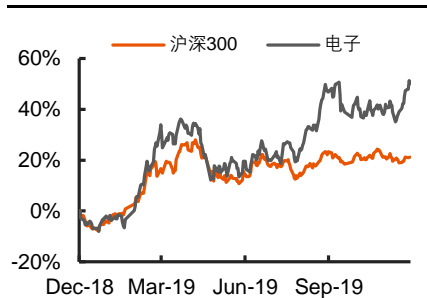


电子行业 2020 年度策略报告

科技立国，5G 与芯片国产共振

中性（维持）

行情走势图



相关研究报告

《行业周报*电子*高通骁龙 865/765 系列发布,芯片国产化提速》 2019-12-08

《行业周报*电子*联发科发布首款 5G 芯片,小米三季报发布》 2019-12-01

《行业周报*电子*松下宣布停产液晶面板, DARM 品牌厂商营收排名出炉》 2019-11-26

《行业周报*电子*中芯国际 Q3 稼动率提升,中国移动 5G 新规划出炉》 2019-11-17

《行业周报*电子*高通营收同比下滑,小米新品发布》 2019-11-10

证券分析师

刘舜逢 投资咨询资格编号
S1060514060002
0755-22625254
LIUSHUNFENG669@PINGAN.COM.CN

徐勇 投资咨询资格编号
S1060519090004
0755-33547378
XUYONG318@PINGAN.COM.CN

请通过合法途径获取本公司研究报告,如经由未经许可的渠道获得研究报告,请慎重使用并注意阅读研究报告尾页的声明内容。

■ **5G 换机潮来临,掘金射频前端:** 射频前端作为手机通信功能的核心组件,直接影响着手机的信号收发。多天线收发 (MIMO) 和载波聚合 (CA) 技术在 5G 时代继续延续,使得射频前端的复杂度相比 4G 有较大程度上升。对早期 5G 智能手机而言,射频前端是推动 5G 手机价格上涨的主要原因之一。从华为 Mate30 Pro 中可以看到,除了一颗高通 FEM 之外,其余射频前端芯片已经看不到美系厂商的产品。我们认为国内射频前端厂商有望借此机会,在 PA、滤波器等核心元件上实现突破。

■ **5G 带动高频高速需求,通信 PCB 迎确定性机会:** 随着 5G 时代来临,PCB 的技术要求和工艺制程显著提升,将会大大提高厂商的进入门槛。国内通讯 PCB 板厂商以深南电路、沪电股份为主,内资通信板龙头与主要的通信设备商如华为、中兴合作密切,在 3G、4G 时代有良好的合作开发关系,公司相关产品技术行业领先并在供应链地位较强,我们预计龙头公司未来能共享基站建设带来的红利,助力公司业绩增长。

■ **投资建议: 1) 移动端:** 5G 手机为射频前端行业带来增长机遇,主要包括功率放大器(PA)、天线开关(Switch)、滤波器(Filter)等。一方面射频模块需要处理的频段数量大幅增加,另一方面高频段信号处理难度增加,系统对滤波器性能的要求也大幅提高。卓胜微的高性能开关、LNA 和 Div FEM 模组有望率先实现国产替代,进入 HOVM 等一线品牌供应链;顺络电子、麦捷科技的高性能 LTCC 作为手机滤波器,为业绩提升提供更大弹性。同时,5G 时代天线设计难度及数量同时增加,信维通信、硕贝德将受益于天线单机价值量的提升; 2) 基站端: 按 5G 全覆盖规格,我们预计全球需要建设 900 万个宏基站,中国需要建设 450 万个宏基站。截止 2019 年底,预计国内三大运营商将建成 20 万个 5G 宏基站,预期 2020 年底,全国将建成 100 万个 5G 宏基站。根据我们的测算,基站端射频侧(包含 AAU 方案和 RRU+天线方案)全球 PCB 市场空间将达 543 亿元,较 4G 提升 5 倍。如再考虑 OTN 相关设备所用的背板单板的量价齐升,以及小基站覆盖带来的增量,5G 给 PCB 带来的市场空间将超千亿。建议关注通信板龙头深南电路和国内基站滤波器领先企业东山精密、武汉凡谷; 3) **全球半导体迎来拐点:** 2019 年上半年全行业经历了严重萧条后,从三季度开始朝向稳健复苏成长的态势发展,存储器价格回稳,代工、封测产能利用率大幅提升,主要龙头企业的各项数据环比也持续反弹,并且从下游来看这样的状态具备一定的持续性,可以看到 2020 年全球半导体产业景气度回温的信号十分明显; 4) **半导体国产替代,行则将至:** 2019 年 5 月 17 日华为事件爆发,加速了半导体供应链体系的重塑,国产半导体产业链迎来历史性机遇。受华为事件影响,国内各领域的龙头系统级厂商也都在加快国产半导体产品导入。加之日本在年内也开始制裁韩国半导体材料领域,半导体产业链全球化 30 年的“效率优先”原则受到挑战,当前全球

半导体供应链更多以“安全可控”为主线。因此 2020 年国产替代会继续成为国内半导体产业发展的主线。**建议关注：**国产 FPGA 领先企业紫光国微、化合物半导体代工新秀三安光电、封测龙头长电科技。

- **风险提示：1) 5G 进度不及预期：**未来 5G 商用的市场接受度尚无法确定，未来可能出现不及预期的风险；**2) 宏观经济波动风险：**下游行业的发展与全球宏观经济形势息息相关，如未来全球经济增速放缓甚至迟滞，市场需求将不可避免出现增速放缓甚至萎缩的情况；**3) 产品技术更新风险：**产业链公司属于移动通信行业，产品技术升级快、新技术与新工艺层出不穷，产品技术更新风险较大；**4) 中美贸易摩擦走势不确定的风险：**目前中美互征关税金额达到 2500 亿美元，未来如果中美之间的贸易摩擦进一步恶化，会对产业链公司产生一定影响。

股票名称	股票代码	股票价格		EPS			P/E				评级
		2019/12/12	2018A	2019E	2020E	2021E	2018A	2019E	2020E	2021E	
紫光国微	002049	49.66	0.57	0.68	0.85	0.94	86.61	73.03	58.42	52.83	推荐
顺络电子	002138	24.50	0.59	0.55	0.77	0.95	41.53	44.55	31.82	25.79	推荐
信维通信	300136	44.38	1.01	1.12	1.49	1.98	44.08	39.63	29.79	22.41	推荐
硕贝德	300322	20.90	0.15	0.35	0.48	0.65	139.33	59.71	43.54	32.15	推荐
立讯精密	002475	35.52	0.66	0.75	0.99	1.28	53.82	47.36	35.88	27.75	推荐
麦捷科技	300319	12.75	0.19	0.16	0.23	0.3	67.11	79.69	55.43	42.50	推荐
深南电路	002916	148.01	2.49	3.44	4.52	5.82	59.44	43.03	32.75	25.43	推荐
长电科技	600584	23.42	-0.65	0.06	0.36	0.65	-36.0	391.64	65.68	36.19	未评级
三安光电	600703	18.46	0.69	0.38	0.54	0.72	26.75	48.35	34.05	25.79	未评级
闻泰科技	600745	102.80	0.10	0.85	1.88	2.40	1028.0	121.18	54.67	42.91	未评级
东山精密	002384	21.17	0.50	0.76	1.07	1.38	42.34	27.78	19.73	15.39	未评级

注：*未评级数据来自 wind 一致预期

正文目录

一、	2019 年行情回顾	7
1.1	回顾过去：2019 年行情概述	7
1.2	电子行业 2020 年投资概述	8
二、	5G 换机潮来临，掘金射频前端	12
2.1	运营商套餐出炉，5G 商用启动	12
2.2	通信引领终端射频变革，红利释放在即	14
2.3	行业集中度进一步提高，国产突围可期	18
2.4	终端产品天线升级，MIMO 蓄势待发	24
三、	5G 带动高频高速需求，通信 PCB 迎确定性机会	29
3.1	5G 时代数据量巨大，建站密度增加	29
3.2	基站架构改变，射频侧 PCB 价值量提升	32
3.3	5G 时代基站射频侧 PCB 市场空间测算	36
3.4	优选赛道，龙头深度受益	36
四、	投资建议	37
五、	风险提示	39

图表目录

图表 1	申万电子指数跑赢沪深 300 指数 38.27 个百分点	7
图表 2	2019 年年初至今申万电子板块排名第 2	7
图表 3	费城半导体指数跑赢纳斯达克 18.80 个百分点	7
图表 4	台湾电子指数跑赢 MSCI 台湾指数 6.98 个百分点	7
图表 5	申万电子子版块行情走势	8
图表 6	申万电子 PE 与过去三年均值相等 (40 倍)	8
图表 7	SW 电子行业板块营收及增速 (累计季度)	9
图表 8	SW 电子行业板块净利及增速 (累计季度)	9
图表 9	SW 电子行业板块营收及增速 (单季度)	9
图表 10	SW 电子行业板块净利及增速 (单季度)	9
图表 11	SW 电子板块毛利率与净利率 (累计季度)	10
图表 12	SW 电子板块毛利率与净利率 (单季度)	10
图表 13	电子各子板块营收及增长情况 (亿元)	10
图表 14	电子各子板块公司归母净利及增长情况 (亿元)	10
图表 15	2010-2017 年全球 PC 出货量 (含笔电和台式机)	11
图表 16	2009-2018 年全球智能手机出货量及增速	11
图表 17	5G 射频投资图谱	11
图表 18	技术更替网络提速明显	12
图表 19	国内三大运营商 5G 部署进度	13
图表 20	3GPP 5G 频段划分情况	13
图表 21	全球主要国家 5G 频谱分配情况	13
图表 22	5G 产业链投资图	14
图表 23	无线通讯系统架构示意图	15
图表 24	通信发展对射频要求提升	15
图表 25	2G-4G 通信频段梳理	15
图表 26	5G 手机射频前端示意图	16
图表 27	射频前端演变趋势	16
图表 28	Skyworks96000 FEMiD 图解	17
图表 29	Skyworks78113 PAMiD 图解	17
图表 30	不同射频前端模块及适用场景	18
图表 31	高端手机射频前端器件数量与价值量变化情况 (单位: 美元)	18
图表 32	三星 Galaxy S10+ 5G 射频及 BOM 清单 (单位: 美元)	19
图表 33	射频前端市场规模变动预测	19

图表 34	射频前端行业近年收并购整合情况.....	20
图表 35	射频前端产业链梳理.....	21
图表 36	华为 Mate20 X 5G 自研射频前端芯片.....	21
图表 37	BAW 滤波器市场格局.....	22
图表 38	BAW 滤波器边缘斜率极高.....	22
图表 39	SAW 滤波器市场格局.....	22
图表 40	BAW 滤波器市场格局.....	22
图表 41	射频前端行业主要厂商.....	23
图表 42	通信制式的改变对天线尺寸和材质的影响.....	24
图表 43	iPhone 手机天线结构变迁.....	24
图表 44	不同结构手机天线的对比分析.....	25
图表 45	LDS 天线工艺流程.....	25
图表 46	努比亚 Z5 的后盖设计, 采用了 LDS 技术.....	25
图表 47	苹果 iPhone X 使用 LCP 天线.....	26
图表 48	LCP 传输损耗更低.....	26
图表 49	LCP 更适合高频高速及小型化需求.....	26
图表 50	LCP 天线产业链结构.....	27
图表 51	苹果的“刘海屏”.....	27
图表 52	手机天线的布局难度提升.....	28
图表 53	5G 天线是一个含芯片的模组.....	29
图表 54	高通 QTM052 AiP 解决方案.....	29
图表 55	通信升级带来天线单机价值量提升.....	29
图表 56	4G 与 5G 对比.....	30
图表 57	MIMO 技术演变.....	30
图表 58	基站覆盖范围逐渐缩小.....	31
图表 59	5G 技术有望带动通信设备新一轮大规模投资.....	31
图表 60	国内 4G 基站数及 5G 基站数预计 (单位: 万).....	31
图表 61	通信等领域用到的 PCB 板.....	31
图表 62	基站端用到的 PCB 板.....	32
图表 63	RRU 内部结构图.....	32
图表 64	分布式基站与传统宏基站结构图.....	33
图表 65	无线基站中的天线技术演进.....	33
图表 66	有源天线基站优势显著.....	33
图表 67	传统基站天线结构.....	34
图表 68	有源天线结构.....	34
图表 69	全球数据总量迎来爆发.....	35

图表 70 华为 BBU3900 及主控板（右上）、基带板（右下）	35
图表 71 BBU 内部结构	35
图表 72 5G 时代 AAU 侧 PCB 市场空间测算（仅考虑宏基站）	36
图表 73 5G RRU+天线方案 PCB 市场空间（仅考虑宏基站）	36
图表 74 基站端射频侧 PCB 市场空间 5G 与 4G 对比	36
图表 75 主要通信板厂商营收对比（2018 年）	37
图表 76 主要通信板厂商 ROE 指标对比	37
图表 77 主要通信板厂商毛利率对比	37
图表 78 主要通信板厂商产能对比（单位：万 m ² /年）	37
图表 79 推荐公司列表	39

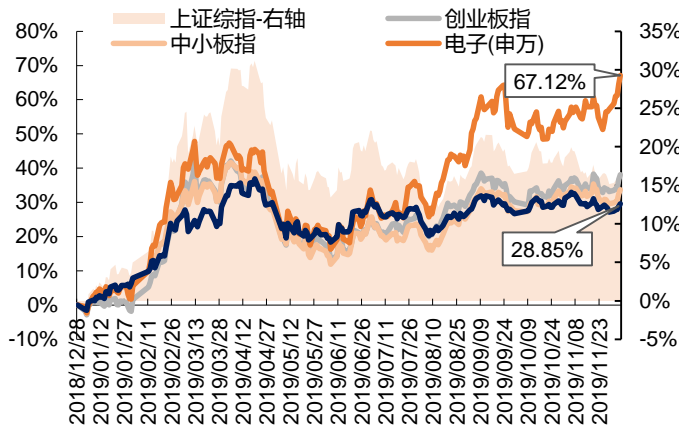
一、2019 年行情回顾

1.1 回顾过去：2019 年行情概述

1.1.1 2019 年申万电子跑赢沪深 300 指数 38.27%

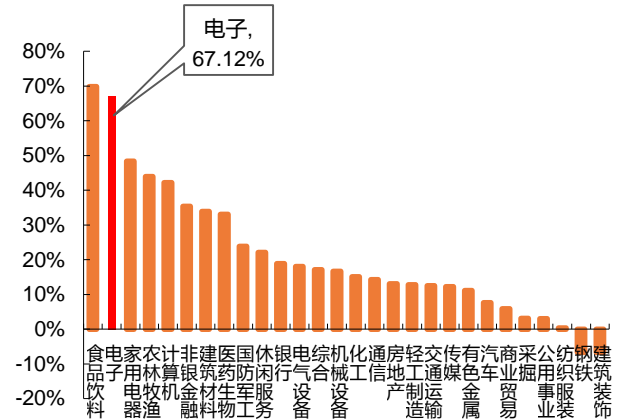
2018 年 A 股电子指数整体呈现上涨趋势，截至 12 月 6 日申万电子指数上涨 67.12%，同期上证综指上涨 16.77%，沪深 300 指数上涨 28.85%，申万电子跑赢沪深 300 指数 38.27%。同期美国费城半导体上涨 49.26%，跑赢纳斯达克指数 18.80 个百分点；台湾电子板块上涨 33.18%，跑赢 MSCI 台湾指数 6.98 百分点，可见全球电子板块走势均领先于市场水平。

图表1 申万电子指数跑赢沪深 300 指数 38.27 个百分点



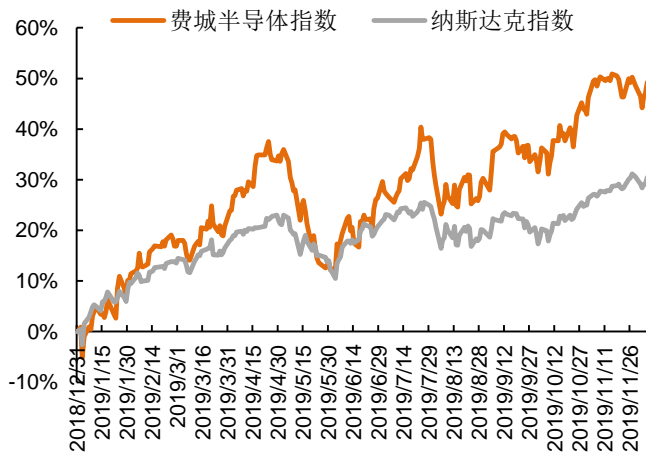
资料来源：Wind，平安证券研究所（注：更新至 12 月 6 日，上证在右轴）

图表2 2019 年年初至今申万电子板块排名第 2



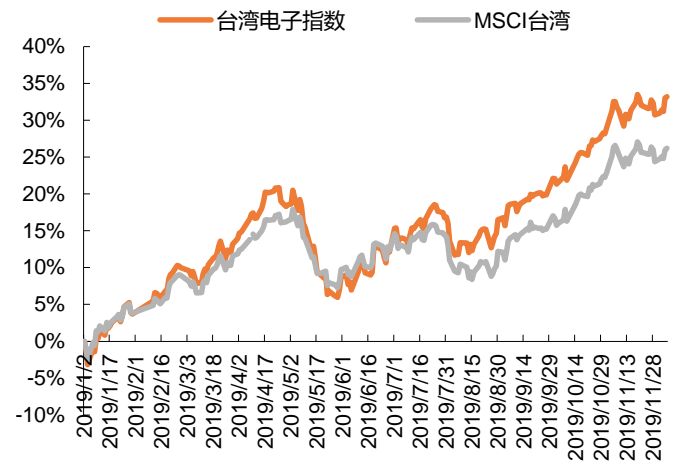
资料来源：Wind，平安证券研究所

图表3 费城半导体指数跑赢纳斯达克 18.80 个百分点



资料来源：Wind，平安证券研究所

图表4 台湾电子指数跑赢 MSCI 台湾指数 6.98 个百分点



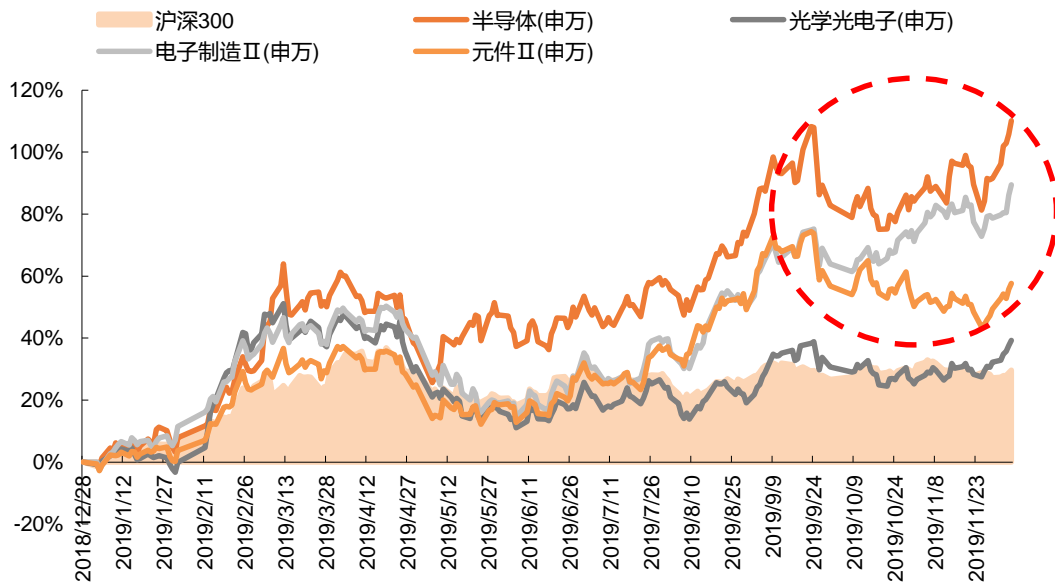
资料来源：Wind，平安证券研究所

1.1.2 电子子版块行情走势

子板块分化明显：传统电子板块由于智能手机趋于饱和，三大终端消费电子产品进入存量博弈阶段。截至 12 月 6 日，半导体、电子制造、元件二级、光学光电子涨幅分别为 110.12%、89.48%、57.61%、39.22%，与同期沪深 300 指数相比，子板块分化明显。在芯片国产化的刺激下，半导体板块跑赢沪

