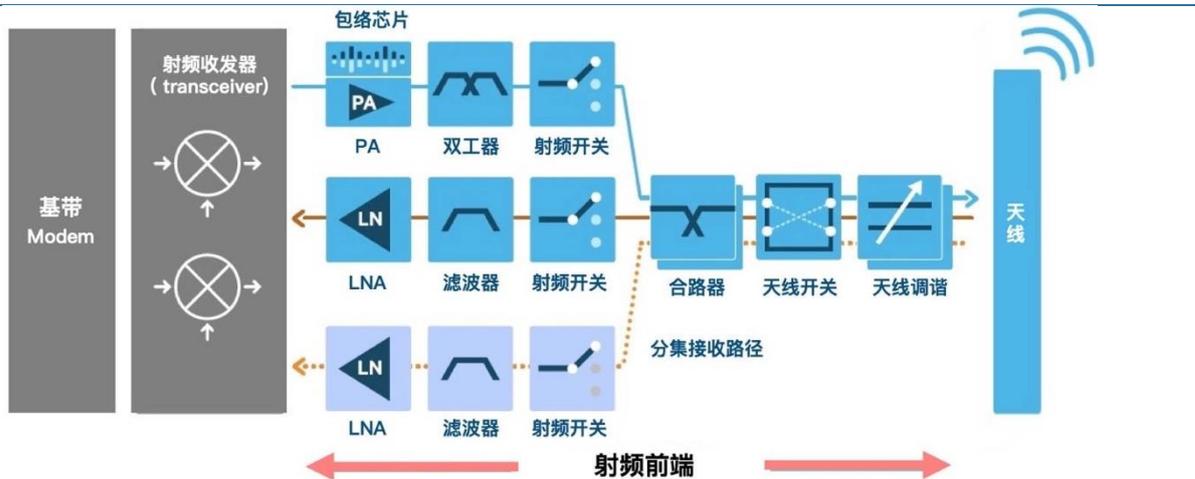
资料来源：Wind，中信建投证券研究发展部

2.2 射频前端：5G 商用之际，射频前端芯片国产化正当其时

2.2.1 网络和终端创新推动射频前端需求和价值提升

射频前端是通信设备核心，具有收发射频信号的重要作用，并决定了通信质量、信号功率、信号带宽、网络连接速度等诸多通信指标。以典型智能手机为代表，其包含的 Cellular(蜂窝网络)、BT(蓝牙)、Wi-Fi、GPS、NFC 等射频前端模块使得文字/语音/视频通信、上网、高清音视频、定位、文件传输、刷卡等应用服务得以实现。对于智能手机等通信终端设备，位于天线和射频收发器之间的所有组件统称为射频前端。

图 48：简化的射频前端示意图



资料来源: Qualcomm, 中信建投证券研究发展部

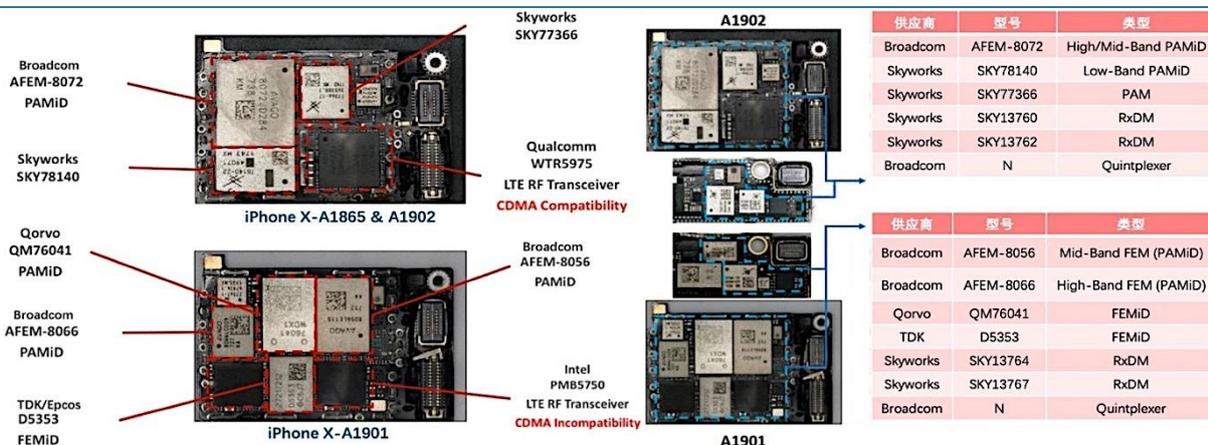
表 14：射频前端分立元器件及其工艺

Component	元器件	工艺	功能
Filter	滤波器	SAW、BAW、FBAR、IPD、SMD、LTCC	对发射/接收的射频信号滤波，通常用作双工器或双工器组成单元，用来组合或分离多个频带
Duplexer	双工器	SAW、BAW、FBAR、IPD、smd、LTCC	允许单个路径双向通信，并隔离发射和接收信号，由两组不同频率的带阻滤波器组成
PA	功放	GaAs HBT/GaN	将低功率射频信号转换为高功率射频信号
RF Switch	射频开关	GaAs pHEMT、SOS、SOI、MEMS、HR-SOI	选择天线和哪个发射/接收器或收发器连通
LNA	低噪放	SOI	保证信噪比的前提下对小功率信号进行放大
Antenna Tuner	天线调谐	MEMS、BST	连接天线和收发器，匹配阻抗以提升传输功率
ET	包络芯片	GaN、CMOS	通过控制电压以最小化功耗的技术

资料来源: Qualcomm, Skyworks, 中信建投证券研究发展部

iPhone X 使用 6-7 个前端模组实现高中低频全覆盖，模组化程度空前提高。iPhone X A1865 & A1902 中的 Broadcom AFEM-8072 PAMiD 作为中高频发射模组，集成了 3 个射频开关、4 个模拟 IC 和双工器、FBAR 滤波器等；Skyworks SKY78140 PAMiD 作为低频发射模组，集成了 2 个射频开关、2 个模拟 IC 和双工器等。高度模组化的射频前端不仅有助减小面积占比，更能有效减小射频系统设计复杂度，提高供应链效率，成为未来趋势。

图 49: iPhone X 拥有高度模组化的射频前端



资料来源: SystemPlus, 中信建投证券研究发展部

iPhone 射频前端 ASP 已达 30 美元, 未来还将持续增长。据外媒数据, 2013-2018 年 iPhone 射频前端 ASP 从 14.7 美元增到 30.2 美元, 年均复合增长 15.5%。iPhone XS/Max 射频前端 ASP 约 35 美元, 继续向上突破。我们认为, 射频前端价值增长主要来自数据需求提升和网络升级, 5G 创新趋势下, 其价值还将持续保持增长。

表 15: 历代 iPhone 射频前端单机价值及其分布 (美元)

发布年	机型	单机价值	射频器件价值分布				供应商价值分布			
			滤波器	开关	PA	其他	Broadcom	Skyworks	Qorvo	其他
2013	5s/c	14.7	5.6	3.2	4.5	1.4	3.31	3.55	4.46	3.38
2014	6/Plus	19.9	10.8	3.9	3.3	2.0	7.70	4.66	4.08	3.47
2015	6S/Plus	21.3	11.9	3.6	3.7	2.1	6.64	5.10	5.34	4.22
2016	7/Plus	26.4	13.2	6.6	3.7	2.6	10.84	4.45	7.74	3.38
2017	8/Plus/X	28.6	14.2	7.4	3.9	2.8	13.12	7.16	5.16	3.15
2018	XR/XS/Max	30.2	16.0	7.4	3.4	3.0	13.31	7.98	6.31	2.59

资料来源: TechInsights, YOLE, 中信建投证券研究发展部 备注: Avago 数据并入 Broadcom, RFMD 和 TriQuint 数据并入 Qorvo

射频前端价值分布不均, 滤波器、射频开关、PA 合占 9 成。典型智能手机包含 6 到数十个前端模组, 但由于模组内集成有大量器件, 实际单机器件数可能多达 50-100 多个。平均而言, 中高端手机射频前端 ASP 在 14-28 美元, 其中滤波器、PA、射频开关价值最大, 合占前端单机价值 9 成。随着 MIMO 升级和 5G 射频前端重构, 以及高发射功率对功耗要求的提高, 天线调谐、LNA、包络芯片的需求也迎来增长, 单机价值合计达 2-3 美元。

表 16: 典型中高端智能手机射频前端所需的器件数量和单机价值

射频前端器件	单机数量	单机价值 (美元)	平均价值占比
滤波器	40-100	7-14	50%
PA	2-5	3-7	25%
射频开关	2-8	2-4	15%
天线调谐	2-4	1-2	7%
LNA	2-4	0.4-0.8	2%
包络芯片	0-1	0.2-0.5	1%
合计	48-122	14-28	100%

资料来源: 行业数据, 中信建投证券研究发展部 备注: 表中器件包含分立器件和前端模组中的器件

数据需求爆发、通信技术升级、终端设计创新等因素正推动射频前端需求和价值的快速提升。根据 IHS 无线半导体竞争报告数据，过去 7 年手机射频前端市场已从 2010 年的 43 亿美元增长到 2017 年的 134 亿美元，复合年均增长超过 17.7%，增速是整个半导体市场的 5 倍。根据 YOLE 数据，2017 年手机射频前端市场为 160 亿美元，预计到 2023 年增长到 352 亿美元，未来 6 年复合增长率达 14%，仍是半导体行业增长最快的子市场。

