

行业研究/深度研究

2019年01月24日

行业评级:

通信 增持(维持)
电子元器件 增持(维持)

王林 执业证书编号: S0570518120002
研究员 wanglin014712@htsc.com

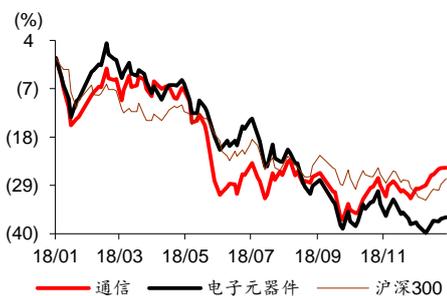
胡剑 执业证书编号: S0570518080001
研究员 021-28972072
hujian@htsc.com

陈歆伟 执业证书编号: S0570518080003
研究员 021-28972061
chenxinwei@htsc.com

相关研究

- 1《金信诺(300252,买入):再中爱立信订单,份额彰显竞争力》2019.01
- 2《通信:行业周报(第三周)》2019.01
- 3《电子元器件:行业周报(第三周)》2019.01

一年内行业走势图



资料来源: Wind

5G 射频大变革, 掘金上游新机遇

5G 无线侧上游深度报告

核心观点

2019 年为 5G 元年, 我国 5G 已进入预商用阶段。运营商预商用网络的建设将带来资本开支边际改善, 驱动行业盈利回升。我们认为, 无线射频是通信设备/移动终端重要组成部分之一, 5G 需求推动无线射频技术革新, 有望为射频前端产业提供更大的市场机会, 无线上游标的有望充分受益于 5G 建设。近年来, 国内无线通信上游企业伴随国内 ICT 厂商不断成长, 展望未来, 随着国内企业在 5G 专利话语权不断提升, 在核心技术国产化的大背景下, 无线上游优秀企业有望继续做大做强。

无线上游迎来发展新机遇, 5G 投资中天线射频侧弹性较高

中国企业在 5G 专利和标准制定方面的话语权不断提升, 国内企业位于 5G 专利第一梯队, 是产业做大做强的坚实基础, 国内无线通信上游企业迎来新的发展机遇。回顾 3/4G 时期, 从行情来看, 个股股价反应往往较发牌提前 3~12 个月, 天线射频标的涨幅明显优于通信板块其他标的。从投资来看, 无线侧中天线射频标的因为受益弹性较高, 建议投资者重点关注。

5G 基站无线射频侧投资机会解析

5G 时代带宽、时延、同步等性能全面提升, 推动天线射频侧技术大升级, 整体看大规模阵列天线及天线有源化驱动整体无线射频侧价值量大幅提升。天线: 塑料振子方案或成为主流技术方案, 有源化驱动天线厂商与设备商深度合作; 滤波器: 陶瓷介质滤波器或成主流方案, 传统厂商积极布局新技术; PCB: 单基站价值量提升 7 倍以上, 国内厂商受益明显; 功率放大器: 传统与创新并进, 国资收购功放标的有望填补 A 股空白; 馈线及连接器: 射频馈线将被板对板盲叉连接器替代。

5G 手机终端无线射频侧投资机会解析

回顾 4G 手机的发展历程, 我们对于 5G 手机的渗透速度展望积极。5G 时代, 为满足 5G 吞吐量要求, 4X4 MIMO 有望成为手机标配; 双玻璃趋势下, 天线设计的自由度提升, FPC、LDS 有望迎来新机遇。5G 毫米波阶段, 智能手机有望采用阵列式天线方案。此外, 5G 时代手机射频前端的复杂度、价值量均有显著提升, 对于被动元件小型化要求将更为苛刻, 建议关注技术引领型的优秀标的。

投资建议

无线侧重点推荐受益确定性和产业链话语权较高的主设备商中兴通讯。5G 无线射频侧受益于技术驱动, 市场空间弹性较高, 重点推荐金信诺、通宇通讯、硕贝德、立讯精密、顺络电子、鹏鼎控股, 建议关注*st 凡谷、银宝山新、京信通信、世嘉科技、沪电股份、深南电路、东山精密、鸿博股份、风华高科、信维通信、麦捷科技。

风险提示: 5G 进程、建设规模不及预期, 中美贸易摩擦升级, 政策扶持力度不及预期。

重点推荐

股票代码	股票名称	收盘价(元)	投资评级	EPS(元)				P/E(倍)			
				2017	2018E	2019E	2020E	2017	2018E	2019E	2020E
000063	中兴通讯	20.44	增持	1.09	-1.31	1.32	2.43	18.75	-15.60	15.48	8.41
300252	金信诺	11.10	买入	0.23	0.31	0.44	0.60	48.26	35.81	25.23	18.50
002792	通宇通讯	33.33	增持	0.49	0.34	0.54	1.16	68.02	98.03	61.72	28.73
300322	硕贝德	10.74	买入	0.14	0.18	0.35	0.54	76.71	59.67	30.69	19.89
002475	立讯精密	15.08	买入	0.41	0.60	0.93	1.18	36.78	25.13	16.22	12.78
002138	顺络电子	14.90	增持	0.42	0.62	0.77	0.99	35.48	24.03	19.35	15.05

正文目录

5G 是铸就新时代产业的基石	6
5G 将支撑信息时代再次升级	6
2019 年为 5G 元年	7
资本开支边际向好有望驱动行业盈利改善	9
5G 时代无线射频侧迎来大变革	11
无线射频是通信设备/移动终端重要组成部分之一	11
5G 需求推动无线射频技术革新	12
5G 为射频前端产业提供更大的市场机会	13
无线产业链中国话语权不断提升	15
国内企业位于 5G 专利第一梯队，是产业做大做强的坚实基础	15
国内无线通信上游企业伴随国内 ICT 厂商成长，国内上游产值占比不断提升	16
基站无线射频侧产业链分析	18
5G 天线射频端迎来新机遇	18
大规模阵列天线驱动 5G 天线价值量提升	20
轻量化需求推动天线振子升级	21
小型化及轻量化推动陶瓷介质滤波器或成为主流方案	23
PCB 板高频高速化，单基站 PCB 价值量提升 7 倍以上	26
传统与创新并进，国资收购功放标的有望填补 A 股空白	29
5G AAU 内射频连接以板对板盲叉连接器为主	31
5G 时代智能手机迎来大变革，关注技术引领型的优秀标的	33
智能手机渗透率趋于饱和，静待 5G 加速换机	33
智能手机 LDS、FPC 天线在 5G 时代迎来新机遇	36
5G 手机需至少支持 5 模并率先新增 5G FR1 频段	36
分集天线是 4G 时代智能手机的技术路径	37
为满足 5G 吞吐量要求，4X4 MIMO 有望成为手机标配	37
双玻璃趋势下，天线设计的自由度提升，FPC、LDS 有望迎来新机遇	39
5G 毫米波阶段，智能手机有望采用阵列式天线方案	40
5G 终端升级对射频前端集成化提出更高要求	42
5G 时代手机射频前端的复杂度、价值量均有显著提升	42
5G 手机射频前端对于被动元件小型化要求将更为苛刻	43
苹果率先采用 SLP 缩小主板体积，有望引领高端机升级方向	45
滤波器市场仍以美国厂商为主导，国内企业加速追赶	47
射频滤波器是 5G 时代前端模块中增长最快的细分方向	47
声学滤波器是移动设备上主流的实现方式	47
声表面波滤波器技术成熟，广泛应用于 2-4G 移动设备中	48
BAW 滤波器更适用于 5G 高频段应用需求	49
滤波器市场在全球市场呈现寡头竞争格局，国产化率较低	50
5G 时代 PA 市场仍以 GaAs 为主，国内企业有望从外延片市场率先切入	51
从 3G 时代起，GaAs 已经代替 CMOS 材料成为 PA 市场主流材料	51
5G 时代，GaAs 依然是手机 PA 的主流方案	52
投资建议	54
回顾 3/4G 天线射频标的表现优于其他标的	54
无线射频投资建议	56
海外上游公司介绍	58
天线海外主要公司	58
射频器件/芯片海外主要公司	60
连接器海外主要公司	68
风险提示	72

图表目录

图表 1: 通信技术迭代是推动社会发展主要因素之一	6
图表 2: 5G 三大应用场景	6
图表 3: 5G 将诞生更多的新生态	6
图表 4: 移动通信技术发展时间轴	7
图表 5: 不同代际通信技术典型速率及应用场景	7
图表 6: 3G 商用简史	8
图表 7: 4G 商用简史	8
图表 8: 我国 5G 频谱分配方案	9
图表 9: 三大运营商资本开支 (单位: 亿元)	9
图表 10: 通信行业净利率、ROE 和运营商资本开支	10
图表 11: 通信行业毛利率、管理/销售/财务费用率	10
图表 12: 通信设备/移动设备射频组成部分示意图	11
图表 13: 手机终端射频器件市场占比情况	11
图表 14: 射频分立器件和射频模组核心供应商	12
图表 15: PAM 前端模组内部组成示意图	12
图表 16: Iphone X 中用到的射频前端模组示意图	12
图表 17: 5G 时代带宽、时延、同步等性能全面提升	13
图表 18: 5G 对网络技术升级的要求	13
图表 19: 移动终端中射频前端 2017-2023 年复合增长率达到 14%	14
图表 20: 5G SEP 专利数量和 5G 标准技术提案提交数	15
图表 21: 5G 标准主导权的提升带动整个产业竞争力的提升	15
图表 22: 中国主要宏基站天线厂商市场份额占比	16
图表 23: 2017 年全球宏基站天线市场份额	16
图表 24: 全球 PCB 产值占比	17
图表 25: Massive MIMO 天线网络覆盖与传统网络覆盖	18
图表 26: 中兴 64T64R 5G 基站天线实物范例 (外观尺寸大概在 800*400mm)	18
图表 27: 4G->5G 无源天线向有源天线进化	19
图表 28: 典型基站尺寸重量对比表	19
图表 29: 5G 时期国内基站天线射频侧市场空间测算汇总	20
图表 30: 5G 时期国内基站天线规模测算 (假设建设周期为 2020-2025 年)	20
图表 31: 2012-2016 年全球移动基站天线市场份额占比	21
图表 32: 3/4G 传统钣金振子	22
图表 33: 64T64R 5G 大规模阵列天线板产品实物范例图	22
图表 34: 各种天线振子加工方式优缺点	23
图表 35: 5G 时期国内塑料天线振子市场规模测算 (假设建设周期为 2020-2025 年)	23
图表 36: 传统 3/4G 金属腔体滤波器	23
图表 37: 陶瓷介质波导滤波器	23
图表 38: 主设备商基站滤波器技术选择	24
图表 39: 基站滤波器技术方案性能比较	24
图表 40: Q 值越大滤波器插入损耗越小	25
图表 41: 陶瓷介质抗温漂性能比金属材料好	25
图表 42: 陶瓷介质滤波器主要生产流程	25
图表 43: 5G 时期国内滤波器市场规模测算 (假设 64T64R 占比 75%, 16T16R 占比 25%)	26
图表 44: 5G 时期国内滤波器市场规模测算 (假设 64T64R 占比 50%, 16T16R 占比 50%)	26
图表 45: 通信、PC 及消费电子占 PCB 需求量约 70% 左右	27
图表 46: 多层板在全球 PCB 产品中占主流地位	27
图表 47: ICT 领域 PCB 主要应用及产品类型	27
图表 48: 4G 基站 RRU+BBU 中用的多功能集成 PCB 板	28
图表 49: 5G 时期国内基站 AAU PCB 市场规模测算	28
图表 50: 基站射频 PA 技术路线比较	29
图表 51: GaN 因为功率密度更高更易于小型化	29
图表 52: 功率放大器未来市场占比预期	30
图表 53: 5G 时期国内 PA 市场规模测算 (假设建设周期为 2020-2025 年)	30
图表 54: 3/4G 天线中射频连接以馈线为主	31
图表 55: 5G AAU 中射频连接通过 SMP 连接器进行电连接	31
图表 56: 5G 时期国内连接器市场规模测算 (假设建设周期为 2020-2025 年)	32
图表 57: 18Q3 全球手机出货 3.55 亿部, 同比下滑 6%	33
图表 58: 18 年前 10 月国内手机总产量为 3.43 亿部, 同比下滑 15.31%	33
图表 59: 全球 PC 单季出货量情况	33

图表 60: 全球 NB 单季出货量情况.....	33
图表 61: 2018 年 11 月国内移动互联网单月接入流量超过 80 亿 GB.....	34
图表 62: 2018 年 11 月国内移动互联网户均流量超过 5.79GB.....	34
图表 63: 数据消耗方式的演进.....	34
图表 64: 5G 为 VR/AR 等新应用创造网络环境.....	34
图表 65: 2014 年末 4G 手机出货渗透率已接近 70%.....	35
图表 66: 中国移动在 2018 年 6 月 8 日世界移动大会全球终端峰会上发布《5G 终端产品指引》.....	35
图表 67: 5G 手机需要支持前所未有的 100M/160M 带宽.....	36
图表 68: 初始的 5G NR 规范侧重于利用非独立 (NSA) 5G NR 技术实现移动宽带部署.....	36
图表 69: 国内三大运营商的网络制式.....	36
图表 70: 小米手机 2 的分集式天线示意图.....	37
图表 71: iPhone 4s 的分集式天线示意图.....	37
图表 72: MIMO 技术在笔记本电脑上实现的通信过程.....	38
图表 73: 为满足 5G 吞吐量要求, 4X4 MIMO 有望成为手机标配.....	38
图表 74: MIMO 可有效提升信道容量.....	38
图表 75: 对于 4X4 MIMO 基站 iPhone 新机的下行速率表现更加优异.....	39
图表 76: 对于 2X2 MIMO 基站 iPhone 新机的下行速率表现同样更优异.....	39
图表 77: 金属边框手机天线常用可调设计方案.....	39
图表 78: iPhone 4 天线设计方案.....	39
图表 79: 华为 P10 Plus 的 4X4 MIMO 天线示意图.....	40
图表 80: 三星 Galaxy S8 的 4X4 MIMO 天线示意图.....	40
图表 81: 5G 毫米波阶段, 智能手机有望采用阵列式天线方案.....	40
图表 82: 终端毫米波天线阵列需要规则的位置进行摆放.....	40
图表 83: 毫米波天线阵列的体积非常小.....	41
图表 84: 毫米波天线阵列是一个含芯片的模组.....	41
图表 85: 高通的 QTM052 阵列天线模组示意图.....	41
图表 86: 硕贝德开发的射频前端模组产品结构示意图.....	42
图表 87: 手机射频前端结构示意图.....	42
图表 88: 2017 年手机射频前端 BOM 成本持续提升 (单位: 美金).....	43
图表 89: 三星 Galaxy 系列射频前端的 BOM 成本继续走高.....	43
图表 90: 三星 Galaxy 系列射频前端的 BOM 成本继续走高.....	43
图表 91: 射频前端集成度越来越高.....	43
图表 92: 电子元器件分类图.....	44
图表 93: 片式电阻小型化持续演进.....	44
图表 94: 历年 MLCC 各个尺寸出货量走势图.....	44
图表 95: 片式被动元件的主流规格.....	44
图表 96: 2017 年全球 MLCC 市场份额.....	45
图表 97: 2017 年全球 Chip-R 市场份额.....	45
图表 98: 2017 年全球电感器市场份额.....	45
图表 99: 风华高科电阻、电容产品完成车规级认证.....	45
图表 100: PCB 技术发展.....	46
图表 101: X 光下的 iPhone X 类载板结构图.....	46
图表 102: iPhone X 的类载板拆解示意图.....	46
图表 103: 减成法流程示意图.....	46
图表 104: 半加成法流程示意图.....	46
图表 105: 历代 iPhone 使用 PCB 间距朝向细微化.....	47
图表 106: 滤波器仅允许特定频率或频段的信号通过.....	48
图表 107: 声学滤波器在不同谐振器质量因子下的衰减特性.....	48
图表 108: SAW 滤波器构造.....	48
图表 109: SAW 滤波器工作原理.....	48
图表 110: 体声波滤波器构造.....	49
图表 111: 固体装配型体声波谐振器与薄膜体声波的设计对比.....	49
图表 112: BAW 滤波器更适用于 5G 高频段应用需求.....	49
图表 113: 高于 1.5GHz 时, BAW 滤波器非常具有性能优势.....	50
图表 114: Yole 预计 2022 年 SAW 滤波器的市占率将降至 29%.....	50
图表 115: RF 声波滤波器专利申请动态.....	51
图表 116: 由 RF 声波滤波器的专利申请情况而言传统大厂的领先优势稳固.....	51
图表 117: 2016 年 SAW 滤波器全球市场格局.....	51
图表 118: 2016 年 BAW 滤波器全球市场格局.....	51
图表 120: 2G-4G 手机 PA 及射频开关器数量.....	52
图表 121: CMOS, SiGe, and III-V 三种射频 PA 比较.....	53

图表 122: CMOS PA 国内外市场竞争格局	53
图表 123: 2017 年全球 GaAs PA 市场规模达到 50 亿美金	53
图表 124: GaAs PA 国内外市场竞争格局	53
图表 125: 2010 年至今申万通信指数收盘指数和 PE	54
图表 126: 亨通、中兴、烽火累计涨跌幅	54
图表 127: 光迅科技累计涨跌幅	54
图表 128: 2010-2013 天线、射频厂商 PE (TTM) 最高最低值	55
图表 129: 2008 年至今标的/指数涨幅统计	55
图表 130: 细分领域重点标的	56
图表 131: 基站无线侧受益标的投资总结	56
图表 132: 细分领域重点标的	57
图表 133: 终端手机无线侧投资建议总结	57
图表 134: Kathrein 提供包括移动通信、商务解决方案、广播、汽车、特殊通信等在内的产品和解决方案 ..	58
图表 135: Kathrein 的全球布局	58
图表 136: CommScope 营收及增速	59
图表 137: CommScope 净利润及增速	59
图表 138: 2017 年 CommScope 收入构成	59
图表 139: 高通公司的发展历程	60
图表 140: 2018 财年高通营收 227.32 亿美金, 同比增长 1.98%	60
图表 141: 2018 财年高通净利润-48.64 亿美金, 同比下滑-297%	60
图表 142: 2018 财年高通毛利率 54.94%, 同比下滑 1.13pct	61
图表 143: 2018 财年高通净利率-21.4%, 同比下滑-32.46 pct	61
图表 144: 博通有限的发展历程	61
图表 145: 2018 财年博通有限营收 208.48 亿美金, 同比增长 18.21%	62
图表 146: 2018 财年博通有限净利润 122.59 亿美金, 同比增长 624.53%	62
图表 148: 2018 财年 Skyworks 营收 38.7 亿美金, 同比增长 5.93%	63
图表 149: 2018 财年 Skyworks 净利润 9.18 亿美金, 同比下滑-9.09%	63
图表 150: 2018 财年 Skyworks 毛利率 50.43%, 同比持平	63
图表 151: 2018 财年 Skyworks 净利率 23.74%, 同比下滑 3.93pct	63
图表 153: 2018 财年 Qorvo 营收 29.7 亿美金, 同比下滑 1.95%	64
图表 154: 2018 财年 Qorvo 净利润-0.4 亿美金, 同比下滑-143%	64
图表 155: 村田公司产品示意图	64
图表 156: 村田公司主要财务数据 (Years Ended March 31)	65
图表 157: 村田公司 2018 财年收入构成 (按产品)	65
图表 158: CTS 公司产品范围示意图	65
图表 159: CTS 公司主要财务数据	65
图表 160: CTS 2017 年按行业分类收入结构	65
图表 161: Cree 的产品线类别	66
图表 162: Cree 的收入、经营利润和净利润	66
图表 163: Cree 2018 财年收入结构	66
图表 164: TDK 的净销售额、经营收入和净利润	67
图表 165: TDK 2018 财年净销售额结构	67
图表 166: TDK 全球设计制造和销售网络	67
图表 167: TDK 的产品类别	68
图表 168: TE 公司产品类别示意图	68
图表 169: TE 净销售额和净利润	69
图表 170: TE 2018 财年收入结构	69
图表 171: Amphenol 营收和净利润	69
图表 172: Amphenol 2017 年收入结构	69
图表 173: 安费诺近年来主要收购企业	70
图表 174: RADIAL 的产品类型	70
图表 175: RADIAL 销售额和净利润	71
图表 176: RADIAL 2016 年按应用领域分类的收入结构	71
图表 177: RADIAL 的全球布局	71

5G 是铸就新时代产业的基石

5G 将支撑信息时代再次升级

通信技术迭代是推动社会发展核心因素之一。纵观历史，人与人之间的沟通交流方式发生了翻天覆地的变化，从原始的书信交流到 1876 年的第一个电话打通，到 1973 年第一个大哥大打通第一个移动电话，千禧年之后半导体及通信技术迅速发展，苹果 iPhone 强势登场，宣布世界正式进入移动互联网时代。移动应用场景也从简单的语音通话功能扩展到现在的在线视频/游戏、移动支付等更多场景，可以发现，通信技术迭代是推动社会发展核心因素之一。

图表1： 通信技术迭代是推动社会发展主要因素之一



资料来源：Yole、华泰证券研究所

5G 将创造更多新生态，是新时代产业的基石。相比于 4G，5G 将是移动通信技术的一次变革。如果说 2G 到 3G 实现了业务由通信向个人应用的跨越，那么 4G 向 5G 则将带来更多场景的连接，5G 不仅考虑人与人，也将全面覆盖人与物、物与物。主要是因为 5G 提供了三大应用场景，在 4G 移动宽带的基础上增加了海量物联网（eMTC）和高可靠低时延（uRLLC）的需求。正是这样的变化，相比于 4G 的“修路”，5G 则是“造城”，将打造出更多的行业融合应用及新生态，是铸就新时代产业的基石。

图表2： 5G 三大应用场景



资料来源：中国移动研究院、华泰证券研究所

图表3： 5G 将诞生更多的新生态



资料来源：中国移动研究院、华泰证券研究所

2019年为5G元年

5G 成为当前全球移动通信行业最为热门的话题，从技术路径的演进和政策推动的维度去看，我们认为 5G 发展的可预见性高。一方面，过去二十年从 2G 到 3G 以及从 3G 到 4G，移动通信技术的更迭遵循“十年定律”。自瑞典运营商 TeliaSonera 于 2009 年 12 月推出 4G 商用网络以来已经过去 9 年时间，5G 将逐渐登上历史舞台。另一方面，从我国通信行业发展的历史机遇来看，5G 有望成为我国通信产业实现全球引领的关键时点。在此背景下，政策不断加码，确保我国 5G 如期商用。

(1) 移动通信十年定律，2019 年有望成为 5G 元年

移动通信十年定律，2019 年为 5G 元年。通过总结过去 20 年移动通信技术的发展可以看到，每隔十年便有新一代的移动通信技术进入商用。2000 年 12 月，日本以招标的方式颁发 3G 牌照，并于 2001 年 10 月由 NTT DoCoMo 开通全球首个 WCDMA 服务，标志 3G 技术进入商用阶段。2009 年 12 月，北欧运营商 TeliaSonera 率先完成了 4G 网络的建设，为瑞典首都斯德哥尔摩、挪威首都奥斯陆提供 4G 服务，标志着 4G 网络进入商用阶段。从技术发展的路径来看，5G 是移动通信技术发展的下一站。