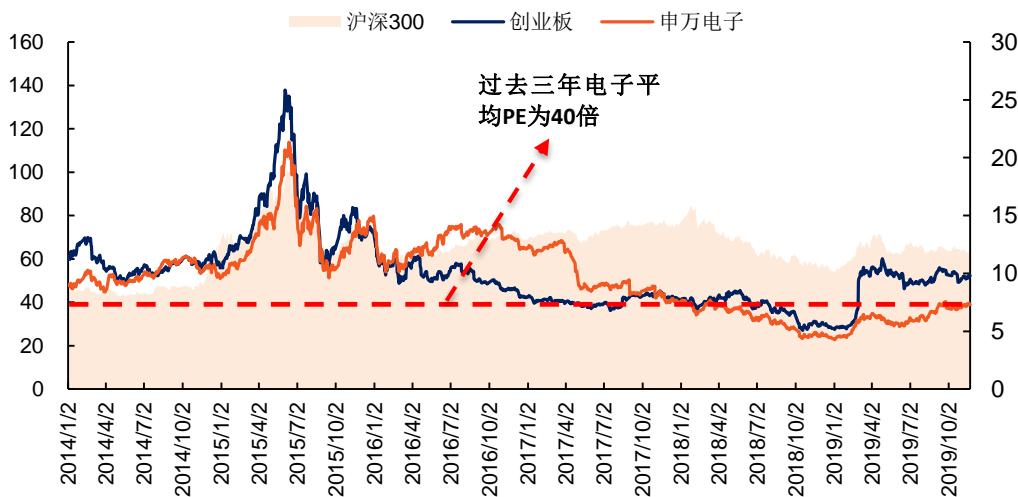
深 300 指数 80.5 个百分点；光学光电子跑赢沪深 300 指数 9.6 百分点。截至 12 月 7 日申万电子板块 PE (TTM) 为 25 倍，处于历史相对低点 (过去三年均值为 43)。

图表5 申万电子子版块行情走势



资料来源：Wind，平安证券研究所

图表6 申万电子 PE 与过去三年均值相等 (40 倍)



资料来源：Wind，平安证券研究所 (备注：PE 采用 TTM，沪深 300 在右轴，其余均在左轴)

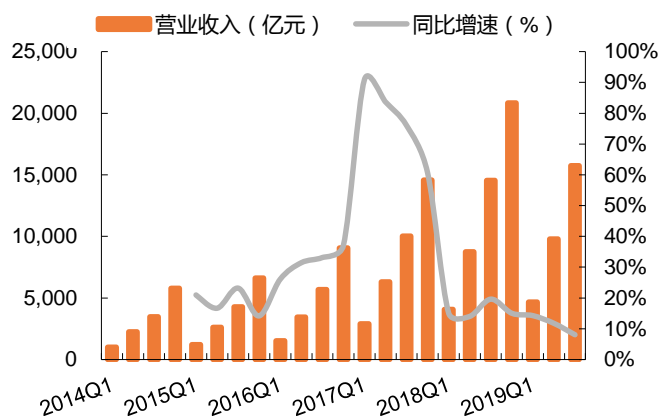
1.2 电子行业 2020 年投资概述

1.2.1 2019Q3 业绩回顾：电子板块整体增速放缓，子行业分化明显

消费电子需求放缓，电子板块盈利下行：2013-2017 年，受益于创新驱动及智能机渗透率的快速提升，SW 电子行业公司过去累计季度营收均保持 20% 以上的增速。受到下游终端需求放缓的影响，电子板块营收增速整体出现一定程度的下滑，并在 2018Q1 下滑至 20% 以下。2019 年前三季度，

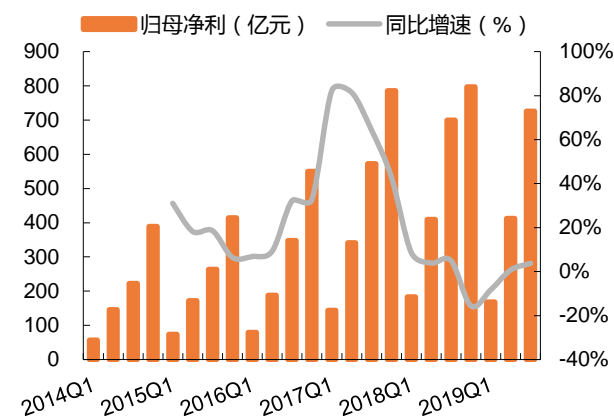
SW 电子板块营收达到 1.33 万亿左右，同比增速达到 8.87%，但是在上游原材料上涨及价格竞争下（尤其是面板行业），前三季度行业的毛利率同比下滑约 0.42pct 影响了企业盈利，2019 年前三季度电子板块净利达到 723 亿元，同比增速为 3.42%，低于营收增速。

图表7 SW 电子行业板块营收及增速（累计季度）



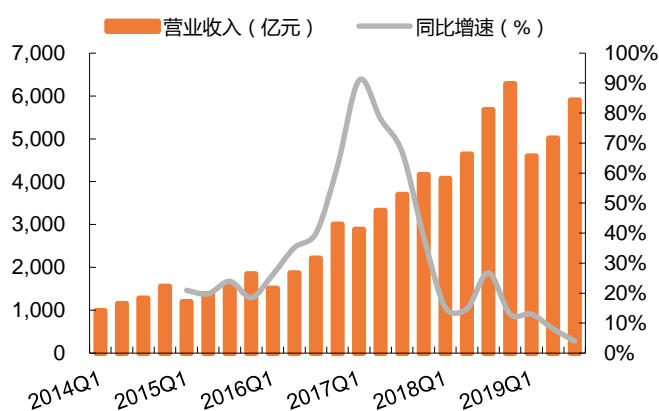
资料来源: Wind, 平安证券研究所 (备注: SW 电子板块营收扣除了 B 股、ST、部分主营转型的公司, 在计算同比增速时保证前后样本的一致性, 下同)

图表8 SW 电子行业板块净利及增速（累计季度）



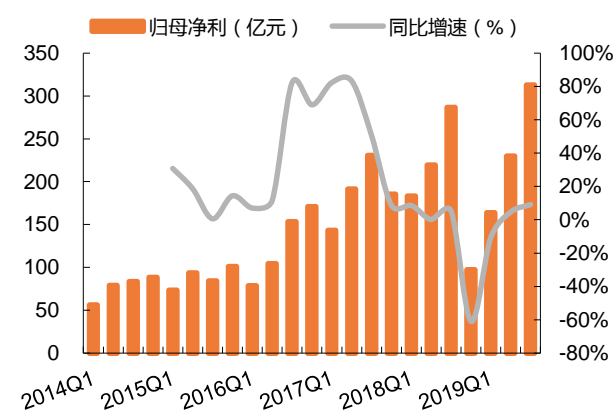
资料来源: Wind, 平安证券研究所 (备注: SW 电子板块营收扣除了 B 股、ST、部分主营转型的公司, 在计算同比增速时保证前后样本的一致性, 下同)

图表9 SW 电子行业板块营收及增速（单季度）



资料来源: Wind, 平安证券研究所

图表10 SW 电子行业板块净利及增速（单季度）

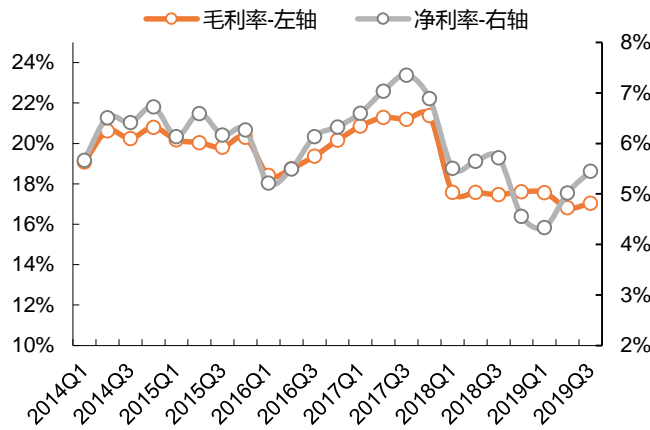


资料来源: Wind, 平安证券研究所

盈利能力方面来看，如京东方、三安光电等，这类公司业务模式成熟，资产相对较重，营收变化受价格影响较大；手机产业链公司具有明显季节性特征，下半年新机密集发布，营收和获利相对较好；LED、PCB 和安防行业类公司季节性特征相对较弱。2017 年以来，电子行业整体毛利率略有下滑，下降幅度在 1-2pct 左右，净利率波动则维持在 4%-6% 之间。2018Q4 单季度电子板块下滑至 1.85% 主要是电子行业公司计提较大规模的存货及商誉减值。

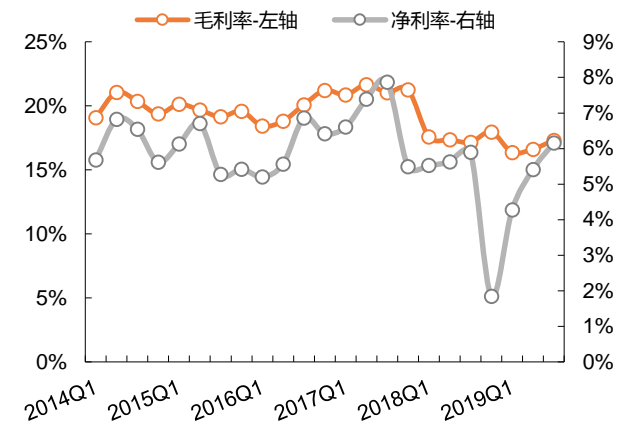
在 SW 电子板块中，除极少数企业具有 B2C 的商业模式外，绝大部分企业的商业模式相对稳定，属于制造加工类的中游环节（IC 行业中设计公司除外），因此，板块的销售费用率和管理费用率相对稳定，目前，电子板块的销售费用率稳定在 2.5%-3.0% 之间，管理费用率（含研发费用）处于 7%-8% 之间，整体费用控制相对稳定。

图表11 SW 电子板块毛利率与净利率（累计季度）



资料来源: Wind, 平安证券研究所

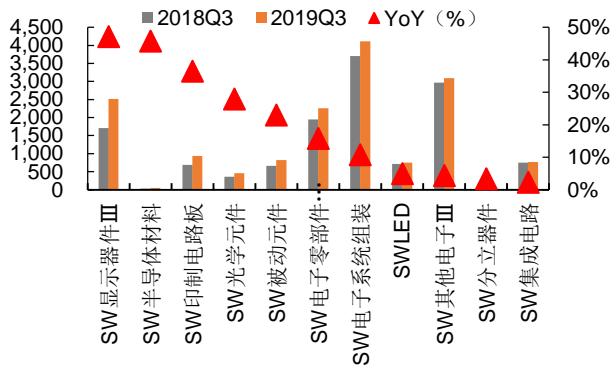
图表12 SW 电子板块毛利率与净利率（单季度）



资料来源: Wind, 平安证券研究所

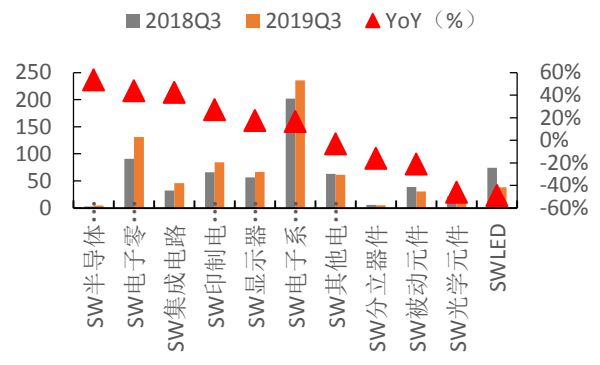
子板块业绩分化明显，半导体盈利增强：从各子板块来看，显示器件、半导体材料和 PCB 板块营收增速排名靠前三，显示领域京东方 A、维信诺等受益于产能释放，2019 前三季度营收分别增长 23.40% 和 102.45%；PCB 行业受益于国产替代和环保核查小厂退出，上市龙头企业份额整体提升，同时在工厂自动化的改造下保持了不错的盈利水平；半导体领域，经历中美贸易摩擦，国内企业有意调整供应链以分散风险，给国内半导体企业更多机会。同时在国家政策扶持引导下，大陆企业的成长速度和盈利能力提升；显示器件领域则出现了增收不增利的现象，主要是受到面板价格下跌的影响；而 LED 领域需求疲软，供给过剩的压力依旧存在。

图表13 电子各子板块营收及增长情况（亿元）



资料来源: Wind, 平安证券研究所

图表14 电子各子板块公司归母净利润及增长情况（亿元）



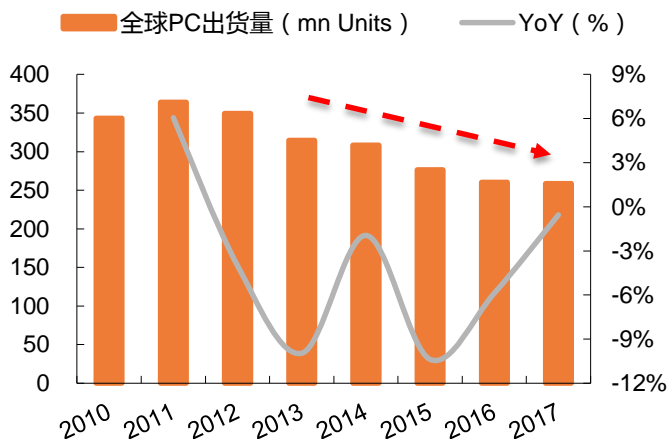
资料来源: Wind, 平安证券研究所

1.2.2 2020 年投资策略：把握 5G 主线，掘金成长

我国是全球制造业大国，制造业是我国经济支柱性产业，2019 年受到贸易摩擦的影响，电子板块经历了一轮震荡，同时，随着全球市场上各类高性价比的手机不断涌现及消费者换机需求逐渐减弱，智能机市场已经逐渐饱和。上游零部件厂商难以依靠下游终端量的出货实现快速增长，供应链之间的公司竞争加剧。但随着贸易战情绪的钝化以及国产替代进程的逐步推进，电子行业部分子版块估值得到修复，其中显示器件、半导体材料和 PCB 板块启动较早。2019 年前三季度，SW 电子板块营收达到 1.33 万亿左右，同比增速为 8.87%，2019 年前三季度电子板块净利达到 723 亿元，同比增速为 3.42%，低于营收增速。但是在上游原材料上涨及价格竞争下（尤其是面板及 LED 行业），前三季度行业的毛利率同比下滑约 0.42pct 影响了企业盈利。一方面基于对行业整体盈利能力承压

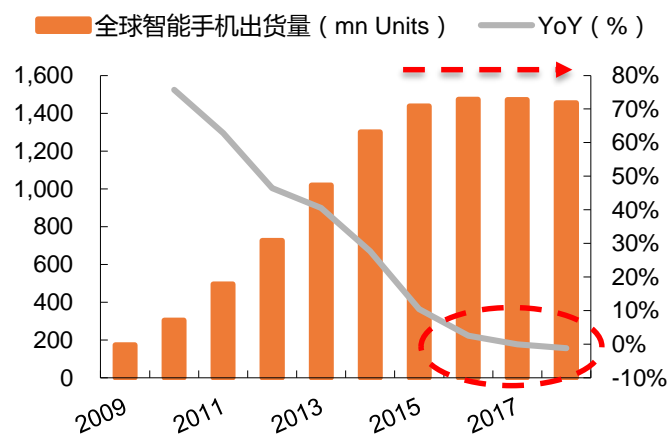
的考虑，另一方面基于对 2019 年手机出货量负增长的判断，对 2019 年的行业整体行情持保守中性态度。华为事件后，市场对于芯片国产化提速预期大幅提高，半导体库存水位维持低水位，造就集成电路板块股价表现亮眼与行业基本面形成脱钩。

图表15 2010-2017 年全球 PC 出货量 (含笔电和台式机)