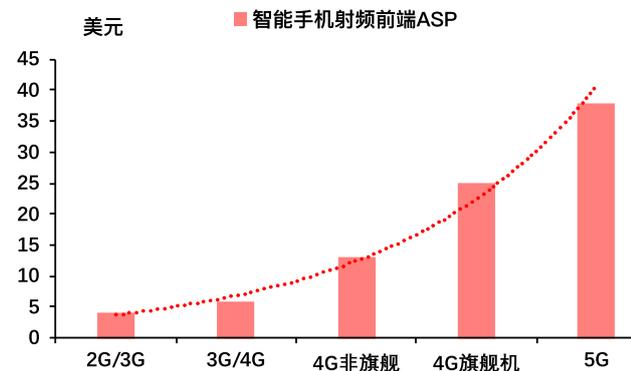
我们认为，2019-2023 年射频前端的增长主要分两个阶段：（1）早期增长来自 LTE-A Pro 对射频前端的创新需求，但最主要的增长来自中期的 5G NSA。2017 年底 3GPP R15 中定义的 5G NSA 将 5G NR（新频谱）纳入 LTE 网络，从而构建 5G 过渡网络，因此其建设的双网络连接将更大程度地推动射频前端构架创新。（2）5G 频段将分阶段从 LTE 频段提高到 Sub-6GHz，未来还将提升至毫米波频段，因此市场将在原有基础上新增毫米波射频前端。据 YOLE 预测，2023 年用于毫米波段的射频前端模组市场空间将达 4.23 亿美元。

表 17：射频前端细分市场预测及其驱动因素（亿美元）

前端器件	2017	2023	CAGR	驱动因素
滤波器	80	225	19%	滤波器是射频前端最大且增长最快的子市场，其增长主要来自四个方面：（1）5G NR 定义的超高频推动高端 BAW 滤波器渗透率提升，（2）Wi-Fi 分集天线隔离频段对共存滤波器的需求，（3）天线数量增加，（4）多载波聚合增加滤波器需求。
PA	50	70	6%	尽管多模多频减少 PA 用量，但高端的高频和超高频 PA 市场的增长将弥补 2G/3G 市场的萎缩。PAMiD 是目前价值最高的前端模组，有望提高 PA 价值量。
射频开关	10	30	20%	射频开关市场的增长主要来自 4x4 MIMO 新增射频路径对分集开关的需求，以及天线和频段增加对天线开关的需求。
天线调谐	4.63	10	14%	天线调谐的增长主要来自 4X4 MIMO 渗透提升，而 2018-2020 年 4X4 MIMO 有望逐步普及。另外，主天线和分集天线的增长也将提升天线调谐需求。
LNA	2.46	6.02	16%	高频化趋势下，LNA 面临更高线性度要求，其工艺有望转向高级 SOI 先进工艺。LNA 市场的增长主要来自分集模组的应用，PA 模组集成以及新增天线的应用。
合计	160	352	14%	5G 趋势下，网络高频化、前端模组化以及通信技术创新驱动射频前端价值增长。

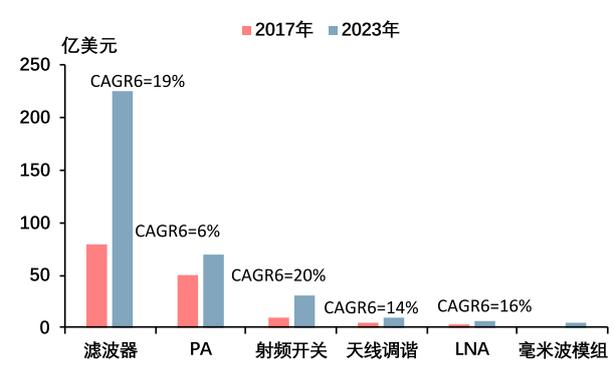
资料来源：YOLE，中信建投证券研究发展部

图 50：5G 趋势推动智能手机射频前端 ASP 提升



资料来源：YOLE，中信建投证券研究发展部

图 51：2017-2023 年射频前端细分市场保持高增长



资料来源：YOLE，中信建投证券研究发展部

5G 频谱划断全面提升，高频化推动前端工艺演变。5G 频谱分为 Sub-1GHz、Sub-6GHz 和毫米波频段，频谱划断全面提升。Sub-1GHz 适用于 5G 大规模物联网通信，Sub-6GHz 适用于 100MHz 带宽的增强型移动宽带服务，毫米波频段适用于 5G 固定无线连接和增强型移动宽带连接。高频趋势下，射频前端工艺面临挑战，如

声学滤波器不适用于毫米波段。此外，在高频趋势下，PA、LNA、开关等多个器件可能转向 SOI 工艺。

图 52：5G 频谱全面提升，射频前端转向超高频和毫米波段



资料来源: Skyworks, YOLE, 中信建投证券研究发展部

射频前端复杂度持续提升，模组化趋势显著。射频前端复杂度随支持的频带数量增加而提高，通常与天线数量和所支持数据流数量相关，但随着全面屏、更多功能组件、更大电池容量等设计持续压缩主板空间，主板上留给此功能区的空间进一步被压缩。因此，开发端的难度和成本不断增加，对高集成度射频前端模组的需求也越来越强烈。目前，根据模组集成度的高低可以将其分为低端模组、中端模组和高端模组。在支持全球通的趋势普及下，高度模组化的射频前端愈加具有竞争力。

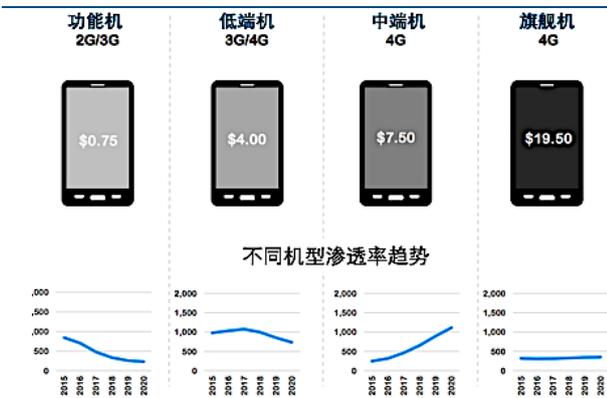
表 18：射频前端模组按高、中、低三种集成度分类

集成度	模组	集成的器件
低集成度	ASM	集成天线和开关
低集成度	FEM	集成开关和滤波器
中集成度	Div FEM	集成 FEM 的分集模组
中集成度	FEMiD	集成 ASM 和双工/滤波器
中集成度	PAiD	集成 PA 和双工
中集成度	SMMB PA (3G/4G)	支持单模式多频带的 PA 模组
中集成度	MMMB PA (3G/4G)	支持多模式多频带的 PA 模组
中集成度	Tx Module (2G)	集成 PA 和开关的发射模组
高集成度	PAMiD	集成 MMMB PA 和 FEMiD
高集成度	LNA Div FEM	集成 Div FEM 和 LNA

资料来源: 维基百科, Skyworks, Qorvo, 中信建投证券研究发展部

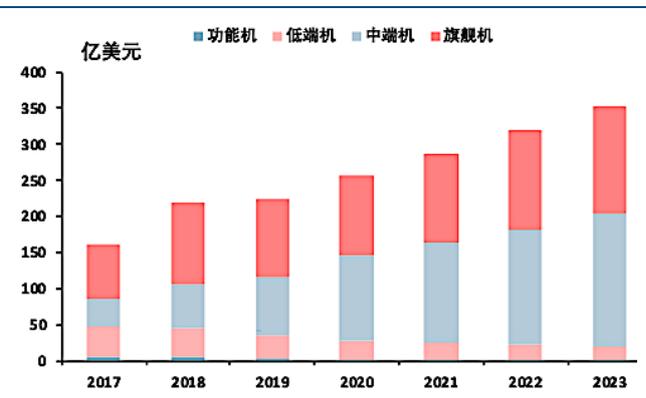
中高端机型模组化程度更高，其射频前端具更高价值。随着智能机支持的频带数量急剧增长，叠加不同地区对通信模式和频段要求不同，多机型成为终端厂商的产品策略。旗舰机倾向于支持全球频段，因此拥有高度模组化的射频前端；而中端机为了优化成本通常采用区域性机型，具有较低的模组化程度。价值方面，射频前端的价值和其模组化程度成正相关，例如 2012 款 Galaxy S III 中射频模组用量 6%，占成本 26%；2017 款 Galaxy S8 Plus 射频模组用量则提升至 32%，而成本占比达到 87%。

图 53：不同机型的射频前端单机平均价值



资料来源: Qorvo, 中信建投证券研究发展部

图 54：中高端机型渗透提升推高射频前端市场

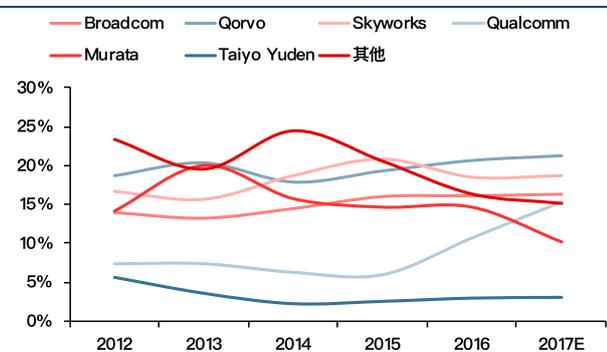


资料来源: YOLE, Qorvo, 中信建投证券研究发展部

2.2.2 多层行业壁垒下，高端市场暂由美日厂商垄断

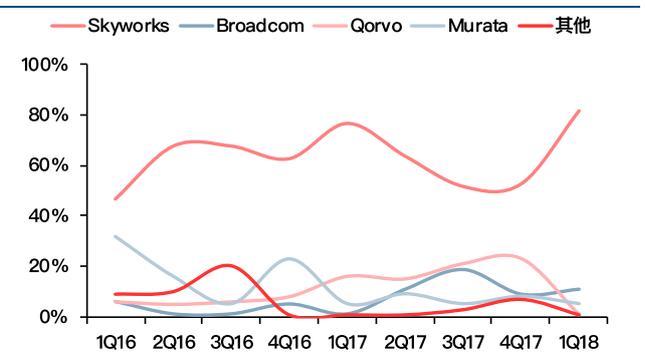
并购整合后美日厂商形成寡头垄断，合占近9成市场份额。美系厂商 Broadcom、Qorvo、Skyworks 作为第一阵营瓜分高端市场，日系厂商 Murata、TDK、Taiyo Yuden 作为第二阵营占据中端市场，韩台陆厂作为第三阵营以低端市场为主，并努力向中高端市场渗透。2017 年旗舰机中，前 2 阵营厂商的射频前端占主板面积在 10%-25% 范围。据 SystemPlus 统计，同代旗舰机中，美厂 Broadcom、Qorvo、Skyworks 射频前端主板面积占比最高，其次是日系厂商 Murata、TDK。另外，上述 5 家厂商也持续保持苹果射频前端核心供应商地位。我们认为，由于高端产品的技术壁垒较高，在苹果等旗舰机射频前端领域，供应格局相对稳定，短时间内不会有较大变化。