图表4：移动通信技术发展时间轴



资料来源：《NTT DoCoMo 3G 网络的发展和运维》、网易科技、C114、华泰证券研究所

图表5：不同代际通信技术典型速率及应用场景

移动通信技术	典型速率	主要应用场景
2G	上行：2.7Kbps；下行：9.6Kbps	2C：语音
3G	CDMA2000。上行：1.8Mbps；下行：3.1Mbps	2C：语音+移动宽带
4G	TD-LTE。上行：50Mbps；下行：100Mbps	2C：语音+移动宽带
5G	4G 的 20 倍左右	2C：语音+移动宽带；2B：低时延高可靠；广覆盖大连接

资料来源：ITU、华泰证券研究所

3G 启幕移动互联网，中国通信产业初登世界舞台。从技术升级的角度上看，3G 相比于 2G 在上下行传输速率上有了显著的提升，并推动运营商业务由数字语音低速数据传输向数字语音中高速数据传输升级。应用类型方面，则由 2G 时期的邮件收发向在线音频等扩展，移动互联网时代大幕开启。在 3G 时期我国通信产业链实现了从无到有的突破：TD-SCDMA 成为全球 3G 三大标准之一，在芯片、仪表等环节也逐渐填补了产业空白。

图表6: 3G商用简史



资料来源：《数字通信世界》、ITU、工信部、华泰证券研究所

4G 奠定移动互联网黄金十年基础，中国通信产业实现群体突破。4G 相比于 3G，实现了移动带宽增强，运营商的业务从 3G 时期的数字语音及中高速数据传输向全 IP 语音和移动宽带升级。与此同时，伴随着智能终端的普及，越来越多基于移动宽带的应用推出，移动互联网发展迎来黄金十年。在 4G 时期，我国通信产业链逐渐从边缘走向主流，TD-LTE 成为全球两大 4G 标准之一，并带动产业链实现群体突破。

图表7: 4G商用简史



资料来源：ITU、工信部、华泰证券研究所

(2) 政策助力，主流运营商加速 5G 商用

标准落地，全球 5G 商用进入倒计时。标准确定是 5G 商用的前提，2018 年 6 月，3GPP 正式冻结 5G 独立组网标准，也宣告 5G 商用进入倒计时。全球 5G 标准制定可以分为三步走：第一步已于 17 年年底完成，其标志性事件为非独立组网标准的冻结。第二步以独立组网标准冻结而宣告结束。前两步完成之后，5G 国际标准的大部分内容已经确定，同时产业链的相关方可以进行 5G 商用设备的研发定型和生产。

我国 5G 商用进程已完成频谱分配，开启预商用序幕。频谱分配是 5G 商用进程中的关键节点，18 年 12 月初，国内三大运营商正式获得全国范围 5G 中频段试验频率使用许可，其中中国移动获 2515MHz-2675MHz、4800MHz-4900MHz 频段的 5G 试验频率资源；中国联通获 3500MHz-3600MHz 共 100MHz 带宽的 5G 试验频率资源。中国电信获 3400MHz-3500MHz 共 100MHz 带宽资源。我们认为本次全国范围内 5G 中低频段频谱使用许可的发放，为运营商开展 5G 系统组网试验奠定了基础，开启了我国 5G 预商用序幕。

图表8：我国 5G 频谱分配方案

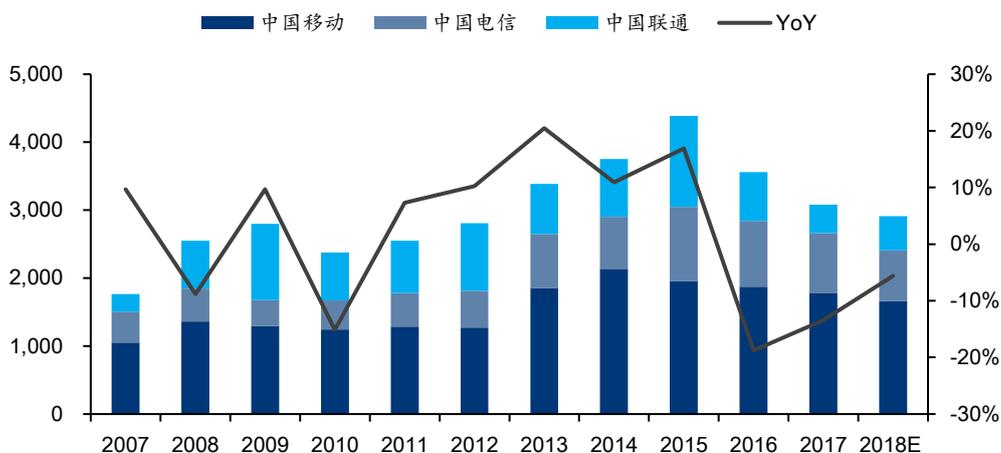


资料来源：证券时报、Huawei Technology、华泰证券研究所

资本开支边际向好有望驱动行业盈利改善

2018 年资本开支达到 4G 周期谷底，2019 年 5G 元年资本开支边际向好有望驱动行业盈利改善。从我国移动通信网络发展进程来看，当前处于 4G 建设周期的尾声。三大运营商资本开支总和在 2015 年达到峰值之后，于 2016 年和 2017 年连续两年下滑。根据年初运营商规划，预计 2018 年全年资本开支总额为 2911 亿，同比 2017 年实际完成值下滑 5.6%，为 4G 周期最低值。未来，5G 建设的启动有望推动运营商资本开支边际改善。

图表9：三大运营商资本开支（单位：亿元）



资料来源：Wind、华泰证券研究所

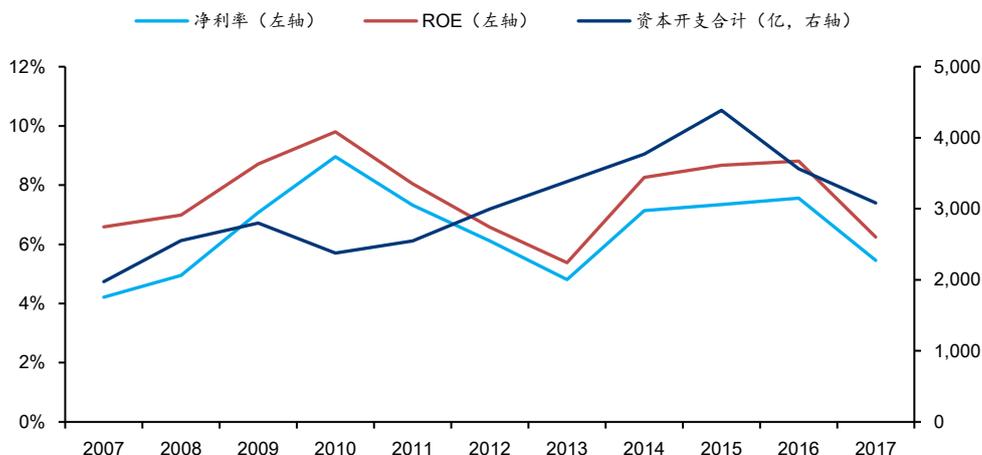
行业盈利能力与运营商资本开支相关性高，我们以申万通信为样本，剔除中国联通、中兴通讯及大唐等权重较大的公司，统计了行业净利率、ROE 和运营商资本开支的数据。整体来看，行业盈利能力的变化趋势（ROE、净利率）同运营商资本开支的变化趋势一致，同时行业 ROE 的峰值位置相对于运营商资本开支的峰值位置有一定的滞后性。具体来看：

1) 2006年~2009年间，运营商资本开支持续增长并驱动行业 ROE 提升，行业 ROE 峰值相比于运营商资本开支峰值延后一年，前者在 2010 年，后者在 2009 年。

2) 2013年~2017年间，运营商资本开支呈现上升再下降的趋势，行业 ROE 也随之波动，前者峰值在 2015 年达到，而行业 ROE 的峰值在 2016 年达到。

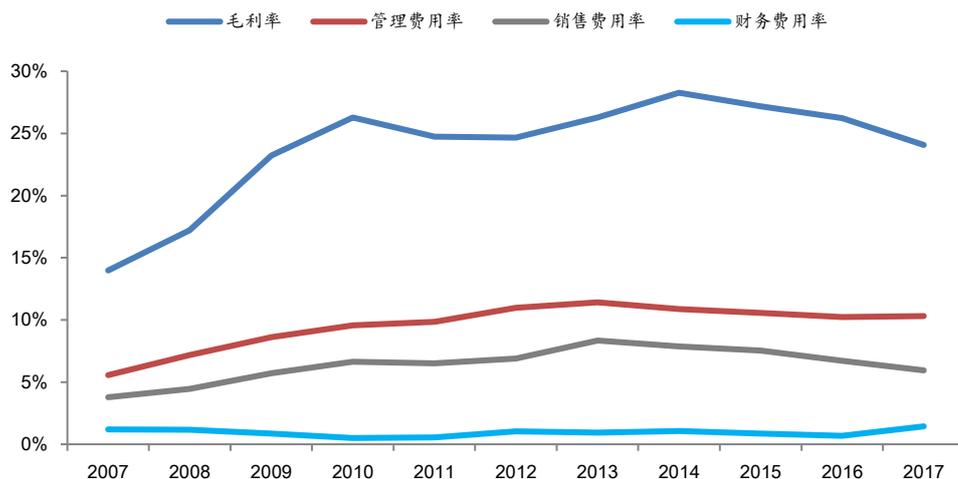
3) 需要指出的是，在 2011 年至 2013 年间，行业 ROE 和运营商资本开支的变动趋势并不一致，其主要原因在于运营商在此期间推进全国 FTTH 建设，相关产品的毛利率低于移动网络产品，并且此时产业链相关方相继为 4G 投入研发，导致管理费用提升。在两者的共同影响下，行业的净利率和 ROE 呈现下滑趋势，直到 2014 年 4G 网络建设的启动，才带动行业 ROE 改善，重新回到上升通道。

图表10：通信行业净利率、ROE 和运营商资本开支



资料来源：Wind、华泰证券研究所

图表11：通信行业毛利率、管理/销售/财务费用率



资料来源：Wind、华泰证券研究所

从 2018 年运营商资本开支规划来看，全年资本开支约为 2911 亿，为 4G 投资周期的底部。2018 年，在资本开支下滑以及中美贸易摩擦等影响下，对于通信产业的不利影响集中兑现。展望 2019 年，考虑到国内 5G 试商用启动以及中国移动低频重耕，运营商资本开支有望改善并推动行业盈利提升。

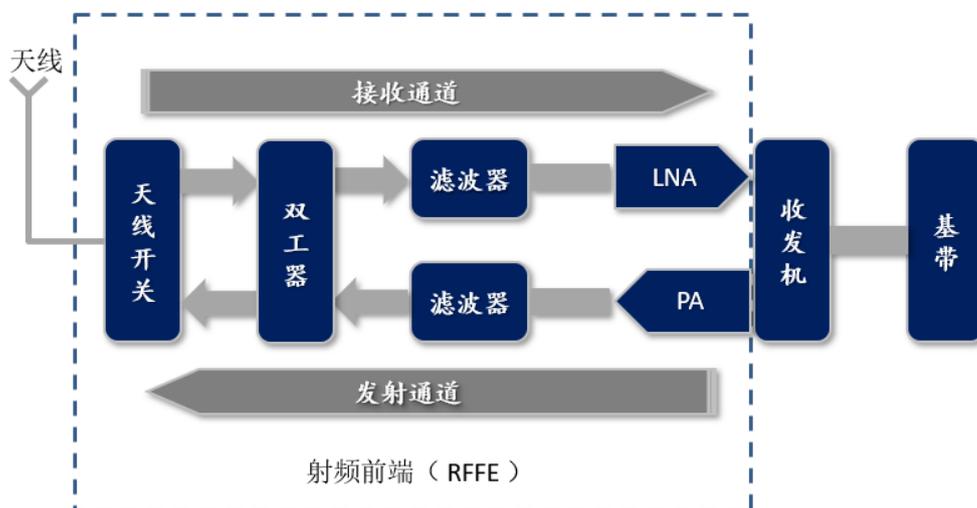
5G 时代无线射频侧迎来大变革

无线射频是通信设备/移动终端重要组成部分之一

无线射频主要由许多个射频器件组成，这些射频器件主要任务是负责将电磁波信号与二进制数字信号进行转换，我们将这些射频器件组成的部分统称为射频前端（RFFE）。电磁波信号即天线与天线之间传播的无线电信号，这些信号频率较高，需要做预处理（滤波、移频、放大等），才能作为基带芯片输入端信号；反方向看，基带芯片产生的二进制数字信号也需要进行处理才能转化为无线电信号。可以发现，**射频前端是通信设备/移动终端重要组成部分之一，它的性能直接决定了通信质量的好坏。**

射频前端介于天线部分与收发机之间。按照方向来看，分为发射通路和接收通路。其中发射通路的器件主要包括功率放大器（PA）、滤波器（Filters/Duplexers）及天线开关（RF Antenna Switch）等。接收通路的器件主要包括低噪声放大器（LNA）、滤波器（Filters/Diplexers）、射频开关（RF Switch）及天线开关（RF Antenna Switch）等。

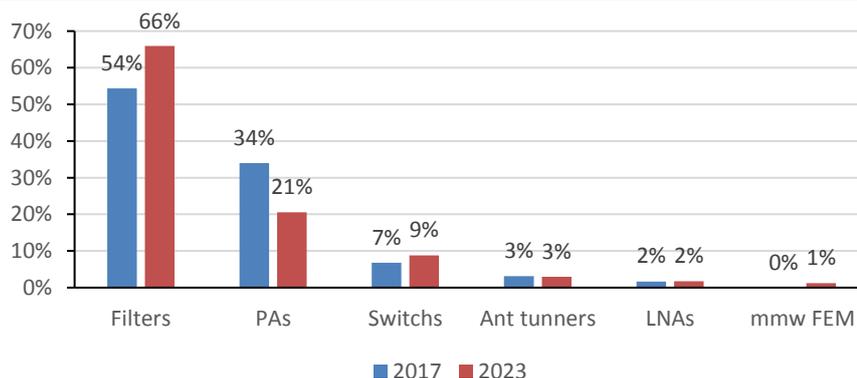
图表12：通信设备/移动设备射频组成部分示意图



资料来源：华为，华泰证券研究所

根据法国市场研究与战略咨询公司 Yole Development 报告显示，到 2023 年，手机终端射频器件全部市场规模中，滤波器占比最大将达到 66%，功放占比第二大将达到 21%，这两者比例之和接近 90%。

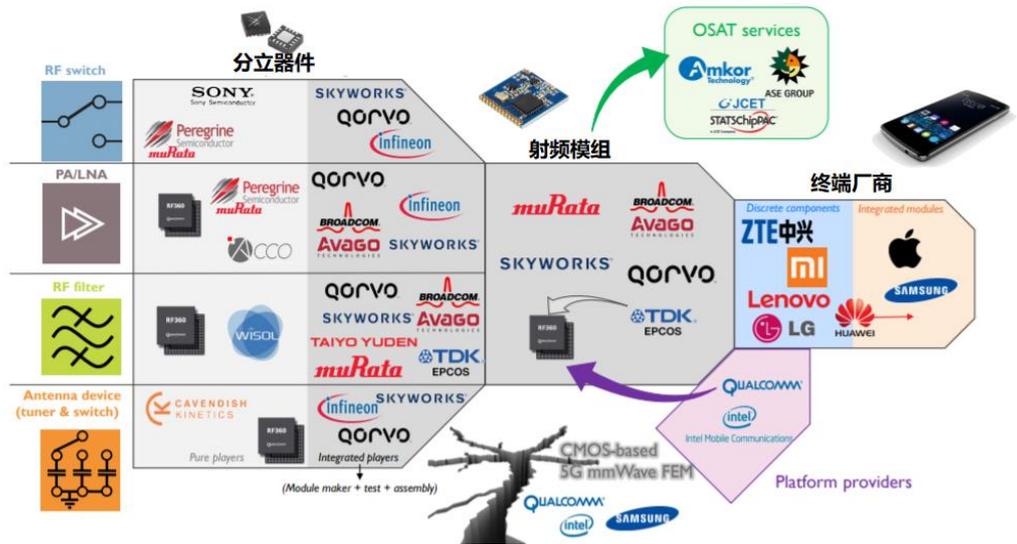
图表13：手机终端射频器件市场占比情况



资料来源：Yole，华泰证券研究所

按照设备中产品形态来看，射频器件可分为分立器件和射频前端模组。分立器件就是上文提到的功放、滤波器、天线开关等各个独立器件；随着通信技术的进步，集成化和小型化技术趋势使得射频前端模组得到推崇，越来越多的厂家推出射频前端模组产品。

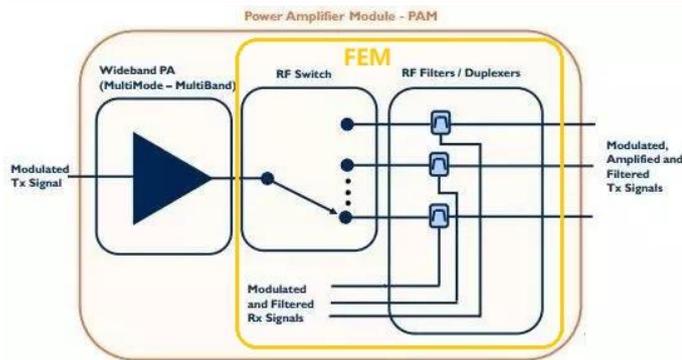
图表14： 射频分立器件和射频模组核心供应商



资料来源：Yole，华泰证券研究所

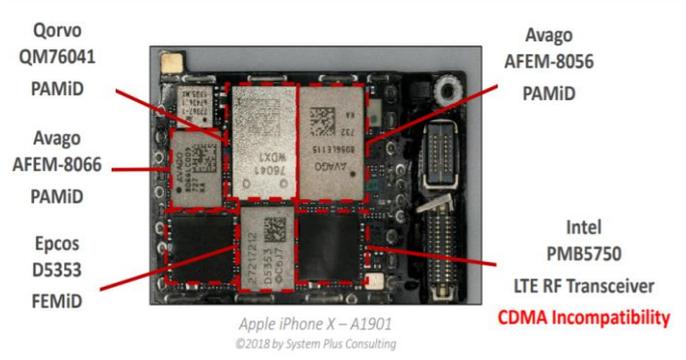
按照集成度，手机终端设备射频前端模组可以分为高、中、低集成度模组。高集成度产品主要有 PAMiD 和 LNA Div FEM，主要用于中高端手机；中度集成产品主要有 FEMiD、PaID、SMMB PA 及 MMMB PA 等。举例来看，iPhone X 中采用了 Qorvo 的 PAMiD，Avago 的 PAMiD，以及 Epcos 的 FEMiD。PAMiD 属于高集成度产品，主要集成了多模多频的 PA、RF 开关以及滤波器等，FEMiD 属于中度集成产品，主要集成了开关和滤波器等。

图表15： PAM 前端模组内部组成示意图



资料来源：Yole、华泰证券研究所

图表16： Iphone X 中用到的射频前端模组示意图

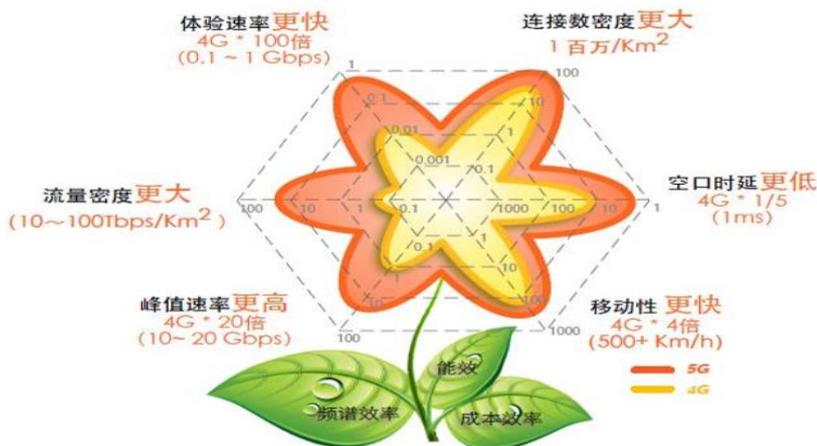


资料来源：Yole、华泰证券研究所

5G 需求推动无线射频技术革新

5G 时代带宽、时延、同步等性能全面提升。ITU 为 5G 定义了三类典型应用场景：增强移动宽带（eMBB）、海量物联网业务（mMTC）和超高可靠性超低时延业务（URLLC）。三大应用场景对 5G 网络的性能提出了更高、更全面的要求。根据《中国电信 5G 技术白皮书》，未来 5G 网络的移动数据流量相对于 4G 网络将增长 500~1000 倍，典型用户数据速率可提升 10~100 倍，峰值传输速率可达 10 Gbit/s 或更高，端到端时延缩短了 5~10 倍，网络综合能效提升了 1000 倍。

图表17: 5G 时代带宽、时延、同步等性能全面提升



资料来源: 中国移动、华泰证券研究所

网络性能和覆盖能力的提升，推动 5G 技术大升级。如上文所述，5G 将在网络带宽、连接密度、时延、同步、成本和效率上有更高的要求，5G 网络在无线侧需进行技术升级。主要变化有：1) 国内 5G 部署在 sub-6GHz 频段，带宽大幅增加；2) 5G 空口需引入大规模阵列天线技术（Massive-MIMO）。

图表18: 5G 对网络技术升级的要求

	性能需求	技术升级需求
无线侧	速率&容量提升	频率升高、多天线、更高阶调制等
	覆盖提升	多天线、SUL/CA、终端高功率等
	灵活部署&时延降低	灵活帧结构、短调度、短 TTI 等
有线侧	速率&容量提升	eCPRI、25G/50G/100G 等
	超低延时	FlexE、边缘云计算等
	网络切片&灵活组网	NSA/SA、SDN、FlexE、SR 等

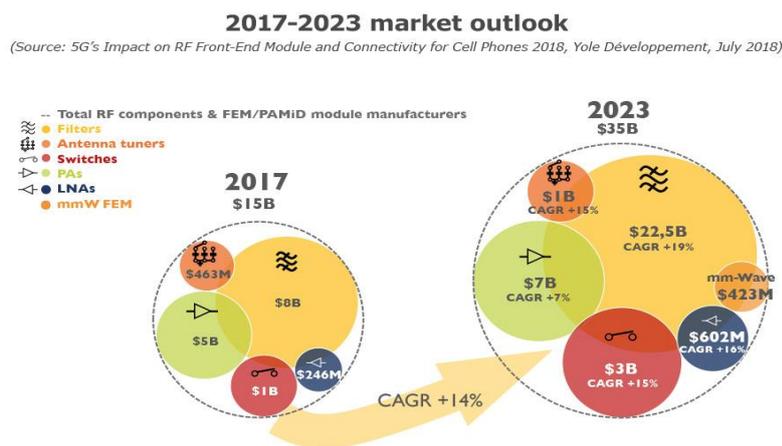
资料来源:《中国电信 5G 技术白皮书》、华泰证券研究所

5G 为射频前端产业提供更大的市场机会

5G 为射频前端产业提供更大的市场机会。随着终端支持的无线连接协议越来越多，从最初的 2G 网络到现在的 NFC、2G/3G/4G 网络、WiFi、蓝牙、FM 等，通信终端的射频器件单机价值量增长了数倍。展望未来，4G 的渗透率尚未饱和，渗透率提升将继续驱动射频器件单机价值量增长。另外 5G 通讯为射频器件行业带来新的增长机遇，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。