资料来源: Wind, 平安证券研究所

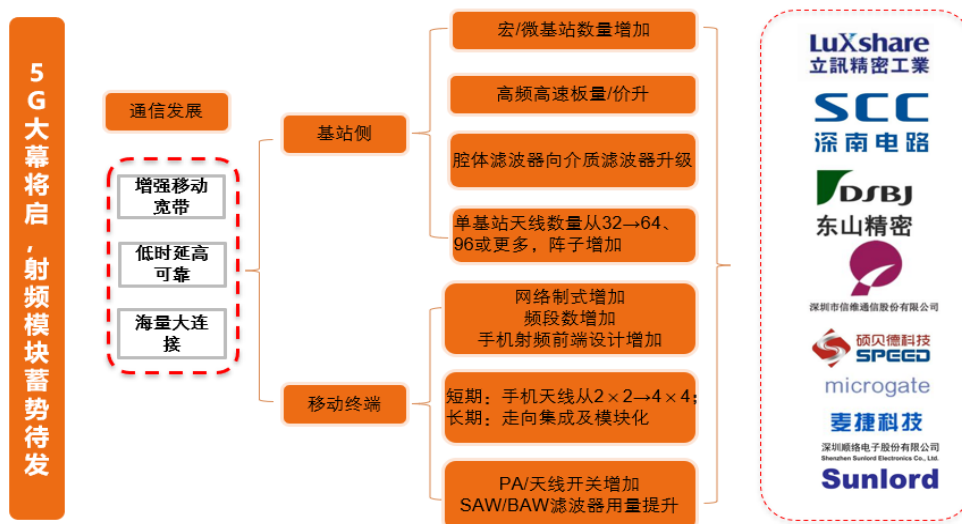
图表16 2009-2018 年全球智能手机出货量及增速



资料来源: Wind, 平安证券研究所

展望 2020 年，我们认为：1) 5G 的确定性趋势将带动整个通信、电子行业景气度上升。通信、消费电子以及半导体市场将迎来拐点，5G 射频前端和高频通信 PCB 将迎来确定性机会；2) 2020 年国产替代会继续成为国内半导体产业发展的主线。2019 年 5 月 17 日华为事件爆发，加速了半导体供应链体系的重塑，国产半导体产业链迎来历史性机遇。受华为事件影响，国内各领域的龙头系统级厂商也都在加快国产半导体产品导入。因此 2020 年国产替代会继续成为国内半导体产业发展的主线。

图表17 5G 射频投资图谱



资料来源:平安证券研究所

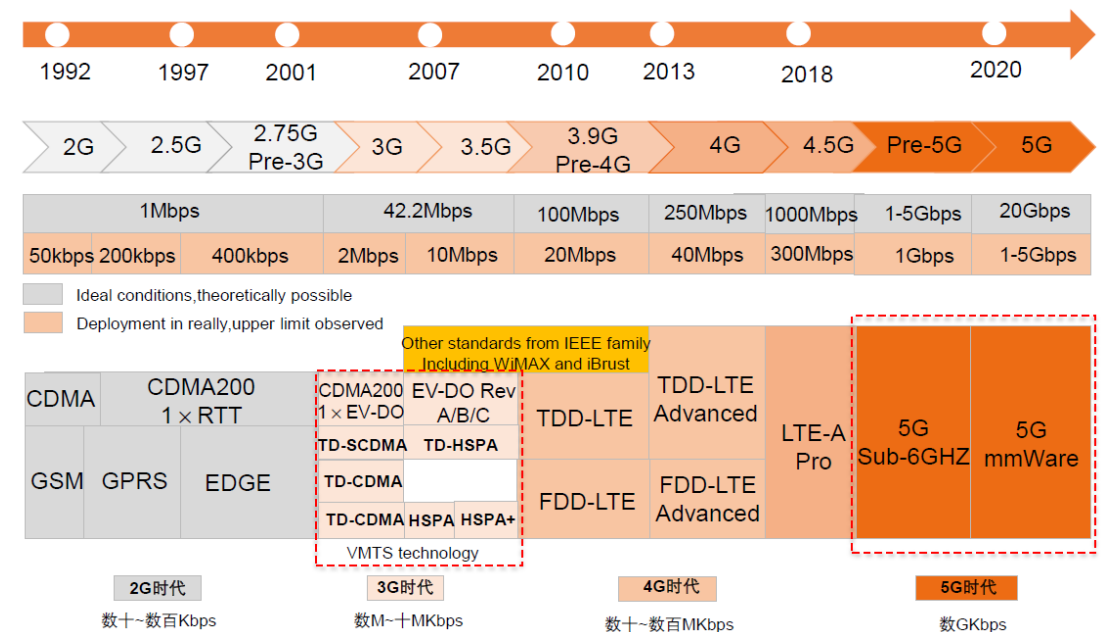
二、5G 换机潮来临，掘金射频前端

2.1 运营商套餐出炉，5G 商用启动

通信技术以往都是每 10 年换代，1987 年，“大哥大”首次进入中国，蜂窝移动通信系统正式启动；1995 年前后，2G 在中国落地，手机也可以上网和发短信；2009 年，中国移动、中国电信、中国联通获得 3G 牌照，用户从单一语音时代走向多元体验的时代；如今，中国拥有全球最大的 4G 移动通信网络，超过 10 亿中国消费者享受着高速、丰富的移动应用。

从 1G 到 4G，主要解决的是人与人之间的沟通，而 5G 将解决人与物、物与物之间的沟通，5G 将成为网络时代重要的基础设施。5G 具有高速率、大容量、低时延的特性，这使得 5G 技术在物联网、智能家居、远程服务、外场支援、虚拟现实、增强现实等领域有了新的应用。更高的速率和更好的业务体验，为各行各业的数字化转型提供技术前提，5G 将真正实现移动信息化与社会各行各业深度融合。

图表18 技术更替网络提速明显



资料来源：CEC，平安证券研究所

5G 频谱分配方案落地：2018 年底，三大运营商已经获得全国范围 5G 中低频段试验频率使用许可，并且划定了相应的频谱。中国电信获得 3.4-3.5GHz 的 100MHz 带宽；中国联通获得 3.5-3.6GHz 的 100MHz 带宽；中国移动获得 2515-2675MHz 的 160MHz 带宽及 4.8-4.9GHz 的 100MHz 带宽。三大运营商在 5G 中低频段的频谱资源格局基本形成。

5G 套餐出炉：2019 年 10 月 31 日，三大运营商正式推出 5G 套餐。中国移动个人版 5G 套餐 128 元/月起，家庭版 169 元/月起；中国联通的畅爽冰激凌 5G，分为 129 元/159 元/199 元/239 元/299 元/399 元/599 元档位；中国电信的 5G 套餐总共分为 7 档，129 元/169 元/199 元/239 元/299 元/399 元/599 元。国内品牌厂商方面：vivo 已经推出了 iQOO Pro、NEX3 两款旗舰机 5G 手机，满足不同需求的受众。华为则发布了 Mate X、Mate20 X 5G、Mate30 系列 5G 版等 5G 手机。

图表19 国内三大运营商 5G 部署进度

运营商	频谱	进度
中国移动	2515MHz-2675MHz、4800MHz-4900MHz 频段的共 260MHz 带宽的 5G 试验频率资源	中国的 5G 网络基站已经建设了 11.3 万个，预计年底将达到 13 万个。自 10 月 31 日中国 5G 网络正式商用以来，中国签约的 5G 用户已经达到了 87 万
中国联通	3500MHz-3600MHz 共 100MHz 带宽的 5G 试验频率资源	中国联通今年规划的 5 万个 5G 基站，目前已建设开通 2.8 万个
中国电信	3400MHz-3500MHz 共 100MHz 带宽的 5G 试验频率资源	今年维持 780 亿资本开支指引不变，其中大约 90 亿元用于 5G 建设，在年底前将建设 4 万个 5G 基站，分布约 50 个城市。

资料来源：搜狐科技，平安证券研究所

进入 5G 时代，3GPP 把 5G 频谱分为两个 FR(Frequency Range, 频率范围), 分别是 FR1 和 FR2。FR1 的频率范围是 450MHz 到 6GHz, 为 Sub 6GHz (6GHz 以下频段)。FR2 的频率范围是 24GHz 到 52GHz, 为毫米波 (mmWave)。

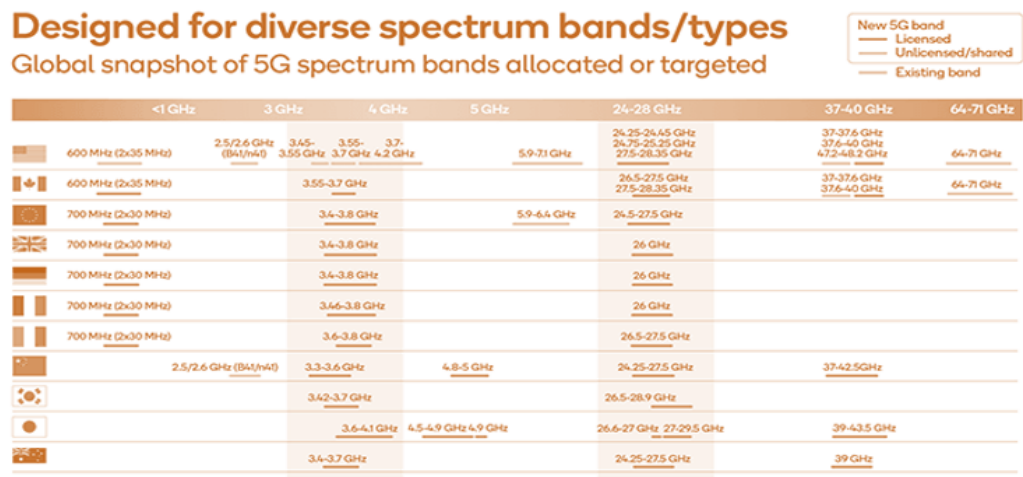
图表20 3GPP 5G 频段划分情况

通信制式		频率范围	频带号	带宽
5G	FR1(Sub 6G)	450MHz-6GHz	n28/41/77/78/79	10,20,40,50,60,80,100
	FR2(mmWave)	24GHz-52GHz	n257/258/260/261	100,200

资料来源：3GPP TS38.104，平安证券研究所

从已分配的 5G 频谱来看，目前全球的 5G 部署分为 Sub 6G 和毫米波两大阵营。以中国、欧洲运营商为代表的阵营主要采用 Sub 6GHz, 3.5GHz 产业链相对成熟，发展进度比较快，更低频、更经济，所需基站密度更低，资本支出相对更小。美国运营商目前的部署计划主要集中在 24GHz-28GHz 毫米波端，毫米波段的大带宽可以支持更高的上下行速率，但是所需基站的密度更大，对资本支出带来一定压力。

图表21 全球主要国家 5G 频谱分配情况

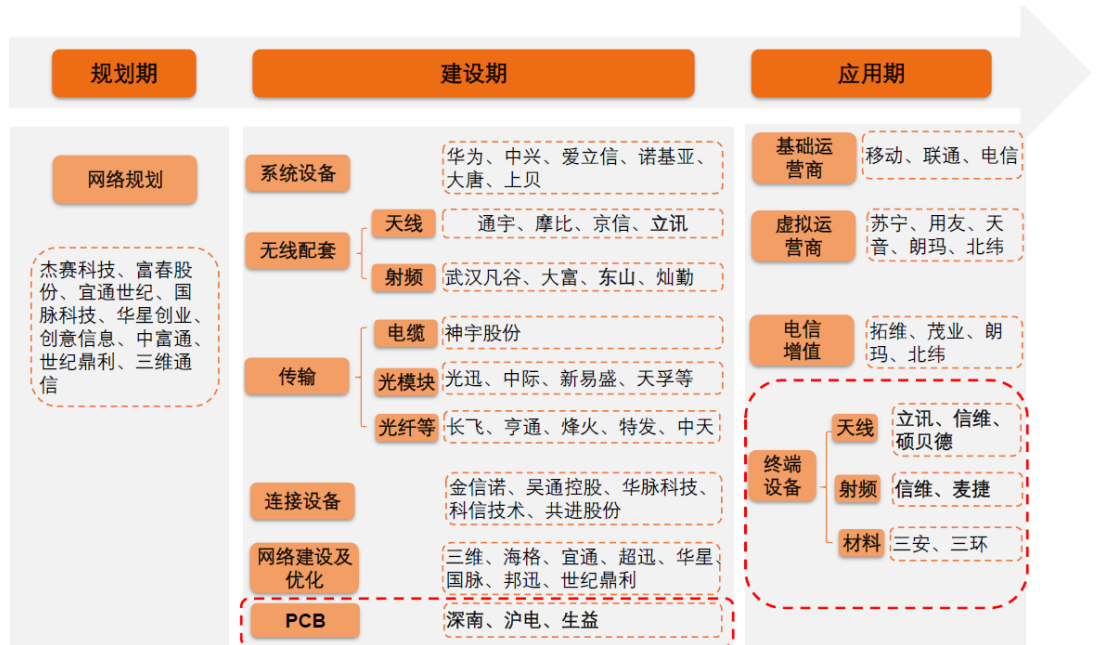


资料来源：高通，平安证券研究所

5G 频谱之所以出现 Sub 6G 和毫米波分化，主要由于早期各国频段规划步伐的不统一：美国的 Sub 6G 频段大部分用于军事、航天，频带重耕的难度非常大。为了不影响 5G 部署进度，索性跨过 Sub 6G，直接迈入毫米波段。但是由于毫米波段穿透性差、传播距离短、雨衰严重等物理特性影响，大规模商用的难度较高。

美国运营商 T-Mobile 正加紧对 600MHz 和 700MHz 的 LTE 网络进行升级，该公司计划利用其低频段频谱推出覆盖范围更广的 5G 服务。11 月 26 日消息，AT & T 宣布在年底之前用 850MHz 频段的 5G 网络为消费者和企业客户提供 5G 商用服务。

图表22 5G 产业链投资图



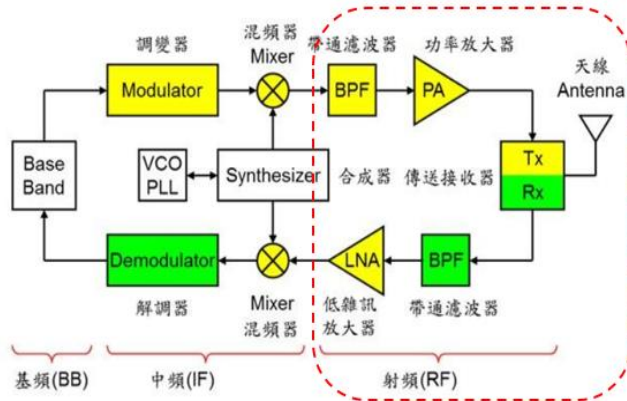
资料来源：平安证券研究所

2.2 通信引领终端射频变革，红利释放在即

过去十几年的时间，通讯行业经历了从 2G 到 3G，再由 3G 到 4G 的逐步迭代。更多频段得开发、新技术得引入令高速网络普及，手机也由当年短信电话的功能机转变为更加多元的智能终端，满足我们即时下载、社交直播、在线游戏等需求。伴随着这种转变，通讯性能成为衡量一款手机的重要指标。这其中射频前端(RFFE)作为核心组件，其作用更是举足轻重，主要包括功率放大器(PA)、天线开关(Switch)、滤波器(Filter)、双工器(Duplexer 和 Dipleplexer)和低噪声放大器(LNA)等，直接影响着手机的信号收发。其中，天线开关负责不同射频通道之间的转换；滤波器负责射频信号的滤波；双工器负责 FDD 系统的双工切换和接收发射通道的射频信号滤波；PA 负责发射通道的射频信号放大；LNA 负责接收通道的射频信号放大。

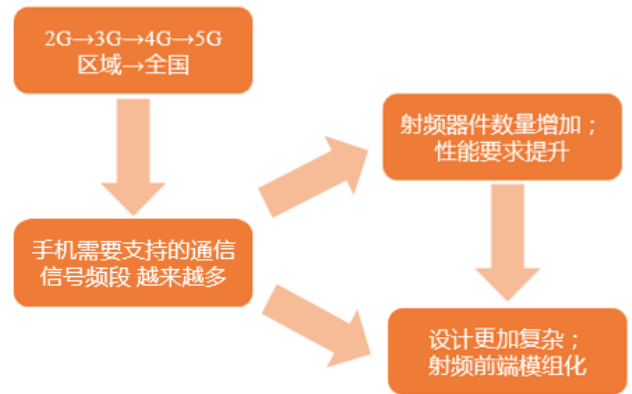
手机下载（听电话）的原理是：先由天线传送过来高频类比讯号（电磁波），由传送接收器（Rx）接收进来，再经由带通滤波器（BPF）得到特定频率范围（频带）的高频类比讯号，由低杂讯放大器（LNA）将微弱的讯号放大，由混频器（Mixer）转换成所需要的频率，由解调器（Demodulator）转换成数码语音讯号，最后由基频芯片（BB）处理数码语音讯号，反之亦然。

图表23 无线通讯系统架构示意图



资料来源: yole, 平安证券研究所

图表24 通信发展对射频要求提升



资料来源: yole, 平安证券研究所

2.2.1 手机射频前端演进趋势之一：射频前端器件增加

通信技术从 2G 发展到 5G，手机射频前端最大的变化在于支持的频段增加。2G 时代，通信制式只有 GSM 和 CDMA 两种，射频前端采用分立器件模式，手机支持的频段不超过 5 个；3G 时代，由于手机需要向下兼容 2G 制式，多模的概念产生了，手机支持的频段最多可达 9 个；4G 时代的全网通手机所能够支持的频段数量猛增到 37 个。

图表25 2G-4G 通信频段梳理

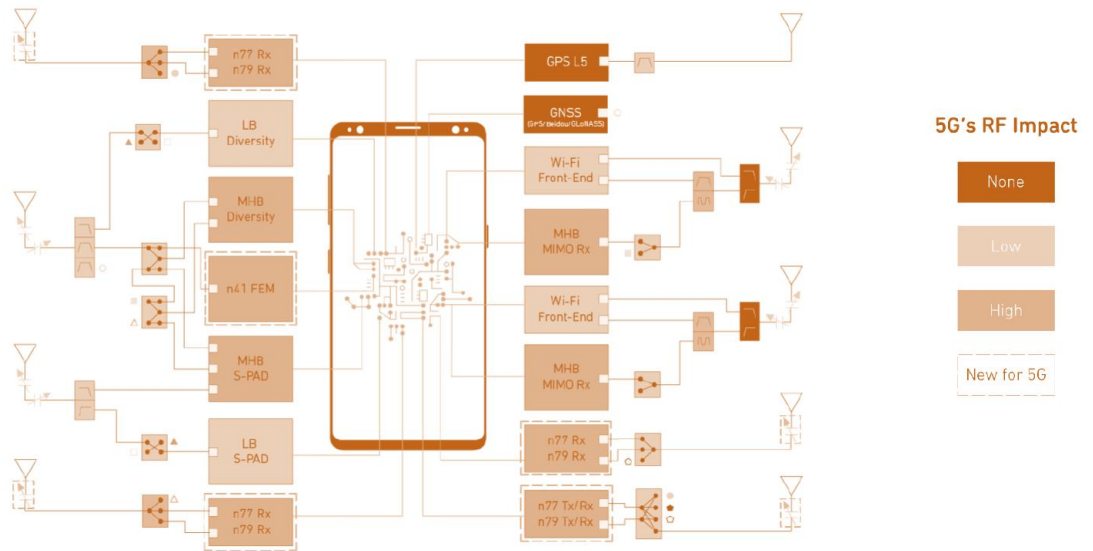
通信制式	网络制式	频段	频段数量
2G	GSM	GSM850/900/1800/1900MHz	4
	CDMA	BC0/BC1/BC10/BC15	4
3G	WCDMA	Band1/2/4/5/8	5
	TDSCDMA	Band34/39	2
	CDMA2000	BC0/BC1/BC10/BC15	-
4G	LTE FDD	Band1/2/3/4/5/7/8/12/13/17/18/19/20/25/26/28/29/30	18
	LTE TDD	Band38/39/40/41	4
Total			37