图 55：2012-2017 年射频前端模组和器件营收份额



资料来源: Strategy Analytics, 中信建投证券研究发展部

图 56：2016Q1-2018Q1 射频前端模组营收份额



资料来源: TechInsights, 中信建投证券研究发展部

表 19：主要射频前端分立器件市场格局

射频器件	市场格局
SAW 滤波器	全球 82% 的市场份额被 Murata、TKD、TAIYO 瓜分
BAW 滤波器	全球 95% 市场份额被 Broadcom 和 Qorvo 瓜分
PA	全球 93% 的市场份额被 Skyworks、Qorvo、Broadcom 瓜分
射频开关	国内 SOI 射频开关公司已有 20-30 家，价格战进入白热化
天线调谐	全球 70% 以上的市场份额被 Qorvo 把控
射频 GaN	Skyworks、Qorvo、Broadcom 分别占据 32.3%、25.5%、7.8% 市场份额

资料来源: Broadcom, Qorvo, Skyworks, 中信建投证券研究发展部

前端厂商分为产线齐全和产线单一、有无基带话语权、IDM 和 fabless、有无模组能力等阵营。产线齐全构筑首层壁垒。射频前端作为一个系统工程，供应商的综合产品方案和服务能力至关重要。齐全产线为厂商带来显著优势，不仅能提高客户服务能力和客户黏性，更有利于布局壁垒和价值更高的模组产品。目前，Qualcomm 是唯一覆盖包括射频前端和基带在内的整个射频系统的厂商，其他国际大厂也已基本实现覆盖多个产线；国内除紫光展锐等少数厂商外，大多仍专注单品类器件，通过销售分立器件或为模组厂商供货抢占中低端市场。

表 20：主要射频前端厂商拥有较完整的产品线

公司	国/地	类型	模组	滤波器	PA	LNA	开关	调谐	包络	基带
Qualcomm	美国	fabless	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Broadcom	美国	IDM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Qorvo	美国	IDM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Skyworks	美国	IDM	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Murata	日本	IDM	✓	✓	✓	✓	✓			
TDK	日本	fabless	✓	✓	✓	✓				
Taiyo Yuden	日本	fabless	✓	✓						
MTK	台湾	fabless			✓	✓	✓			✓
紫光展锐	中国	fabless	✓	✓	✓	✓	✓			✓

资料来源：公司财报，中信建投证券研究发展部

备注：✓表示已量产

由于基带与射频前端的协同至关重要，因此基带厂商对前端市场有较大影响力，基带话语权形成第二层壁垒。根据 Strategy Analytics 数据，2017 年全球基带市场达 212 亿美元，其中 Qualcomm 以 53% 份额一家独大。出货量方面，国产厂商紫光展锐以 27% 份额与 Qualcomm、MTK 三分天下。由于基带决定射频前端支持的模式、频数等，因此从底层对射频前端有全局影响。例如，Qualcomm 可通过基带捆绑 PA 并补贴价格抢占市场。

射频前端作为半导体子行业，业态仍以 IDM 为主，制造和封测能力为第三层壁垒。随着硅基半导体制程标准化提高，半导体企业在剥离生产等重资产环节中逐渐分化并流行 fabless+foundry (fab) 模式。然而在射频前端领域，由于滤波器、PA、LNA、射频开关、天线调谐等均未采用标准化硅基工艺，而多采用 MEMS、化合物半导体、SOI、SiGe 等非标准硅基工艺，因此 fabless 生态并不完善。射频前端产业存在代工壁垒高，先进产能供给不足等问题。我们认为，拥有制造能力或有可靠 fab 合作伙伴的国产厂商在市场中将更具竞争力。

图 57：前端市场已形成模组和器件两个阵营，模组厂商赢家通吃



资料来源：YOLE，中信建投证券研究发展部

模组厂商赢家通吃，模组能力构筑第四层壁垒。并购整合使前端市场在分立器件和前端模组两个领域形成新格局，分立器件竞争激烈，滤波器、射频开关、PA、LNA、天线调谐等细分市场集中度低，厂商众多。前端模组市场存在 Broadcom、Qorvo、Skyworks、Murata、TDK 等 5 家龙头，产线齐全，具有设计、制造、封测全产业链能力，在分立器件领域亦兼具竞争力。细分环节来看，美日厂商在设计领域绝对领先，拥有最好的模组能力和产品；台湾企业在晶圆代工、封装测试等中下游环节占据重要位置；大陆厂商由于在技术、专利、工艺等方面处于劣势，因此集中在无晶圆设计领域，主要供应中低端 PA、SAW 滤波器、SOI 开关等产品，竞争较大。

2.2.3 5G 将促使市场格局洗牌，部分国产厂商有望突破

5G 重新洗牌射频前端市场，Sub-6GHz 领域国际龙头率先调整战略。(1) Broadcom 通过将中高频段融合在一起，为 5G 超高频段 (UHF) 做好准备。凭借 FBAR BAW 滤波器技术，Broadcom 还拥有高频 (HF) 和超高频段的主要前端模组。(2) Skyworks 的中端产品取得国产 OEM HMOV 等绝大部分份额，并凭借 SkyOne® LTE 前端方案在高端模组领域处于领先地位。面向 5G，Skyworks 以新发布的 Sky5TM 平台将战略重心定于 5G 超高频市场。(3) Qorvo 采用类似方法，分别通过 RF FusionTM 和 RF FlexTM 平台提供涵盖高端和低端市场的广泛产品组合，并且其优秀的封装测试能力可以缩短市场反应时间并持续改进产品。在 5G 布局方面，Qorvo 是首个推出超高频前端模组的厂商。(4) Murata 的前端产品主要涵盖低频段，但非常适合不断增长的多元化的模组市场。(5) Qualcomm 是前端市场新进入者，其拥有从调制解调器到天线的完整解决方案。通过整合 TDK 的滤波器技术，并以价格补贴方式捆绑基带和前端，Qualcomm 在前端领域快速占领市场。

Sub-6GHz 之外，毫米波前端模组可能更大程度地重构前端行业。毫米波前端可为高速无线连接开辟新途径，并可能拥有与传统射频前端不同的技术路径。目前阶段，除 Qualcomm 明确定位于 5G 毫米波射频前端外，其他顶级平台 Intel、Samsung、MTK、海思也都在积极探索这一领域。

从 4G 到 5G Sub-6GHz 时代，射频前端市场格局仍将延续；而从 Sub-6GHz 到毫米波时代，高端市场格局可能迎来巨变。我们认为，随着巨头纷纷部署下一代射频前端，传统中高频领域面临的国际竞争反而可能降低。例如，在从 3G 到 4G 升级阶段，国际巨头纷纷退出中低端 PA 市场，国产厂商顺势进入，反而保持了较高毛利。因此在产业升级之际，不仅国际大厂将实现利润制高点的开拓，国产厂商亦能在传统中高端领域向上突破。

产业升级之际，国产厂商有望顺势突破。尽管射频前端在高端市场完全被国际厂商垄断，但在中低端市场领域，国产厂商近几年的进步令人瞩目。随着中国消费电子市场和 OEM 厂商的发展壮大，国内涌现出一批具有竞争力的射频前端厂商，包括处理器厂商华为海思、紫光展锐等，也包括滤波器、PA、射频开关等领域的射频器件厂商。这些厂商依靠成本优势切入中低端市场，并在挤出国际大厂后迅速向中高端产品线扩展。

我们认为，5G 到来之后，4G 时代的中高端市场将降级为中低端市场，部分国产厂商仍将利用上述策略在这一领域抢占份额。此外，国产厂商若能较好地把握射频前端模组化趋势，基于现有技术资源提供完整的射频系统解决方案，则有望全面进军高端市场。例如可提供基带和射频前端的紫光展锐，以及提供包括天线在内的射频方案供应商信维通信。此类厂商的产品线具有高度的协调性，客户黏性提高将为其带来综合竞争力的显著提升。我们看好化合物半导体制造龙头三安光电、射频方案平台厂商信维通信，射频器件厂商韦尔股份、天通股份、麦捷科技，非上市公司建议关注紫光展锐、中科汉天下、飞骧科技、唯捷创芯、卓胜微、好达电子、中电 26 所、中电 55 所等。