根据法国市场研究与战略咨询公司 Yole Development 报告显示，移动设备以及 WiFi 连接部分整体射频前端市场规模将从 2017 年 150 亿美元增长到 2023 年 350 亿美元，年复合增长率达到 14%。其中作为射频前端最大市场的滤波器从 2017-2023 年将几乎增长 3 倍，复合增长率达到 19%。

图表19： 移动终端中射频前端 2017-2023 年复合增长率达到 14%



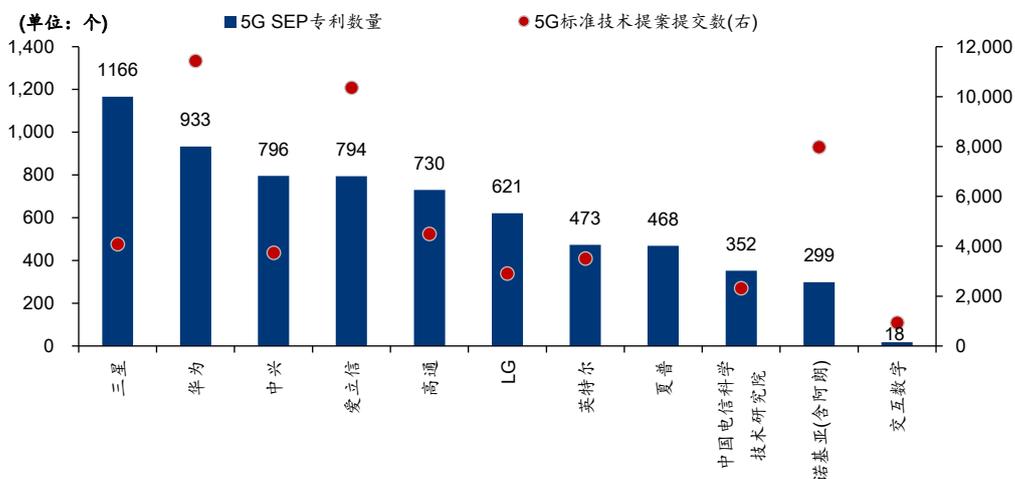
资料来源：Yole, 华泰证券研究所

无线产业链中国话语权不断提升

国内企业位于 5G 专利第一梯队，是产业做大做强的坚实基础

中国企业在 5G 专利和标准制定方面的话语权不断提升。回顾历史，我国在通信技术标准方面经历了 2G 空白、3G 跟随、4G 同步的发展路径。在 5G 标准制定中，以华为、中兴等为首的中国企业已经进入第一梯队。2018 年 12 月 12 日，德国专利数据公司 IPlytics 发布了一份 5G 专利报告。在拥有 5G SEP 专利（Standards-Essential Patents，即标准必要专利）数量上，三星、华为、中兴分别以 1166、933、796 的专利数量位列前三位，此外，中国电信科学技术研究院拥有 352 项 5G SEP 专利位列第九位；为 5G 标准做出技术贡献排名中，前十位中中国企业占据 4 位，分别为华为（第一）、海思（第三）、中兴（第七）、中国电信科学技术研究院（第十）。

图表20： 5G SEP 专利数量和 5G 标准技术提案提交数

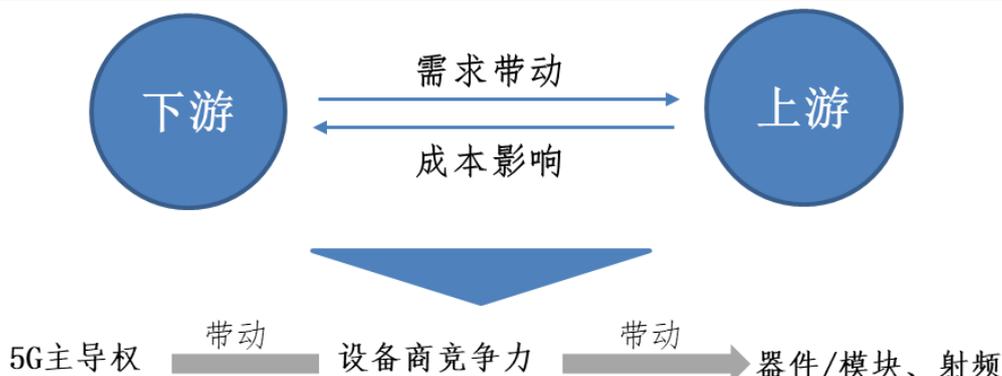


注：SEP，标准必要专利，如果厂商提交的技术提案里的专利是不可替代的，或者在产品根据标准开发时，在技术层面上无法避开，那么这些专利成为标准必要专利

资料来源：IPlytics，华泰证券研究所

标准话语权的提升是产业做大做强的基础。正所谓一流企业做标准，标准制定话语权的提升，也意味着未来 5G 核心技术将由国内企业主导，我国通信产业链在 5G 时期有望实现从主流到主导的转变，全面引领 5G 技术、标准、产业以及跨行业应用。展望未来，在中兴/华为带领下，国内 ICT 产业链公司在技术和市场地位方面有望不断提升；同时，上下游企业的壮大，也有助于提升国内 ICT 产业链综合实力。

图表21： 5G 标准主导权的提升带动整个产业竞争力的提升

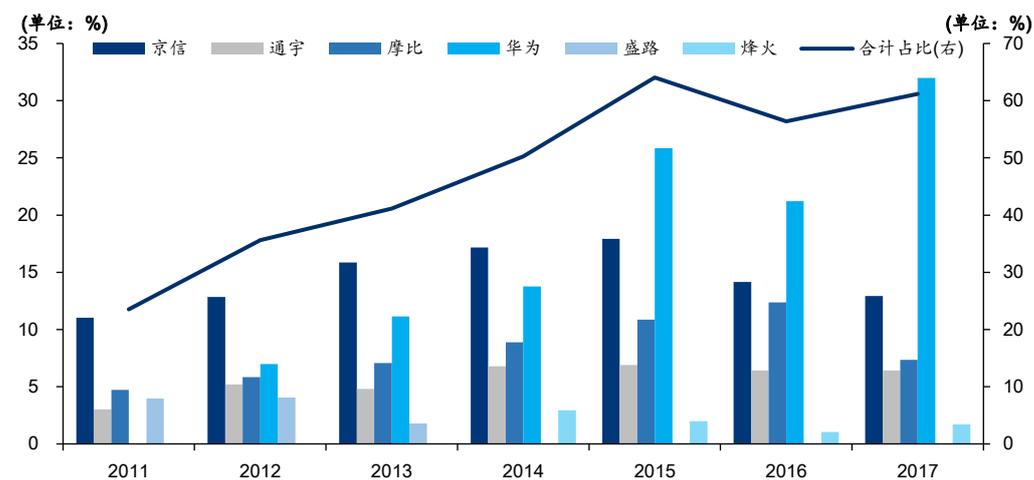


资料来源：华泰证券研究所

国内无线通信上游企业伴随国内 ICT 厂商成长，国内上游产值占比不断提升

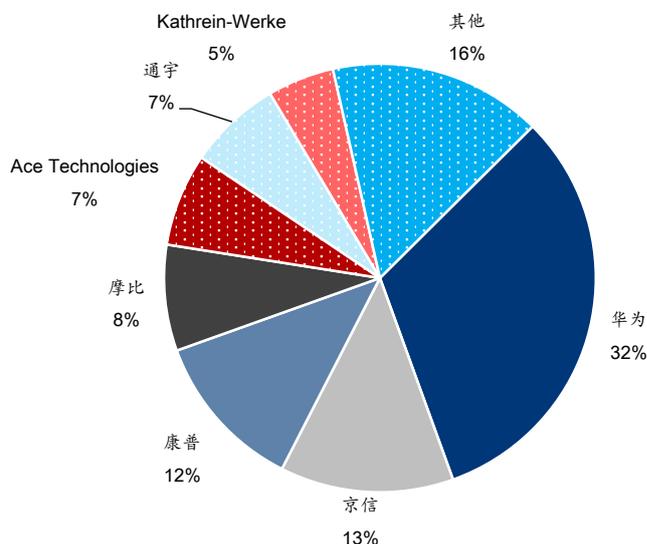
天线市场国内厂商占比提高，2017 年仅华为一家天线份额占比为 32%。根据 EJL 的数据，国内天线厂商份额占比提高明显，2017 年，全球宏基站天线发货量为 453 万，前十大天线厂商中中国企业占半数席位，发货量占比超过 60%。其中，华为的天线市场份额占比为全球最高，约 32%，京信通信占 13%，摩比占 8%，通宇占比约 7%。

图表22：中国主要宏基站天线厂商市场份额占比



资料来源：EJL Wireless Research，华泰证券研究所

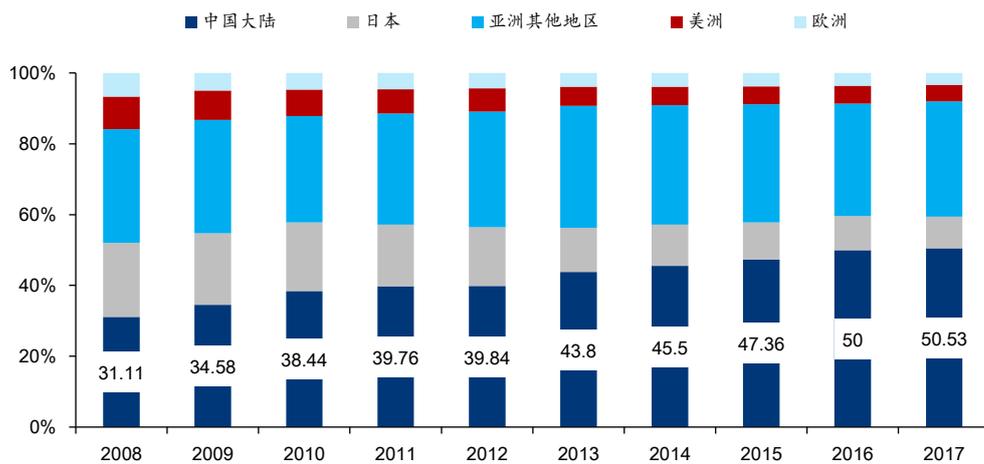
图表23：2017 年全球宏基站天线市场份额



资料来源：EJL Wireless Research，华泰证券研究所

国内 PCB 厂商崛起，17 年中国大陆 PCB 产值全球占比超 50%。起初，中国大陆 PCB 产值主要来自于外资企业的在华产能，随着国内对 PCB 需求的增长、国内 PCB 产业的发展，我国本土 PCB 厂商发展十分迅速。根据 Prisma 的数据，中国大陆 PCB 产值逐年提高，到 2017 年已占到全球总产值的 50% 以上。根据 Prisma 最新统计，2017 年，我国首次有两家内资 PCB 企业进入全球前 20 强 PCB 企业名单，分别为东山精密（收购 MFLEX，主要做 FPC）12 名、深南电路 19 名，填补了多年来我国本土 PCB 企业在行业第一梯队的空缺。

图表24：全球 PCB 产值占比



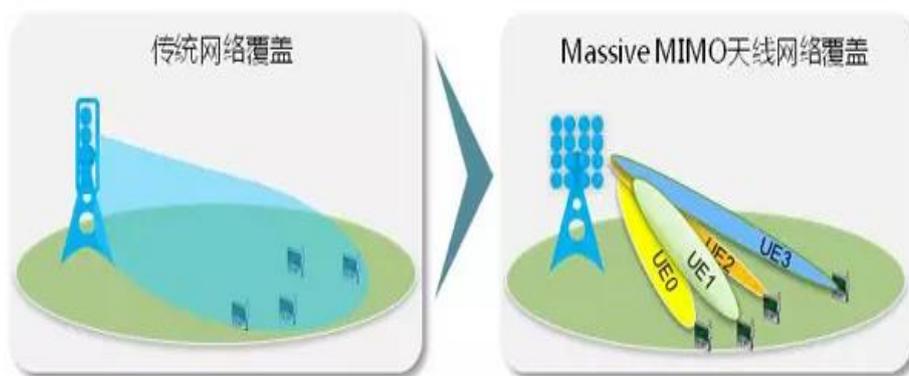
资料来源：Prismark，华泰证券研究所

基站无线射频侧产业链分析

5G 天线射频端迎来新机遇

5G 基站引入大规模阵列天线。Massive MIMO，即大规模 MIMO（Multiple-input Multiple-output，多输入多输出）技术，旨在通过更多的天线大幅提高网络容量和信号质量，原理上可类比高速公路拓展马路道数来提高车流量。采用 Massive MIMO 的 5G 基站不但可以通过复用更多的无线信号流提升网络容量，还可通过波束赋形大幅提升网络覆盖能力。波束赋形技术通过调整天线增益空间分布，使信号能量在发送时更集中指向目标终端，以弥补信号发送后在空间传输的损耗，大幅提升网络覆盖能力。相比较 4G 基站，采用支持大规模阵列天线技术的 AAU 是 5G 基站成本大幅增加的主要原因。

图表25： Massive MIMO 天线网络覆盖与传统网络覆盖



资料来源：华为 5G 宣传材料、华泰证券研究所

天线尺寸与频率相关，5G 天线或以 64 通道为主。根据无线通信原理，为了保证天线发射和接收转换效率最高，一般天线振子的间距必须要大于半个无线信号波长，而无线信号波长与无线信号频率成反比（ $\lambda=c/f$ ，其中 c 为光速， f 即无线信号频率），即当信号频率越高，信号波长越小。未来国内 5G 频段或以 3.5GHz 和 2.6GHz 为主，根据此频段得出半个波长大概是 4.3cm/5.8cm。根据目前的 5G 测试来看，目前采用 64 通道的 Massive MIMO 技术是各个设备商的主流测试选择。虽然通道数越多，网络的性能越高，但综合考虑天线尺寸大小/重量、天线性能以及成本因素，目前运营商也在考虑低成本的 Massive MIMO 方案—16 通道。我们认为，5G 前期如果 64 通道天线成本未下降到运营商接受的范围内，可能运营商在满足部署和容量的情况下优先考虑 16 通道方案。

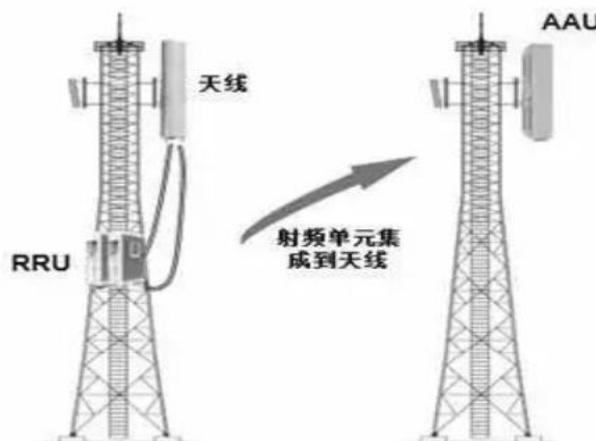
图表26： 中兴 64T64R 5G 基站天线实物范例（外观尺寸大概在 800*400mm）



资料来源：2018 MWC 上海展、华泰证券研究所

5G 基站架构发生较大变化，天线有源化趋势明显。4G 宏基站主要分三个部分：天线、射频单元 RRU 和部署在机房内的基带处理单元 BBU。5G 网络倾向于采用 AAU+CU+DU 的全新无线接入网构架，如下图所示。天线和射频单元 RRU 将合二为一，成为全新的单元 AAU (Active Antenna Unit, 有源天线单元)，AAU 除含有 RRU 射频功能外，还将包含部分物理层的处理功能。

图表27： 4G->5G 无源天线向有源天线进化



资料来源：Comba、华泰证券研究所

5G 时代，天线通道数增加以及天线有源化对天线设计提出更高要求，小型化及轻量化是基础。4G 时代，天线形态基本是 4T4R (FDD) 或者 8T8R (TDD)，根据目前测验的情况来看，5G 时代可能以 64T64R 大规模阵列天线为主。通道数同比增加了 7-15 倍，意味着天线对射频器件需求量同比增加了 7-15 倍，同时天线无源部分将与 RRU 合为 AAU，都对 5G 时代天线的体积及重量提出了更高的设计要求。4G 时代，无源天线+RRU 重量大概在 24-34kg，目前测试中的 5G AAU 重量大概在 45kg 左右，重量同比增加了 32%-88%。所以在 5G 天线集成化的趋势下，小型化及轻量化成为天线设计基础。

图表28： 典型基站尺寸重量对比表

类型	主流天线体积尺寸 (mm)	天线重量 (kg)	RRU 体积尺寸 (mm)	RRU 重量 (kg)	合计重量 (kg)
移动 4G	1285×309×130	12	400×300×100	12	24
	1650×320×145	22			34
联通 4G	1310×380×65	16.5	400×300×100	14	31.5
	1310×265×86	14.5			28.5
电信 4G	1310×265×86	14.5	400×300×100	14	28.5
	1515×265×145	19.2			33.2
5G AAU	体积尺寸 (mm) : 799×399×161, 重量 (kg) : 45				45

注：5G AAU 为国内某家设备商方案设备

资料来源：京信通信、华泰证券研究所

大规模阵列天线带动射频组件需求量大幅增加。如上文所述，我们预计 5G 商用宏基站将以 64 通道的大规模阵列天线为主。天线单元主要包括天线罩、辐射单元和校准网络综合板三个部分。从当前 5G 产品的研发现状来看，为实现波束赋形等新技术，我们预计未来 64 通道的天线阵列将容纳 64 个功率放大器、64 个开关、64 个锁相环、64 个低噪声放大器和 64 个滤波器等器件。我们认为，射频组件需求的提升将大幅提升基站射频行业的市场空间，高度的集成化需求，也将推动滤波器、功率放大器等射频组件工艺进一步升级，产品将更加的小型化。

图表29： 5G 时期国内基站天线射频侧市场空间测算汇总

时间	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	合计
年新增基站数(万站)	5.1	76.0	106.3	146.9	91.2	45.6	35.4	506.4
新建比例 (%)	1.0%	15%	21%	29%	18%	9%	7%	100%
天线市场规模 (亿元)	12.2	155.0	184.4	216.5	114.2	48.5	37.7	768.4
塑料振子市场规模 (亿元)	1.0	13.0	15.5	18.2	9.6	4.1	2.7	64.1
滤波器市场规模 (亿元)	5.7	72.8	86.7	101.7	50.9	20.5	12.8	351.1
AAU PCB 市场规模 (亿元)	4.6	69.3	97.0	133.9	83.1	41.6	32.3	461.8
PA 市场规模 (亿元)	7.6	108.2	144.0	188.9	111.4	52.9	39.1	652.0
连接器市场规模 (亿元)	1.5	19.2	22.8	26.8	14.1	6.0	4.0	94.4

注：天线指的是 AAU 中无源天线+滤波器

资料来源：华泰证券研究所

大规模阵列天线驱动 5G 天线价值量提升

采用 Massive MIMO 的 5G 大规模天线不仅仅是数量的增加，天线的形式也将由无源转向有源，可实现各个天线振子相位和功率的自适应调整，显著提高 MIMO 系统的空间分辨率，提高频谱效率，从而提升网络容量。另外，多天线的动态组合也可适用于波束赋形技术，从而让能量较小的波束集中在一块小型区域，将信号强度集中于特定方向和特定用户，提高覆盖范围的同时提升用户体验。因此，由于 Massive MIMO 技术的采用，导致 5G 规模阵列天线复杂度的大幅提升，产品的价格也因此而大幅上涨。

与 4G 相比，大规模阵列天线的价格预计将大幅上升。与市场的普遍认知不同，天线的价格与天线单元数目的多少并非简单的线性关系。以 4G 天线为例，近期常用的 4 通道 FDD 电调天线售价约在 1400 元每副，8 通道 TDD 电调天线的售价约为每副 2000 元，而到了 5G 时代，据当前实验用 5G 基站的成本分析，初期 64T64R 规格的大规模阵列天线的天线单元（上游天线厂商制造部分）每扇区售价较贵，我们预计商用初期天线（AAU 中无源天线+滤波器）采购价将达到 8000 元左右，随着规模量产，我们预计未来每扇区的平均价格有望下降至 3500 元左右，但相较于 4G 时期的平均天线价格仍然有较大幅度的提升。

5G 天线市场空间同比增长 124%~324%。假设 5G 建设周期为 2020-2025 年，预计建设高峰期（2020-2023 年）宏基站天线市场每年空间可达 114.2-184.4 亿元；相较 4G 建设高峰期国内平均每年约 50 多亿元（高峰期 4G 基站一年建设数为 100 万站，单幅天线平均价格 1700 元）的宏基站天线市场，5G 市场空间同比增长 124%~324%。

图表30： 5G 时期国内基站天线规模测算（假设建设周期为 2020-2025 年）

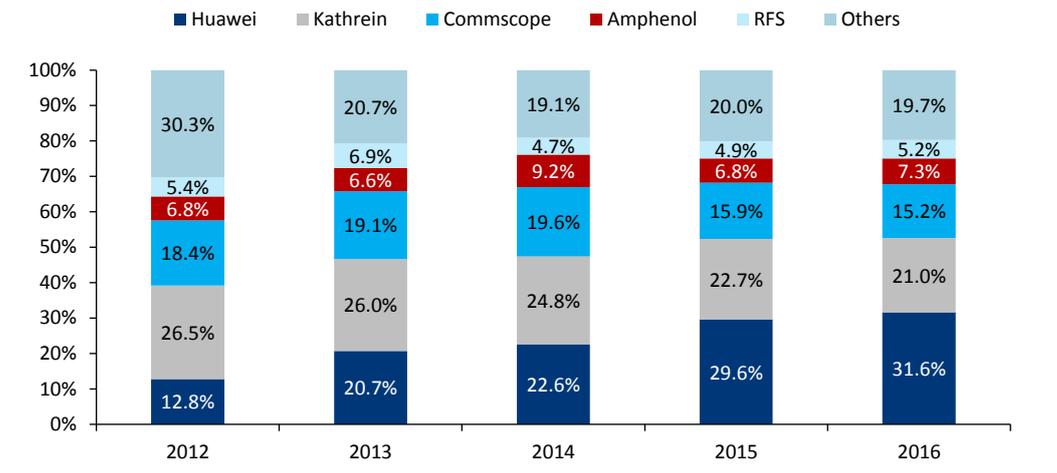
时间	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	合计
年新增基站数(万站)	5.1	76.0	106.3	146.9	91.2	45.6	35.4	506.4
新建比例 (%)	1.0%	15%	21%	29%	18%	9%	7%	100%
单扇区平均价格 (元)	8000	6800	5780	4913	4176	3550	3550	
国内天线市场规模 (亿元)	12.2	155.0	184.4	216.5	114.2	48.5	37.7	768.4

注：天线指的是 AAU 中无源部分+滤波器

资料来源：华泰证券研究所

与基站设备商深度合作的天线制造商或将充分受益。4G 时代，华为跻身全球天线厂商第一。根据全球权威第三方研究机构 ABI Research 发布的 2017 年全球基站天线研究报告--《天馈现代化，引领移动宽带网络演进》，2012-2013 年，华为天线市场份额排名第二/第三，经历中国 4G 建设大潮，从 2015 年开始华为天线连续两年蝉联市场份额和技术创新及成果转化能力第一，引领全球天线产业发展。其中 2016 年各大厂商占比分别是华为 31.6%、凯瑟琳 21.0%、康普 15.2%、安费诺 7.3%、RFS5.2%，华为市场占有率比 2013 年有 10.9 pct 的提升。