资料来源: 3GPP, 平安证券研究所

射频前端升级，器件增加：随着移动通信技术的发展，已由最初的 2G 发展到 3G 再到即将商用的 5G，对应的频段也在不断地扩充。频谱资源是一种非常珍贵的资源，由 2G 到 4G，使用的频段变多，且频带宽了，可以提供的容量增大了，用户可以享受更高的网络速度。

随着全网通终端的普及，未来手机终端将支持更多的频段和制式，意味着手机需要更多的射频前端器件。新增支持一个 2G 或 3G 频段需增加一个相应频段的滤波器和天线开关端口，由于 LTE 接收分集的存在，新增支持一个 LTE 频段则至少需要增加两个相应频段的滤波器和天线开关端口。全球 LTE 频段众多，一颗 PA 无法支持全球所有的 LTE 频段，所以在一些特殊的频段还可能增加额外的 PA。

图表26 5G手机射频前端示意图

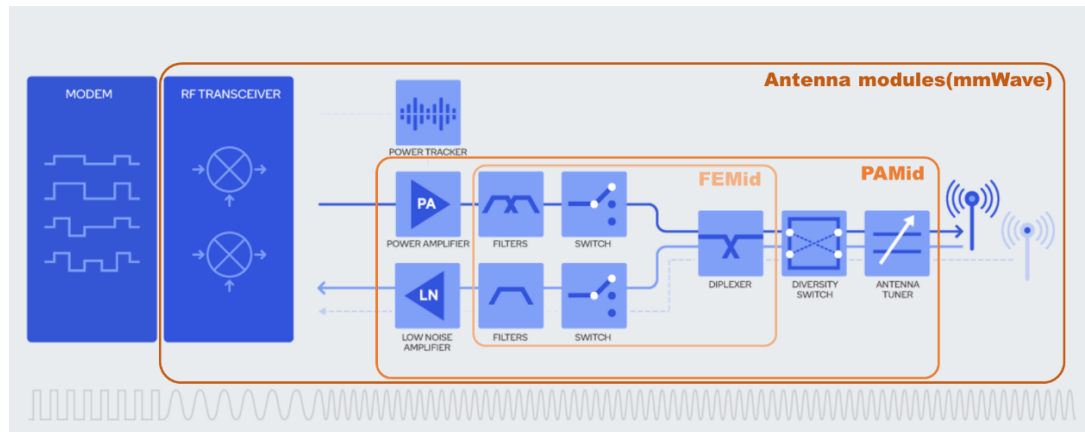


资料来源: Qorvo, 平安证券研究所 (备注: 虚线框为 5G 新增模块)

2.2.2 手机射频前端演进趋势之二：射频前端集成化

射频前端的发展自始至终围绕着基带芯片的进步,从 4G 时代开始,高通推出 MDM9615“五模十频”基带使得一部手机可以在全球几乎任何网络中使用,从而促进了射频龙头厂商推出集成化度更高的射频前端产品,这一趋势在 5G 时代得到了延续;从 2G 到 5G,射频前端经历了从分立器件到 FEMiD,再到 PAMiD 的演变,整个射频前端的集成化趋势愈加明显。

图表27 射频前端演变趋势



资料来源: 高通, 平安证券研究所

➤ FEMiD (Front End Modules integrated Duplexers)

FEMiD 指把滤波器组、开关组和双工器通过 SIP 封装在一枚芯片中。FEMiD 最早出现在 3G 时代是由于 3G 手机第一次有了多模多频段(MMBB)的需求,当时主导 FEMiD 市场的是以 Murata 和 TDK 为代表的无源器件厂商,它们把开关器件和多个频段的滤波器集成到一枚芯片当中打包出售,一方面为手机厂商降低设计和采购难度,另一方面也能够为自身带来更高的利润。事实上从 3G 时代开始,整个 RF 前端方案的进化都是围绕多模多频段进行的。从技术的角度看,FEMiD 的实现难度并不高。当时的主流 PA 供应商诸如 Skyworks、Renesas、Avago (Broadcom) 在自身缺乏无源器件工艺的情况下无意涉足这样一个领域。

图表28 Skyworks96000 FEMiD 图解

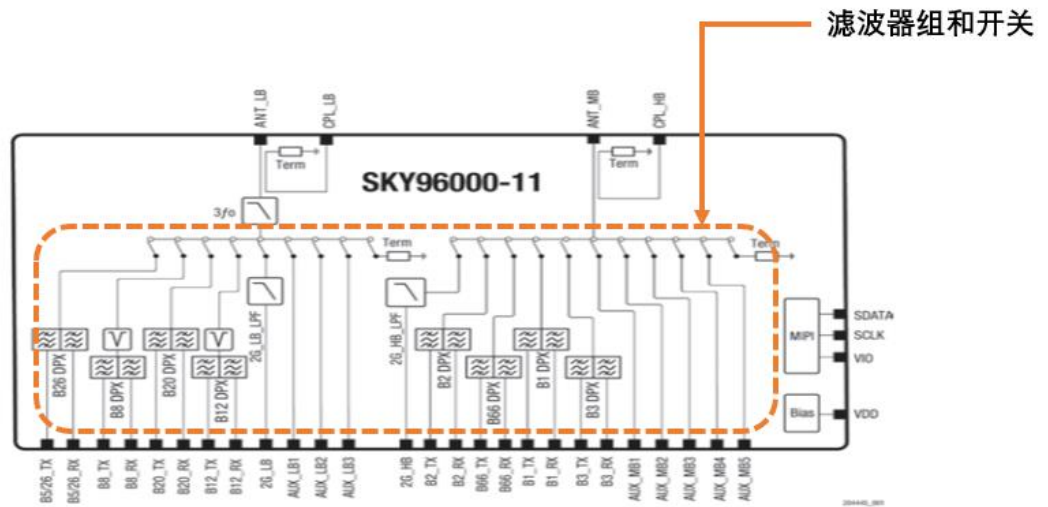


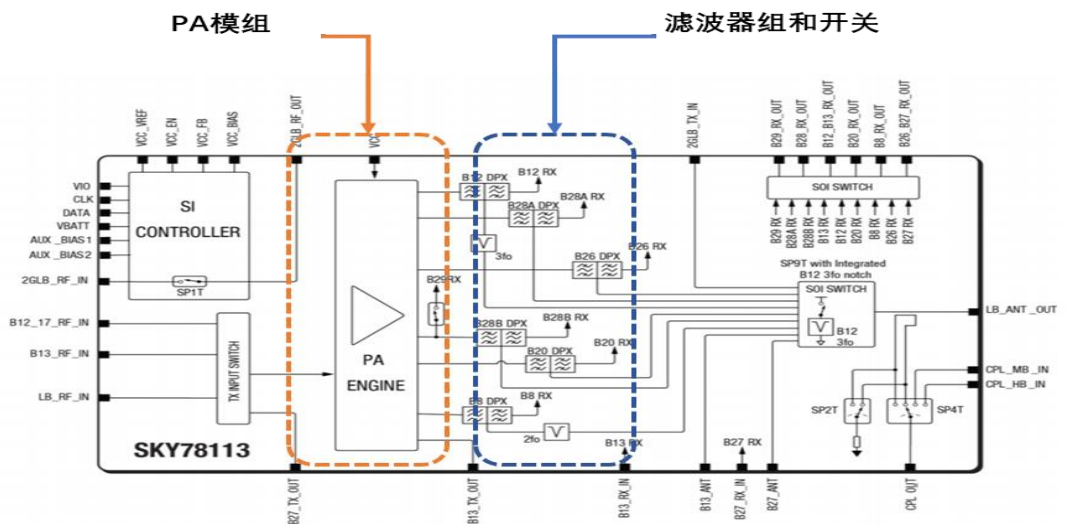
Figure 1. SKY96000-11 Functional Block Diagram

资料来源: Skyworks, 平安证券研究所

➤ PAMiD (Power Amplifier Modules integrated Duplexers)

PAMiD 把 PA 和 FEM 一起打包封装, 使得射频前端的集成度再一次提高。PAMiD 相对于 FEMiD 来说, 有两大优势: 一方面通过小尺寸集总元件进行匹配, 提高集成度集成度, 节省手机 PCB 面积; 另一方面, PA 的输出匹配是整个射频前端设计最繁琐的步骤, PAMiD 的出现使得 PA 的输出匹配工作由 RF 器件供应商承担。对于手机厂商 (OEM) 来说, PAMiD 的出现让射频前端从以前一个复杂的系统工程变成了简单的搭积木工作, 手机厂商只需要根据设计规划, 采购相应频段的 PAMiD 模块, 这样一来, 射频前端的设计难度大大降低。

图表29 Skyworks78113 PAMiD 图解



资料来源: Skyworks, 平安证券研究所

➤ 射频前端主线的是从无源集成到有源集成

射频前端发展的主线是从 FEMiD(无源器件集成)迈向 PAMiD(有源+无源器件集成)的过程。PAMiD 虽然集成度高,节省手机 PCB 空间,但支持多频段+CA+MIMO 的 PAMiD 成本高昂,一般手机厂商难以承受。目前主要是苹果这样出货量且 SKU 较少的高端品牌采用。对于其他大部分手机厂商来说,根据不同机型搭配不同的射频方案,才是更为合理的选择。目前射频前端厂商推出的产品种类众多, OEM 厂商可以根据不同需求选择搭配。

图表30 不同射频前端模块及适用场景

名称	功能	集成度	适用市场	适用场景
ASM	集成天线和开关	低	低端	在手机用较为少见
FEM	集成开关和滤波器	中	低端	3G、早期 4G 手机采用,需搭配 PA
FEMiD	集成双工器、开关和滤波器	中	中低端	中低端手机采用,需搭配 MMMB PA
PAid	集成双工器、开关和 PA	中	中低端	早期 2G、3G 手机采用,需搭配 FEM
MMMB PA	集成多模式多频率的 PA 模组	中	中端	3G、中低端 4G 手机采用
RXM	只具备射频接收功能的模组	高	中低端	通常用于物联网等对接收、发射性能要求不一致的设备
TXM	只具备射频发射功能的模组	高	中低端	通常用于物联网等对接收、发射性能要求不一致的设备
PAMiD	具备完整功能的射频前端模组	高	高端	高端手机

资料来源: 百度百科, 平安证券研究所

在手机轻薄化趋势下,内部的硬件空间越来越小,通信的复杂化及手机功能的多样化使得射频元件数量越来越多。射频前端(RFFE)有朝向模块化、设计更简化的发展趋势,由于射频前端器件的材料多为 GaAs,无法于主芯片集成,所以射频前端只能做出单独的模块。目前手机厂商大多选择搭配多个射频前端小模块,但随着手机内部空间日益吃紧,射频前端器件的集成趋势也非常明显,未来射频前端可能会以单独一个模块的形式集成在手机内。尽管射频前端集成化是大势所趋,但由于低端手机的庞大出货量,低集成度模组之间互相搭配的解决方案在短期内仍然会继续存在。

2.3 行业集中度进一步提高, 国产突围可期

根据国际大厂的预计,5G 成熟阶段全网通的手机射频前端的 Filters 数量会从 70 余个增为 100 余个, Switches 数量会亦由 10 余个增为超过 30 个,使射频模组的成本持续增加。从 2G 时代的约 3 美元,增加到 3G 时代的 8 美元、4G 时代的 28 美元,预计在 5G 时代,旗舰机射频模组的成本会超过 40 美元。

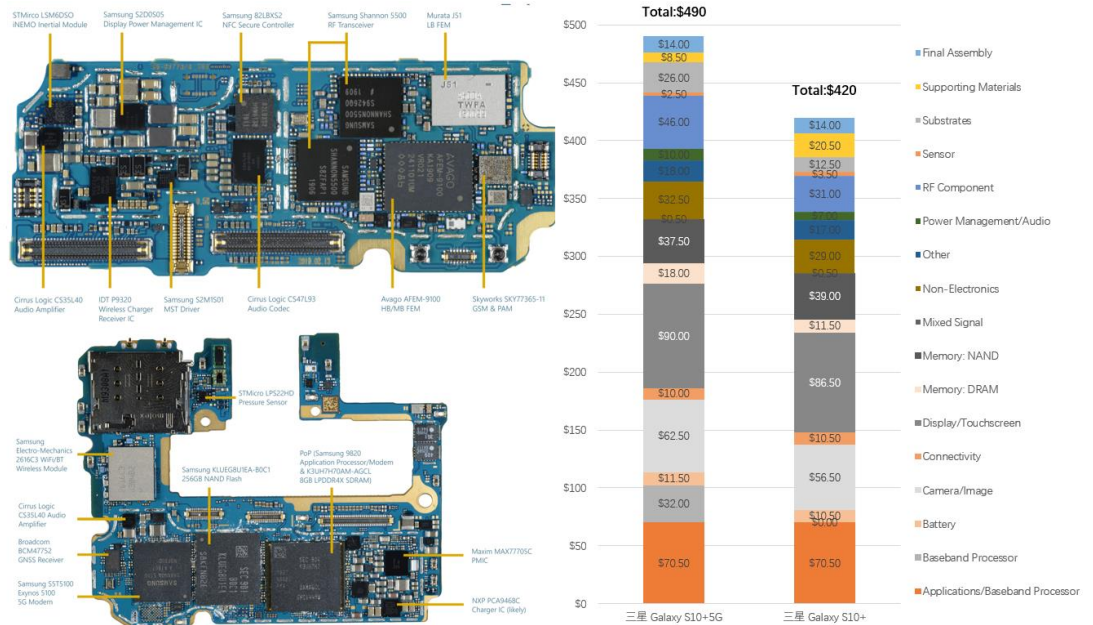
图表31 高端手机射频前端器件数量与价值量变化情况 (单位: 美元)



资料来源: Skyworks, 平安证券研究所

通过对三星 Galaxy S10+ 5G (Sub 6G) 和 4G 版的拆机对比, 物料清单 (BOM) 中, 射频前端价值从 4G 版的 31 美金上升到 46 美金, 价格上升幅度接近 50%, 射频前端 BOM 占比从 4G 版本的 7% 提高到了 9%。对早期 5G 智能手机而言, 射频前端是推动 5G 手机价格上涨的主要原因。

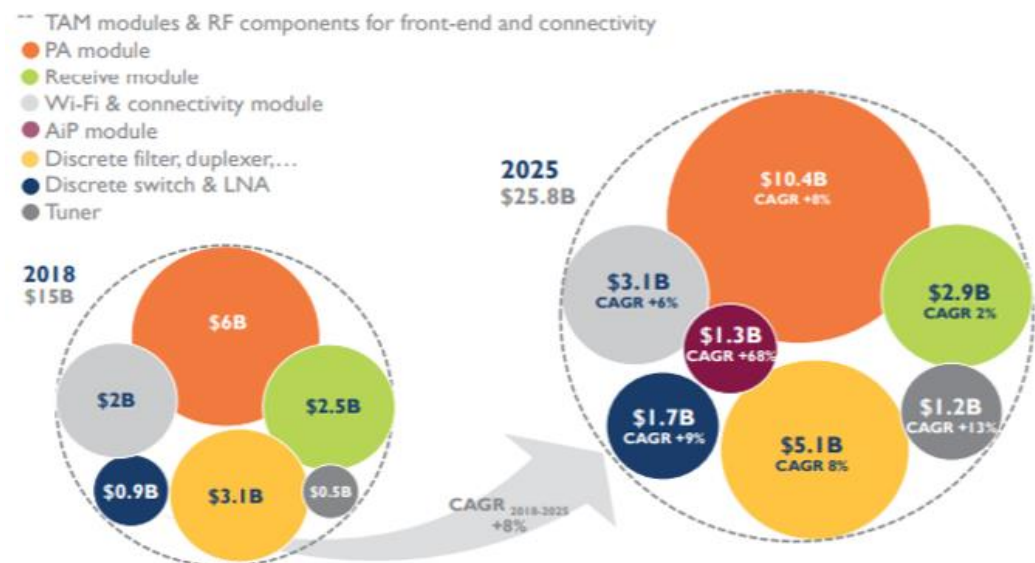
图表32 三星 Galaxy S10+ 5G 射频及 BOM 清单 (单位: 美元)



资料来源: TechInsights, 平安证券研究所

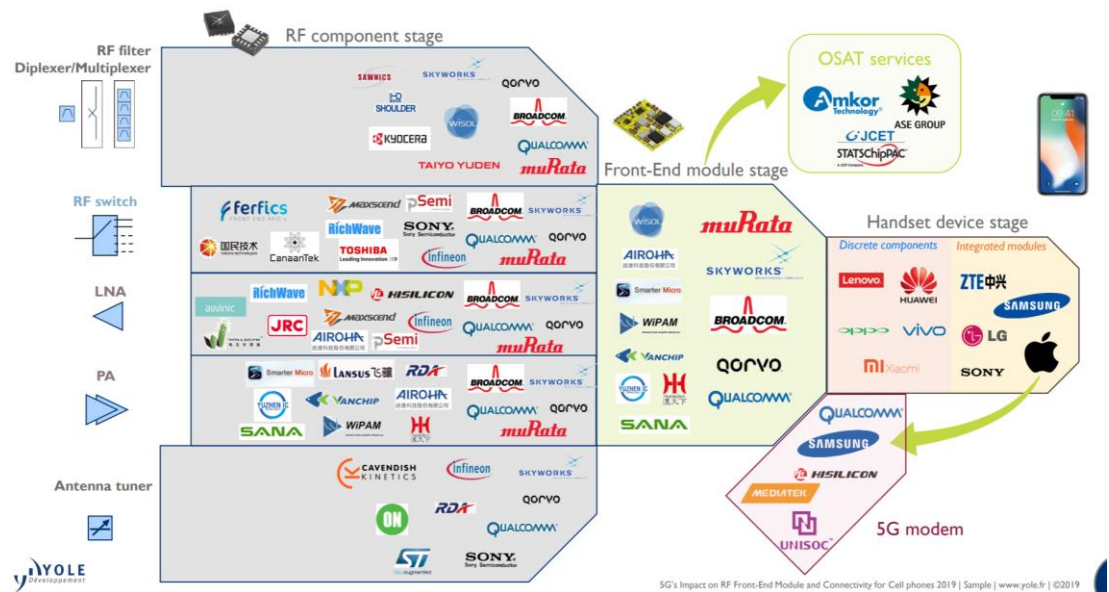
根据 Yole 数据, 2018 年全球射频前端市场规模 150 亿美元。根据图 32, 5G 射频前端物料成本从 28 美元提升到 40 美元, 假设 2020 年 5G 手机出货量占比为 13% 来测算, 2020 年射频前端市场规模可能会达到 160 亿美元。我们认为, 高集成度、一体化是射频前端产品的核心竞争力, 拥有全线技术工艺能力的供应商会占据大部分市场, 单一器件的供应商市场竞争力会在 5G 时代逐渐降低。