表 21：射频前端国产化主要受益公司概况

公司	射频产品	公司及业务概况
紫光展锐	基带、RFIC、PA、滤波器	紫光展锐是紫光旗下的全球领先芯片设计企业，由展讯、锐迪科合并而成。公司着力移动通信和物联网核心芯片领域，产品涵盖 2G/3G/4G 移动通信基带芯片、射频芯片、射频前端（PA 模组和滤波器为主）等。2017 年，公司营收超 100 亿元，占手机基带芯片市场 27% 份额，位列全球第 3，是全球第十大 Fabless 厂商，是国内领先 5G 芯片企业。
三安光电	滤波器、PA、GaAs / GaN 代工	三安光电是 LED 外延及芯片生产厂商。在集成电路产业基金的支持下，三安光电通过三安集成和泉州三安两家子公司进入射频前端领域（主要是滤波器、PA 及其代工），并已具备 GaAs / GaN 芯片代工能力，有望复制其在 LED 芯片制造领域的成功经验。
信维通信	天线、滤波器等	信维通信以天线为起点，通过外延逐步多元化，现已成长为全球领先的音、射频技术零部件解决方案供应商。目前公司已从 2G/3G/4G 终端天线扩展至 NFC、无线充电、射频连接器、隔离器件、射频前端（滤波器为主）等高附加值产品，射频服务平台已形成。
麦捷科技	滤波器、LTCC 器件	麦捷科技是 LTCC 射频器件和片式电感领先厂商，致力于成为亚洲顶尖被动元器件厂商。公司已进入海外低端滤波器市场，通过国内部分厂商认证，未来有望导入更多国内客户。
好达电子	滤波器	好达电子是国内知名声表器件厂商，主要产品包括声表面波滤波器、双工器、谐振器等。公司声表器件产量国内名列前茅，质量及技术指标已处于国内领先水平，接近国际水平。
天通股份	滤波器及其材料	天通股份是集科研、制造、销售于一体的高新企业，已形成电子材料、电子部品、智能装备和产业投资四大业务板块。公司拥有声学波滤波器器件产品，以及用于制造 SAW 和 BAW 滤波器的压电晶体材料钽酸锂、铌酸锂，在滤波器领域具有材料、设备和制造优势。
26 所	滤波器	中电 26 所（重庆声光电）是国内唯一同时具有 SAW、TC-SAW、FBAR 研发生产的单位，从事表面波及体声波研发 40 余年，提供军工产品，是华为、中兴 SAW 滤波器供应商。
55 所	滤波器、射频开关	中电 55 所（德清华莹）是国内较早研制生产钽酸锂、铌酸锂压电晶体材料和声学滤波器的企业，主要产品为滤波器和射频开关；开关年出货 2 亿只，用于华为、中兴终端产品。
汉天下	PA、物联网芯片	汉天下是国内领先 2/3/4G 射频前端和 SoC 芯片供应商，芯片年出货量达 7 亿颗。公司产品包括手机射频前端/PA、物联网芯片等，支持高通、联发科、展讯、英特尔等基带平台。PA 出货超 7000 万颗/月，2G PA 超 4000 万/月，占全球 63% 份额；3G PA 超 1100 万/月。
飞骧科技	PA、前端模组	国民飞骧由国民技术射频事业部独立而来，公司深耕 PA 领域，拥有 8 年多射频经验，产品应用遍及国内外主流厂家，客户包括小米、酷派、中兴、魅族等。目前国民飞骧已拥有国内最完整的 4G 射频方案，覆盖 MTK、高通、展讯、联芯、Marvell 等平台。
唯捷创芯	PA	唯捷创芯是专注于射频与高端模拟 IC 研发的集成电路设计公司，主要产品是 GaAs PA，广泛应用于 2G/3G/4G 手机及其它智能移动终端。
慧智微	PA	慧智微由前 Skyworks 技术海归创立，是全球首家量产可重构多频多模射频前端的芯片公司，拥有可重构 SOI+GaAs 混合工艺，产品包括 MMB PA、物联网/WiFi 射频前端。
中普微	PA	中普微主要从事射频 PA 设计、研发及销售，提供 2G/3G/4G 全面的射频前端解决方案。公司产品以其高性价比的优势在市场上备受欢迎，客户以 TCL、天珑、西可和海派为主。
卓胜微	射频开关、LNA	卓胜微是具有顶尖技术实力和强大竞争力的射频 IC 设计公司，是国内智能机射频开关、LNA 领先品牌，其产品应用于三星、小米、华为、联想、魅族、TCL 等终端厂商。
韦尔股份	射频开关、LNA、天线调谐	韦尔股份是国内领先的半导体器件设计和销售公司，主营产品包括保护器件、功率器件、电源管理器件、模拟开关等四条产品线，射频前端产品主要是射频开关、LNA、天线调谐。公司业绩连续多年保持稳定增长，正逐步成为国际知名的半导体器件厂商。

资料来源：公司官网，公司财报，中信建投证券研究发展部

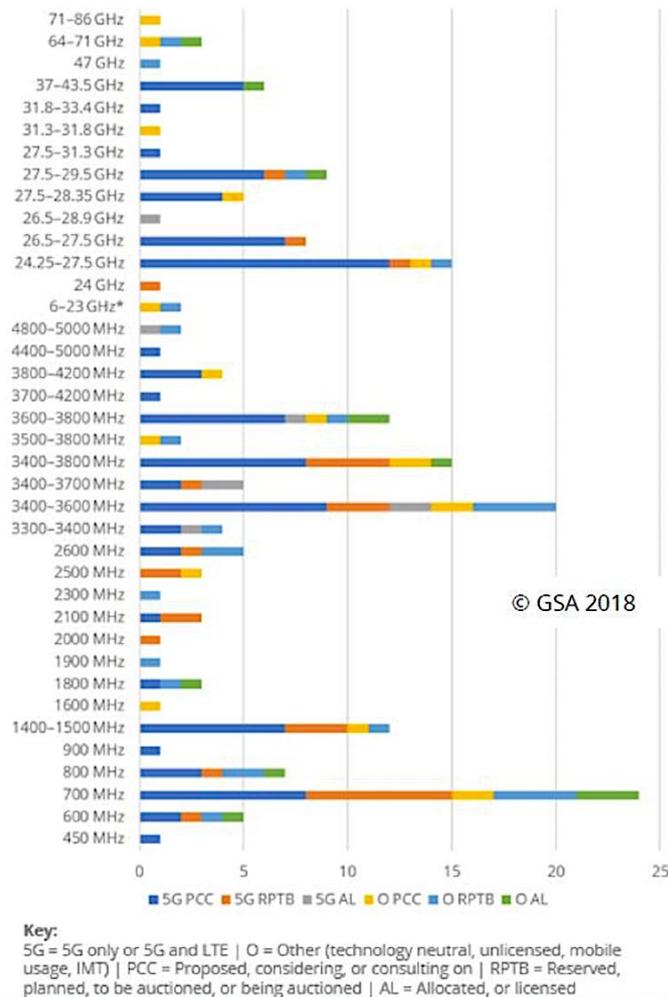
2.3 高频高速 PCB/CCL：5G 宏基站架构/数量变化带来高频高速基材需求爆发

毫米波、小基站、Massive MIMO 多天线技术、波束成型等技术的应用，使得 5G 通信设备对 PCB 及 CCL 材料的性能要求更高，需求量也将更大，其中，5G 宏基站为前期 5G 低频段建设要点，在 2020 年正式商用后，预计更加成熟的小基站建设方案将会用于 5G 高频段，小基站数量亦有望迎来爆发增长。

2.3.1 5G 宏基站覆盖密度大幅增加，对于高频高速材料性能要求更高

无线网络是通过无线电波进行信息的传输，而无线电波则具有不同的频率，每一块频率范围可划分成一个频段（频谱）。频率越高、穿透能力越差，覆盖范围越小；频率范围越大，传输速率越快。根据 GSA 8 月最新发布的报告，全球来看，700MHz、3400MHz-3800MHz、24GHz-29.5GHz 是全球主流 5G 频段，其中 3400MHz-3800MHz 最为主流。

图 58：全球 5G 频谱规划



资料来源：GSA，中信建投证券研究发展部

2017 年 11 月，工信部发文明确我国 5G 将使用 3300MHz-3600MHz 和 4800MHz-5000MHz 频段，其中 3300MHz-3400MHz 频段原则上限室内使用。在 3300MHz-3600MHz 及以下的 5G 低频段，低频资源主要用于连

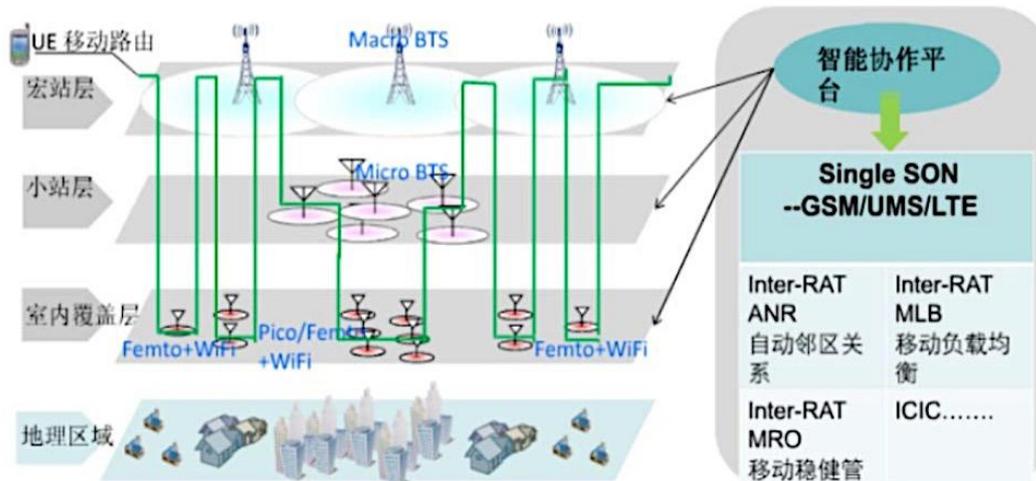
续广覆盖、低时延高可靠、低功耗大连接等应用场景，主要载体是 5G 宏基站。

相比 4G 而言，5G 的使用频段要高于 4G，电磁波的穿透力差、衰减大，在不考虑其他因素的条件下，其基站的覆盖范围要比 4G 基站覆盖范围要小，建设密度更大。根据工信部数据，2017 年 12 月我国 4G 基站数量约 328 万个。2018 年三大运营商 4G 方面的规划包括：1) 中国移动：2017 年新增 4G 基站 36 万个，2018 年将控制新站建设，预计宏基站新建数量小于 8 万个。2) 中国电信：4G 基站在 2017 年新增 28 万个达到 117 万个，2018 年将新增 20 万个，用于改善用户体验和覆盖质量。3) 中国联通：2017 年 4G 基站新增 11 万个，2018 年新增数预计与 2017 年相当，对重点区域网络进行扩容。以上合计预计 2018 年底 4G 基站数量达到 367 万个，到 2020 年 5G 商用正式商用之前国内 4G 宏基站总量达到 400 万个。