图表31： 2012-2016 年全球移动基站天线市场份额占比



资料来源：ABI Research、华泰证券研究所

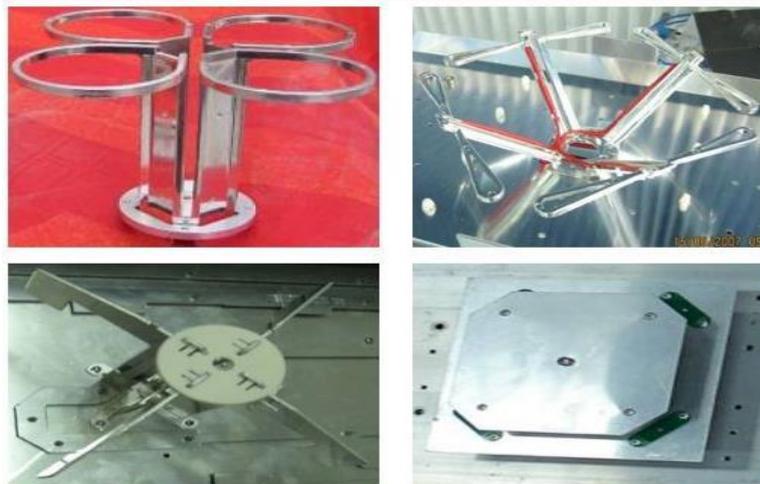
天线市场商业模式转变，市场份额向龙头公司集中。由于 5G 基站天线将与 RRU 融合形成新的单元 AAU，天线公司的下游客户将由以往的运营商转变为设备商。考虑到通信设备商的数量较少，目前市场的前四名（华为、诺基亚、爱立信、中兴）几乎垄断全球运营商无线通信市场份额（基站设备市场占比在 90% 以上），对于天线供应商来说下游将更为集中。因此，与设备商有深度合作，并且在大规模阵列天线有较多技术储备的龙头天线厂商将有望获得更多的市场份额。

天线方面建议关注与设备商深度合作的上游企业。随着 5G 时代来临，天线与基站设备实现更深层次的绑定，我们建议关注通宇通讯、世嘉科技、京信通信以及为华为公司天线产品提供精密加工服务的企业东山精密、鸿博股份（发布预案收购弗兰德 30% 股权）、立讯精密。

轻量化需求推动天线振子升级

天线振子是天线的核心部件。天线振子作为天线的主要组成部分，主要负责将信号放大和控制信号辐射方向，同样可以使天线接收到的电磁信号更强。根据天线的形态，天线振子形态也包括多种多样，有杆状、面状等；根据加工工艺，主要有钣金、PCB、塑料等。传统 4G 天线振子多以金属钣金为主。

图表32： 3/4G 传统钣金振子



资料来源：射频网、华泰证券研究所

Massive MIMO 需要更多的天线振子。从设备商测试情况来看，在热点高容量地区优先选择 64 通道的天线设备，同时因为 192 振子天线设备相比 128 振子在覆盖能力上能提升 1.7dB，目前设备商测试 64 通道天线大都采用 96 个双极化天线振子，即 192 个天线振子。相较于现有 4G 网络（视天线通道数的不同，一般为 10-40 个天线振子），5G 天线含有的振子数将大幅增加。虽然在高频段更容易降低天线振子间的间距，实现多天线的设计以及产品的小型化，但其复杂度相较于现网天线产品依然会大幅提升。如下图所示为 5G 大规模天线阵列原型机样图。

图表33： 64T64R 5G 大规模阵列天线板产品实物范例图



资料来源：KMW、华泰证券研究所

塑料天线振子或成为首选方案。天线振子加工方式主要有金属压铸/钣金、PCB 贴片和塑料振子，4G 时代更多以金属压铸/钣金方式加工，组装更多的靠人工，效率低下。5G 时代由于频段更高且采用 Massive-MIMO 技术，天线振子尺寸变小且数量大幅增长，综合考虑天线性能及 AAU 安装问题，塑料天线振子方案具有一定的综合优势。

图表34： 各种天线振子加工方式优缺点

加工方式	优点	缺点
金属压铸/钣金	传统方案成熟，电气性能和辐射性能好	人工安装成本高，重量大
PCB 贴片	重量小，成本低	损耗高，安装要求高
塑料振子	重量小，成本低，性能好	尚未规模量产

资料来源：Comba、华泰证券研究所

天线振子市场规模预计可达 **64.1 亿元**。一个基站需要三面天线，假设未来单面天线主流方案采用 192 振子，对应需要一个基站需要 $3 \times 192 = 576$ 个振子。考虑当前塑料天线振子还未大规模量产，根据调研，初始期一对振子大约 7 元，进入成熟期价格可能下降到 3 元/对。

天线振子作为 5G 天线主要组成部分，建议关注银宝山新、硕贝德、飞荣达。

图表35： 5G 时期国内塑料天线振子市场规模测算（假设建设周期为 2020-2025 年）

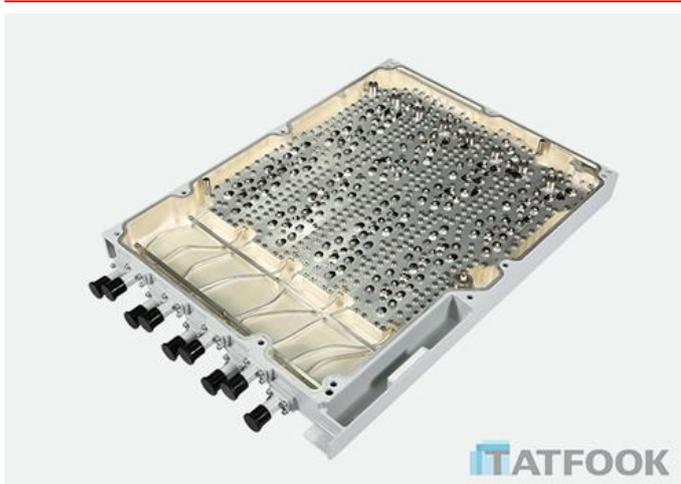
时间	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	合计
年新增基站数(万站)	5.1	76.0	106.3	146.9	91.2	45.6	35.4	506.4
新建比例 (%)	1.0%	15%	21%	29%	18%	9%	7%	100%
塑料振子平均价格 (元/个)	7	6	5	4	4	3	3	
国内塑料振子市场规模 (亿元)	1.0	13.0	15.5	18.2	9.6	4.1	2.7	64.1

资料来源：华泰证券研究所

小型化及轻量化推动陶瓷介质滤波器或成为主流方案

滤波器是射频单元核心器件之一。随着移动基站支持的网络频段越来越多，滤波器成为射频模块中不可获取的一部分，天线会将所有能接受到的频段信号都送往射频前端模块，但我们只希望选择特定频段的信号进行处理，这时候就需要滤波器来消除干扰杂波，让有用信号尽可能无衰减的通过，对无用信号尽可能的衰减。

图表36： 传统 3/4G 金属腔体滤波器



资料来源：大富科技，华泰证券研究所

图表37： 陶瓷介质波导滤波器



资料来源：苏州艾福电子，华泰证券研究所

5G 时代，天线通道数增加以及天线有源化对天线设计提出更高要求，小型化及轻量化是基础。4G 时代，天线形态基本是 4T4R (FDD) 或者 8T8R (TDD)，根据目前测验的情况来看，5G 时代可能以 64T64R 大规模阵列天线为主。通道数同比增加了 7-15 倍，意味着天线对射频器件需求量同比增加了 7-15 倍，同时天线无源部分将与 RRU 合为 AAU，都对 5G 时代天线的体积及重量提出了更高的设计要求。根据图表 30，4G 时代，无源天线+RRU 重量大概在 24-34kg，目前测试中的 5G AAU 重量大概在 45kg 左右，重量同比增加了 32%~88%。所以在 5G 天线集成化的趋势下，小型化及轻量化成为天线设计基础。

5G 或以陶瓷介质滤波器为主。3/4G 时期，金属滤波器凭借成熟的技术以及良好的性能成为那个时代的主流技术方案，进入 5G 时代设备商以及天线厂商也在研发小型化金属腔体滤波器来满足 5G 需求。根据草根调研，按照单通道计算，小型化金属腔体滤波器的重量平均比介质滤波器重 20%左右。正如上文所说，未来 5G 基站对器件的小型化及轻量化越来越重视，陶瓷介质滤波器在满足性能的前提下，凭借轻量化、抗温漂性能好以及小型化优势成为主设备商主要选择方案之一。考虑中国移动未来 5G 建设会基于 2.6GHz 频段，2.6GHz 16T16R 天线单通道功率要求相比 3.5GHz 频段 64T64R 天线更高，此时小型金属腔体滤波器更占优，因此 2.6GHz 频段下天线可能会选择小型金属腔体滤波器。

图表38：主设备商基站滤波器技术选择

运营商/设备商	2.6G	3.5G
华为	陶瓷介质	陶瓷介质
中兴	小型金属腔体	小型金属腔体/陶瓷介质
诺基亚	小型金属腔体	小型金属腔体
爱立信	小型金属腔体/陶瓷介质	小型金属腔体/陶瓷介质

资料来源：华泰证券研究所

介质波导相比介质腔体性能更好。陶瓷介质滤波器技术方案主要有介质腔体 (Monoblock) 和介质波导 (Waveguide)。因为介质腔体方案承受功率较小，性能相比介质波导差，目前陶瓷介质滤波器主流技术方案为介质波导。

图表39：基站滤波器技术方案性能比较

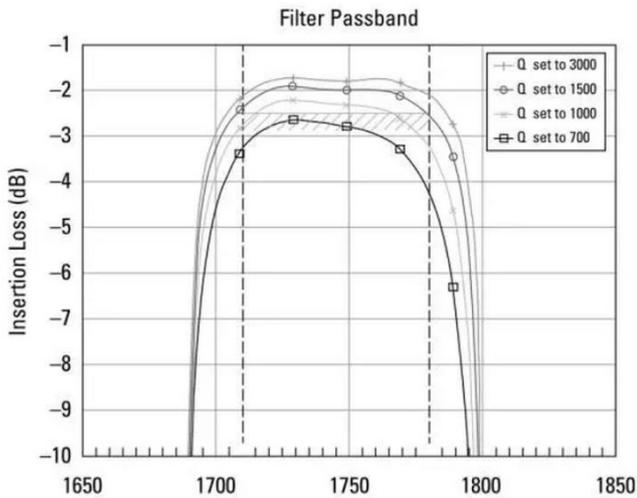
	小型金属腔体滤波器	介质腔体滤波器	介质波导滤波器
承受功率大小	高	低	中
大小	大	小	小
成本	高	低	中
Q 值	低	中	高

资料来源：华泰证券研究所

陶瓷介质滤波器性能由粉体配方及生产工艺决定。陶瓷介质滤波器性能主要由以下几个因素决定：

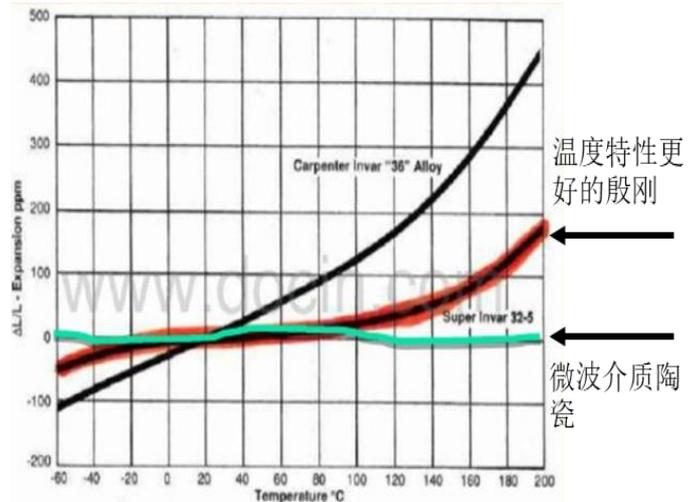
- 1) 品质因素 Q: Q 越大，则滤波器插入损耗越小，意味着选频特性越好，成本越低；当插入损耗为 1dB，则信号功率被衰减 20%，当插入损耗为 3dB，则信号功率被衰减 50%；
- 2) 介电常数 ϵ_r : 介电常数越高，有利于器件的小型化、集成化；
- 3) 谐振频率温度系数 f_t : 通信器件的工作温度是不断变化的，温度变化同样会引起谐振频率变化，该系数越小则温漂引起的谐振频率变化越小；

图表40: Q值越大滤波器插入损耗越小



资料来源: 半导体行业观察, 华泰证券研究所

图表41: 陶瓷介质抗温漂性能比金属材料好



资料来源: 高斯贝尔, 华泰证券研究所

陶瓷介质滤波器上游材料主要有二氧化钛 (TiO₂)、氧化锆 (ZrO₂)、氧化铝 (Al₂O₃)、碳酸钡 (BaCO₃) 等, 陶瓷介滤波器所需原材料量占整体上游原料比例较小, 因此这些原材料采购方便。根据产业链调研, 原料合成即陶瓷介质粉体材料配方是决定滤波器性能好坏的关键因素之一, 同时介质滤波器生产过程中需尽力控制工艺以制出杂质少、缺陷少、晶粒均匀分布的陶瓷, 因此陶瓷介质滤波器性能由粉体配方及生产工艺决定。

图表42: 陶瓷介质滤波器主要生产流程



资料来源: 佳利电子, 华泰证券研究所

目前国内滤波器厂商在 3/4G 都是以生产金属滤波器为主, 未来升级生产小型金属腔体滤波器难度较小。陶瓷滤波器产业链目前以华为为主导, 国内能够生产陶瓷介质滤波器的公司主要有未上市的灿勤科技, 上市公司中主要有东山精密 (艾福电子), 武汉凡谷, 风华高科 (国华新材料), 通宇通讯 (江佳电子) 以及北斗星通 (佳利电子), 港股上市公司京信通信表示也已经有介质波导滤波器生产能力。海外能够提供陶瓷介质滤波器主要有美国的 CTS 和日本的村田公司, 其中美国 CTS 为介质滤波器鼻祖。

根据上文描述, 运营商在 5G 实际建设中, 可能根据覆盖场景及容量要求选择不同多天线方案 (64T64R 或者 16T16R)。我们分别假设两种场景来测算滤波器市场弹性, 假设方案一: 16T16R 和 64T64R 建设比例各占一半, 对应小型金属腔体滤波器和陶瓷介质滤波器数量各占一半; 假设方案二: 64T64R 建设比例为 75%, 16T16R 为 25%, 根据上文, 16T16R 会选用小型金属腔体滤波器, 对应小型金属腔体滤波器比例为 25%, 陶瓷介质滤波器比例为 75%。

图表43： 5G时期国内滤波器市场规模测算（假设64T64R占比75%，16T16R占比25%）

时间	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	合计
年新增基站数(万站)	5.1	76.0	106.3	146.9	91.2	45.6	35.4	506.4
假设当年建设比例	1.0%	15%	21%	29%	18%	9%	7%	100%
介质滤波器基站数(万站)	3.8	57.0	79.8	110.1	68.4	34.2	26.6	379.8
介质滤波器单通平均价格(元)	70	60	51	43	34	28	22	
介质滤波器规模(64T64R, 亿元)	5.1	65.1	77.4	90.9	45.1	18.1	11.2	313.0
金属腔体基站数(万站)	1.3	19.0	26.6	36.7	22.8	11.4	8.9	126.6
金属腔体滤波器单通平均价格(元)	100	85	72	61	52	44	38	
金属腔体滤波器规模(16T16R, 亿元)	0.6	7.7	9.2	10.8	5.7	2.4	1.6	38.1
整体滤波器规模=介质+金属(亿元)	5.7	72.8	86.7	101.7	50.9	20.5	12.8	351.1

资料来源：华泰证券研究所

假设64T64R占比75%，市场空间同比增长89%~277%。在4G规模建设期间，根据滤波器的出厂价格进行测算，预计国内基站滤波器市场规模每年在27亿元左右，假设64T64R建设比例为75%，预计建设高峰期（2020-2023）宏基站滤波器市场空间每年可达约50.9-101.7亿元，相较4G规模建设期，市场空间同比增长89%~277%。

图表44： 5G时期国内滤波器市场规模测算（假设64T64R占比50%，16T16R占比50%）

时间	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	合计
年新增基站数(万站)	5.1	76.0	106.3	146.9	91.2	45.6	35.4	506.4
假设当年建设比例	1.0%	15%	21%	29%	18%	9%	7%	100%
介质滤波器基站数(万站)	2.5	38.0	53.2	73.4	45.6	22.8	17.7	253.2
介质滤波器单通平均价格(元)	70	60	51	43	34	28	22	
介质滤波器规模(64T64R, 亿元)	3.4	43.4	51.6	60.6	30.1	12.0	7.5	208.7
金属腔体基站数(万站)	2.5	38.0	53.2	73.4	45.6	22.8	17.7	253.2
金属腔体滤波器单通平均价格(元)	100	85	72	61	52	44	38	
金属腔体滤波器规模(16T16R, 亿元)	1.2	15.5	18.4	21.6	11.4	4.9	3.2	76.3
整体滤波器规模=介质+金属(亿元)	4.6	58.9	70.1	82.3	41.5	16.9	10.7	284.9

资料来源：华泰证券研究所

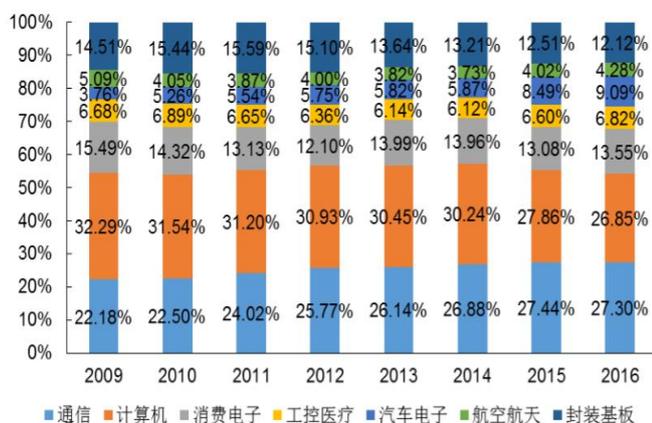
假设64T64R占比50%，市场空间同比增长54%~205%。假设64T64R建设比例为50%，5G建设周期为2020-2025年，预计建设高峰期（2020-2023）宏基站滤波器市场空间每年可达约41.5-82.3亿元，相较4G规模建设期每年27亿，市场空间同比增长54%~205%。**基站滤波器市场空间大幅增加，建议关注*st凡谷、东山精密（已完成收购苏州艾福电子70%股权，艾福主要生产包括陶瓷介质滤波器等），风华高科（国华新材料）。**

PCB板高频高速化，单基站PCB价值量提升7倍以上

电路板是组装电子器件的关键互连件。印制电路板（PCB），是指通用基材上按预定设计形成点间连接及印制元件的印制板，其主要功能是使各种电子零组件形成预定电路的连接，起中继传输作用。不仅为电子元器件提供电气连接，也承载着电子设备数字及模拟信号传输、电源供给和射频微波信号发射与接收等业务功能，下游应用领域广泛，因而被称为“电

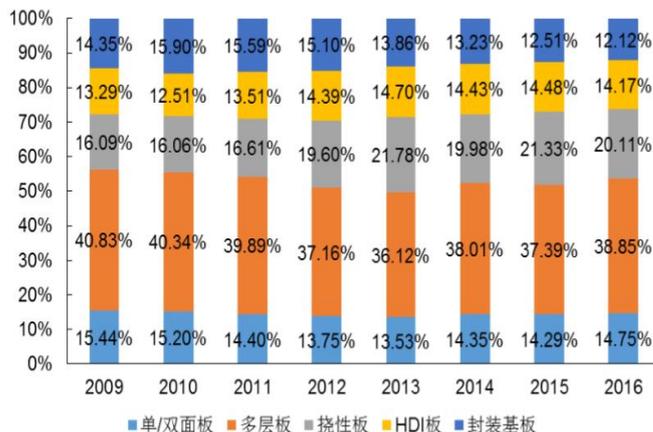
子产品之母”。PCB 种类较多，排除封装基板，一般按照材质物理性质将 PCB 分为刚性版（单面板、双面板、多层板）、挠性板、刚挠结合板等。从产品结构来看，当前 PCB 市场中多层板仍占主流地位。

图表45：通信、PC 及消费电子占 PCB 需求量约 70%左右



资料来源：Prismark、华泰证券研究所

图表46：多层板在全球 PCB 产品中占主流地位



资料来源：Prismark、华泰证券研究所

通信领域 PCB 板主要集中在无线、传输、数据通信等应用领域，产品涵盖了背板、高速多层板、高频微波板等。不同于消费电子类 PCB 产品多为挠性板（FPC）和高密度互连印刷电路板（HDI），通信用 PCB 多为刚性多层板。

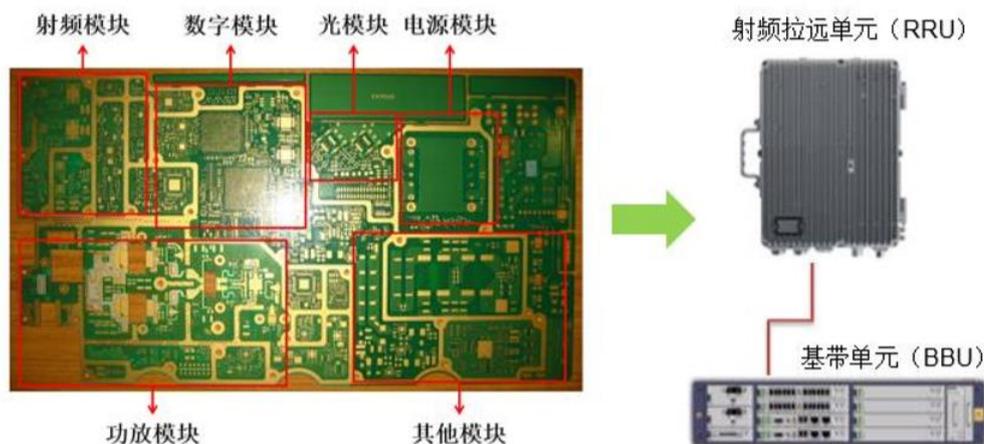
图表47：ICT 领域 PCB 主要应用及产品类型

应用领域	主要设备	相关 PCB 产品	特征描述
无线网	通信基站	背板、高速多层板、高频微波板、多功能金属基板	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	高速材料、大尺寸、高多层、高密度、多种背钻、刚挠结合、高频材料及混压
数据通信	路由器、交换机、服务/存储设备	背板、高速多层板	高速材料、大尺寸、高多层、高密度、多种背钻、刚挠结合
固网宽带	OLT、ONU 等 HTHH 设备	背板、高速多层板	多层板、刚挠结合

资料来源：深南电路招股说明书，华泰证券研究所

4G 基站仅 RRU+BBU 有 PCB 需求。4G 基站架构主要包括无源天线、射频拉远单元(RRU)和基带单元(BBU)，其中无源天线内部主要采用射频线缆连接，RRU 内 PCB 板主要包括射频板，BBU 内 PCB 板主要包括基带板和背板。

图表48: 4G 基站 RRU+BBU 中用的多功能集成 PCB 板



资料来源: 深南电路招股说明书, 华泰证券研究所

5G 基站新架构及新技术提升 PCB 需求量。如前文所述, 5G 基站架构中无源天线将和 RRU 合成新的单元-AAU, AAU 将包含部分物理层功能; 而 BBU 将可能拆分为 CU 和 DU。参考当前 5G 实验网 AAU 设备的设计, 预计每个 AAU 将包含 2 块电路板: 1 个功分板, 1 个 TRX 板。功分板主要集成了功分网络和校准网络, 一般为一个双层板+一个四层板, 或者集成在一个六层板; TRX 板主要集成功率放大器 (PA) +滤波器+64 通道的收发信机、电源管理等器件集成在同一电路板上, 一般为 12-16 层复合板。由于 AAU 设备的内部连接更多采用 PCB 形式, 5G 时期单站 PCB 的数量相较 4G 时期会大幅提升。