图表33 射频前端市场规模变动预测



资料来源: Yole, 平安证券研究所

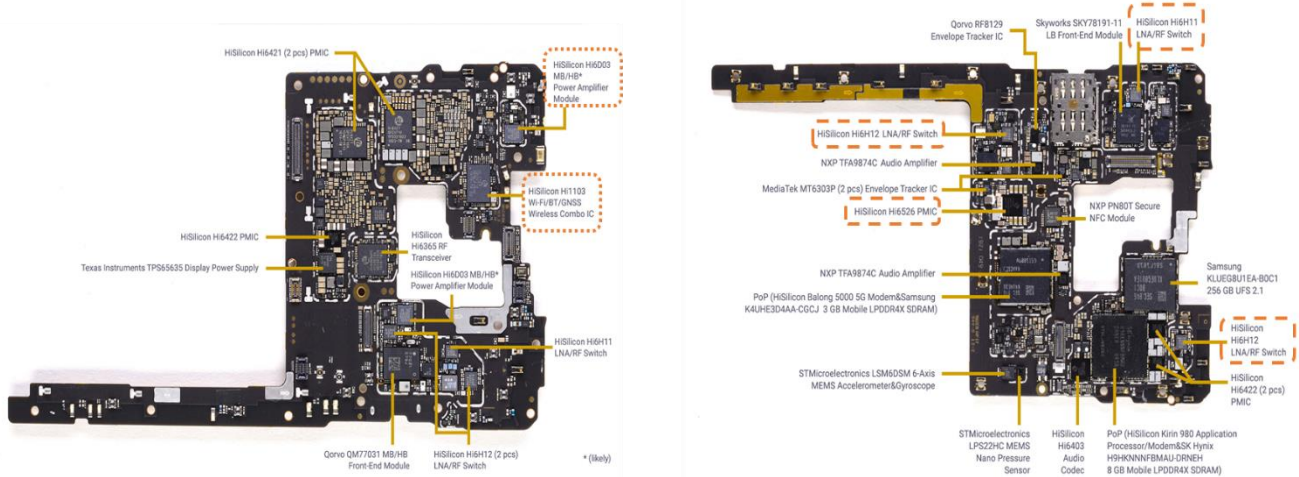
图表35 射频前端产业链梳理



资料来源: Yole, 平安证券研究所

另外,在最新推出的 MATE20 X 5G 版拆解中已经可以看到多款海思射频前端芯片: Hi6D03(MB/HB PAM)、Hi6365(RF Transceiver)、Hi6H11(LNA/RF switch)、Hi6H12(LNA/RF switch)和 Hi6526(PMIC)。尽管目前海思射频前端芯片集成度不高,但是可以看出华为近年在减少美国供应商依赖方面的努力,预计未来华为手机采用海思自研的芯片会更多,集成度也有望进一步提高。海思有望成为未来国内射频前端领域的龙头,与国外射频巨头竞争。

图表36 华为 Mate20 X 5G 自研射频前端芯片

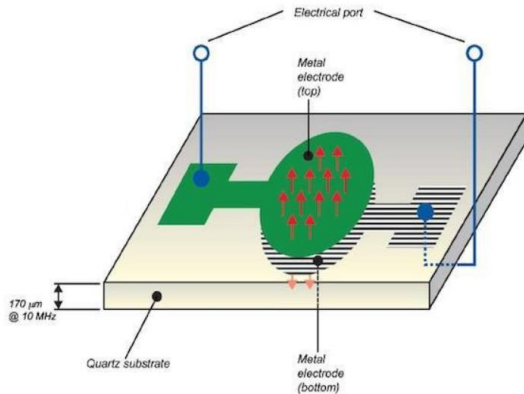


资料来源: TechInsights, 平安证券研究所

从滤波器的全球竞争格局上看,美国和日本基本垄断了整个行业。在 SAW 滤波器领域,日本企业 Murata、TDK 和 TaiyoYuden 占据市场 80%以上的份额;在 BAW 滤波器领域, Broadcom (博通) / Avago 和 Qorvo 两家厂商占据市场 90%以上的份额。在国内, SAW 滤波器厂商有麦捷科技、中电二十六所、中电德清华莹、华远微电和无锡好达电子,BAW 滤波器领域暂时只有部分研究所处于研

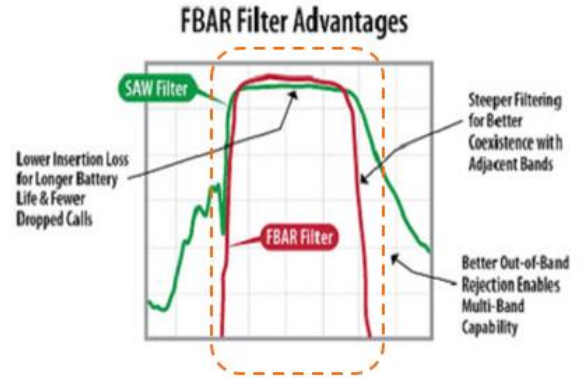
发阶段。其中，国内厂商麦捷科技等厂商生产的 SAW 滤波器已经开始逐步批量出货至华勤、闻泰二线厂商，并正在积极向市场推广逐步实现国产突围。

图表37 BAW 滤波器市场格局



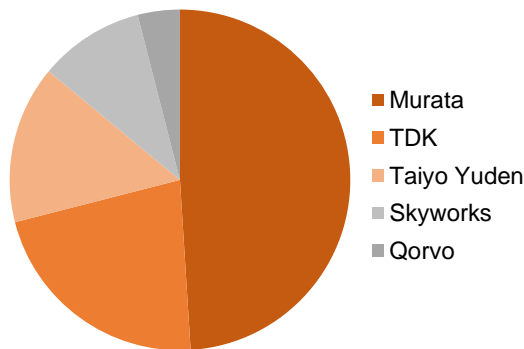
资料来源：半导体行业观察，平安证券研究所

图表38 BAW 滤波器边缘斜率极高



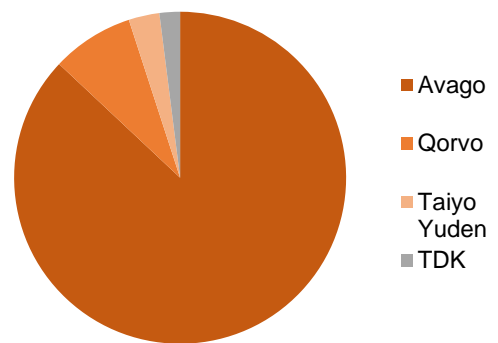
资料来源：半导体行业观察，平安证券研究所

图表39 SAW 滤波器市场格局



资料来源：半导体行业观察，平安证券研究所

图表40 BAW 滤波器市场格局



资料来源：半导体行业观察，平安证券研究所

高频通信是 5G 时代的核心技术，目前射频前端器件在技术上还无法做到在手机上实现高频通信。高频通信的出现将对手机射频前端器件的性能和制作工艺提出更高的要求。目前 PA 和 LNA 主流的制作材料在高频时会受到很大的影响，未来可能需要诸如 GaN 等高频特性更好的材料制造射频前端器件，在制造技术和成本上都还需要有所突破。

目前射频前端市场的主要参与者有四类：一是以 IDM 模式为主的老牌射频方案巨头，有 Skyworks、Qorvo、Murata 和 Avago (Broadcom) 四家；二是以 Fabless 模式为主的设计公司供应商，其中高通、海思、MTK、紫光展锐近年来发展速度较快，有望上升至第一梯队；第三梯队为拥有部分射频产品，暂无整体解决方案；四是化合物半导体领域晶圆代工。国产射频前端方面，伴随着国产手机品牌的崛起，海思、紫光展锐已经在部分产品实现进口替代；卓胜微、汉天下、唯捷创芯拥有关键技术，并且打入知名手机品牌供应链。

图表41 射频前端行业主要厂商

公司	是否上市	产品	公司类型	公司概况
第一梯队				
Skyworks	已上市	整套射频前端解决方案	IDM	老牌 PA 方案供应商，2014 年与松下成立合资公司，获得了高性能滤波器技术
Qorvo	已上市	整套射频前端解决方案	IDM	2014 年由 RFMD 与 TriQuint 合并而来，技术实力强劲，能够提供涵盖 2G-5G 的整套解决方案
Murata	已上市	PAMid、Filter	IDM	老牌无源器件供应商，通过收购 Renesas 的 PA 部门成为射频前端整体方案供应商
Broadcom	已上市	PAMid、FBAR	IDM	老牌射频方案供应商，2016 年收购 Broadcom 后更名
第二梯队				
高通	已上市	部分射频前端方案	Fabless	世界领先的手机芯片设计公司，可以提供手机处理器、基带、电源管理的全部解决方案，2016 年切入射频前端领域
华为海思	未上市	部分射频前端方案	Fabless	国内芯片设计龙头，产品涵盖通信、电子、安防等多个领域，营收规模国内第一，世界前十
MTK	已上市	芯片设计	Fabless	中低端手机芯片解决方案供应商，2017 年收购射频 PA 供应商络达进入射频前端市场
紫光展锐 (RDA)	未上市	PA、射频前端芯片	Fabless	14 年被紫光展讯收购，产品主要包括 GSM 基带、多制式射频收发器芯片、多制式射频功放芯片
唯捷创芯 (Vanchip)	未上市	PA、射频前端芯片	Fabless	国内最大的射频 IC 设计公司，由前 RFMD (后与 TriQuint 合并成为 Qorvo) 人员成立。唯捷创芯的主要产品为砷化镓 PA，产品覆盖 2G、3G、4G 和 4G+ 平台的 PA、开关、天线调谐器和前端模组等，2019 年 4 月，MTK 入股
汉天下	未上市	PA、射频前端芯片	Fabless	国内销售额和出货量领先的射频前端芯片和射频 SoC 芯片的设计厂商，拥有完整的 PA/FEM 产品线系列，产品覆盖 2G、3G、4G 全系列。
卓胜微	已上市	开关、LNA	Fabless	2012 年成立，专注于射频领域集成电路的研发和销售，国内智能手机射频开关、射频低噪声放大器的领先品牌，公司的射频开关应用于三星、小米、华为等终端厂商的产品
国民飞骧	未上市	PA、射频前端芯片	Fabless	原国民技术无线射频事业部，2010 年开发国产射频功率放大器和射频开关，于 2015 年正式独立。专注于射频功率放大器、开关及射频前端等电子元件设计、开发
长盈精密 (苏州宜确)	已上市	射频前端芯片	Fabless	2G/3G/4G/MMMB 射频功率放大器及射频前端芯片，射频开关芯片，低噪声放大器芯片，WiFi 射频前端芯片以及射频电源芯片等。
中普微电子	未上市	PA、射频前端模组	Fabless	产品涵盖 2G/3G/4G/MMMB 射频功率放大器、开关等
第三梯队				
麦捷科技	已上市	SAW 滤波器		片式电感和 LTCC 射频元器件龙头供应商
顺络电子	已上市	电感		电感龙头，部分产品供货 Skyworks
天津诺斯	未上市	FBAR 滤波器		国内少数拥有 FBAR 滤波器能力的供应商
好达电子	未上市	滤波器、双工器		国内滤波器领先供应商，能够提供涵盖 LTE、WCDMA、GSM 频段的 SAW 滤波器
信维通信	已上市	滤波器、天线		传统手机天线龙头，近年切入射频滤波器领域
代工				
台湾稳懋	已上市	化合物半导体代工	Foundry	全球最大砷化镓代工龙头，市占率超过 60%
TowerJazz	已上市	化合物半导体代工	Foundry	SiGe、SOI 全球领先工艺代工厂
三安光电	已上市	化合物半导体代工	Foundry	2014 年，三安光电大举投资集成电路产业，建设 GaAs 高速半导体与氮化镓高功率半导体项目。
宏捷科	已上市	化合物半导体代工	Foundry	1998 年成立于中国台湾，为 PA 电路设计提供了高可靠性的 INGAP/GAAS HBT 工艺
台湾全新	已上市	化合物半导体代工	Foundry	以 GaAs HBT、InP HBT 见长，专注于射频、光电芯片代工

资料来源：公司网站，平安证券研究所

2.4 终端产品天线升级，MIMO 蓄势待发

智能手机天线是多根特定长度的金属导线，天线长度与载波频率成正比。从 2G 到 5G，由于通信载波频率的变化，手机天线形态和材质发生了很大变化：从金属冲压件、金属边框、FPC、LCP、LDS 到 AiP、AiM 等变革，手机天线的不断变化体现了材料工艺与加工技术的升级。

图表42 通信制式的改变对天线尺寸和材质的影响

通信制式	频率范围	波长范围	天线尺寸	天线材料/工艺
2G	850-1900MHz	16-35cm	4-8.75cm	金属结构件、FPC、AoB
3G	1880-2145MHz	14-16cm	3.5-4cm	FPC、金属边框
4G	1755-2620MHz	11-17cm	2.8-4cm	FPC、LDS、LCP
Sub 6G*	3.3GHz-6GHz	5-10cm	1.2-2.5cm	LDS、LCP、MPI
mmWave	24GHz-52GHz	5.8-12.5mm	1.5-3.2mm	AiP、AiM

资料来源：百度百科，平安证券研究所

*只包括 n77/78/79 频段

我们从苹果手机天线结构的演进中可以看到，在 3G 时代，iPhone 3G/3GS 采用 FPC 架构天线；穿透手机塑料外壳发射和接收信号；iPhone 4/4S 采用玻璃后盖和金属边框，边框采用分段设计，边框不仅起到了机身框架的作用，同时还是手机的无线天线（后来的 iPhone 6 也是采用了分段式的设计）；到 iPhone X 时苹果首次使用 LCP（液晶聚合物）天线，用于提高天线的高频高速性能并减小空间占用。

图表43 iPhone 手机天线结构变迁

上市时间	机型	外壳变化	天线设计特点
2007	iPhone	金属+塑料	后盖上半部分为金属，下半部为塑料，FPC 架构天线穿透手机下半部的塑料外壳发射和接收信号
2008-2009	iPhone 3G/3GS	塑料	FPC 架构天线穿透手机塑料外壳发射和接收信号
2010-2011	iPhone 4/4S	玻璃	采用玻璃后盖和金属边框，边框采用分段设计，边框不仅起到了机身框架的作用，同时还是手机的无线天线
2012-2013	iPhone 5/5S	金属+玻璃	后盖的上下部为玻璃，机壳的金属框架用作移动通信和 GPS 天线，WLAN/蓝牙天线设计在玻璃后盖部分
2014-2016	iPhone 6/6S/7	金属+“注塑条”	金属后盖上下部设计“注塑条”，天线设计在“注塑条”位置，穿透“注塑条发射和接收无线信号”
2017-2018	iPhone X/XS	LCP	采用 LCP 为基材的 FPC 软板，并承载部分天线功能。LCP 材料介质损耗与导体损耗更小，可以节省空间



资料来源：百度百科，平安证券研究所

天线类别包含语音通话主天线、PC 天线、wifi 天线、NFC 天线等。在产品结构或者形态上，有传统的螺旋式外置天线，后来逐步发展成内置天线，如陶瓷天线、FPC 天线和 LDS 天线等。随着形态的改变和设计难度的提升，天线的价值量也在提升。

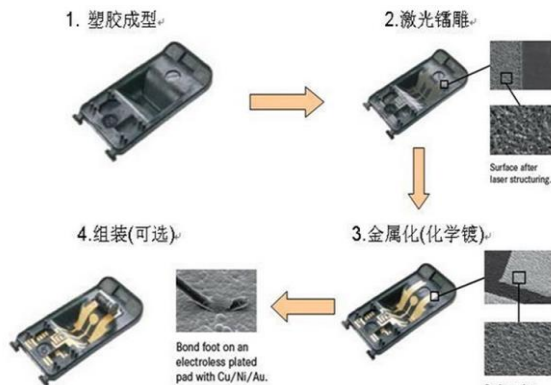
图表44 不同结构手机天线的对比分析

特点	螺旋式外置天线	不锈钢天线	陶瓷天线	FPC 天线	LDS 天线	LCP 天线
RF 性能	良	良	良	良	优	优
空间利用率	低	低	高	中	高	高
批量生产难度	易	易	易	易	难	难
成本	低	低	中	高	高	极高
单价	0.2-0.5 元	0.2-0.5 元	2-4 元	4-10 元	5-15 元	10-30 元

资料来源：百度百科，平安证券研究所

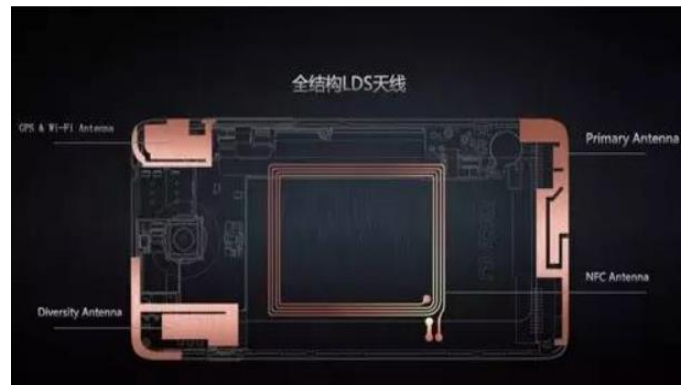
FPC 天线：FPC 一般指柔性电路板，是以聚酰亚胺或聚酯薄膜为基材制成的一种具有高度可靠性，绝佳的可挠性印刷电路板。具有配线密度高、重量轻、厚度薄、弯折性好的特点。**LDS 天线：**主要利用激光镭射技术直接在支架上电镀形成金属天线，直接把精密的天线准确地做一个功能性塑料原件上。LDS 天线拥有高稳定性、避免内部元器件干扰等优点。同时，LDS 天线节省出更多内部设计空间，为移动终端产品纤薄化提供更多可能。目前很多国内外众多移动终端厂商都使用了 LDS 天线，包括三星、华为、小米等。