考虑 5G 频谱分配、大规模天线及上下行解耦带来的覆盖提升，我们预计我国 5G 宏建站密度将至少是 4G 基站的 1.5 倍，总数或将达到 600 万个，根据中国信通院数据，截至 2018 年 Q1，我国 4G 基站的数量达到 339.3 万个，4G 网络规模位居全球首位，而全球 4G 基站共约 500 多万个，中国占比约 60%，假设 5G 时代中国延续既有优势，5G 宏基站建设数量占据全球 60%，则全球 5G 宏基站建设规模总量有望达到 1000 万个。

5G 高频段资源则主要对应于热点高容量（高频意味着可以分配更多带宽），高频对于宏基站而言，覆盖范围太小，使得成本过高，且宏基站部署困难，站址资源不容易获取，因此 5G 高频段资源将不再使用宏基站，微蜂窝将成为主流，形式是以小基站为基本单位，进行超密集组网，即小基站的密集部署（预计国内小基站将更多基于 4.9GHz 及毫米波建设）。在 5G 超密集组网场景中，小基站之间的间距很小（10-20 米），对比宏基站最短间距也要达到 500 米，可以看出，小基站要实现连续覆盖，其数量规模将远远高于宏基站，但目前来看，体量及规模建设时间点较难估计，我们以 5G 宏基站的讨论作为重点。

图 59：小基站系统架构



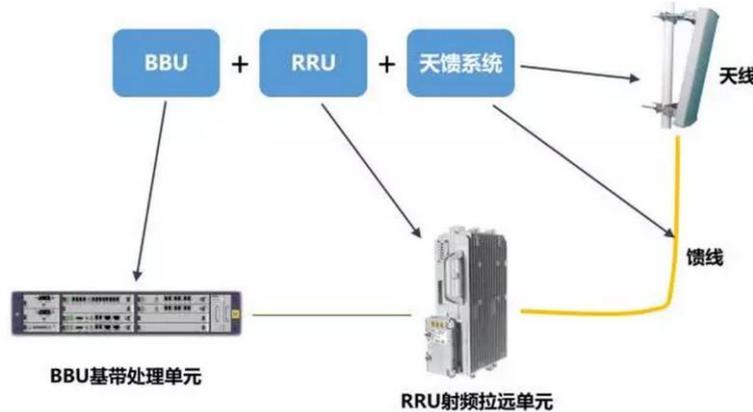
资料来源：中英科技招股说明书，中信建投证券研究发展部

5G 通信设备对高频通信材料的性能要求将会更加严苛，能够在控制介电损耗最小化的情况下保持介电常数的稳定优质，是高频段工作的重要基础。5G 宏基站建设数量的提升将带动高频高速材料用量提升，其次，小微基站、室内基站、毫米波基站为未来潜在增量。

2.3.2 5G 宏基站架构变化，从 BBU+RRU+天线到 AAU+BU/CU

传统 3G/4G 基站通常是基带处理单元（BBU）、射频拉远单元（RRU）和天线系统三者独立。

图 60：传统 3G/4G 基站分布式架构

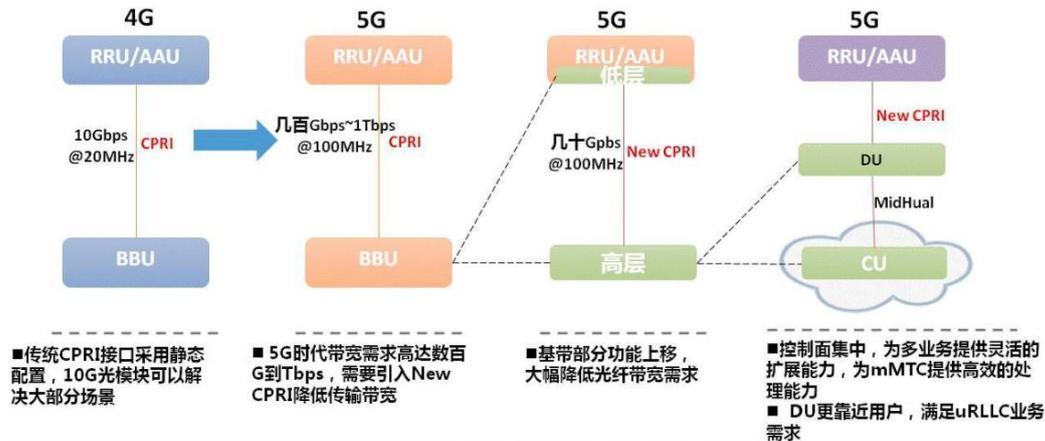


资料来源：鲜枣课堂，中信建投证券研究发展部

5G 核心网技术融合后，基站架构相较于 4G 基站将会发生重大变化：

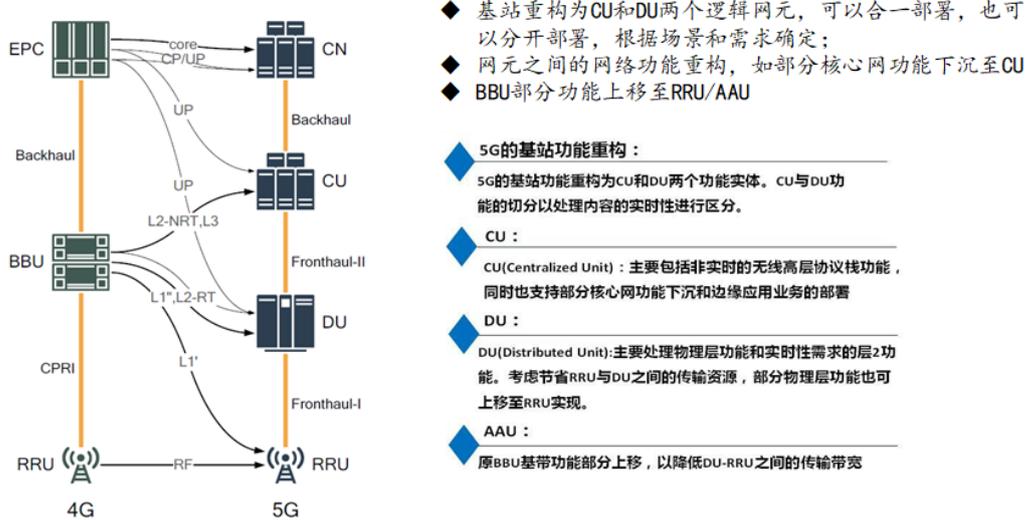
- BBU 重构为 CU+DU：根据中国移动 C-RAN 白皮书《迈向 5G C-RAN：需求、架构与挑战》，5G 的 BBU 功能将被重构为 CU（中央单元）与 DU（分布单元）两个功能实体。CU 与 DU 功能的切分以处理内容的实时性进行区分，CU 设备主要包括非实时的无线高层协议栈功能，同时也支持部分核心网功能下沉和边缘应用业务的部署，而 DU 设备主要处理物理层功能和实时性需求的层 2 功能，考虑节省 RRU 与 DU 之间的传输资源，部分物理层功能也可上移至 RRU 实现。
- RRU 与天线融合为 AAU：4G 基站的 RRU 与天线是独立的，采用馈线连接，Massive MIMO 技术下的 5G 基站若继续采用传统天线架构，则每个收发单元都要馈线，基站侧将承受巨大的压力，将 RRU 与天线集成在一起的 AAU 有源天线可以减少馈线，减少损耗，有望成为主流选择。