高频及高速要求推升单板价格, 5G AAU PCB 价值量提升 7 倍以上。考虑到 5G 对天线系统的集成度提出了更高的要求。AAU 射频板需要在更小的尺寸内集成更多的组件。在这种情况下, 为满足隔离的需求, 需要采用更多层的印刷电路板技术。另外, AAU 射频电路板相较于 4G 时期的尺寸也会更大, 考虑到 5G 基站发射功率的提升, 工作频段也更高, 因此 5G 的射频电路板对于材料的高速性能以及高频性能也提出了更高的要求。因此综合来看, 层数增加, 尺寸增大, 材料要求提升, 5G AAU PCB 板的价值量相较 4G RRU PCB 大幅提升。

图表49: 5G 时期国内基站 AAU PCB 市场规模测算

	内部作用	单扇区面积	单价	单基站价	规模建设期每年价值量(亿元)	规模建设期同比增长%
		(cm ²)	(元/m ²)	价值量 (元)		
5G AAU	功分板	3200	3000	2880	根据上文 2020-2023 年, 5G 基站建设数量为 76-147 万站, 对应价值量为 76~146.9w * 9120 元 = 69.3-134.0 亿元	541%-1140%
	TRX 板	3200	6500	6240		
	合计	6400	-	9120		
4G RRU	射频板	1200	3000	1080	假设规模建设期 100 万站, 对应价值量为 100w * 1080 元 = 10.8 亿元	

资料来源: 华泰证券研究所

国内天线射频侧 PCB 市场规模预计可达 470.3 亿元。经过测算, 5G 单基站射频侧 PCB 价值量约 9120 元, 4G 单基站射频侧 PCB 价值量约 1080 元, 可以发现, 单基站价值量提升 7 倍以上。如上文所述, 我们预计国内 5G 宏基站规模可达 506.4 万站, 考虑到近几年 PCB 价格稳定且略有上涨, 假设 PCB 价格不变, 对应 5G 时期射频侧 PCB 规模可达 461.8 亿元。综合以上, 我们认为 5G 基站电路板市场将有望量增价涨。预计 5G 网络的规模商用将推动通信电路板市场空间的大幅增加。建议关注金信诺、沪电股份以及深南电路。

传统与创新并进，国资收购功放标的有望填补 A 股空白

3/4G 时期以横向扩散金属氧化物半导体 (LDMOS) 工艺为主。射频功率放大器是无线发射机的核心部件，用以使无线信号具备足够的发射功率向外辐射。目前基站用功率放大器主要采用基于硅的横向扩散金属氧化物半导体 (LDMOS) 技术。根据《化合物半导体》数据，2015 年 GaN 出货量接近 1.5 亿美元，同期 LDMOS 出货量接近 4.5 亿美元。

LDMOS 有局限性，氮化镓 (GaN) 成为中高频段主要技术方向。未来 5G 商用频段主要在 3.5GHz 附近，LDMOS 技术在高频应用领域存在局限性：**LDMOS 功率放大器的带宽会随着频率的增加而大幅减少**，LDMOS 仅在不超过约 3.5GHz 的频率范围内有效，因此在 3.5GHz 频段 LDMOS 的性能已开始出现明显下滑。**除此之外，5G 基站 AAU 功率大幅提升，单扇区功率从 4G 时期的 50W 左右提升到 5G 时期的 200W 左右**，传统的 LDMOS 制程将很难满足性能要求。随着半导体材料工艺的进步，氮化镓 (GaN) 正成为中高频频段 PA 主要技术路线，GaN 技术优势包括能源效率提高、带宽更宽、功率密度更大、体积更小，使之成为 LDMOS 的天然继承者。

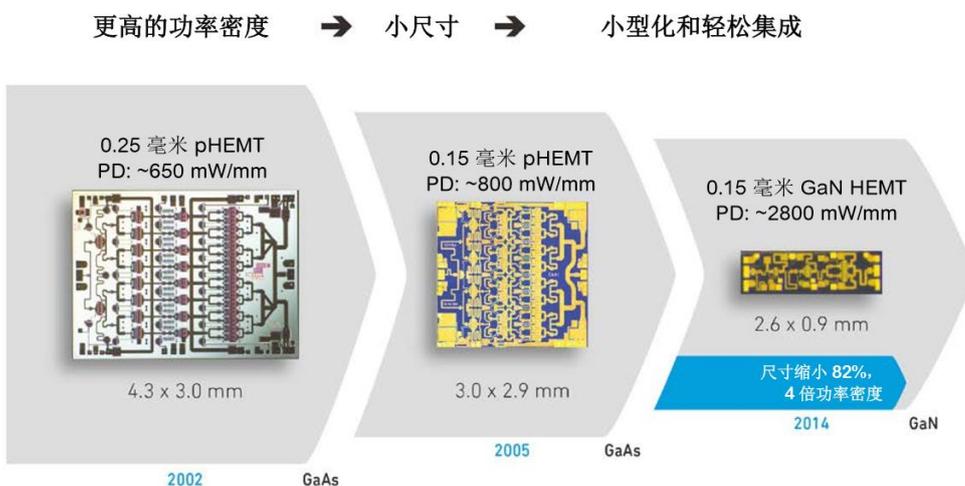
图表50： 基站射频 PA 技术路线比较

	LDMOS	GaN (SiC)	GaN 优势
功率放大器的效率	<60%	>70%	散热好且能效高
击穿电压	75V	175V	耐高压
功率密度	1-1.5W/mm	4-8W/mm	发射功率高
	65-100V BV, Tj 为 175°C 环境	200V BV, Tj 为 200°C 环境	
耐用性/稳定性	下 MTTF 小于 100 年	下 MTTF 为 100 年	使用寿命长
尺寸	1x	1/4-1/6x	尺寸小
成本	硅 (低)	碳化硅 (高)	高性价比

资料来源：Macom、Qorvo，华泰证券研究所

Massive-MIMO 天线要求器件小型化，GaN 尺寸为 LDMOS 尺寸 1/6 至 1/4。GaN 相比 LDMOS 每单位面积可将功率提高 4 到 6 倍。也就是说，相同发射功率规格下，GaN 裸片尺寸为 LDMOS 裸片尺寸的 1/6 至 1/4。受基站内功率放大器尺寸要求和材料能量密度的限制，LDMOS 在 3.5GHz 附近最大发射功率会大幅度下降，导致需要更多 LDMOS 器件，基于此，GaN 具有更高功率密度特性，能够实现更小器件封装，因而非常适用于 5G 的 Massive-MIMO 天线系统。

图表51： GaN 因为功率密度更高更易于小型化

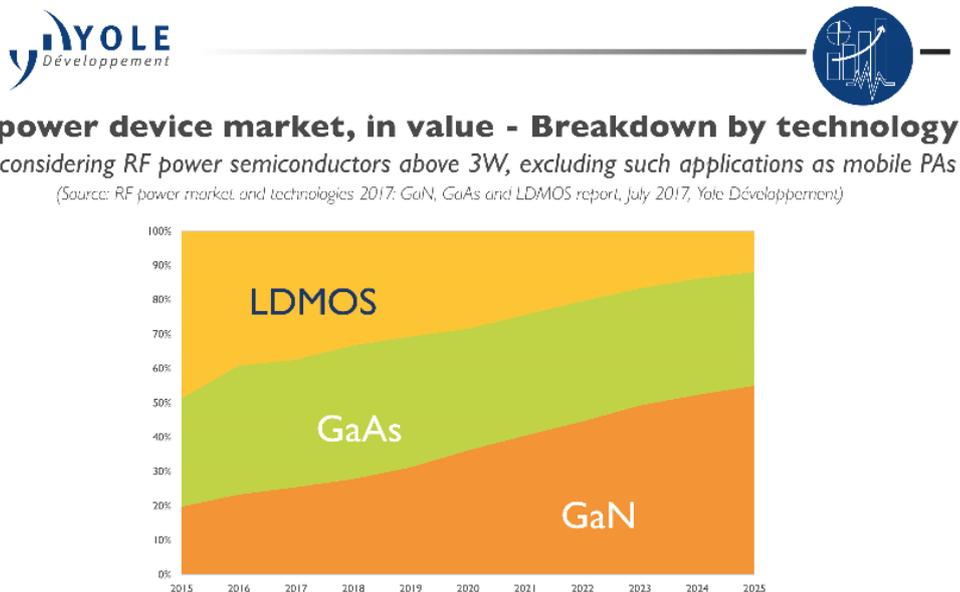


资料来源：Qorvo，华泰证券研究所

参考目前实验 5G 基站的上游采购价格，目前用于 3.5GHz 频段的 5G 基站，采用 LDMOS 工艺的功率放大器单扇区的价格大约超过了 400 美金，采用 GaN 工艺的功率放大器价格更是超过了 700 美金。而当前 4G 功放单扇区的价格 200 美金左右，5G 功率放大器的价

格达到了4G时期的2~3.5倍。GaN技术虽然性能出众，但考虑到GaN昂贵的成本，预计初期5G功率放大器可能会以LDMOS与GaN混合为主，随着成本的不断下降，后续逐渐被GaN完全取代。考虑到功率放大器行业的垄断性，我们预计5G规模建网期间降价空间比较有限。

图表52：功率放大器未来市场占比预期



资料来源：YOLE，华泰证券研究所

预计功率放大器市场空间大幅增加。在4G建设高峰期，国内市场平均每年功率放大器的市场空间约在42亿元。考虑到单站功率放大器价格的大幅提升，到了5G时代，单站价格的大幅上涨将推动功率放大器的总市场空间大幅提升，假设5G建设周期为2020-2025年，预计建设高峰期（2020-2023）宏基站功率放大器市场空间每年可达约108.2-188.9亿元，相较4G规模建设期，市场空间同比增长158%-350%。

图表53：5G时期国内PA市场规模测算（假设建设周期为2020-2025年）

时间	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	合计
年新增基站数(万站)	5.1	76.0	106.3	146.9	91.2	45.6	35.4	506.4
假设当年建设比例	1.0%	15%	21%	29%	18%	9%	7%	100%
PA单扇区平均价格(元)	5000	4750	4513	4287	4073	3869	3675	
国内PA市场规模(亿元)	7.6	108.2	144.0	188.9	111.4	52.9	39.1	652.0

资料来源：华泰证券研究所

国内稀缺功率器件标的正寻找A股上市。传统基站功率放大器领域，主要由恩智浦(NXP)、飞思卡尔(Freescale)和英飞凌(Infineon)三家公司垄断，2015年NXP完成收购Freescale，为了规避反垄断调查，NXP便将自己的RF Power部门以18亿美元的价格出售给国内的北京建广资本，收购的恩智浦RF Power部门现改组为Ampleon公司，截止到2016年底，Ampleon在全球基站功率放大器领域的市场占有率达到了约38%，排名世界第二。2018年6月，国内A股上市公司旋极信息发布公告，与合肥瑞成股东之一北京嘉广资产管理中心签订《合作意向书》，拟购买其持有的合肥瑞成股权，从而间接收购Ampleon股权。

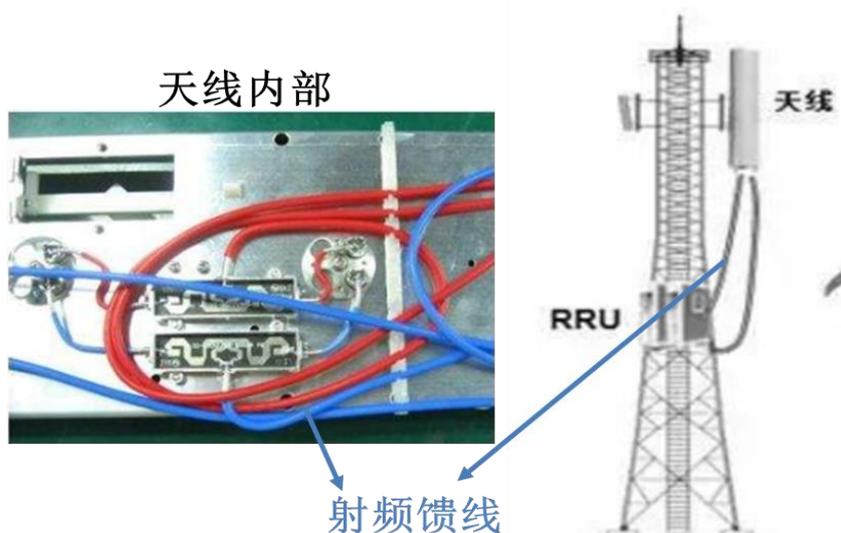
A股上市公司中，建议关注提供化合物半导体制造服务的三安光电。未来，随着毫米波等高频段技术的成熟，GaN作为主流技术将成为必然，化合物半导体相关产业链公司将深度受益，建议关注国内化合物半导体制造潜在龙头企业三安光电。公司是国家大基金重点扶

持有的化合物半导体制造企业，是国家在半导体制造领域取得战略突破的重要布局。公司公告拟建设 GaAs 和 GaN 外延和芯片产线（6 英寸）各一条，其中 GaAs 产能 30000 片/月，GaN 产能 6000 片/月。预计 5G 建设期内，公司可具备 GaN 射频器件的制造能力，将全面受益于 5G 网络市场红利。另外，A 股上市公司中还可关注同样在化合物半导体制造领域发力的海特高新。

5G AAU 内射频连接以板对板盲叉连接器为主

3/4G 时期以馈电网络方式存在，通过馈线连接。3/4G 时期，天线与 RRU 之间、天线内部天线振子与射频器件相连都是通过馈线连接。天线与 RRU 之间的射频馈线主要包括主馈线和跳线，跳线为基站天线和主馈线、主馈线和 BTS 之间提供连接，一般为 1/2”电缆；主馈线为机房到天线平台之间连接，一般采用 7/8”电缆。天线内部馈线主要为半柔电缆。

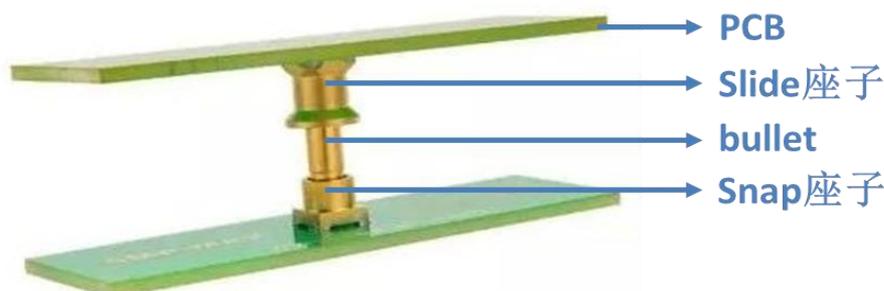
图表54： 3/4G 天线中射频连接以馈线为主



资料来源：摩比，华泰证券研究所

5G 时代通道数变多以及集成化，射频连接以板对板盲叉连接器为主。5G 时代天线有源化，AAU 内功分网络和基带处理板将以 PCB 形式存在，传统馈线连接方式已不能满足需求，此时板对板之间需要由射频连接器进行连接。盲插型连接器分别电连接在天线射频通道的输入端和收发组件的输出端口，盲插型连接器的种类和形式较多，可以自由选型。SMP 板对板连接器组件是一个浮动的结构，由一个与 PCB 焊接连接的 snap 座子，另一个与 PCB 焊接连接的 slide 座子以及中间的转接器 bullet 构成。两个座子分别焊接在两块 PCB 板上，三个连接器与两块 PCB 板组成一个连接器电路板组件。

图表55： 5G AAU 中射频连接通过 SMP 连接器进行电连接



资料来源：雷迪埃，华泰证券研究所

国内连接器的主要厂商：西安华达、金信诺、中航光电（电连接器产品在航空领域市场占有率达 60%）、通茂电子（6908 厂子公司）、中电科 55 所等。**海外连接器主要厂商：**TE Connectivity 泰科电子（美国）、Amphenol 安费诺（美国）、Rosenberger 罗森伯格（德国）、RADIALL 雷迪埃（法国）等。

射频连接器市场可达 94.4 亿元。一个基站需要三面天线，假设未来单面天线主流方案采用 64T64R，对应一个基站需要盲叉连接器的数量为 $66*3=198$ 个。根据草根调研目前 SMP 盲插连接器国内厂商价格大概 15 元/个，未来成熟期有望下降到 6 元/个。假设 5G 建设周期为 2020-2025 年，预计建设高峰期（2020-2023）宏基站连接器市场空间每年可达约 14.1-26.8 亿元。**盲叉射频连接器作为 5G 天线主要组成部分，重点推荐金信诺。**

图表56： 5G 时期国内连接器市场规模测算（假设建设周期为 2020-2025 年）

时间	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	合计
年新增基站数(万站)	5.1	76.0	106.3	146.9	91.2	45.6	35.4	506.4
假设当年建设比例	1.0%	15%	21%	29%	18%	9%	7%	100%
连接器平均价格(元/个)	15	13	11	9	8	7	6	
国内连接器市场规模(亿元)	1.5	19.2	22.8	26.8	14.1	6.0	4.0	94.4

资料来源：华泰证券研究所

5G时代智能手机迎来大变革，关注技术引领型的优秀标的

智能手机渗透率趋于饱和，静待5G加速换机

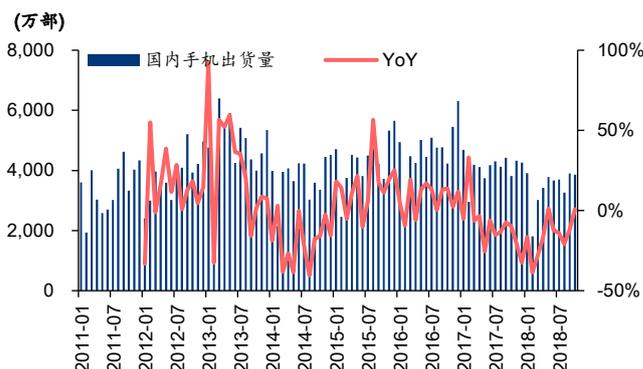
自2010年iPhone 4定义智能手机标准以来，行业经历了7年以上的市场渗透和技术升级，伴随着功能复杂度的提升、应用场景的日益多元，如今智能手机已经成为人们日常生活中社交、娱乐、办公不可或缺的智能硬件设备，但是，智能手机的普遍性与必要性也就意味着其渗透率正趋于饱和。根据IDC数据，18Q3全球手机出货3.55亿部，同比下滑6%，根据工信部数据，2018年前10月国内手机总产量为3.43亿部，同比下滑15.31%。

图表57：18Q3全球手机出货3.55亿部，同比下滑6%



资料来源：IDC、华泰证券研究所

图表58：18年前10月国内手机总产量为3.43亿部，同比下滑15.31%



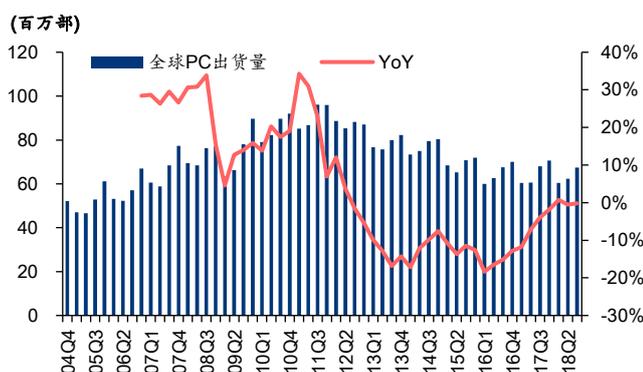
资料来源：工信部、华泰证券研究所

智能手机出货总量短期难现大幅反弹，关注技术路径变化带来的趋势性创新方向

由PC（个人电脑）、NB（笔记本电脑）的发展历程可见，在2004Q4至2011Q3期间全球PC单季出货量由5220万部增至9610万部的高点，在12Q1全球NB单季出货量达到5430万部的高点之后，全球PC、NB市场虽然均存在季节性的周期波动，但出货量总体呈现下滑趋势。

因此我们认为，同样作为日常办公、娱乐必需品的智能手机在近两年ASP提升造成换机周期拉长的背景下，在2020年5G手机大范围推广之前，单季出货量难以超过16Q4峰值水平，存量市场竞争格局下对于供应链企业现有技术的延伸性、跟进5G创新的响应速度、精细化管理能力要求更高。因此，在消费电子行业的投资上，我们建议关注由于5G技术路径变化带来的趋势性创新方向。

图表59：全球PC单季出货量情况



资料来源：IDC、华泰证券研究所

图表60：全球NB单季出货量情况

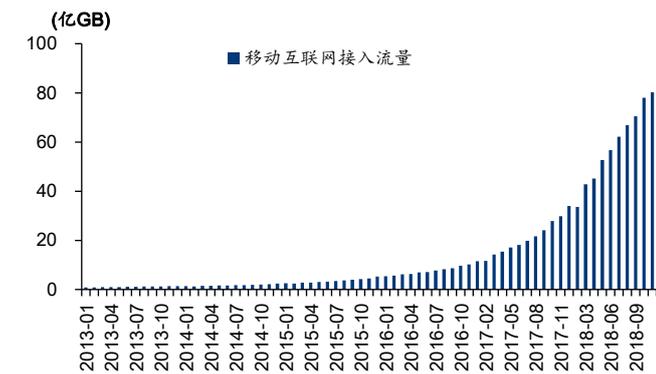


资料来源：IDC、华泰证券研究所

在智能手机普及的基础上，消费者对移动流量的需求快速增长

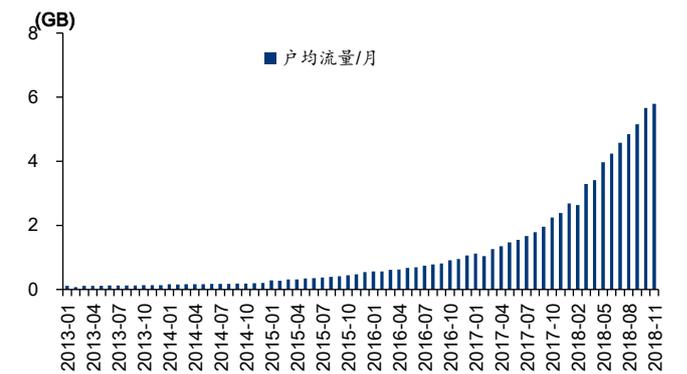
基于4G网络建设与智能手机的普及，如今移动互联网已经成为关键基础设施和日常生活的重要组成部分，根据工信部统计数据，2018年11月国内移动互联网单月接入流量超过80亿GB，户均流量超过5.79GB，仍呈现持续快速上升态势，Qorvo预计2021年户均流量有望超过9GB。由此可见，在流量降费的政策推动下，消费者对于移动互联网的依赖度日益增强，对音视频分享、影视剧观看、网络直播的消费习惯日益强化，更高速、更稳定的移动互联网的必要性由此凸显。