图表45 LDS 天线工艺流程



资料来源：新材料在线，平安证券研究所

图表46 努比亚 Z5 的后盖设计，采用了 LDS 技术



资料来源：新材料在线，平安证券研究所

另外，LDS 应用领域广泛，除了数码产品厂商外，还包括无线充电、NFC 设备、精密医疗设备、汽车电子等。采用玻璃后盖的三星 S8 中同时使用了 LDS 和 FPC 天线，NFC 天线和 WPC 充电线圈为 FPC 工艺，其余天线为 LDS 工艺。

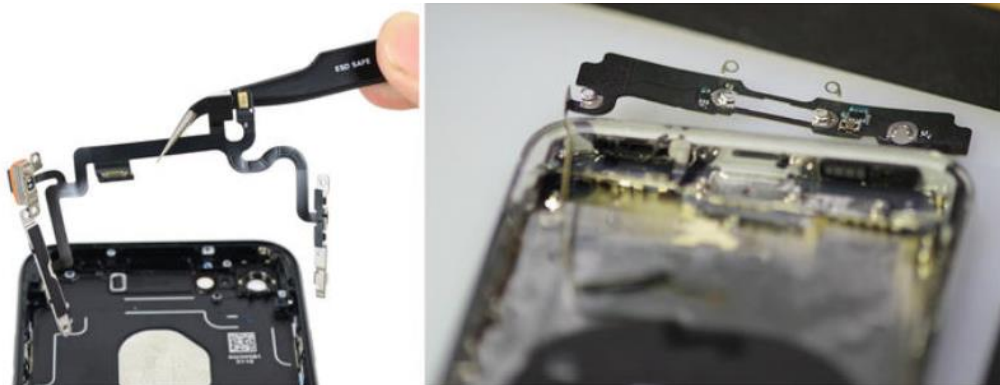
LDS 的优势在于直接来自数控程式 3D 激光可实现精细的分辨率，制造复杂的 3D 电路图案结构，且产品具备较高的一致性。主要缺点在于需要特殊的激光改性材料，材料可选范围有限。

LCP 与 MPI 天线备受瞩目

2017 年苹果 iPhone X 发售后，首次采用了多层 LCP 天线。iPhone X 中使用了 2 个 LCP 天线，iPhone 8/8Plus 亦使用 1 个局部基于 LCP 软板的天线模组。而在 2018 年最新的三款 iPhone (iPhone XS/XS Max/XR) 都配备了 LCP 天线。LCP 工艺复杂，成本高，大约单组 4~5 美元，iPhone X 两

根合计 8-10 美元，而 iPhone 7 上所采用的 PI 天线 ASP 约为 0.4 美元，LCP 将单机天线价值提升了约 20 倍。

图表47 苹果 iPhone X 使用 LCP 天线

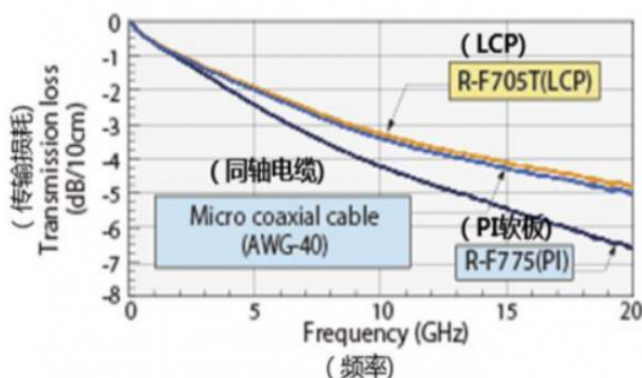


资料来源：苹果，平安证券研究所

常见的绿色 PCB 电路板主要使用聚酰亚胺(PI)材料包裹铜箔制成。为了更加轻薄化，电路板上传输数据的铜箔厚度从 12 微米厚度逐渐压缩成 6~9 微米的超薄压延铜箔。由于高速传输的数据接口要求电路板必须能够承受 5G 每秒上下的传输速度。高速传输中，超薄铜箔会产生高温。由于聚酰亚胺(PI)材料的薄膜热传导系数和铜箔有差异，最终会导致 PCB 电路板基板翘曲，影响传输速度。

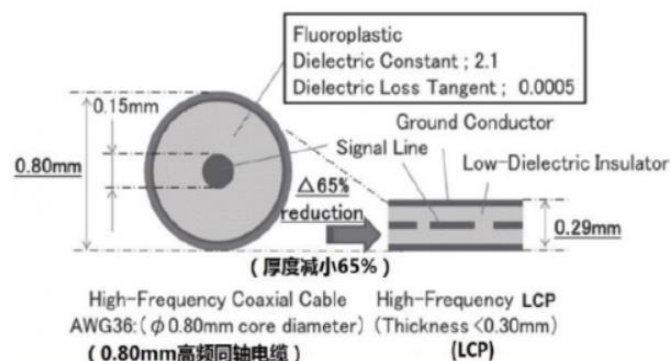
LCP(液晶聚合物材料)作为一种新材料：1)具有低介电常数(Dk=2.9)、低介电损耗(Df=0.001-0.002)的特质，未来手机向 5G(频率越来越高)方向发展，采用 LCP 材料介质损耗与导体损耗更小；2)可塑性高，LCP 高温时溶体的流动便会变得像水一样，这一特性使得 LCP 更容易成型薄壁小型化的一些连接器制件，较好灵活性，密封性(吸水率小于 0.004%)；3) LCP 天线还可以代替部分射频连接器，符合手机内部净空减少的趋势。

图表48 LCP 传输损耗更低



资料来源：观研天下，平安证券研究所

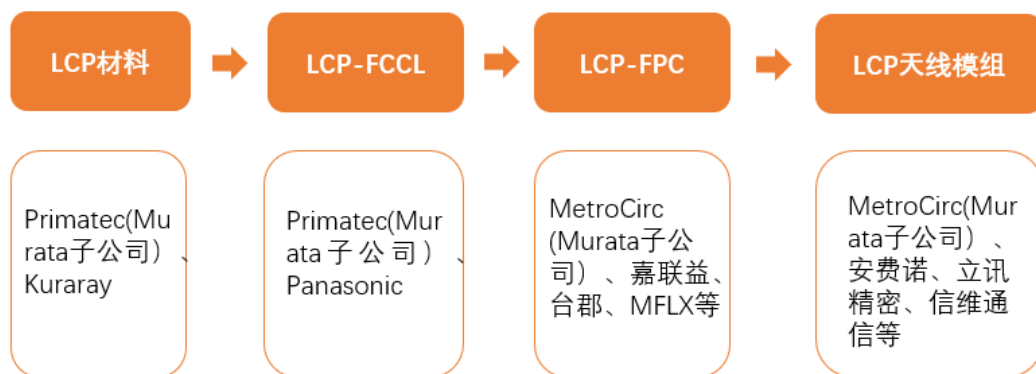
图表49 LCP 更适合高频高速及小型化需求



资料来源：观研天下，平安证券研究所

LCP 天线分为材料、FCCL、FPC、SMT 四道工艺，前道 LCP 材料和 FCCL 由 Murata 子公司 Primatec 提供，LCP-FPC 由子公司 MetroCirc 以及中国台湾 FPC 厂嘉联益提供，天线模组由立讯精密和安费诺提供。LCP 天线代表了 5G 时代终端天线的发展方向之一，相较于传统天线，LCP 天线在加工难度和价值量上有显著提升。

图表50 LCP 天线产业链结构



资料来源：平安证券研究所

LCP 与 MPI 天线的并行：在量产的各大品牌机型中，目前只有苹果手机使用这种 LCP 天线，而在上游的材料供应商上基本还是来自于村田一家，对于下游的议价能力较高；另外，2017 年 iPhone X 上市后一度遭遇产能瓶颈，产业链多次传出由于部分零组件供应不足，iPhoneX 产能吃紧，其中苹果创新采用的“LCP 天线”即是导致 iPhone X 产能受限的因素之一，产业链公司上多次表示 LCP 天线只是未来手机天线方案之一。因此，在 2019 年苹果新机的天线上，供应链上表示苹果准备将改良聚酰亚胺（MPI）技术用于苹果 2019 年新机上，这种材质的天线相比 LCP 天线有着更低廉的生产成本，它的成品率要明显高于 LCP 天线，一方面解决单一供应商的问题，引入更多的上游供应商；另一方面，提升天线产品的综合成品率。

全面屏的使用减少了可用于天线的空间

智能手机的普及大大丰富了我们的生活，我们对手机的需求早已不限于通信功能，娱乐功能已经成为了手机最主要的功能之一。目前，视觉无边框、双曲面屏幕、3D Touch、PDAF 相位对焦、USB Type-C 等诸多黑科技纷至沓来。在手机屏幕增大节奏放缓之后，全面屏崛起成为智能机的标配，市场上比较常见的有“刘海屏”、“水滴屏”“挖孔屏”等。

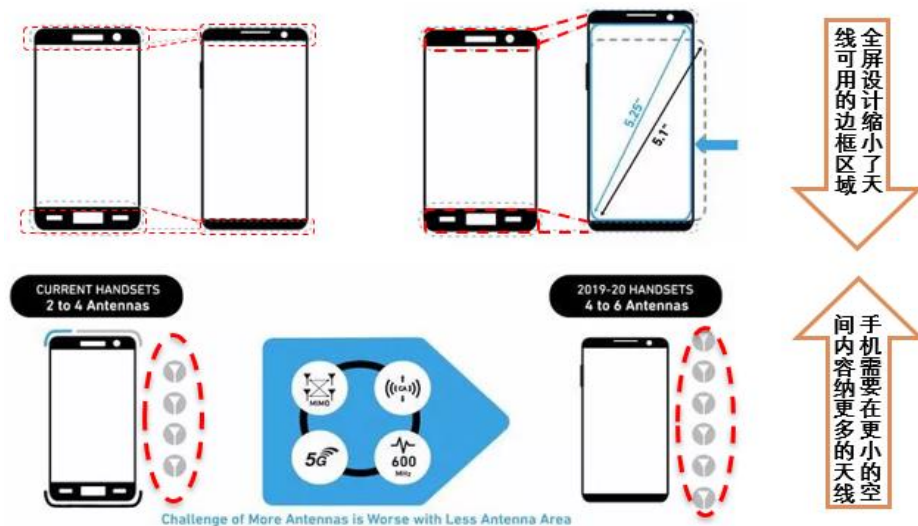
图表51 苹果的“刘海屏”



资料来源：苹果，平安证券研究所

制造商正在转向“全屏”设计，边缘到边缘的显示屏几乎占据整个手机面的智能手机。这些更改减少了可用于天线的空间，天线必须位于屏幕占用的区域之外。天线面积缩小高达 50%，屏幕顶部和底部的边框从高度 7-8 毫米减少到 3-4 毫米，有的甚至更小。由于长宽比变化，手机也变得越来越窄，因此天线必须更短。天线面积和长度的减小都会影响天线的性能，这使得特定频段的效率优化变得更加困难。

图表52 手机天线的布局难度提升



资料来源：微波射频网，平安证券研究

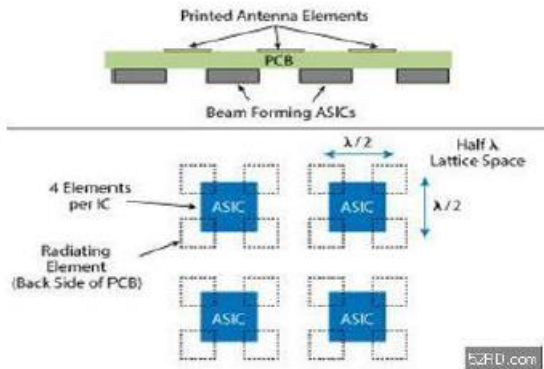
我们明显观察到，传统天线难以满足日益增长的数据流实现快速传输，而且移动终端用户、移动终端产品对射频天线都提出更高效、更快、更稳定的性能要求。所以应用在单机上的射频天线也从过去的单一的语音天线、GPS 天线、WLAN 发展至 MIMO 主天线、NFC 天线等，甚至是更高价值的集成射频天线模组等。我们认为天线行业技术不断升级、移动终端市场的火爆成为推进射频天线行业成长的源动力。

天线的技术革新是推动无线连接向前发展的重要引擎

天线是接收和发射电磁波的元器件，是手机等终端的核心部件。现在 4G 手机天线大多为 2×2 ，部分手机为 4×4 。5G 作为新一代通信技术，引入了一系列新的技术和标准。这些新的技术和标准将大幅提升手机天线的设计和制造难度。天线正朝着高度集成化、复杂化的方向发展。MIMO 技术在发射端和接收端采用多根发射天线和接收天线，通过空分复用提升速率和容量，是 4.5G 及未来 5G 时代的核心技术。目前 4×4 MIMO 要求在手机端采用 4 根天线进行接收，而每根天线均需要一整套的射频前端模块，射频前端器件的数量将成倍增加。未来 5G 时代的手机可能集成 8 根、16 根甚至更多的天线，射频前端器件的数目会更加庞大。

射频复杂性的提高使得天线数量有所增加，接近手机可达到的实际极限。从智能手机系统架构上也可以看出，5G 需求更高的数据速率，需要更多的天线，以使用多种方式来提供，包括多频带载波聚合、 4×4 LTE MIMO 与 Wi-Fi MIMO，天线的典型数量也将从 4G 手机的 4-6 根增加到 8-10 根，甚至更多，但天线可用空间在缩小。

图表53 5G 天线是一个含芯片的模组



资料来源: Wind, 平安证券研究所

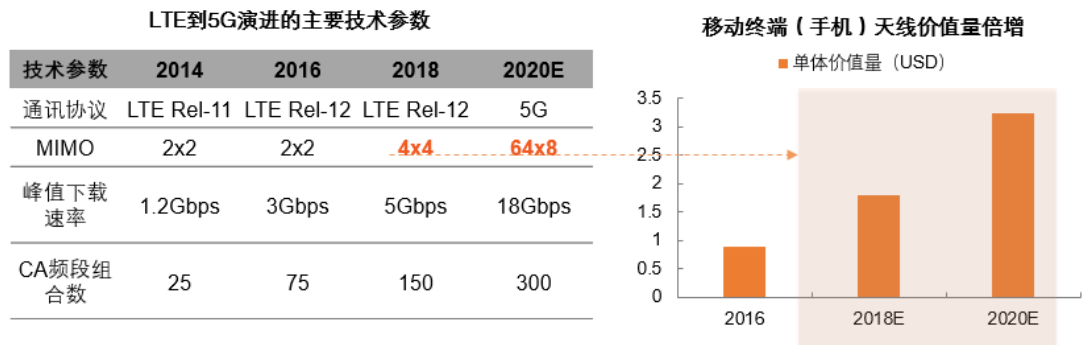
图表54 高通 QTM052 AiP 解决方案



资料来源: 高通, 平安证券研究所

在 5G 商用之前, 预计 4.5G 会在移动终端逐步使用。就手机天线而言, 目前普通 4G 手机天线采用 2x2 MIMO, 4.5G 使用 4x4 MIMO, 4.5G advance 使用 8x8 MIMO, 未来进入 5G 时代有望采用 64x8 MIMO 的天线, 基站和手机终端天线数量分别增长 30 倍和 3 倍, 同时天线设计难度上升, 天线厂商受益于天线需求的增长。

图表55 通信升级带来天线单机价值量提升



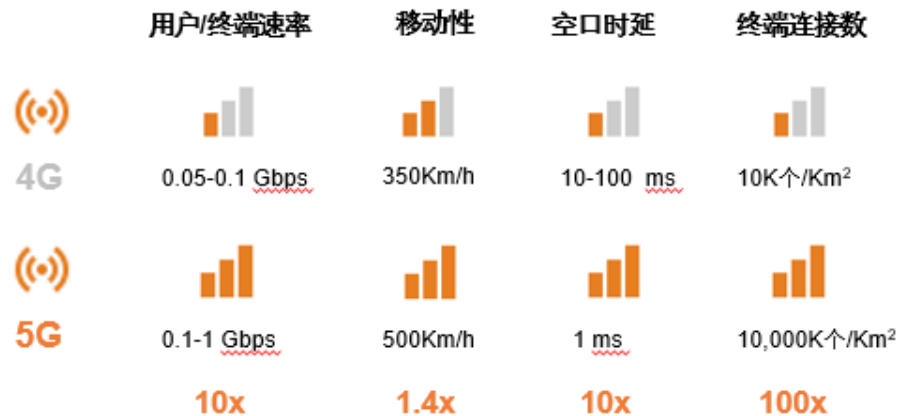
资料来源: Wind, 平安证券研究所

三、5G 带动高频高速需求, 通信 PCB 迎确定性机会

3.1 5G 时代数据量巨大, 建站密度增加

根据 IMT-2020 (5G) 推进组提出的 5G 关键能力, 5G 需要具备比 4G 更高的性能, 支持 0.1~1Gbps 的用户体验速率, 1 百万/ Km² 的连接数密度, 毫秒级的端到端时延, 数十 Tbps/ Km² 的流量密度, 500Km/h 以上的移动性和数十 Gbps 的峰值速率。其中, 用户体验速率、连接数密度和时延为 5G 最基本的三个性能指标。同时, 5G 还需要大幅提高网络部署和运营的效率, 相比 4G, 频谱效率提升 5~15 倍, 能效和成本效率提升百倍以上。