图 61：5G 基站重构的驱动力



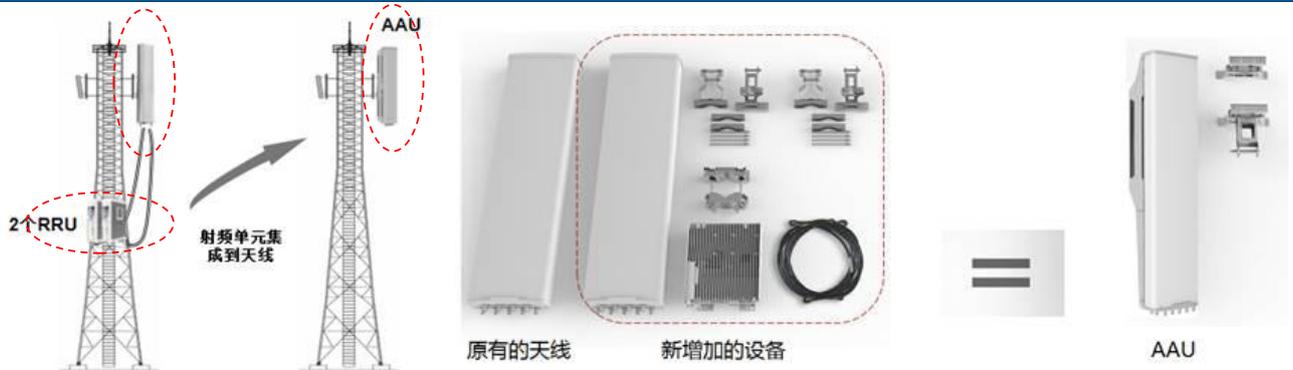
资料来源：中兴，中信建投证券研究发展部

图 62：5G 基站 BBU 研究架构：从 4G 单节点到 5G CU/DU 两级架构



资料来源：《迈向5G C-RAN：需求、架构与挑战》，中兴，中信建投证券研究发展部

图 63：华为 AAU 的有源天线解决方案



资料来源：华为，中信建投证券研究发展部

2.3.3 单基站用量大幅提升叠加 5G 宏基站数量增加，催生高频高速 PCB 及材料需求爆发

用于高频信号传输的印制线路板（PCB）称为高频微波印制板，也称为高频印制板、高频板、射频微波印制板等。印刷线路板行业的“高频”是指用分布式元件描述电路和器件互连的频率范围，通常定义为频率在 1GHz 以上，也采用趋高（≈1GHz）、高频（1-3GHz）、超高频（≥5GHz）的分类。

高频微波印制板一般可分为两大类：一类是高频信号传输类电子产品，应用于雷达、广播电视和通讯（移动电话、微波通讯、光纤通讯）等；另一类是高速逻辑信号传输类的电子产品，应用于电脑、电器、通讯等产品。

表 22：高频基材与高速基材应用场景对比

应用场景		特点描述
高频基材	通信基站天线，卫星天线，微波天线，功率放大器	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 由于高频板对加工性能要求很高，高频 PCB 板一般是 2-4 层板； ✓ 高频基材对于材料的介电常数 Dk 和 Df 都要求越低越好
高速基材	通信基站中的背板、基带处理单元 (BBU)、射频拉远模块 (RRU) 等，高端服务器、高端路由器、转换器、高端数据储存设备等	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 由于材料加固性较好，高速 PCB 层数较高，可达 20-50 层及以上； ✓ 高速基材对于材料的介质损耗 Df 要求越低越好，Dk 要求没那么苛刻

资料来源：行业调研，中信建投证券研究发展部

(1) “4G 基站 RRU+天线” 对比 “5G 基站 AAU”

4G 基站的天线射频板与 RRU 主板一般采用高频 PCB 板（其上游材料为高频覆铜板），其中，RRU 安装了 PA（功放）、滤波器等，我们预计单个基站的 RRU+天线的 PCB 使用面积约 2.26 平方米，单个基站的 RRU+天线的 PCB 合计价值量 5224 元，均为高频 PCB 板。

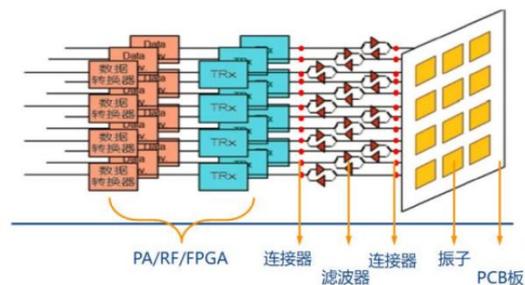
5G 基站天线有源化趋势下，天线+RRU+BBU 变成 AAU+BBU（CU/DU）的架构，单个基站将对高频高速 PCB 及其上游材料带来更大需求。在 5G 基站 AAU 方案中，天线振子与微型收发单元阵列直接连接在一块 PCB 板上，微型收发单元阵列中集成了数字信号处理模块 (DSP)、数模 (DAC)/模数 (ADC) 转换器、放大器 (PA)、低噪声放大器 (LNA)、滤波器 (Filter) 等器件，担任 4G 基站 RRU 的功能。AAU 中的天线板与振子集成在一块 PCB 上（面积分别算），收发单元阵列与 PA 等器件集成在一块 PCB 板上（面积分别算），我们预计 5G 基站的 AAU（天线+RRU）PCB 总面积为 2.22 平方米，其中微型收发单元阵列采用高速板，PA 为高频板，天线射频板为更高端的高频板，天线振子则采用普通高速板；预计单个 5G 基站的 AAU 的 PCB 合计价值量为 10911 元，均为高频或高速 PCB 板。

图 64：5G 大规模阵列天线板（64 通道）产品图



资料来源：观研天线，中信建投证券研究发展部

图 65：5G 有源天线结构图



资料来源：CNKI，中信建投证券研究发展部

(2) 4G 基站 BBU 对比 5G 基站 BBU

5G 宏基站的 BBU 与 4G 基站相比，尺寸及数量没有太多变化，但由于信号传输速度及承载量要求，背板

及单板的层数将由 4G 的 18-20 层提高到 5G 的 20-30 层,采用的覆铜板需要由传统 FR-4 升级为性能更优的高速材料,如松下的 M4/6/7 型号高速覆铜板材料,因此单平方米价格有所提升。我们预计 5G 基站 BBU 的 PCB 面积约为 0.47 平方米,与 4G 基站的大致相同,单个 5G 基站 BBU 的 PCB 价值量约为 5112 元,4G 为 2750 元。

根据测算,单个 4G 基站 PCB 价值量约 0.79 万元,其中高频/高速 PCB 价值量约 0.59 万元;单个 5G 基站的 PCB 价值量约为 1.60 万元,均为高频/高速材料,则高频/高速 PCB 的价值量从 4G 到 5G 单基站大幅提升了 167%。假设 5G 建设周期拉长为 2019-2026 年,国内宏基站建设总量为 570 万站,占比全球 60%,全球 5G 宏基站建设总量约 950 万站。则根据我们的测算,5G 宏基站的 PCB 价值量峰值期 2022 年有望达到 279 亿元。

表 23: 全球 4G 及 5G 宏基站 PCB 价值量

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
国内 4G 基站数量 (万站)	50	40	20	10					
单 4G 基站 PCB 价值量 (千元)	7.97	7.42	6.90	6.41					
国内 4G 基站 PCB 价值量 (亿元)	39.87	29.66	13.79	6.41					
全球 4G 基站 PCB 价值量 (亿元)	66.45	49.44	22.99	10.69					
国内 5G 基站数量 (万站)	0	20	60	100	130	110	80	50	20
单 5G 基站 PCB 价值量 (千元)		16.02	14.90	13.86	12.89	11.99	11.15	10.37	9.64
国内 5G 基站 PCB 价值量 (亿元)		32.05	89.41	138.58	167.55	131.85	89.18	51.83	19.28
全球 5G 基站 PCB 价值量 (亿元)		53.41	149.01	230.97	279.25	219.75	148.63	86.39	32.14
全球 4G/5G 基站 PCB 价值量合计 (亿元)	66.4	102.8	172.0	241.7	279.2	219.7	148.6	86.4	32.1

资料来源: 中信建投证券研究发展部 (假设单基站 PCB 价格每年下降 7%)

以上为 PCB 价值量的测算,上游高频/高速材料方面,在 4G 基站天线领域,目前市场相关 PTFE 高频覆铜板采购价格占天线高频 PCB 售价的比重约为 50%-60%,一般通信类 PCB 中 FR-4 覆铜板的采购价格占 PCB 售价的比重约 17%,假设 4G 基站高频/高速覆铜板在 PCB 中平均价值占比为 30%,考虑到通信基站领域下游客户群体的产业链地位及招投标商业模式的特殊性、高频高速 PCB 及 CCL 产品技术门槛,假设 5G 基站高频/高速覆铜板在 PCB 中的价值量占比在 5G 基站建设展开前几年相对更高,后逐步降低,假设 50%-30%。据此,大致测算 5G 宏基站建设高峰期 2022 年,高频/高速 CCL 的需求总量约 98 亿元。

表 24: 全球 4G 及 5G 宏基站高频/高速 CCL 价值量

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
单 4G 基站高频/高速 PCB 价值量 (千元)	6.00	5.58	5.19	4.82					
全球 4G 基站高频/高速 PCB 价值量 (亿元)	49.98	37.19	17.29	8.04					
全球 4G 基站高频/高速 CCL 价值量 (亿元)	15.00	11.16	5.19	2.41					
单 5G 基站高频/高速 PCB 价值量 (千元)		16.02	14.90	13.86	12.89	11.99	11.15	10.37	9.64
全球 5G 基站高频/高速 PCB 价值量 (亿元)		53.41	149.01	230.97	279.25	219.75	148.63	86.39	32.14
全球 5G 基站高频/高速 CCL 价值量 (亿元)		26.71	67.06	92.39	97.74	65.92	44.59	25.92	9.64
全球 4G/5G 基站高频/高速 CCL 合计 (亿元)	15.0	37.9	72.2	94.8	97.7	65.9	44.6	25.9	9.6

资料来源: 中信建投证券研究发展部 (假设单基站 PCB 价格每年下降 7%)

2.3.4 5G 商用开启, 关注 5G 宏基站 PCB 及高频/高速覆铜板投资机遇

通信基站 PCB 竞争格局稳定，产品技术门槛高、客户认证周期长，国内**深南电路**、**沪电股份**在华为、中兴、诺基亚、三星、爱立信等设备商供应体系中已占据重要地位。伴随 5G 商用开启，二者份额有望进一步提升，实现从 1->N 的规模提升，建议重点关注。