图表61：2018年11月国内移动互联网单月接入流量超过80亿GB



资料来源：工信部、华泰证券研究所

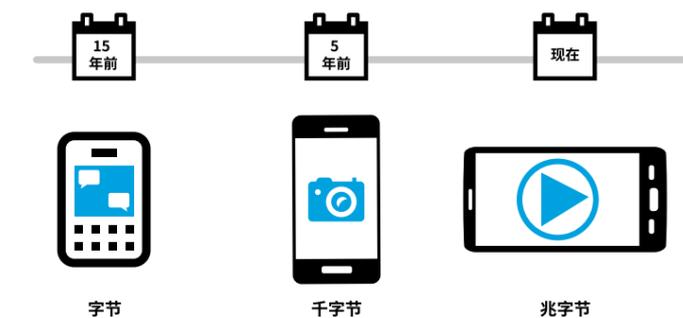
图表62：2018年11月国内移动互联网户均流量超过5.79GB



资料来源：工信部、华泰证券研究所

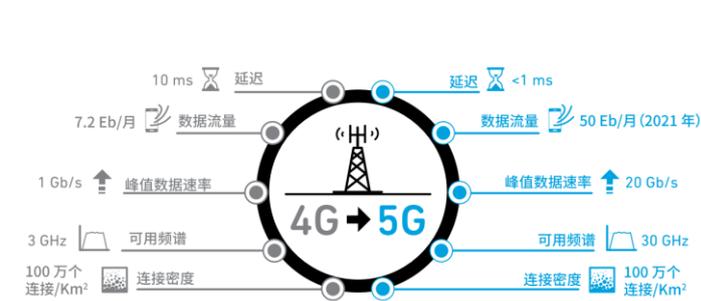
因此移动运营商在5G实施初期以增强型移动带宽(eMBB)为重点，Qorvo预计5G eMBB将实现的数据速率比当今4G速率提高20倍以上。我们认为，eMBB可以为密集城市、农村、高流通性环境以及室内环境提供更高的吞吐量，满足用户在几秒内完成3D视频等数千兆字节的数据下载，并且为VR、AR等软、硬件应用创造网络环境、强化其社交属性，而此类新应用的兴起又将进一步激发消费者对流量的消费力。

图表63：数据消耗方式的演进



资料来源：Qorvo、华泰证券研究所

图表64：5G为VR/AR等新应用创造网络环境



资料来源：Qorvo、华泰证券研究所

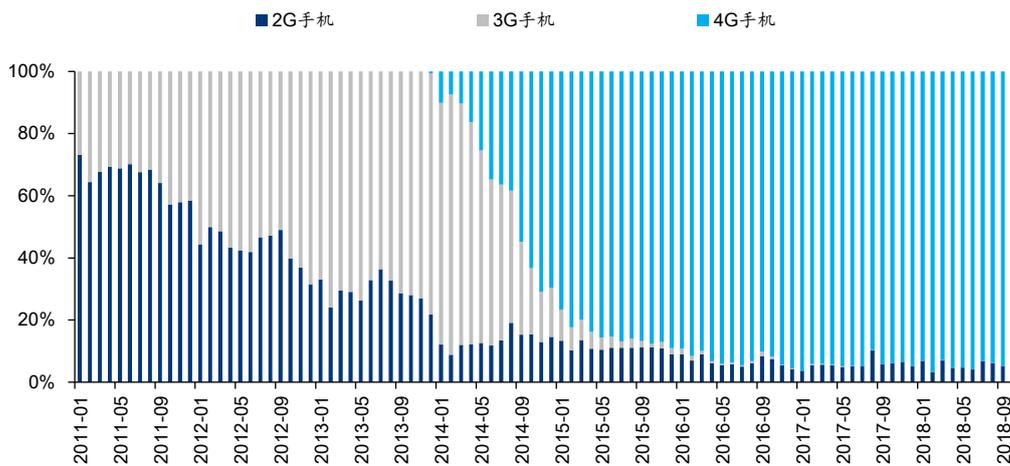
回顾4G手机的发展历程，我们对于5G手机的渗透速度展望积极

尽管智能手机在近两年仍然经历了双玻璃机壳、全面屏、人脸识别等带来较大直观感受变革的技术创新，但是其对于消费者使用体验的改善依然有限，我们认为，5G所能带来的更大的入网设备数量、更快的数据传输速度以及当前高端智能手机所强调的AI芯片所能实现的更强的数据处理能力，有望使得智能手机成为物联网的入口，通过丰富使用场景、优化使用体验从需求端激发消费者的换机动力。

而从供给端而言,目前国内运营商、终端厂商普遍已规划在明年推出 5G 相关产品及服务,中国移动在 2018 年 11 月 9 日世界互联网大会上表示,其 5G 计划 2019 年底将实现预商用,2020 年实现商用,2019 年上半年将联合终端厂商推出 5G 智能手机。

回顾 4G 手机的发展历程,自 2013 年底我国工信部正式颁发 4G 牌照,2013 年 12 月国内 4G 手机出货渗透率仅 0.58%,而到了 2014 年 9 月国内 4G 手机出货渗透率已经超过 54%,到 2014 年 12 月更是接近 70%水平,仅一年内时间渗透率便提升了 69pct。由此可见,通信制式的升级有望通过供、需双向共同作用在智能手机市场快速推广,因此对 5G 手机相关供应链企业预计有较大业绩提振作用。

图表65: 2014 年末 4G 手机出货渗透率已接近 70%



资料来源:工信部、华泰证券研究所

5G 手机有望于 2019 年面世,品牌大厂争先恐后。根据中国移动在 2018 年 6 月 8 日世界移动大会全球终端峰会上发布的《5G 终端产品指引》,中国移动预计将在 2019 年 2 月进行二次采购,4 月交付智能手机连接/融合型 CPE/AR/VR,将在 2019 年 7 月、9 月交付主要涉及智能手机、VR、AR 及 5G 模组等。根据通信世界讯,在 MWC 大会上华为预计将于 2019 年 6 月推出 5G 智能手机,oppo、vivo 则计划在 2019 年推出 5G 预商用终端,2020 年实现 5G 手机大规模商用。

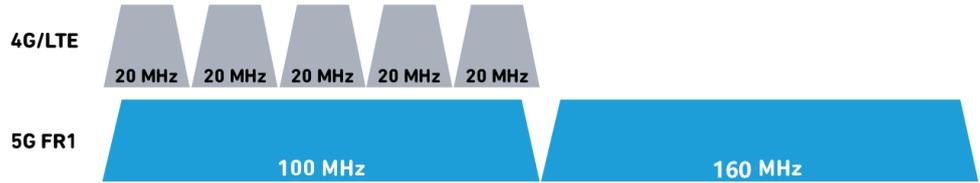
图表66: 中国移动在 2018 年 6 月 8 日世界移动大会全球终端峰会上发布《5G 终端产品指引》



资料来源:中国移动《5G 终端产品指引》、华泰证券研究所

5G 频段的引入对智能手机生产商以及上游的原材料、模组厂商都提出了更多挑战性的要求，包括宽度前所未有的带宽（单载波带宽可高达 100 MHz，是 LTE 最高带宽的 5 倍）、4X4 MIMO 天线、更高的高峰均功率比、非常高的 PA 线性度以及广泛的载波聚合驱动型频率拥塞等。而技术路径的变化往往会孕育新的产业机遇、投资机遇，接下来我们就 5G 时代智能手机射频端发生的重要变化进行分析讨论。

图表67： 5G 手机需要支持前所未有的 100M/160M 带宽



资料来源：Qorvo、华泰证券研究所

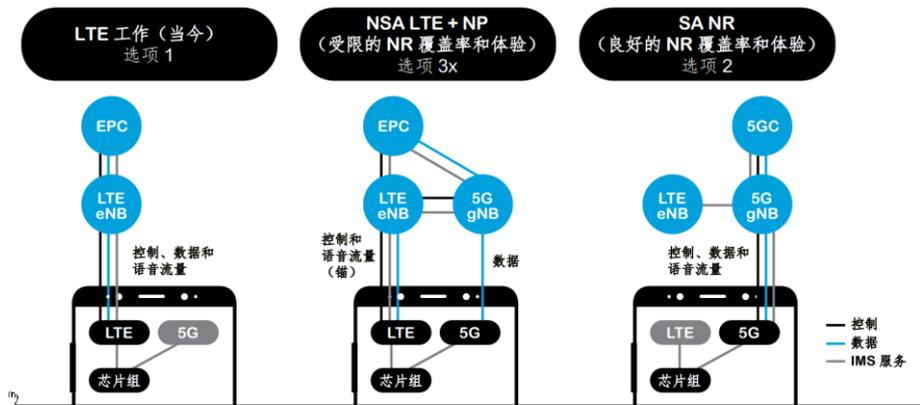
智能手机 LDS、FPC 天线在 5G 时代迎来新机遇

5G 手机需至少支持 5 模并率先新增 5G FR1 频段

初始的 5G NR 规范集已于 2017 年 12 月交付使用，这些规范侧重于利用非独立 (NSA) 5G NR 技术实现移动宽带部署。利用该方法，运营商短期只需扩展其现有的 LTE 网络即可快速实现 5G 传输速度，且无需构建全新的 5G 核心网络。

5G NR 规范定义了两个广泛的频谱范围，它们包括第一组新 5G FR1 频段 (n77、n78 和 n79)，将用于许多全球 5G 部署。从长远角度看，许多 LTE 频段已被指定用于重新分配为 5G 频段，但只有一小部分有望在近期使用，包括 n41、n71、n28 和 n66。

图表68： 初始的 5G NR 规范侧重于利用非独立 (NSA) 5G NR 技术实现移动宽带部署



资料来源：T-Mobile、华泰证券研究所

5G 智能终端将率先新增 5G NR 频段，根据中移动 2018 年年中发布的《5G 终端产品指引》，在模式频段上，手机需支持至少 5 模 (NR/TD-LTE/LTE-FDD/WCDMA/GSM)，5G 数据类终端 (如 CPE) 至少支持三模 (NR/TD-LTE/LTE FDD)，支持 n78/n79，推荐 n3/n8/n41。我们认为，对于签署了共享基站协议的中国电信和中国联通而言，其定制的 5G 手机可能仍需要在中移动提出的 NR/TD-LTE/LTEFDD/WCDMA/GSM 这 5 模要求的基础上再新增 CDMA 或 CDMA2000 的频段支持。

图表69： 国内三大运营商的网络制式

网络类型	中国移动	中国联通	中国电信
2G 网络	GSM	GSM	CDMA
3G 网络	TD-SCDMA	WCDMA	CDMA2000
4G 网络	TD-LTE	TD-LTE、LTE-FDD	LTE-FDD

资料来源：CSDN、华泰证券研究所

分集天线是 4G 时代智能手机的技术路径

分集技术是指在通信过程中分散传输和集中接收，其中分散传输是指信号接收端能获得多个统计独立的、携带同一信息的衰落信号（电磁波在传播过程中，由于传播媒介及传播途径随时间的变化而引起的接收信号强弱变化的现象叫作衰落），集中接收是指接收端能够把收到的多个统计独立的衰落信号进行合并以降低衰落的影响，接收过程中主要要解决两方面的问题：一是将接收的多路信号分离出来，二是将分离出来的多路信号恰当合并以获得更大的信噪比。

分集技术在不增加传输功率和带宽的前提下改善无线通信信道的传输质量，在移动通信中，基站和接收终端均可采用分集技术，通常通过两个或者更多的接收天线来实现。其中主集天线是收发两用的，而分集天线只能接收。

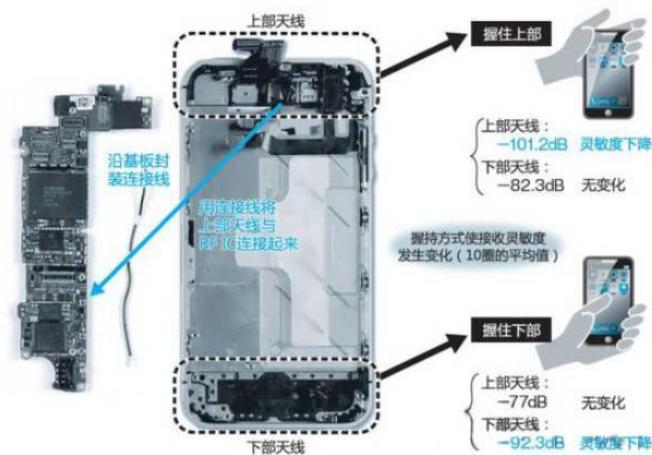
以小米 2 的分集式天线为例，小米 2 内部共有 5 根天线，包括 GPS 天线、FM 耳机孔天线、WiFi/BT 天线、分集天线、主天线。其分集天线的目的便是为了配合主天线有效提升手机在恶劣环境下接收无线信号的灵敏度，分集天线在强信号环境下基本无作用，只有在主天线受干扰或者弱信号环境下才发挥作用，保证终端的信号接收质量。

图表 70：小米手机 2 的分集式天线示意图



资料来源：MIUI、华泰证券研究所

图表 71：iPhone 4s 的分集天线示意图



资料来源：RFsister、华泰证券研究所

为满足 5G 吞吐量要求，4X4 MIMO 有望成为手机标配

MIMO 技术具体是指在发射端和接收端分别使用多个天线进行，与分集天线不同，MIMO 系统在通信过程中的每一路天线都是独立驱动的，天线 A 发送或接收的数据流可以与天线 B 完全不同，因此如果这两种天线可以在发射端和终端独立收发数据流，那么理论上就可以实现吞吐量的成倍数增加了。

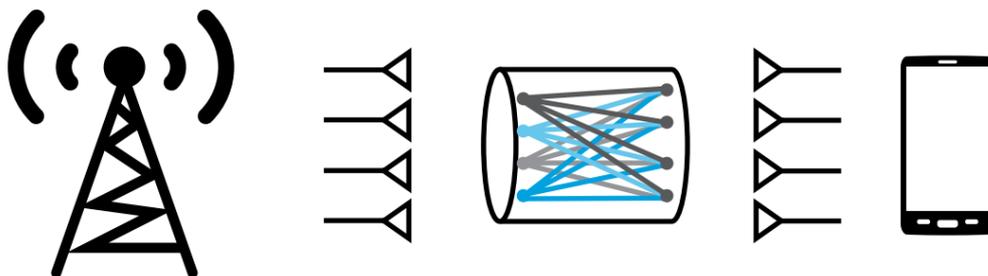
图表72: MIMO 技术在笔记本电脑上实现的通信过程



资料来源: H3C、华泰证券研究所

2017 年 12 月由 3GPP 交付的 5G NR 规范集对于吞吐量进行了明确要求, 我们认为, 为了满足在带宽不变的情况下增加信道容量, 4G 时代仅仅作为可选技术路径的 4X4 MIMO 天线有望成为 5G 智能手机的标配。根据 Qorvo 测算, 与 4G LTE 不同的是, 在 MIMO 为可选的情况下, 5G 手机必须在 1GHz 以上频段的下行链路中支持 4x4 MIMO, 这不仅适用于新频段 (如 n77), 还适用于重新分配的 LTE 频段。

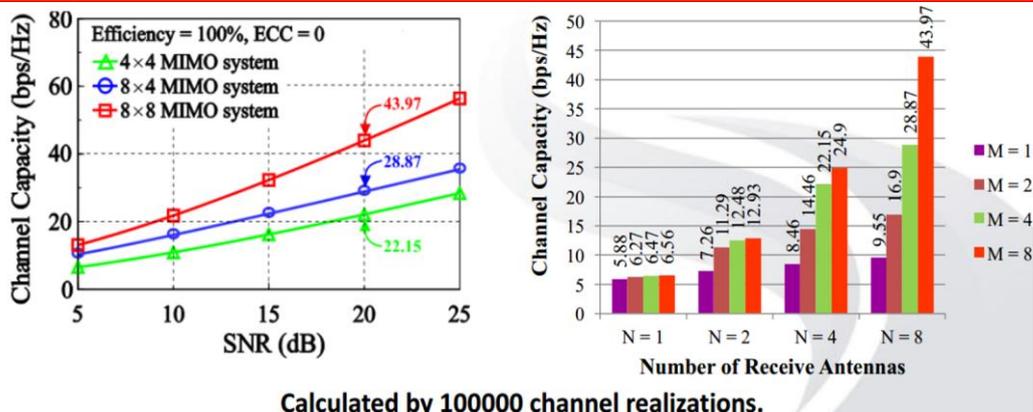
图表73: 为满足 5G 吞吐量要求, 4X4 MIMO 有望成为手机标配



资料来源: Qorvo、华泰证券研究所

根据硕贝德测算数据, 在信噪比为 20dB 的条件下, 8X8 MIMO、8X4 MIMO、4X4 MIMO 的信道容量分别为 43.97bps/Hz、28.87 bps/Hz、22.15 bps/Hz, 因此我们认为, MIMO 天线自 4G 时代兴起以来, 将在 5G 时代加速成为智能手机天线的核心技术。

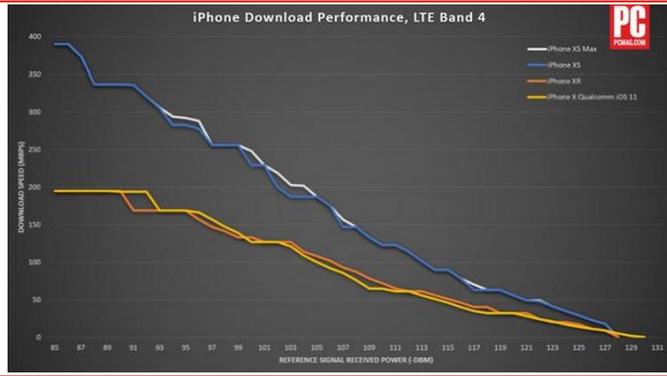
图表74: MIMO 可有效提升信道容量



资料来源: 《5G 技术演进及 Massive MIMO 天线性能评估平台研究》、华泰证券研究所

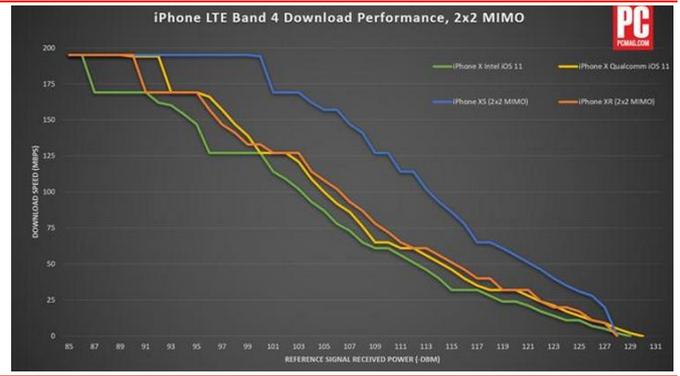
从实际的案例来看, 根据 PC Mag 对采用 4X4 MIMO 天线的 iPhone Xs、iPhone Xs Max 以及采用 2X2 MIMO 天线的 iPhone Xr 及 iPhone X 的对比测评数据, 不论是对于 4X4 MIMO 基站还是 2X2 MIMO 基站的数据传输效果而言, iPhone Xs、iPhone Xs Max 的下行速率表现都要更加优异。三星 Note7 是首款支持 4X4 MIMO 的商用智能手机, 之后华为 P10 Plus、三星 S8、小米 Mix 以及苹果 2018 年发布的新机均采用了 4X4 MIMO 天线技术, 可见其代表着高端旗舰机型的升级方向。

图表75: 对于 4X4 MIMO 基站 iPhone 新机的下行速率表现更加优异



资料来源: PC Mag、华泰证券研究所

图表76: 对于 2X2 MIMO 基站 iPhone 新机的下行速率表现同样更优异



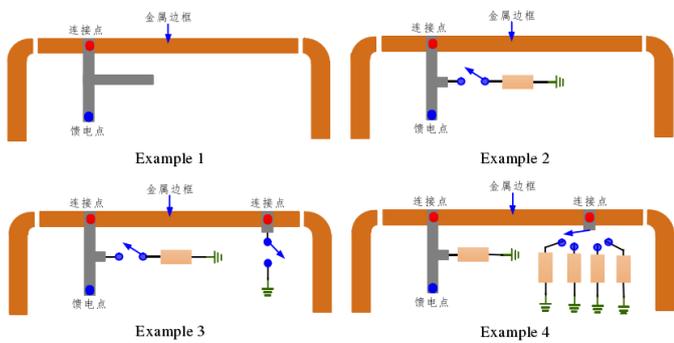
资料来源: PC Mag、华泰证券研究所

我们认为, 5G 所推动的 4X4 MIMO 技术渗透将使得智能手机单机天线用量成倍增加, 行业空间得以扩容; 与此同时, 伴随着在有限空间内天线数量的增加, 各个天线之间防耦合、抗干扰的设计难度加大, 行业的技术门槛或将推高。

双玻璃趋势下, 天线设计的自由度提升, FPC、LDS 有望迎来新机遇

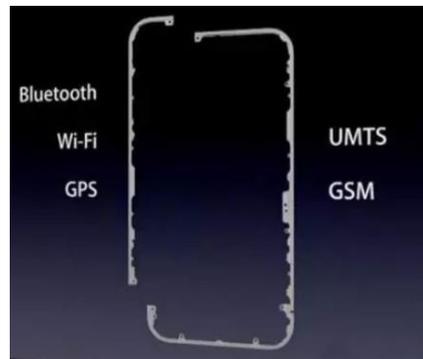
为了适应无线充电及 5G 的需要, “双玻璃+金属中框”从 2017 年起成为智能手机的外观创新方向, 这一趋势在 17 年 iPhone 新机推出后进一步加速。由于金属机壳的屏蔽特性, 此前手机内置天线的设计自由度低, 行业普遍采取了类似于 iPhone 4 的设计方案, 即通过金属中框作为天线的一部分, 边框左半部分起到 WiFi、蓝牙和 GPS 天线作用, 右半部分则起到 UMTS/GSM 网络天线作用, 尽管由于该方案下的信号质量容易受到用户手握位置的干扰, 不得已做过诸多的改进, 但仍是金属机壳条件下最普遍的天线设计方式。

图表77: 金属边框手机天线常用可调设计方案



资料来源: 《平面多模手机天线研究与设计》、华泰证券研究所

图表78: iPhone 4 天线设计方案



资料来源: 雷锋网、华泰证券研究所

如下图所示, 尽管华为 P10 Plus、三星 S8 均采用了 4X4 MIMO 天线技术, 但是由于 P10 Plus 为金属机壳, 因此其天线发射端多分布在金属中框上, 相较之下, 采用玻璃机壳的三星 S8 内部则大量采用了 LDS 天线方案。

图表79： 华为 P10 Plus 的 4X4 MIMO 天线示意图



资料来源：EDICON、华泰证券研究所

图表80： 三星 Galaxy S8 的 4X4 MIMO 天线示意图



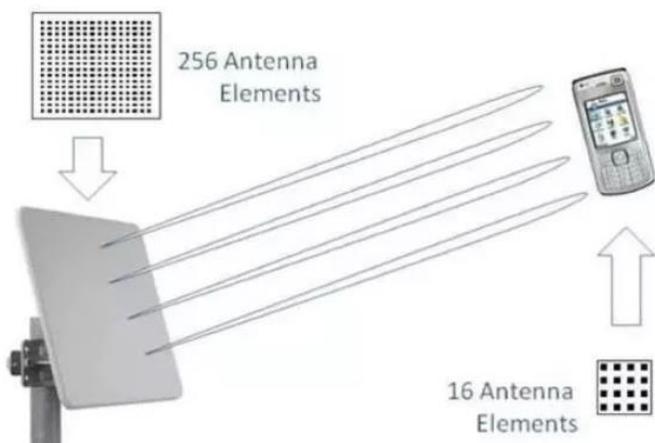
资料来源：EDICON、华泰证券研究所

我们认为，一方面随着 4X4、8X8 MIMO 天线的渗透，单机天线用量大幅提升，为避免天线之间的互耦合，金属中框作为发射端的设计自由度及设计美感（会存在诸多分割的天线带）受限，另一方面随着玻璃机壳的广泛应用，机壳对于内部天线的屏蔽问题得以解决，天线以 FPC、LDS 等多种方式应用的前提已经具备，造成智能手机天线产业的市场扩容、订单增长，建议关注硕贝德、立讯精密、信维通信。