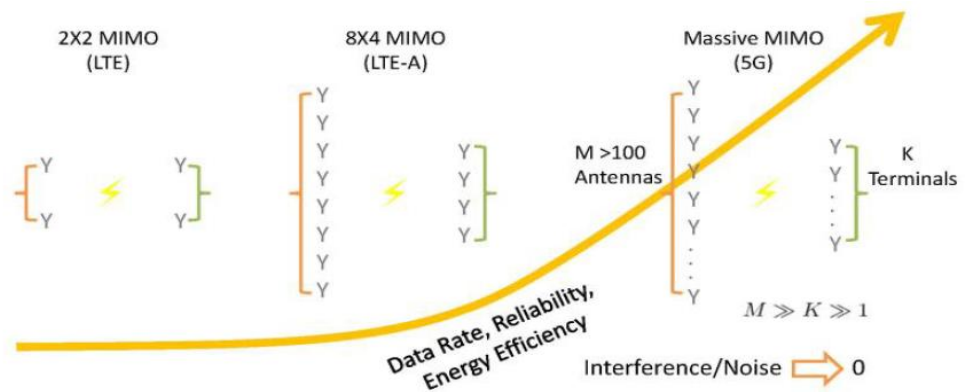
图表56 4G 与 5G 对比



资料来源：爱立信，3GPP，德勤研究，平安证券研究所

ITU 从 eMBB（增强型移动宽带）、mMTC（海量机器类通信）、uRLLC（超可靠、低时延通信）的三大应用场景上做出规划。根据香农公式： $C = B \log_2(1+S/N)$ 。其中 C 是最大传输速率；B 为频谱带宽；S 为信号功率；N 则是噪声功率。提高传输速率最直接的做法就是提高频谱带宽，总的来说分为三类方法：1）提高频谱范围，由 $C = \lambda V$ ，为了提高频率，那么所需波长就越小。也就诞生了 5G 的关键技术之一：毫米波（mm Wave）；2）提高频谱利用率，那么这就涉及到了大幅提高频谱效率的 Massive MIMO；3）为了提高在传输过程中的效率，减低能耗，便引出了 3D 波束赋形 技术。在实现以上技术的前提下，三大应用场景基本解决。

图表57 MIMO 技术演变



资料来源：中兴通讯，平安证券研究所

5G 因频段较 4G 有较大提升，基站数量将大幅增长。移动通信从 2G 至 3G 和 4G，频段也从 800MHz/900MHz 提高至 1.8GHz 和 2.5GHz。进入 5G 时代，在三大应用场景和高速高频的要求下，5G 将采用 3GHz 以上的更高频段，基站覆盖范围持续缩小，需要基站建设密度不断加大（低频基站覆盖 0.5-1 公里，高频 28GHz 基站覆盖不超过 350 米）。根据中国联通的预计，**5G 建站密度将至少达到 4G 的 1.5 倍。**

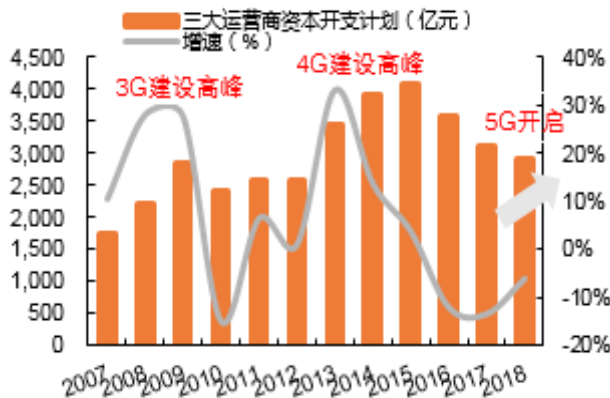
图表58 基站覆盖范围逐渐缩小

	2G	3G	4G	5G
频段	800MHz	1.8GHz	2.5GHz	3.5GHz/4.8GHz/28GHz
基站覆盖范围	5~10 KM	2~5 KM	1~3 KM	500~1000m

资料来源：爱立信，3GPP，平安证券研究所

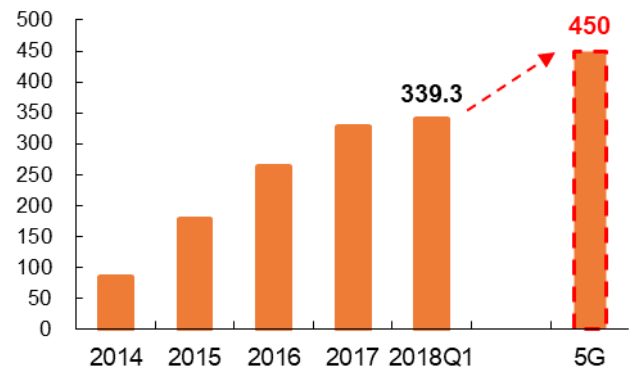
据工信部数据，截至 2018Q1 我国 4G 基站数共 338 万个，目前 4G 基站建设及投资已趋缓。由此我们预计，未来 5G 全覆盖我国宏基站数将达到 450 万个，按中国占全球 4G 基站近一半的比例计算，5G 宏基站数量或达 900 万个。

图表59 5G 技术有望带动通信设备新一轮大规模投资



资料来源：平安机械，平安证券研究所

图表60 国内 4G 基站数及 5G 基站数预计 (单位: 万)



资料来源：工信部，平安证券研究所

通信领域应用在 PCB 下游应用中一直占据较大的比重，通信设备的 PCB 需求主要以多层板为主（4-16 层板的占比达到 65.29%，其中 8-16 层板占比约 35.18%），包括背板、高频微波板、高频多层板等。从 5G 的建设需求来看，5G 将会采取“宏站+小站”组网覆盖的模式。毫米波高频段（以 28GHz 为例）的小站覆盖范围是 10-20m，应用于热点区域或更高容量业务场景，由于小基站主要用于高频段建设，现阶段方案仍不确定，故而不做预计。宏基站数量的大幅增加将有望拉动 PCB 需求，国内通信板厂商将持续受益 5G 推进。

图表61 通信等领域用到的 PCB 板

应用领域	主要设备	相关 PCB 产品	特征描述
通信	无线网	通信基站	背板、高速多层板、高频微波板、金属基、大尺寸、高多层、高频材料及混压
	传输网	OTN 传输设备、微波传输设备	背板、高速多层板、高频微波板
	数据通信	路由器、交换机、服务/存储设备	背板、高速多层板
	固网宽带	光纤到户设备	高速材料、大尺寸、高多层、高密度
航空航天	航电、机电系统	高速多层板	多层板、刚挠结合
工控医疗	工控、医疗系统		高可靠、多层板、刚挠结合

资料来源：深南电路，平安证券研究所

图表62 基站端用到的 PCB 板

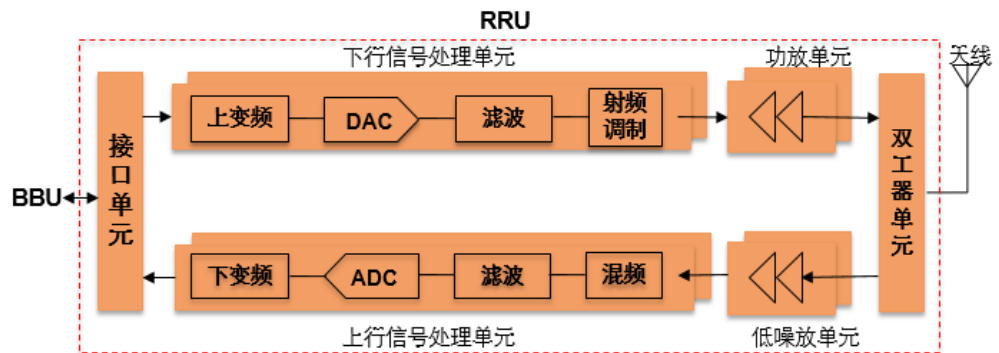


资料来源: 深南电路, 平安证券研究所

3.2 基站架构改变, 射频侧 PCB 价值量提升

4G 时代, 一个标准的宏基站主要由基带处理单元 (Base Band Unit, BBU)、远端射频单元 (Remote Radio Unit, RRU)和天线组成。远端射频单元 (RRU) 通过接口与 BBU 通信, 完成基带信号与射频信号转换。RRU 主要包括上、下行信号接口单元、处理单元、功放单元、低噪放单元、双工器单元等, 构成下行与上行信号处理链路。其中接口单元提供与 BBU 之间的接口, 发送基带 IQ 信号; 下行信号处理单元完成信号上的变频、数模转换、射频调制等信号处理功能; 上行信号处理单元主要完成铝箔、混频、模数转换等功能; 功放及低噪放单元分别对下行和上行信号进行放大; 双工器支持收发信号复用并对收发信号进行滤波。

图表63 RRU 内部结构图



资料来源:《基站架构及面向 5G 的演进研究》 吕婷, 平安证券研究所

目前较为广泛应用的基站结构为分布式基站, RRU 与 BBU 分离通过馈线与天线连接。分布式基站在目前 4G 时代看似问题不大, 但在 5G 时代却不再适用。分布式基站在 5G 时代劣势主要体现在: 1) 天线部署困难, 管理效率低下且部署及维护成本较高。以 8T8R 的 8 端口天线为例, 8T8R 天线对应需要拉出 8 根馈线, 在 4G 时代还可以接受。但 5G 时代 Massive MIMO 应用后, MIMO 数量达到 64T64R 时, 若仍采用分布式基站 64 根馈线将使天面部署困难, 并且为之后的管理带来很大的难度; 2) 传输损耗较高。基站实际部署中常会遇到需要使用长馈线的情形, 由此造成信号能量的严重衰减, 并且射频放大后的功率 50%~90%可能会在馈线传输中损耗。

图表64 分布式基站与传统宏基站结构图

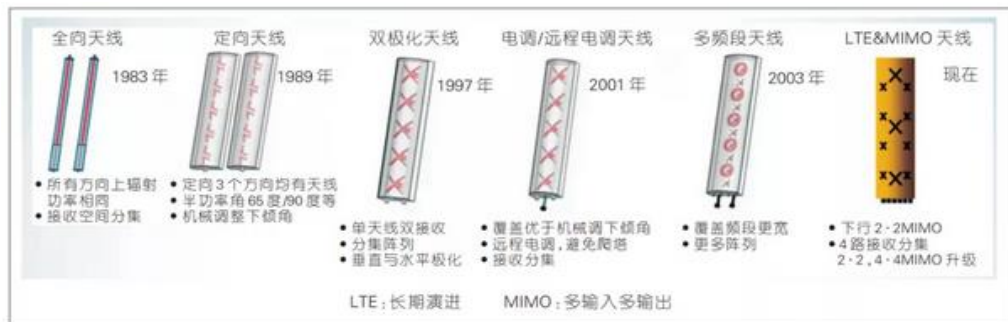


资料来源：百度百科，平安证券研究所

由此，为适应 5G 核心技术之一的 Massive MIMO 及传输低损耗要求，有源天线基站应运而生。传统基站天线通常由天线阵子、反射板、馈电网络及天线罩组成。5G 基站有源天线则将 RRU 与天线组合而成有源天线单元 (Active Antenna Unit, AAU)。

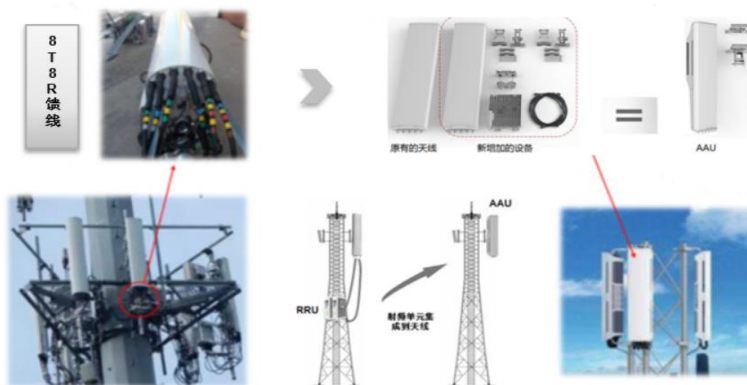
有源天线结构中，每一个天线阵子的背后直接连接分布式的微型收发单元 (micro-radio)，包括数模/模数转换器、放大器 (PA) 低噪放 (LNA) 和双工器 (duplexer)，所有的微型收发单元由数字信号处理模块 (digital signal processing, DSP) 控制，实现同步功能和数字波束赋形功能，Optical (common public radio interface, CPRI) 接口用于连接基带处理单元 (base band unit, BBU)，实现 I/Q 数据的远程传送。

图表65 无线基站中的天线技术演进



资料来源：中兴通讯，平安证券研究所

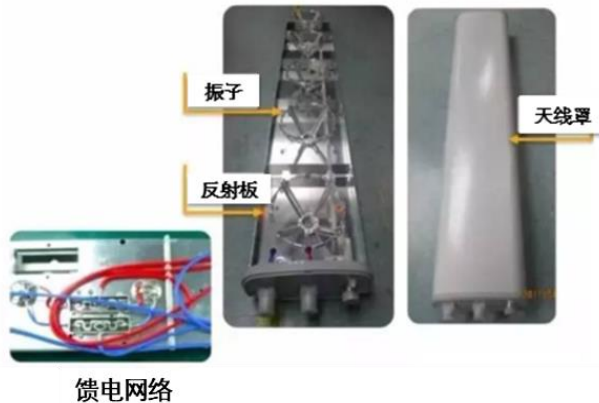
图表66 有源天线基站优势显著



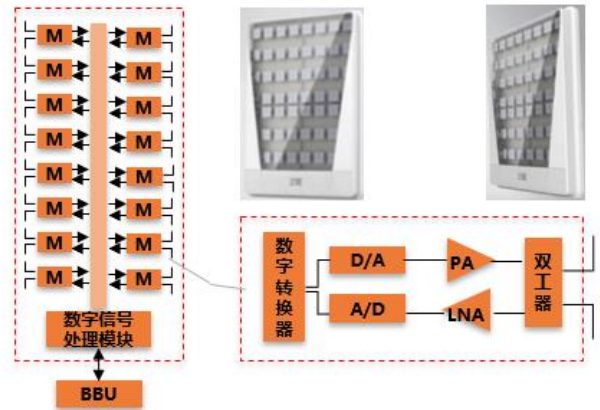
资料来源：Ofweek，华为，平安证券研究所

采用 AAU 解决方案后，天面变得简洁、可靠、稳定，主要优势如下：1) 部署简单，占用空间小。AAU 尺寸较小，大大降低了选址和物业协调难度；2) 馈电损耗大幅降低。由于减少了馈线连接部分，馈电损耗趋于 0；3) 管理效率高。AAU 支持多种电调模式，可以远端对天线进行调整，大大提升维护效率。

图表67 传统基站天线结构



图表68 有源天线结构



资料来源：搜狐科技，平安证券研究所

资料来源：百度百科，平安证券研究所

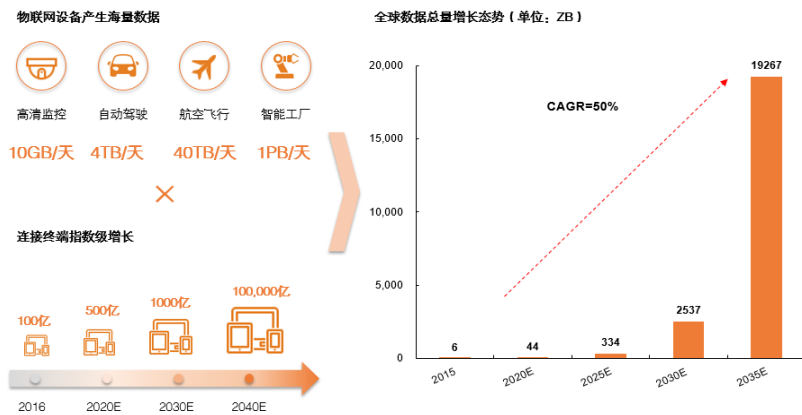
为了应对上述基站架构的改变，基站射频侧的 PCB 需求发生了显著的变化：1) 由于 RRU 与天线的集成，天线系统复杂度大大提升，AAU 的 PCB 板需要在更小的尺寸内集成更多的组件，相应线路板的层数也会提升，带来 PCB 价值量增加；2) 5G 频段更高、速度更快，对于 PCB 上游覆铜板材料的传输损耗和散热性能要求更高，而高频高速板材将会带来工艺要求、加工难度的增加，相应的 PCB 的价值量也会增加。

架构改变带来 PCB 用量变化，按照主流方案，5G 时代 RRU 与天线将集成为 AAU，频段上升到 3GHz 以上将带来高频 PCB 材料应用的增加。因此，对于 PCB 企业而言，相关产品加工难度和工艺要求将大幅增加。根据产业链调研信息，我们预计单个 AAU 的 PCB 用量约为 0.64 m²。单价方面，目前天线部分的成本分为三部分：接头 30%，PCB50%，阵子 20%。由于 RRU 与天线集成对 PCB 板的工艺和材料提出了较高的要求，相应的产品价格也会上升。根据产业链调研信息，天线部分用到的 PCB 板一般为四层板。综合公司产品的单价及向供应链了解得到的信息，我们预计 AAU 用 PCB 单价约为 5000 元/m²，由此单面天线部分给 PCB 带来的价值量约为 3200 元（单基站三面天线共 9600 元），相较 4G 时代价值量提升数倍。

除了基站架构改变带来射频侧的变化以外，5G 也是物联网时代所必须的通信技术。移动和信息技术的快速发展正推动互联网从消费级向产业级演进，物联网终端设备的指数级增长以及海量数据的产生对于 BBU 的处理能力及 OTN 传输能力提出了超高的要求。以高清监控、自动驾驶等物联网设备产生的数据量来看，高清监控可产生 10GB/天的数据，自动驾驶可产生 4TB/天的数据，航空飞行和智能工厂则可分别产生 40TB/天、1PB/天的数据。

另外一方面，连接终端也将呈指数级增长，据德勤研究数据，2016 年连接终端已达 100 亿，2040 年有望达到 10 万亿。数据量及接入设备的猛增将带来全球数据总量的飞速增长，据 IDC 预计，2020 年全球数据总量将达到 44ZB，2035 年将达到 19267ZB，CAGR=50%。

图表69 全球数据总量迎来爆发



资料来源: GSMA, IDC, 德勤, 平安证券研究所

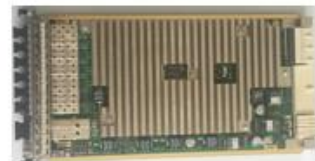
BBU:

基带处理单元 (BBU) 负责集中控制与管理整个基站系统, 完成上下行基带处理功能, 并提供与射频单元 (RRU) 及传输网络的物理接口, 完成信息交互。5G 时代数据量大幅增加将对 BBU 的处理能力提出超高的要求, 一方面 BBU 用主控板及基带板的工艺要求及加工难度大大提高; 另一方面, 相应线路板的层数也会有所增加。两相结合, BBU 用线路板也将迎来价值量的上升。(4G 时代 BBU 侧 PCB 主要由主控板、基带板及电源板组成, 其中主控板主要实现基带单元控制管理、数据交换及系统时钟等功能, 基带板主要实现基带信号处理功能, 电源板则为 BBU 提供电源转换, 价值量较低)。

图表70 华为 BBU3900 及主控板 (右上)、基带板 (右下)