高频/高速 PCB 上游材料高频/高速覆铜板涉及材料配方与核心工艺，长期为海外垄断，正值高端化突破黄金时期，进口替代空间大，近年国内**生益科技**、**华正新材**等持续进行高频/高速覆铜板的研发和生产，加速突破多种材料路线，市场需求起量后有望实现从 0->1 的突破，持续受益产品升级与进口替代。

深南电路：

公司成立于 1984 年，致力于“打造世界级电子电路技术与解决方案的集成商”，拥有印制电路板、封装基板及电子装联三项业务，形成业界独特的“3-In-One”业务布局。

公司是大陆 PCB 龙头企业，2017 年全球营收规模排名第 19 位。公司是全球领先的无线通信基站射频功放 PCB 供应商、亚太地区主要的航空航天用 PCB 供应商、国内领先的处理器芯片封装基板供应商。4G 时代公司在华为、中兴、诺基亚、三星等领先通信设备商中高端 PCB 供应体系中占据重要地位，通信 PCB 技术门槛高、客户认证周期长，竞争格局相对稳定，公司在通信 PCB 领域持续研发创新，一站式解决方案增强客户粘性，有望延续既有竞争优势率先受益于 5G 宏基站 PCB 需求起量。此外，公司 IC 载板技术沉淀深厚，并在无锡积极扩产（预计 2019 年中连线投产），所生产的硅麦克风微机电系统封装基板大量应用于苹果和三星等智能手机中，全球市场占有率超过 30%，IC 载板业务有望受益于国产芯片进口替代加速，未来快速发展值得期待。

秉承 3-in-One 差异化战略（以互联为核心，强化 PCB 产业技术领先地位，突破电子装联、封装基板两项业务，全面提升各业务技术、质量及运营能力，加速业务融合发展，提供一站式服务），公司注重研发，聚焦中高端通信 PCB 制造，所生产的通信背板、高速多层板、多功能金属基板、厚铜板、高频微波板、刚挠结合板、封装基板等产品技术含量高，具有较强的竞争力，占据细分市场领先地位。此外，公司致力于新产品研发和汽车电子等市场开拓，不断优化产品结构，以争夺并巩固目标细分市场的领先地位。

沪电股份：

公司主导产品为 14-28 层企业通讯市场板、中高阶汽车板，并以办公及工业设备板等为有力补充，产品广泛应用于通讯设备、汽车、办公及工业设备、射频等多个领域。目前公司已在技术、质量、成本、品牌、规模等方面形成竞争优势，居行业领先地位，连续多年入选行业研究机构 N.T.Information 发布的世界 PCB 制造企业百强以及中国印制电路行业协会（CPCA）发布的中国 PCB 百强企业，并被 CPCA 评为优秀民族品牌企业。

企业通讯市场板历来是公司优势产品，凭借在该领域长期累积的相对竞争优势，公司产品市占率稳步提升，2017 年企业通讯市场板业务在整体需求疲软的市场环境下仍然实现营业收入同比增长 22%。同时，随着产能利用率的提高、自动化生产线的调适、以及相应管理制度的优化，尤其是青淞厂生产效率和产品品质得到持续提升并带动成本降低的良性循环改善，企业通讯市场板整体盈利能力逐步恢复。公司已在华为、诺基亚等通信设备商中高端供应体系占据重要地位，以 5G 为代表的下一代通信网络，将会拉动全球企业通讯板市场需求，公司凭借既有产品、产线与客户优势有望率先受益。

汽车板方面，公司已具备中高端、安全性汽车板量产能力，如 24GHz 汽车主动测距雷达用 PCB 产品、新能源汽车电池管理系统（BMS）PCB 产品等，公司与德国 Schweizer 保持紧密合作，稳步推进 77Ghz 汽车主动

测距雷达用 PCB 的开发工作，RF PCBs 方面的合作也在顺利推展。公司致力于中长期成为全球汽车板市场前 5 名的 PCB 供应商，预计汽车 PCB 板维持稳定增长。

生益科技：

公司是国内市占率第一、全球第二的覆铜板和粘结片生产商。作为国内同类企业中规模最大、具有较强竞争力的企业，公司自主研发能力强，产品种类完备、质量优良，近年在持续扩张普通通用型覆铜板产品的同时，不断以自主研发、扩产及外部引入合作方式（2017 年购买日本中兴化成 PTFE 相关产品的完整配方、全流程生产工艺、专用设备技术、原材料厂家信息和相关商标）实现在高频基材等特种板材领域的技术突破和产业化，有望持续受益高频高速覆铜板进口替代，未来在 5G 通信、汽车电子、卫星通信等特种板材领域发展潜力巨大。

华正新材：

公司成立于 2003 年，主营覆铜板、导热材料、绝缘材料、热塑性蜂窝板等复合材料及制品，其中覆铜板产品的收入占比 70-80%。目前公司覆铜板整体产能规模较小，但在中高端覆铜板产品的研发与制造领域进展较快，主要包括高毛利率的铝基板、无卤板、无铅板、高频、高速板、超薄覆铜板等。在高频覆铜板领域，公司已具备 H5220、H5255、H5265、H5300 四款玻纤增强型 PTFE 系列基材量产能力，产品介电性能优良，可用于基站天线、雷达系统等领域；高速材料领域，H175HF、H180HF、H185H 等已完成开发并投入市场。经过前期和终端客户的合作、开发，新扩产项目生产的高频、高速及高多层印制电路用覆铜板部分产品已通过部分知名企业的终端技术认证，具备批量供货资格，后续高频高速产品放量有望增厚公司业绩。

2.4 5G 商用助推硬件创新，零组件龙头公司持续受益

2019 年为 5G 创新元年，而 2020 年以后，随着产业成熟度提升，初期成本及价格过高的问题将逐步解决，5G 设备渗透率进入快速提升阶段，围绕 5G 硬件升级的电子零组件龙头有望持续受益，业绩弹性逐步显现。目前来看，5G 手机的配置变化主要来自射频（天线/射频前端）、光学（摄像头）、材料（机壳/PCB/散热）等。

表 25：5G 智能手机配置变化

应用领域	4G 手机配置	4G 手机价值量	5G 手机配置	5G 手机价值量	5G 手机相关供应商
处理器芯片	全档位处理器，SOC	/	优先配高端、此高端处理器	ASP 提升	高通、联发科、三星、华为等
基带芯片	集成 SOC	/	5G Modem+WTR (Sub6G)+PMICs	较难设计，ASP 提升	高通、联发科、三星、华为等
天线	2x2 MIMO、Pi 软板	0.4-1 美金	4x4 MIMO、LCP/MPI 软板	7-10 美金	立讯精密、信维通信、景旺电子等
射频前端	典型中高端智能手机数量：滤波器 40-100，PA 2-5，射频开关 2-8，天线调谐 2-4，LNA2-4	典型中高端智能手机射频前端 ASP：14-28 美金	射频器件用量提升、模块复杂度与集成度提升	20-40 美金	三安光电、信维通信、韦尔股份、麦捷科技、天通股份等
机壳	金属/玻璃为主	玻璃 3-10\$，陶瓷 15-30\$	玻璃/陶瓷	玻璃 3-10\$，陶瓷 15-30\$	蓝思科技、三环集团、顺络电子、比亚迪电子

应用领域	4G 手机配置	4G 手机价值量	5G 手机配置	5G 手机价值量	5G 手机相关供应商
摄像头/模组	前后置 2D 摄像	15-30 美金	前置 3D + 后置 3D 摄像	50-70 美金	欧菲科技、舜宇光学
电磁屏蔽与导热器件	电磁屏蔽：吸波片； 导热：中档机-石墨+铜箔；旗舰机-液冷（热管）+石墨	2-5 美金	电磁屏蔽：材料升级； 导热：旗舰机-液冷（热管）+铜片/石墨	5-8 美金	飞荣达、中石科技、碳元科技、合力泰等
PCB	主板 PCB：Any-layer HDI、类载板 8-12 层； 材料：FR-4, FR-4 改性（高 Tg、无卤、高刚性）	12-15 美金	任意层互联（6-10 层）、玻璃 4 层、类载板； FR-4 改性（高 Tg、无卤、高刚性、低介电特性）， FR-5, 硼硅酸玻璃	价值量提升 20-40%	鹏鼎控股、超声电子等

资料来源：中信建投证券研究发展部

我们最为看好天线、射频前端、高频高速材料/PCB、3D 光学等细分领域。经过对部分公司 5G 业务收入弹性测算，我们重点推荐立讯精密、生益科技、深南电路、沪电股份、三环集团和顺络电子。其中立讯、深南、沪电、三环、顺络到 2020 年均有 40% 以上的收入弹性（5G 业务相对于 2017 年收入规模）。从 5G 业务的“纯度”来看，2020 年深南、沪电、三环的 5G 业务占比有望达到 30%+。