5G 毫米波阶段，智能手机有望采用阵列式天线方案

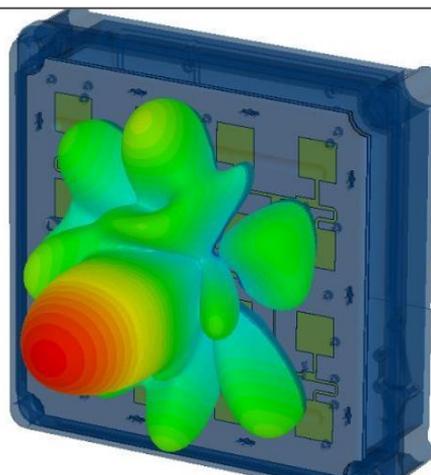
面对 5G 毫米波频段，接收端天线的尺寸同样被缩小到毫米级，如果按照波长的 1/4 计算则终端天线可以以约 2.5mm 的点阵形式存在于手机终端中，因此具备了在手机端实现类似于基站天线的 Massive MIMO 方案。而且由于 5G 终端天线阵列是相控阵体系，其天线单元需要合成形成聚焦波束，因此需要规则的位置进行摆放，天线不能被金属遮挡。

图表81： 5G 毫米波阶段，智能手机有望采用阵列式天线方案



资料来源：52RD、华泰证券研究所

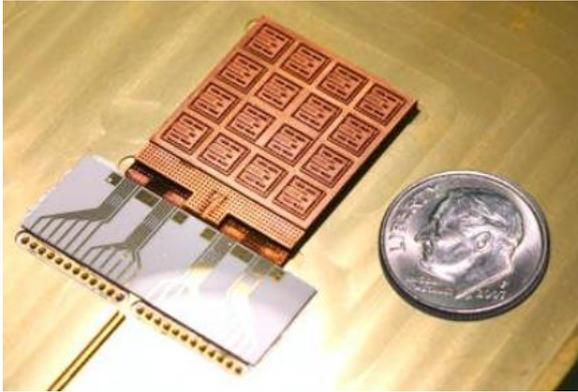
图表82： 终端毫米波天线阵列需要规则的位置进行摆放



资料来源：EDN、华泰证券研究所

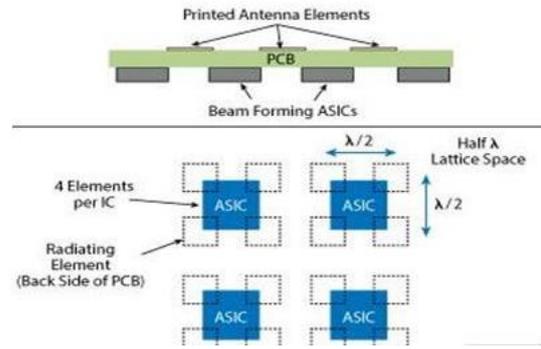
目前手机毫米波天线阵列的实现的方式主要可分为三种：AoB（Antenna on Board，即天线阵列位于系统主板上）、AiP（Antenna in Package，即天线阵列位于芯片的封装内），与 AiM（Antenna in Module，即天线阵列与 RFIC 形成一模组）。不论以任何一种实现方式，其体积远小于传统的 LDS、FPC 天线，无法用屏蔽线完成天线与射频芯片的连接，因此往往需要将芯片与芯片封装在一起形成模组，这对于传统 3C 天线厂提出了很大的技术挑战，因此继续推荐有先进半导体封装工艺积累的天线厂商硕贝德以及在响应苹果创新过程中积累了多元的精密加工、制造能力，具备突出技术外溢特征的立讯精密。

图表83：毫米波天线阵列的体积非常小



资料来源：52RD、华泰证券研究所

图表84：毫米波天线阵列是一个含芯片的模组



资料来源：52RD、华泰证券研究所

根据高通已经发布的 QTM052 模组的介绍资料，其结构为 QTM052 毫米波天线模组加上 QPM56xx 6GHz 及以下 RF 模组、再加上 X50 5G Modem 的一套组合方案。QTM052 的天线解决方案是一个微小的天线阵列结构，共允许 16 个总天线，设计足够小巧可以嵌入手机边框中，高通预计第一批配备 QTM052 芯片的设备有望于 2019 年初推出。

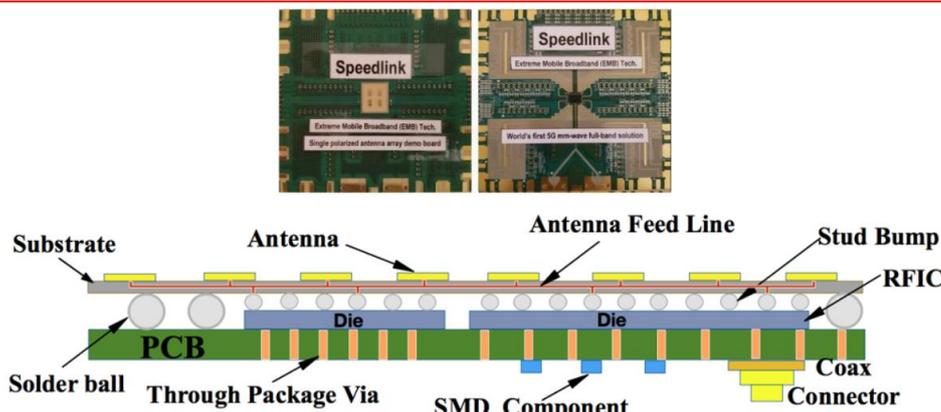
图表85：高通的 QTM052 阵列天线模组示意图



资料来源：高通官网、华泰证券研究所

根据 Cision 讯，硕贝德开发的 24GHz 到 43GHz 全频段覆盖的射频前端模组产品于 2018 年 6 月 IEEE 举办的国际微波技术展览会（IMS）上成功展出。根据 2018 年 8 月公司在投资者互动平台的说明，其 5G 毫米波射频前端模组产品已与全球前三大的部份手机厂商进行深度战略合作。

图表86： 硕贝德开发的射频前端模组产品结构示意图

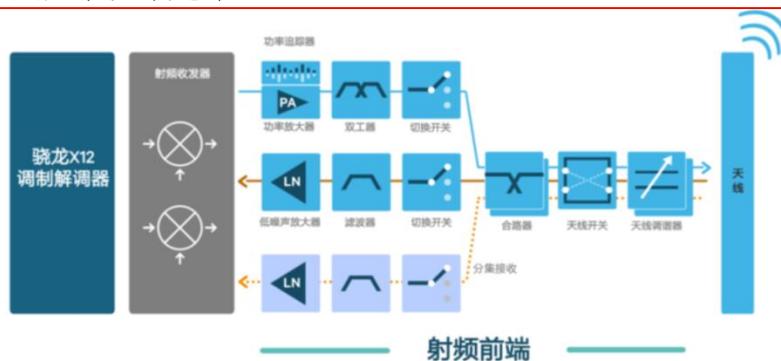


资料来源：硕贝德展厅、华泰证券研究所

5G 终端升级对射频前端集成化提出更高要求

射频前端（RFFE）是移动电话的射频收发器和天线之间的功能区域，主要由功率放大器（Pa）、低噪声放大器（LNA）、开关、双工器、滤波器和其它被动器件组成。射频前端设计复杂程度标准随着同一设备内发射和接受通道的数量增加而提高，我们认为元器件的小型化和射频前端的集成化正成为 5G 手机终端设计迫切需要解决的问题，建议关注硕贝德（mmW 射频前端模组）、顺络电子（片式电感）、风华高科（片式电容、片式电阻）、鹏鼎控股（类载板 SLP）。

图表87： 手机射频前端结构示意图



资料来源：IHS、华泰证券研究所

5G 时代手机射频前端的复杂度、价值量均有显著提升

我们认为，在 5G 建设的过程中，智能手机适用的频段范围扩大、传输速度提升，射频前端的复杂度、单机价值量显著增加。根据 Triquent 数据，2017 年一部 3G 手机的射频前端 BOM 成本约为 3.75 美金，而区域性的 LTE 设备的射频前端 BOM 成本为 7.5 美金，全球漫游 LTE 设备射频前端 BOM 成本为 12.75 美金。根据 IHS 数据，三星 Galaxy S8+ 的射频前端 BOM 成本超过 26 美金，较 S7 Edge 提升超过 10 美金。

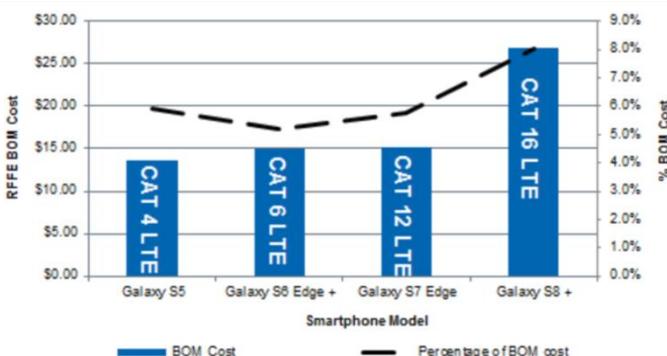
图表88： 2017年手机射频前端BOM成本持续提升（单位：美金）

类别	典型 3G 设备	区域性 LTE 设备	全球漫游 LTE 设备
SAW 滤波器	1.25	2	2.25
TC-SAW 滤波器	0	0.5	1.5
BAW 滤波器	0	1.5	3.5
总滤波器金额	1.25	4	7.25
PA、开关	1.5	3.5	5.5
RF 器件总计	3.75	7.5	12.75

资料来源：Triquent、华泰证券研究所

根据图表 19, Yole 预计手机和 WiFi 的射频前端市场将在 2023 年达到 350 亿美元, 较 2017 年增长 133%, 5 年内的 CAGR 为 14%; 其中滤波器市场有望由 80 亿美金增至 225 亿美金, 5 年内的 CAGR 为 19%; PA 市场有望由 50 亿美金增至 70 亿美金, 5 年内的 CAGR 为 7%; LNA (低噪声放大器) 有望由 2.46 亿美金增至 6.02 亿美金, 5 年内的 CAGR 为 16%; Antenna tuners (天线协调器) 有望由 4.63 亿美金增至 10 亿美金, 5 年内的 CAGR 为 15%; Switches (开关) 有望由 10 亿美金增至 30 亿美金, 5 年内的 CAGR 为 15%; 新增的 mmW FEM (毫米波前端) 市场有望在 2023 年达到 4.23 亿美金。

图表89： 三星 Galaxy 系列射频前端的 BOM 成本继续走高

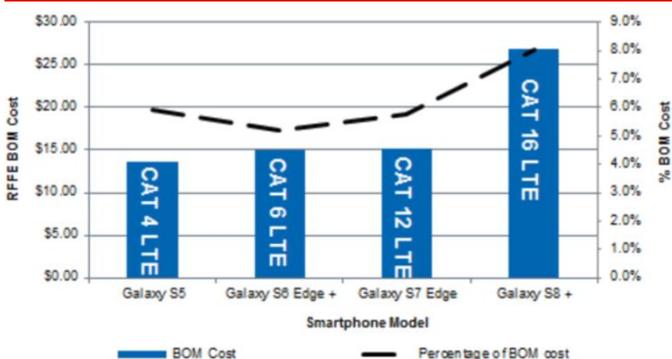


资料来源：IHS、华泰证券研究所

5G 手机射频前端对于被动元件小型化要求将更为苛刻

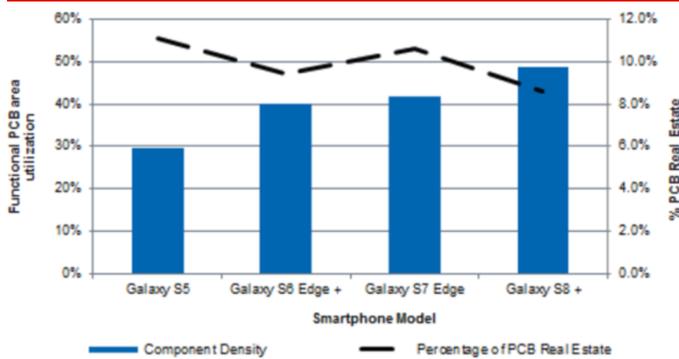
基于智能手机轻薄化、高屏占比的 ID 设计趋势, 同时为了满足日益丰富的功能, 手机内部 PCB 板上留给射频前端功能区的空间处于持续减少的趋势中, 根据 IHS 数据, 三星 Galaxy S8+ 的射频前端器件密度已经接近 48%, 较 S7 Edge 提升超过 6pct, 而射频前端占整个 PCB 的面积仅超过 8.2%, 较 S7 Edge 下降约 2pct。

图表90： 三星 Galaxy 系列射频前端的 BOM 成本继续走高



资料来源：IHS、华泰证券研究所

图表91： 射频前端集成度越来越高



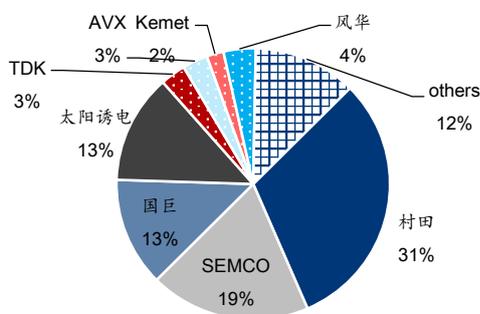
资料来源：IHS、华泰证券研究所

在数量增长的同时，更高单价的小尺寸产品也将得到更广泛的应用以缩小射频前端的整体体积。以片式电感的价格为例，根据 Mouser Electronics 数据，截至 2019 年 1 月 6 日，0201 规格的村田 LQP03TG1N0B02D 电感价格为 126.44 元/K，相较之下，01005 规格的村田 LQP02TN1N0B02D 价格为 323.64 元/K，是 0201 规格的 2.56 倍。

尽管目前片式被动元件市场仍集中在日、韩、台系厂商手中，但是国内企业在匹配下游品牌终端客户崛起过程中也实现了较快的技术升级，领先企业已经具备了小型化产品、车规级产品、高 Q 值产品的量产能力，在中美贸易摩擦的背景下正加速实现中低端市场的国产替代。**建议关注国内片式电感龙头顺络电子及 MLCC、Chip-R 龙头风华高科。**

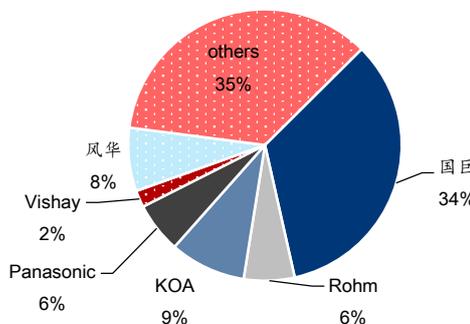
根据风华高科公告，公司在 2017 年内陆续完成了车规级薄膜电阻器、车规级 MLCC、车规级铝电解电容的 AEC-Q200 认证；根据顺络电子调研反馈，公司已经具备 01005 超小型化片式电感量产能力，并完成国际射频元器件大厂 Skyworks 的认证，有望切入 Skyworks 射频端 PA 模组的电感供应链。

图表96： 2017 年全球 MLCC 市场份额



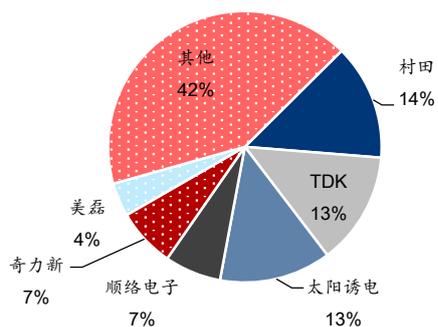
资料来源：国际电子商情、华泰证券研究所

图表97： 2017 年全球 Chip-R 市场份额



资料来源：国际电子商情、华泰证券研究所

图表98： 2017 年全球电感器市场份额



资料来源：国际电子商情、华泰证券研究所

图表99： 风华高科电阻、电容产品完成车规级认证

风华高科车规薄膜电阻器获得AEC-Q200认证

2017-08-03 作者：风华高科 浏览次数：2559次

近期，风华高科下属风华分公司继2016年推出车规厚膜片式固定电阻器后，2017年最新研发推出的车规薄膜片式固定电阻器，成功通过汽车电子工业标准AEC-Q200第三方试验认证。本次认证成功，标志着风华高科车规片阻产品系列更加完备，为全面进军汽车电子市场打下坚实基础。

此次通过认证的产品封装尺寸有0402~2512，电阻温度系数±25ppm/℃~±50ppm/℃，阻值精度0.1%~1.0%。由于特殊的高温电阻薄膜材料及表面钝化技术，使该产品具有优异的耐高温特性及长期高稳定性。产品可广泛应用于汽车电子、医学仪器、测试/测量设备、打印设备、自动设备控制器、转换器、通讯设备等。目前该产品供货周期为三至四周。

风华高科车规多层片式陶瓷电容器获得AEC-Q200认证

2017-09-13 作者：风华高科史富娟 浏览次数：2325次

风华高科下属风华分公司的车规多层片式陶瓷电容器于9月5日成功通过汽车电子工业标准AEC-Q200第三方试验认证，公司产品家族再添新成员。这标志着公司在片式多层陶瓷电容器的高技术研发领域取得突破，进一步丰富了公司片式多层陶瓷电容器的产品线，也为公司的客户应用提供了更全面的解决方案。

目前，公司推出的车规多层片式陶瓷电容器产品尺寸有0402~1206等多种规格，产品所采用的材料体系可靠性高，可设计容量大，具有高可靠性及优异的机械性能，拥有良好的耐高低温特性，支持-55℃~150℃的工作温度要求，产品可应用于汽车电子、工业控制、通讯设备、医疗电子和照明电子等严苛和恶劣的环境。

资料来源：风华高科公告、华泰证券研究所

苹果率先采用 SLP 缩小主板体积，有望引领高端机升级方向

类载板 (SLP) 是下一代 PCB 硬板，可将线宽/线距从 HDI 的 40/40 微米缩短到 30/30 微米。从制程上来看，类载板更接近用于半导体封装的 IC 载板，但尚未达到 IC 载板的规格，其用途仍是搭载各种主被动元器件，因此仍属于 PCB 的范畴。

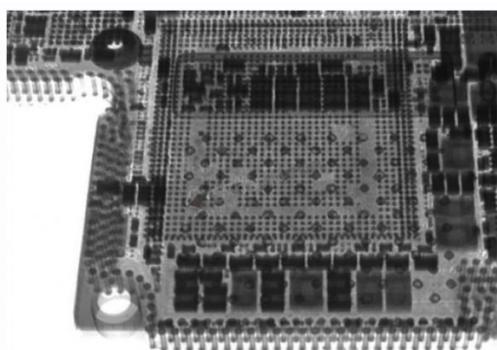
图表100: PCB 技术发展

PCB 类型	技术应用	线宽间距 (μm)	导入时间
多层板	一般装置	100	2002
HDI	一般装置	60	2005
HDI any-layer	iPhone4	40	2010
SLP	iPhone8、S9	30	2017

资料来源: prismatic, 华泰证券研究所

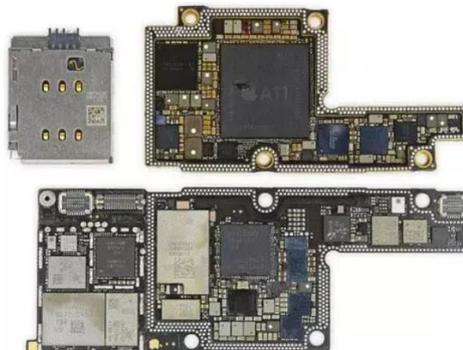
为了迎合终端客户对于行动装置小型化、轻量化的需求, PCB 技术从过去的单板, 发展出了多层板, HDI 高密度板、HDI 任意板、以及当前针对高端手机的 SLP 类载板。2017 年推出的 iPhone X 率先应用了基于 SLP 工艺的主板, 在这两块密集的 SLP 基板之间采用了宽度约 10-15um 的导线和微盲孔 (microvias) 进行讯号连接, 使 iPhone X 得以实现 7.7mm 的厚度, 在主板面积仅有 iPhone 8 Plus 的 70% 的情况下, 透过垂直堆叠使可容电路仍高出 35%。

图表101: X 光下的 iPhone X 类载板结构图



资料来源: iFixit, 华泰证券研究所

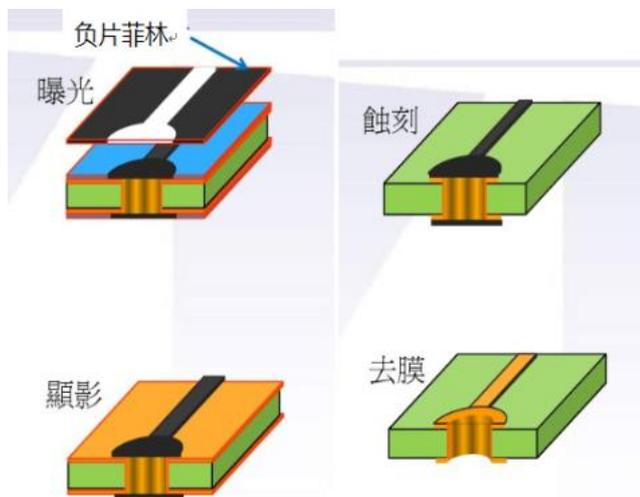
图表102: iPhone X 的类载板拆解示意图



资料来源: iFixit, 华泰证券研究所

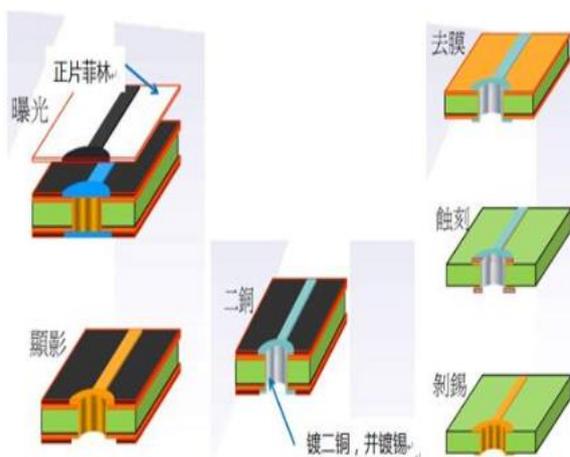
SLP 的生产主要使用的是半加成法技术, 是介于减成法和全加成法之间的 PCB 图形制作技术。半加成法首先要在覆铜板上电镀上部分铜, 然后在外层线路工序中, 将不需要电镀的区域保护起来, 然后再次进行电镀 (此次只电镀线路等有铜部分, 所以这部分电镀也叫图形电镀, 二铜)。因为此工艺较减成法多出镀二次铜的环节, 故称之为半加成法。半加成法制作工艺相对于全加成法更加成熟, 且图形精细化程度及可靠性均可满足高端产品的需求, 可进行批量化的生产。半加成法工艺适合制作 10/10-50/50 μm 之间的精细线宽线距。