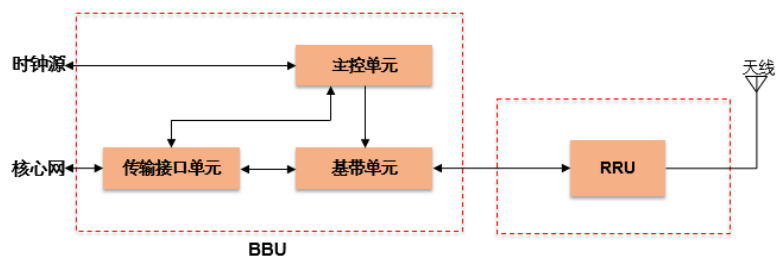
BBU3900

- 尺寸: 86mm x 442mm x 310mm (高x宽x深)
- 功耗: 132W (3 x 10MHz) ~300W (3 x 20MHz)
- 重量: <12kg



资料来源: 华为, 阿里巴巴, 平安证券研究所

图表71 BBU 内部结构



资料来源: 《基站架构及面向 5G 的演进研究》 吕婷, 平安证券研究所

3.3 5G 时代基站射频侧 PCB 市场空间测算

按 5G 全覆盖规格，我们预计全球需要建设 900 万个宏基站，中国需要建设 450 万个宏基站。

AAU 方案：根据现有方案，RRU 与天线合并我们预计单个 AAU 使用 0.64 m² PCB，并且预计价格在 5000 元左右，单个基站有 3 个 AAU，则全球 AAU 侧带来的 PCB 的市场空间就达 259.6 亿元。

RRU+天线方案：5G 时代需要处理的数据量大幅增加，我们预计将带来 PCB 的价值量上升。5G 时代天线和 PCB 预计有明显升级，受益于新材料和加工难度的提升，我们预计 ASP 将上升 50%，据此估算全球 RRU+天线方案带来的市场空间为 283.6 亿元。

因此根据我们的测算，基站端射频侧（包含 AAU 方案和 RRU+天线方案）全球 PCB 市场空间将达 543 亿元，较 4G 提升 5 倍。如再考虑 OTN 相关设备所用的背板单板的量价齐升，以及小基站覆盖带来的增量，5G 给 PCB 带来的市场空间将超千亿。

图表72 5G 时代 AAU 侧 PCB 市场空间测算（仅考虑宏基站）

地区	5G 基站数	PCB 用量	基站扇区数量	合计 PCB 需求	ASP	PCB 价值量	应用率	市场空间
	(万站)	(m ² /AAU)	(个/基站)	(m ² /基站)	(元/m ²)	(元/基站)	(%)	(亿元)
全球	900	0.64	3	1.92	5000	9600	30%	259.2
中国	450	0.64	3	1.92	5000	9600	30%	129.6

资料来源：平安证券研究所（备注：4G 基站中使用 BBU+RRU 的方案，5G 时按照 30%的比例 RRU 升级为 AAU）

图表73 5G RRU+天线方案 PCB 市场空间（仅考虑宏基站）

地区	5G 基站数	RRU	天线	PCB 价值量	应用率	市场空间
	(万站)	(元)	(元)	(元/基站)	(%)	(亿元)
全球	900	500	1000	4500	70%	283.6
中国	450	500	1000	4500	70%	141.8

资料来源：平安证券研究所

图表74 基站端射频侧 PCB 市场空间 5G 与 4G 对比

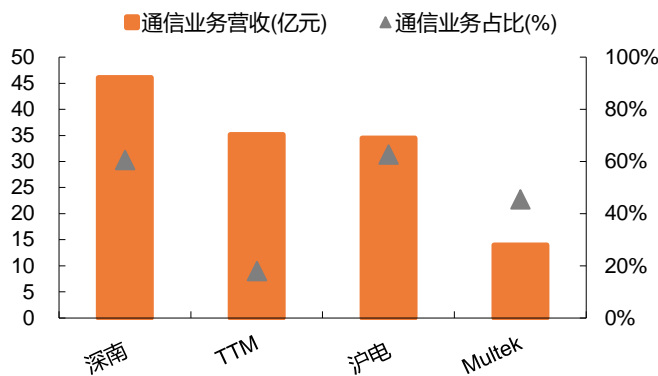
	5G 基站数 (万站)	RRU (元)	天线 (元)	AAU (元)	PCB 价值量 (元/基站)	市场空间 (亿元)
5G	900	500	1000	3200	4500/9600	542.8
	4G 基站数 (万站)	RRU (元)	天线 (元)		PCB 价值量 (元/基站)	
4G	510	360	200		1680	85.7

资料来源：平安证券研究所

3.4 优选赛道，龙头深度受益

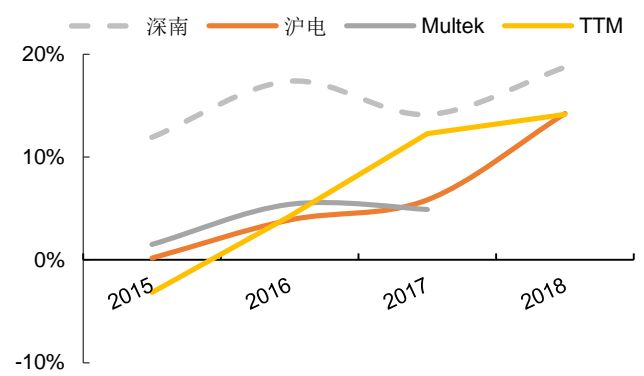
目前，在低端硬板上因为进入门槛低，产品的价格竞争已经白热化，整体的毛利率水平相对较低；随着 5G 时代来临，PCB 的技术要求和工艺制程显著提升，将会大大提高厂商的进入门槛。国内通讯 PCB 板厂商以深南电路、沪电股份为主，内资通信板龙头与主要的通信设备商如华为、中兴合作密切，在 3G、4G 时代有良好的合作开发关系，公司相关产品技术行业领先并在供应链地位较强，我们预计龙头公司未来能共享基站建设带来的红利，助力公司业绩增长。

图表75 主要通信板厂商营收对比（2018年）



资料来源: Wind, 平安证券研究所

图表76 主要通信板厂商 ROE 指标对比

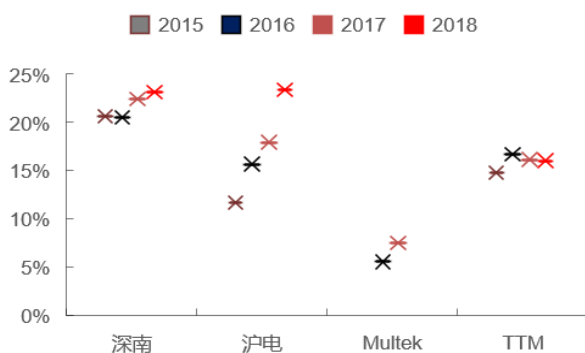


资料来源: Wind, 平安证券研究所

深南电路，通讯基站设备 PCB 主力供应商。公司目前有四个工厂，分别位于深圳龙岗（2个）、江苏无锡、南通。分业务来看，PCB 业务在龙岗有 2 个工厂，无锡和南通各 1 个；PCBA 业务在龙岗有 1 栋楼，无锡有一些生产线；IC 载板业务在龙岗有 2 个工厂，无锡有 1 个工厂。分工厂来看，**龙岗工厂**主要涉及通信、工控、服务器及航空航天等领域，主要产品为 PCB、PCBA 及 IC 载板，龙岗工厂 2007 年设立，目前为公司的老工厂；**无锡工厂**主要生产 PCBA 及 IC 载板，IPO 项目之一的 IC 载板项目由无锡深南实施，规划年产能 60 万 m^2 /年，年产值 13.8 亿元，19 年年中投产。**南通工厂**为 IPO 募投项目——数通用高速高密多层印制电路板（一期），主要面向 5G 数据通信设备，规划年产能 34 万 m^2 /年（实际产能 40 万 m^2 /年），年产值 8.4 亿元，处于满产状态。

沪电股份：通讯及汽车板领域布局完善。公司目前共有三个厂区：昆山主厂即昆山沪士青淞厂（主要生产企业通讯类产品）、昆山沪利微电（主要生产汽车板和汽车类低端非安全性产品）、湖北黄石新厂黄石沪士（以中低端产品为主，承接昆山两厂订单转移，设计产能 300 万平方米）。

图表77 主要通信板厂商毛利率对比



资料来源: Wind, 平安证券研究所

图表78 主要通信板厂商产能对比（单位：万 m^2 /年）

公司名称	2018	2019	2020
	5G研发	基站建设高峰	商用
深南		150	180
沪电 (通信板)		280	320
方正		114	309
生益		92	-

资料来源: Wind, 平安证券研究所

四、投资建议

展望 2020 年，是 5G 迎来爆发的一年。我国电子信息制造业依然面临外部贸易摩擦的不确定性、人力成本提升、产业转型等多方面压力。随着全球市场上各类高性价比的手机不断涌现及消费者换机

需求逐渐减弱，智能机市场已经逐渐饱和。上游零部件厂商依靠下游终端量的增长难以实现，供应链之间的公司竞争加剧，我们维持电子行业 2020 年“中性”评级。

我国仍是全球电子制造基地，具有最完善的产业链以及庞大的消费群体，产业界也在纷纷寻求转型升级的机会。同时，随着 5G 通信的临近，更多频段得开发、新技术得引入，满足我们即时下载、社交直播、在线游戏等需求。2020 年我们建议关注 5G 产业链公司：

1) 移动端：国家坚定推进 5G 建设，为手机射频前端行业带来增长机遇，主要包括功率放大器(PA)、天线开关(Switch)、滤波器(Filter)等。一方面射频模块需要处理的频段数量大幅增加，另一方面高频段信号处理难度增加，系统对滤波器性能的要求也大幅提高。卓胜微的高性能开关、LNA 和 Div FEM 模组有望率先实现国产替代，进入 HOVM 等一线品牌供应链；顺络电子、麦捷科技的高性能 LTCC 作为手机滤波器，为业绩提升提供更大弹性。同时，5G 时代天线设计难度及数量同时增加，信维通信、硕贝德有望受益于天线单机价值量的提升。

根据 Yole Development 的统计，2G 制式智能手机中射频前端芯片的价值为 0.9 美元，3G 制式智能手机中大幅上升到 3.4 美元，支持区域性 4G 制式的智能手机中射频前端芯片的价值已经达到 6.15 美元，高端 LTE 智能手机达到 12-15 美元，是 2G 制式智能手机中射频前端芯片的 17 倍。预计到 2023 年手机射频（RF）前端模块和组件将达到 350 亿美元，17-23 年复合年增长率为 14%。滤波器的市场空间将从 2017 年的 80 亿美金快速成长至 2023 年的 225 亿美金，17-23 年复合增速达到 19%。我们推荐消费电子、基站和汽车全方位布局的立讯精密、天线与指纹模组双轮驱动的硕贝德、国产滤波器先行者信维通信和麦捷科技、国内电感龙头顺络电子。

2) 基站端：按 5G 全覆盖规格，我们预计全球需要建设 900 万个宏基站，中国需要建设 450 万个宏基站。截止 2019 年底，预计国内三大运营商将建成 20 万个 5G 宏基站，预期 2020 年底，全国将建成 100 万个 5G 宏基站。

AAU 方案：根据现有方案，RRU 与天线合并我们预计单个 AAU 使用 0.64 m² PCB，并且预计价格在 5000 元左右，单个基站有 3 个 AAU，则全球 AAU 侧带来的 PCB 的市场空间就达 259.6 亿元。

RRU+天线方案：5G 时代需要处理的数据量大幅增加，我们预计将带来 PCB 的价值量上升。5G 时代天线和 PCB 预计有明显升级，受益于新材料和加工难度的提升，我们预计 ASP 将上升 50%，据此估算全球 RRU+天线方案带来的市场空间为 283.6 亿元。

因此根据我们的测算，基站端射频侧（包含 AAU 方案和 RRU+天线方案）全球 PCB 市场空间将达 543 亿元，较 4G 提升 5 倍。如再考虑 OTN 相关设备所用的背板单板的量价齐升，以及小基站覆盖带来的增量，5G 给 PCB 带来的市场空间将超千亿。建议关注通信板龙头深南电路和国内基站滤波器领先企业东山精密、武汉凡谷。

3) 半导体迎来拐点：2019 年上半年全行业经历了严重萧条后，从三季度开始朝向稳健复苏成长的态势发展，存储器价格回稳，代工、封测产能利用率大幅提升，主要龙头企业的各项数据环比也持续反弹，并且从下游来看这样的状态具备一定的持续性，可以看到 2020 年全球半导体产业景气度回温的信号十分明显。

4) 国产替代，行则将至：2019 年 5 月 17 日华为事件爆发，加速了半导体供应链体系的重塑，国产半导体产业链迎来历史性机遇。受华为事件影响，国内各领域的龙头系统级厂商也都在加快国产半导体产品导入。加之日本在年内也开始制裁韩国半导体材料领域，半导体产业链全球化 30 年的“效率优先”受到挑战，当前全球半导体供应链更多以“安全可控”为主线。因此 2020 年国产替代会继续成为国内半导体产业发展的主线。**建议关注：**国产 FPGA 领先企业紫光国微、化合物半导体代工新秀三安光电、封测龙头长电科技。

图表79 推荐公司列表

股票代码	股票名称	股价	EPS				PE				评级
		12月12日	2018	2019E	2020E	2021E	2018	2019E	2020E	2021E	
002049.SZ	紫光国微	49.66	0.57	0.68	0.85	0.94	86.61	73.03	58.42	52.83	推荐
002138.SZ	顺络电子	24.50	0.59	0.55	0.77	0.95	41.53	44.55	31.82	25.79	推荐
300136.SZ	信维通信	44.38	1.01	1.12	1.49	1.98	44.08	39.63	29.79	22.41	推荐
300322.SZ	硕贝德	20.90	0.15	0.35	0.48	0.65	139.33	59.71	43.54	32.15	推荐
002475.SZ	立讯精密	35.52	0.66	0.75	0.99	1.28	53.82	47.36	35.88	27.75	推荐
300319.SZ	麦捷科技	12.75	0.19	0.16	0.23	0.3	67.11	79.69	55.43	42.50	推荐
002916.SZ	深南电路	148.01	2.49	3.44	4.52	5.82	59.44	43.03	32.75	25.43	推荐
600584.SH	长电科技	23.42	-0.65	0.06	0.36	0.65	-36.03	391.64	65.68	36.19	未评级
600703.SH	三安光电	18.46	0.69	0.38	0.54	0.72	26.75	48.35	34.05	25.79	未评级
600745.SH	闻泰科技	102.80	0.10	0.85	1.88	2.40	1028.00	121.18	54.67	42.91	未评级
002384.SZ	东山精密	21.17	0.50	0.76	1.07	1.38	42.34	27.78	19.73	15.39	未评级

资料来源: Wind, 平安证券研究所

五、风险提示

- 1) 5G 进度不及预期:** 5G 作为通信行业未来发展的热点, 通信设备商及电信运营商虽早已开始布局下一代通信技术, 现阶段也在有序推进, 但未来 5G 商用的市场接受度尚无法确定, 未来可能出现不及预期的风险;
- 2) 宏观经济波动风险:** PCB 是电子产品的关键电子互连件, 下游应用领域广阔, 而下游行业的发展与全球宏观经济形势息息相关, 如未来全球经济增速放缓甚至迟滞, 市场需求将不可避免出现增速放缓甚至萎缩的情况;
- 3) 产品技术更新风险:** 产业链公司属于移动通信行业, 产品技术升级快、新技术与新工艺层出不穷。如果公司不能持续更新具有市场竞争力的产品, 将会削弱公司的竞争优势;
- 4) 中美贸易摩擦走势不确定的风险:** 目前中美互征关税金额达到 2500 亿美元, 未来如果中美之间的贸易摩擦进一步恶化, 限制高端芯片出口到中国或者对相关产品征收高额关税, 会对产业链公司产生一定影响;

平安证券研究所投资评级：

股票投资评级：

- 强烈推荐（预计 6 个月内，股价表现强于沪深 300 指数 20%以上）
- 推 荐（预计 6 个月内，股价表现强于沪深 300 指数 10%至 20%之间）
- 中 性（预计 6 个月内，股价表现相对沪深 300 指数在 $\pm 10\%$ 之间）
- 回 避（预计 6 个月内，股价表现弱于沪深 300 指数 10%以上）

行业投资评级：

- 强于大市（预计 6 个月内，行业指数表现强于沪深 300 指数 5%以上）
- 中 性（预计 6 个月内，行业指数表现相对沪深 300 指数在 $\pm 5\%$ 之间）
- 弱于大市（预计 6 个月内，行业指数表现弱于沪深 300 指数 5%以上）

公司声明及风险提示：

负责撰写此报告的分析师(一人或多人)就本研究报告确认：本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格。

平安证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格。本公司研究报告是针对与公司签署服务协议的签约客户的专属研究产品，为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考，双方对权利与义务均有严格约定。本公司研究报告仅提供给上述特定客户，并不面向公众发布。未经书面授权刊载或者转发的，本公司将采取维权措施追究其侵权责任。

证券市场是一个风险无时不在的市场。您在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。请您务必对此有清醒的认识，认真考虑是否进行证券交易。

市场有风险，投资需谨慎。

免责条款：

此报告旨在发给平安证券股份有限公司（以下简称“平安证券”）的特定客户及其他专业人士。未经平安证券事先书面明文批准，不得更改或以任何方式传送、复印或派发此报告的材料、内容及其复印本予任何其他人。

此报告所载资料的来源及观点的出处皆被平安证券认为可靠，但平安证券不能担保其准确性或完整性，报告中的信息或所表达观点不构成所述证券买卖的出价或询价，报告内容仅供参考。平安证券不对因使用此报告的材料而引致的损失而负上任何责任，除非法律法规有明确规定。客户并不能仅依靠此报告而取代行使独立判断。

平安证券可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告及该等报告反映编写分析员的不同设想、见解及分析方法。报告所载资料、意见及推测仅反映分析员于发出此报告日期当日的判断，可随时更改。此报告所指的证券价格、价值及收入可跌可升。为免生疑问，此报告所载观点并不代表平安证券的立场。

平安证券在法律许可的情况下可能参与此报告所提及的发行商的投资银行业务或投资其发行的证券。

平安证券股份有限公司 2019 版权所有。保留一切权利。



平安证券
PING AN SECURITIES

平安证券研究所

电话：4008866338

深圳

深圳市福田区福田街道益田路 5023 号平安金融中心 B 座 25 层
邮编：518033

上海

上海市陆家嘴环路 1333 号平安金融大厦 26 楼
邮编：200120
传真：(021) 33830395

北京

北京市西城区金融大街甲 9 号金融街中心北楼 15 层
邮编：100033