此外，由于新业务利润率较高，我们判断生益、深南、沪电等公司的利润有望表现出比收入更大的弹性。

表 26：2018-2020 年 5G 业务收入弹性预测

公司	5G 相关业务	2018	2019	2020
立讯精密	5G 相关（终端天线+通讯设备）（亿元）	50	76	94
	5G 相关占当年总收入比例（%）	14%	17%	17%
	5G 相关占 2017 年收入比例（%）	22%	33%	41%
生益科技	5G 特种材料+PCB 收入（亿元）	0.1	6.7	19.5
	5G 特种材料+PCB 收入占当年总收入比例（%）	0%	5%	12%
	5G 特种材料+PCB 收入占 2017 年收入比例（%）	0%	6%	18%
深南电路	5G 基站 PCB 收入（亿元）	0	16	45
	5G 基站 PCB 收入占当年总收入比例（%）	0%	17%	38%
	5G 基站 PCB 收入占 2017 年收入比例（%）	0%	28%	79%
沪电股份	5G 基站 PCB 收入（亿元）	0	11	30
	5G 基站 PCB 收入占当年总收入比例（%）	0%	15%	31%
	5G 基站 PCB 收入占 2017 年收入比例（%）	0%	23%	64%
三环集团	5G 相关（手机后盖+PKG 增量+陶瓷插芯增量）（亿元）	6	15	29
	5G 相关占当年总收入比例（%）	15%	28%	41%
	5G 相关占 2017 年收入比例（%）	19%	45%	86%
顺络电子	5G 相关（手机外观件+叠层电感增量+微波器件增量）（亿元）	2	5	11
	5G 相关占当年总收入比例（%）	6%	15%	23%
	5G 相关占 2017 年收入比例（%）	8%	26%	55%

资料来源：中信建投证券研究发展部

三、投资建议

我们认为电子行业即将进入新一轮创新周期。2017-18 年为 4G 时代的稳定成熟期，而进入 2019 年，运营商加速投入 5G 网络建设，电子终端产品亦有望在运营商、品牌厂等推动下，迎来新一轮创新。预计 2019 年安卓阵营将推出多款 5G 手机，而苹果则将在 2020 年推出 5G 版本的 iPhone。5G 将在 4G 基础上新增支持三大类应用和服务，即大规模物联网、关键任务服务以及增强型移动宽带，未来有望看到 AI、VR/AR、车联网等应用场景不断成熟。

展望 2019 年，我们判断 5G 将为行业最重要的投资主线。 在创新初期即 2019 年，我们判断行业整体估值有望见底回升，其后则进入量价齐升驱动的业绩释放期。从细分行业投资时钟来看，2018-2019 年 5G 无线侧率先布局，2019 年将进入 5G 智能手机及终端迭代元年，预计换机周期大大缩短，2020-2023 年将开启新一轮换机潮。围绕无线侧及终端侧 5G 技术创新的细分领域将迎来渗透率快速提升，包括新型天线、高频高速材料/PCB、射频前端、陶瓷材料、3D-sensing、FPC 及类载板等。对于公司而言，后 4G 时代的扩张能力或业务壁垒确保其受益于集中度提升，前瞻布局 5G 则为其打开中长期成长空间，重点推荐立讯精密、三环集团、欧菲科技、顺络电子、生益科技、深南电路、沪电股份等。

此外，我们长期看好大陆电子产业结构升级，高端面板、核心芯片、高端装备等领域有望持续受益国产替代加速，重点推荐扬杰科技、三环集团、顺络电子、大族激光、精测电子等。

表 27：相关公司盈利预测与评级（取 20181207 日收盘价）

公司	评级	股价（元）	归母净利润（亿元）					EPS（元）					PE				
			17A	18E	19E	20E	TTM	17A	18E	19E	20E	TTM	17A	18E	19E	20E	TTM
立讯精密	买入	15.15	16.9	25.5	34.4	46.1	23.1	0.41	0.62	0.84	1.12	0.56	36.9	24.4	18.1	13.5	27.0
三环集团	买入	17.05	10.8	13.4	17.3	21.9	13.2	0.62	0.77	0.99	1.26	0.76	27.4	22.2	17.2	13.6	22.5
欧菲科技	买入	10.69	8.2	20.0	28.0	40.0	11.7	0.30	0.74	1.03	1.47	0.43	35.4	14.5	10.4	7.3	24.7
顺络电子	买入	14.33	3.4	5.0	6.6	9.5	4.5	0.42	0.62	0.81	1.16	0.55	34.2	23.3	17.6	12.3	25.9
三安光电	买入	14.22	31.6	34.0	40.0	48.0	33.8	0.78	0.83	0.98	1.18	0.83	18.3	17.1	14.5	12.1	17.2
大华股份	买入	12.74	23.8	25.2	29.6	35.1	25.1	0.79	0.84	0.99	1.17	0.84	16.0	15.2	12.9	10.9	15.2
生益科技	买入	9.29	10.7	12.1	16.2	18.0	11.4	0.51	0.57	0.77	0.85	0.54	18.4	16.2	12.1	10.9	17.3
深南电路	买入	74.78	4.5	5.9	8.2	11.5	5.8	1.61	2.11	2.93	4.11	2.08	46.5	35.5	25.5	18.2	35.9
沪电股份	买入	7.05	2.0	5.8	7.3	9.4	4.2	0.12	0.34	0.42	0.55	0.25	60.6	20.9	16.6	12.9	28.5
大族激光	买入	32.97	16.7	20.3	23.0	30.0	18.6	1.56	1.90	2.16	2.82	1.74	21.1	17.3	15.3	11.7	18.9
扬杰科技	买入	17.39	2.7	3.3	4.2	5.3	3.0	0.57	0.69	0.88	1.11	0.64	30.4	25.3	19.8	15.6	27.4

资料来源：中信建投证券研究发展部

风险提示

智能手机出货短期波动；技术创新不达预期；国际贸易环境变化。

分析师介绍

黄瑜：电子行业首席分析师，执业证书编号：S1440517100001。复旦大学硕士，7年电子行业卖方与买方研究经验。2014年新财富第二名，水晶球第一名上榜。善于挖掘长期成长型的行业与个股，2017年加入中信建投电子团队。

马红丽：电子行业分析师，执业证书编号：S1440517100002。东南大学信息工程学士、应用经济学硕士，2015年加入国信证券研究所从事电子行业研究。2017年加入中信建投电子团队，专注于消费电子、PCB等领域研究。

研究助理 朱立文：电子行业研究助理。北京大学微电子学与固体电子学硕士，专注于射频前端、LCP/MPI、天线等射频电子领域研究，2018年加入中信建投电子团队。

研究服务

保险组

张博 010-85130905 zhangbo@csc.com.cn

杨曦 -85130968 yangxi@csc.com.cn

郭洁 -85130212 guojie@csc.com.cn

高思雨 gaosiyu@csc.com.cn

郭畅 010-65608482 guochang@csc.com.cn

张勇 010-86451312 zhangyongzgs@csc.com.cn

王罡 021-68821600-11 wanggangbj@csc.com.cn

张宇 010-86451497 zhangyuyf@csc.com.cn

北京公募组

黄玮 010-85130318 huangwei@csc.com.cn

朱燕 85156403 zhuyan@csc.com.cn

任师蕙 010-8515-9274 renshihui@csc.com.cn

黄杉 010-85156350 huangshan@csc.com.cn

杨济谦 010-86451442 yangjiqian@csc.com.cn

私募业务组

赵倩 010-85159313 zhaopian@csc.com.cn

上海销售组

李祉瑶 010-85130464 lizhiyao@csc.com.cn

黄方禅 021-68821615 huangfangchan@csc.com.cn

戴悦放 021-68821617 daiyuefang@csc.com.cn

翁起帆 021-68821600 wengqifan@csc.com.cn

李星星 021-68821600-859 lixingxing@csc.com.cn

范亚楠 021-68821600-857 fanyanan@csc.com.cn

李绮绮 021-68821867 liqiqi@csc.com.cn

薛皎 xuejiao@csc.com.cn

许敏 xuminzgs@csc.com.cn

深广销售组

胡倩 0755-23953981 huqian@csc.com.cn

许舒枫 0755-23953843 xushufeng@csc.com.cn

程一天 0755-82521369 chengyitian@csc.com.cn

曹莹 0755-82521369 caoyingzgs@csc.com.cn

张苗苗 020-38381071 zhangmiaomiao@csc.com.cn

廖成涛 0755-22663051 liaochengtao@csc.com.cn

陈培楷 020-38381989 chenpeikai@csc.com.cn

评级说明

以上证指数或者深证综指的涨跌幅为基准。

买入：未来 6 个月内相对超出市场表现 15% 以上；

增持：未来 6 个月内相对超出市场表现 5—15%；

中性：未来 6 个月内相对市场表现在-5—5% 之间；

减持：未来 6 个月内相对弱于市场表现 5—15%；

卖出：未来 6 个月内相对弱于市场表现 15% 以上。

重要声明

本报告仅供本公司的客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，但本公司及研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证本报告所包含的信息或建议在本报告发出后不会发生任何变更，且本报告中的资料、意见和预测均仅反映本报告发布时的资料、意见和预测，可能在随后会作出调整。我们已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，不构成投资者在投资、法律、会计或税务等方面的最终操作建议。本公司不就报告中的内容对投资者作出的最终操作建议做任何担保，没有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口头承诺。投资者应自主作出投资决策并自行承担投资风险，据本报告做出的任何决策与本公司和本报告作者无关。

在法律允许的情况下，本公司及其关联机构可能会持有本报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或类似的金融服务。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构和/或个人不得以任何形式翻版、复制和发布本报告。任何机构和/个人如引用、刊发本报告，须同时注明出处为中信建投证券研究发展部，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和/或修改。

本公司具备证券投资咨询业务资格，且本文作者为在中国证券业协会登记注册的证券分析师，以勤勉尽责的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰地反映了作者的研究观点。本文作者不曾也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

股市有风险，入市需谨慎。

中信建投证券研究发展部

北京

东城区朝内大街 2 号凯恒中心 B 座 12 层（邮编：100010）
电话：(8610) 8513-0588
传真：(8610) 6560-8446

上海

浦东新区浦东南路 528 号上海证券大厦北塔 22 楼 2201 室（邮编：200120）
电话：(8621) 6882-1612
传真：(8621) 6882-1622

深圳

福田区益田路 6003 号荣超商务中心 B 座 22 层（邮编：518035）
电话：(0755) 8252-1369
传真：(0755) 2395-3859