图表103: 减成法流程示意图



资料来源: 捷配官网、华泰证券研究所

图表104: 半加成法流程示意图



资料来源: 捷配官网、华泰证券研究所

SLP 的性价比正伴随良率的提升得到优化。根据芯智讯，相较推出时 6-8 美元一片，目前 SLP 类载板凭借良率的提升，单片已降至 4 美元左右。我们认为，作为目前能够同时满足手机空间和信号传输要求的优化产品，SLP 工艺有望在 iPhone X 的引领下，渐渐为更多手机品牌厂商采用。

图表105： 历代 iPhone 使用 PCB 间距朝向细微化

历代 iPhone	iPhone 2G	iPhone 4G	iPhone 8
Layers	8	10	10
技术	1-6-1	HDI 任意层	SLP
线宽间距 (μm)	75	60	30

资料来源：prismark，华泰证券研究所

目前从事 SLP 生产的企业包括台湾的景硕、欣兴、华通，奥地利的奥特斯，日本的揖斐电等，国内的上市公司建议关注**鹏鼎控股**。鹏鼎目前是全球最大的 PCB 生产厂商，拥有领先的 PCB 技术，如 FPC、SLP 等，根据鹏鼎招股书，公司客户包括苹果、微软、google、Sony、华为、OPPO、Vivo 等全球领先的电子品牌，与苹果公司、鸿海集团、和硕集团、戴尔集团及索尼集团等客户合作时间均已超过 10 年，2017 年公司前十客户销售收入占比 91.22%，其中苹果占比超过 63%。

滤波器市场仍以美国厂商为主导，国内企业加速追赶

射频滤波器是 5G 时代前端模块中增长最快的细分方向

在无线通信设备中的射频前端模块中，射频滤波器起着至关重要的作用。滤波器可以将带外干扰和噪声剔除，以满足射频系统和通讯协议对于信噪比的需求，从而得到有效的信号，供后续芯片处理。

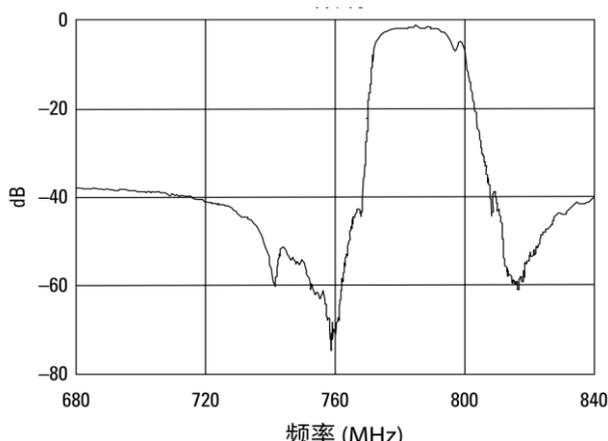
一台功能丰富的国际通用手机，需要过滤最多 15 个频带上的 2G、3G 和 4G 收发通路，此外还有 Wi-Fi、蓝牙和全球导航卫星系统 (GNSS)。目前一款 4G 手机中的需要用到的**滤波器数量多达 30-40 个**。随着 5G 技术的应用，无线通信设备中需要支持更高频段的信号，对于一个频段而言，一般至少需要两个滤波器，**Linley Group 预计 2020 年单个手机的滤波器用量有望由当前水平增至 100 个左右**。

声学滤波器是移动设备上主流的实现方式

滤波器的构造根据应用的不同而不同，根据尺寸、成本和性能等因素的差异，滤波器的种类有分立式电感电容型 (LC) 滤波器、多层陶瓷滤波、单体式陶瓷滤波器、声学滤波器、空腔滤波器。陶瓷滤波器虽然成本较低，但是体积大，一般很难应用在对尺寸要求较高的移动设备中。而声学滤波器能够同时满足高低频率要求 (最高 6 GHz)，体积小，是移动设备上最为常用的滤波器构造。目前移动终端中射频滤波器最主流的实现方式是 SAW (表面波滤波器) 和 BAW (体声波滤波器)，高频信号一般用 BAW 滤波器。

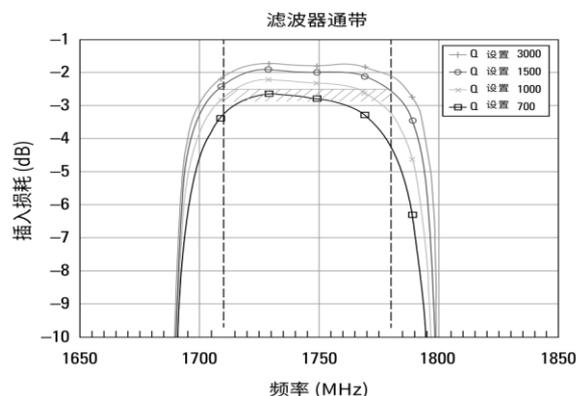
通带边缘的锐角化需求推动了体声波等高质量因子结构的需求发展。滤波器在让所需特定频率或者频带的信号通过时会产生功率损耗，即插入损耗，滤波器的插入损耗取决于多个因子。其中包括：中心频率对应的滤波器带宽、滤波器的阶梯级数以及构成滤波器的谐振器的质量因子 (Q)。随着质量因子的下降，损耗上升，通带边缘更加圆滑，通带带宽变窄，且通带边缘的损耗增速大于频带中间的损耗。

图表106: 滤波器仅允许特定频率或频段的信号通过



资料来源: Qorvo、华泰证券研究所

图表107: 声学滤波器在不同谐振器质量因子下的衰减特性

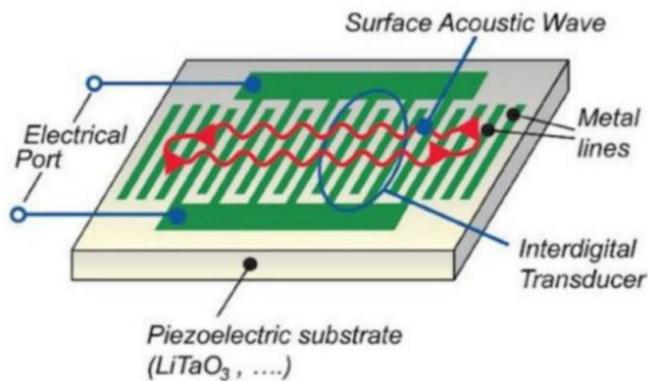


资料来源: Qorvo、华泰证券研究所

声表面波滤波器技术成熟, 广泛应用于 2-4G 移动设备中

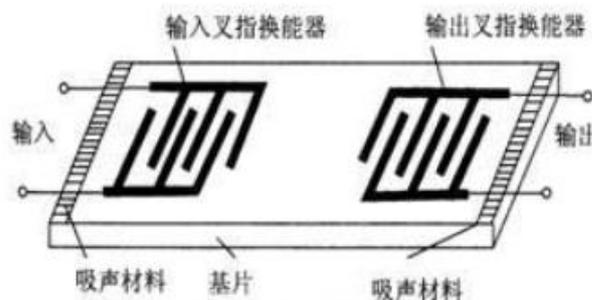
在 SAW 滤波器中, 以石英、铌酸锂或钕钛酸铅等压电晶体为基片, 通过光刻工艺制成两组具有能量转换功能的交叉指型的金属电极, 分别作为输入、输出叉指换能器。当输入叉指换能器接入交变电压信号时, 压电晶体基片表面产生振动并激发声波, 沿着基片表面传送到输出叉指换能器, 被再度转换为电信号。在 SAW 波滤波器内, 声波在表面传播可形成驻波, 其品质因数可达数千。

图表108: SAW 滤波器构造



资料来源: Qorvo、华泰证券研究所

图表109: SAW 滤波器工作原理



资料来源: Qorvo、华泰证券研究所

SAW 滤波器综合了低插入损耗与良好抑制性能, 可以达到大带宽, 并且与传统空腔滤波器和陶瓷滤波器相比, 其体积只有前者的零头。由于 SAW 滤波器在晶圆上组装, 因此可以低成本大批量生产; 此外, 声表面波技术还可将不同频带的滤波器和双工器集成到一块芯片, 并且因此增加的装配工序很少。基于以上特点, SAW 滤波器能够较好地满足最高 1.9 GHz 标准滤波器应用, 包括 GSM、CDMA 和 3G 等标准频带, 以及部分 4G 频带。

不过 SAW 滤波器也有其局限性, 其在频率高于大约 1GHz 时, 滤波器筛选特定性能的性能下降; 在频率达到大约 2.5 GHz 时, 声表面波仅限于中等性能需求的应用。另外, 声表面波对温度非常敏感。在较高温度下, 衬底材料的硬度易于下降, 声波速度也因此下降。当温度上升时, 声表面波滤波器的频响最大可能下降 4MHz。由于保护频带越来越窄, 并且消费设备的指定工作温度范围较大 (通常为 -20°C 至 85°C), 因此这种局限性的影响越来越严重。

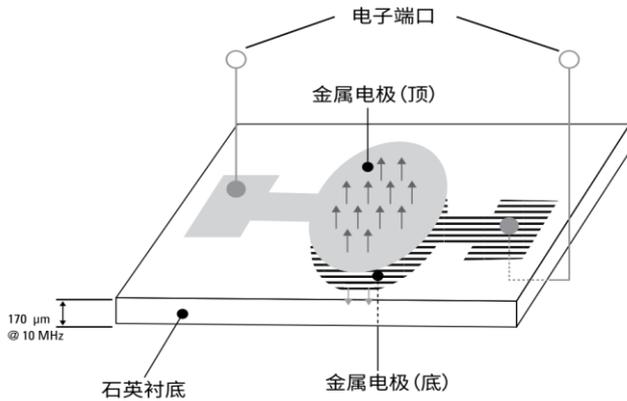
BAW 滤波器更适用于 5G 高频段应用需求

相比 SAW 滤波器，BAW 滤波器更适用于高频率。BAW 可以处理的频率范围在 1.5GHz 以上，弥补了 SAW 滤波器技术的局限，最高处理频率可以达到 6GHz。此外，BAW 滤波器的大小随着频率增加而减少，满足 4G、5G 等频段下对于器件尺寸的更严格要求。此外，BAW 具有对温度变化不敏感，更低的插入损耗，更陡的带外衰减曲线等优点。

不同于 SAW 滤波器，BAW 滤波器的声波纵向传播。在采用石英晶体作为衬底的体声波谐振器中，石英上下表面的金属片振动形成声波，使声波从顶部表面反弹至底部，以形成驻声波，BAW 滤波器的谐振频率取决于板材厚度和电极质量。

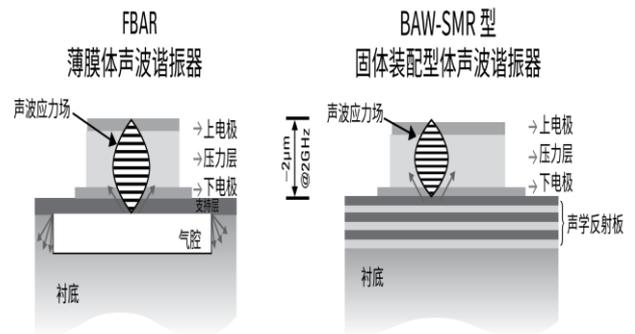
在 BAW 滤波器发挥作用的高频率，压电层必须只有几微米厚，谐振器结构需要采用薄膜沉积和微加工技术，在载波衬底上完成。为防止声波逃逸进入衬底，将不同硬度和密度的薄层交替叠加，形成布拉格声学反射腔，最终形成的谐振器被称为“固体装配型体声波谐振器”(BAW-SMR)。另一种替代方法被称为“薄膜体声波谐振器”(FBAR)，FBAR 在有效区域下方蚀刻出一个空腔，形成悬挂膜结构。

图表110：体声波滤波器构造



资料来源：IDC、华泰证券研究所

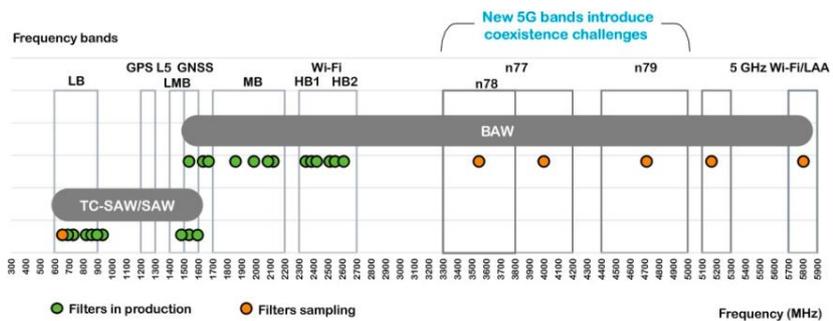
图表111：固体装配型体声波谐振器与薄膜体声波的设计对比



资料来源：工信部、华泰证券研究所

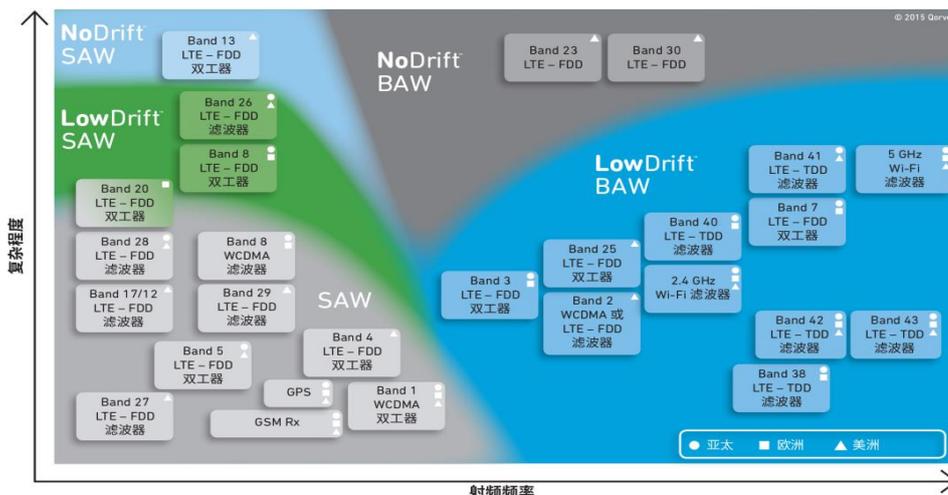
BAW 滤波器有助于补偿单台智能手机支持多频带带来的较高损耗。BAW 滤波器在 2GHz 时质量因子高达 2500，减少了插入损耗，在临界的通带边缘也具有良好的性能，因此有助于补偿单台智能手机支持多频带带来的较高损耗。损耗的降低不仅改善了信号的接收性能，而且有助延长电池寿命。对于上行和下行链路隔离较小的应用，以及相邻频带高度拥挤但又需要衰减的情况，体声波表现优秀。

图表112：BAW 滤波器更适用于 5G 高频段应用需求



资料来源：Qorvo、华泰证券研究所

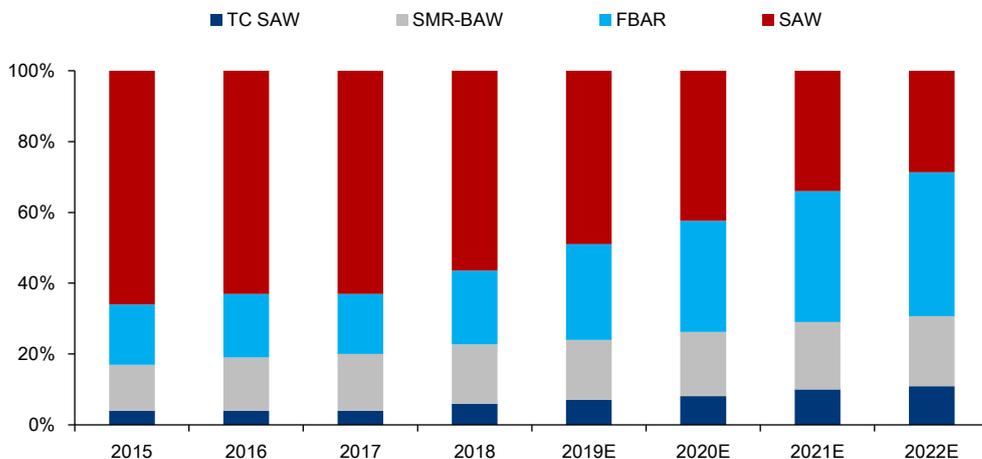
图表113: 高于1.5GHz时, BAW滤波器非常具有性能优势



资料来源: 工信部、华泰证券研究所

我们认为随着5G的应用, 移动终端设备本身对于高频段滤波器具有增量需求, 而对一些分配在2GHz以上的频段来说, BAW是目前主流方案, 博通和Qorvo仍将是主要受益者。根据Yole数据, 2019年全球BAW滤波器(包括SMR及FBAR)合计市场渗透率有望达到44%, 逼近传统SAW滤波器49%的渗透率水平。Yole预计2022年SAW滤波器的市占率将降至29%, 而SMR-BAW和FBAR则分别达到20%和41%。

图表114: Yole预计2022年SAW滤波器的市占率将降至29%

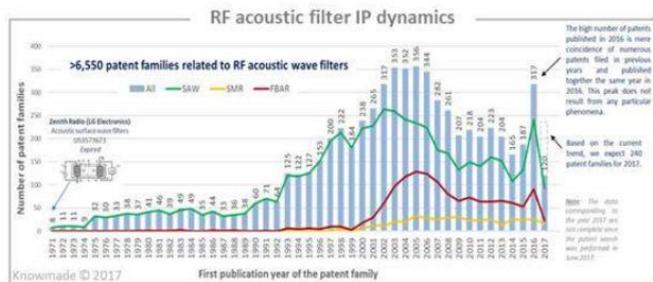


资料来源: Yole、华泰证券研究所

滤波器市场在全球市场呈现寡头竞争格局, 国产化率较低

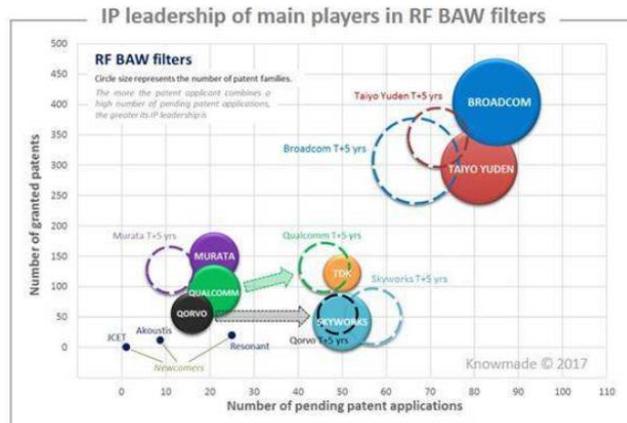
SAW/BAW滤波器的核心技术目前仍掌握在日本企业、美国企业手中。从专利的申请情况而言, 在上世纪90年代, SAW滤波器的专利申请量增长很快, 彰显了RF声波滤波器市场在2000年代的发展。自2010年起, 随着多家重点厂商的专利申请量增长趋向平稳, 专利优势地位逐渐确立, 市场格局也逐渐稳定: Murata和太阳诱电等日本厂商在SAW专利申请方面处于领导地位, 而Qorvo、Qualcomm和博通等美国厂商则在BAW专利领域处于领导地位, 传统大厂的领先优势稳固。目前国内科研院所的声学滤波器相关产品仍主要面向军用无线通信系统, 在手机等消费电子产品中的应用较少。

图表115: RF 声波滤波器专利申请动态



资料来源: Knowmade、华泰证券研究所

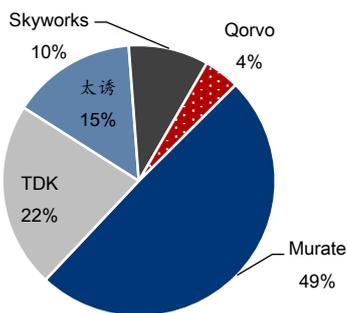
图表116: 由 RF 声波滤波器的专利申请情况而言传统大厂的领先优势稳固



资料来源: Knowmade、华泰证券研究所

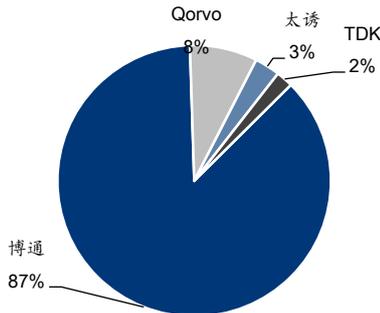
从市场份额来看,根据 Navian 数据,2016 年 SAW 滤波器的前五大厂分别为日本的 Murata、TDK、太阳诱电以及美国的 Skyworks 和 Qorvo,全球市占率分别为 49%、22%、15%、10%、4%; BAW 滤波器的寡头垄断特性更为显著,Avago 一家占据了全球 87%的份额,排名第二的 Qorvo 占据 8%的市场份额。

图表117: 2016 年 SAW 滤波器全球市场格局



资料来源: Navian、华泰证券研究所

图表118: 2016 年 BAW 滤波器全球市场格局



资料来源: Navian、华泰证券研究所

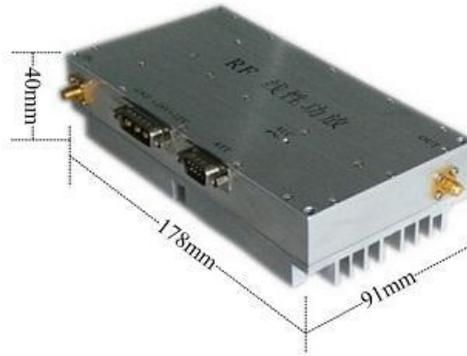
国内涉足声学滤波器的单位主要包括:中电科声光电研究所、55 所等科研院所,上市公司中主要有麦捷科技和信维通信等,非上市公司主要有汉天下、中电德清华莹和无锡好达等。其中麦捷科技在 2016 年增发 8.5 亿元并投入 3.72 亿元用于基于 LTCC 基板的终端射频 SAW 滤波器封装工艺开发与生产项目;此外,麦捷科技于 2017 年 5 月与重庆声光电集团签署战略合作协议,双方共同在微声滤波器(SAW、TC-SAW、FBAR)等产品方面展开合作,并成立合资公司,麦捷科技持有 35% 股权;信维通信则于 2017 年 6 月和中电科 55 所签署战略合作协议,通过对德清华莹增资 1.1 亿元持有德清华莹股权,双方将在声表面滤波器、5G 高频器件和 GaN 功率器件等方面展开合作。

5G 时代 PA 市场仍以 GaAs 为主,国内企业有望从外延片市场率先切入

从 3G 时代起, GaAs 已经代替 CMOS 材料成为 PA 市场主流材料

射频功率放大器(RF PA)是各种无线发射机的重要组成部分。在发射机的前级电路中,调制振荡电路所产生的射频信号功率很小,需要经过一系列的放大—缓冲级、中间放大级、末级功率放大级,获得足够的射频功率以后,才能馈送到天线上辐射出去。为了获得足够的射频输出功率,必须采用射频功率放大器,其直接决定了无线终端的通讯距离、信号质量和待机时间。

图表119: 射频功率放大器示意图



资料来源: 微波射频网, 华泰证券研究所

从 3G 时代起由于击穿电压、输出功率等优势, GaAs (砷化镓) 材料代替 CMOS 材料成为 PA 市场主流材料。GaAs 材料是目前生产量最大、应用最广泛, 因而也是最重要的化合物半导体材料, 是仅次于硅的最重要的半导体材料。用砷化镓制成的半导体器件具有高频、高温、低温性能好、噪声小、抗辐射能力强等优点。虽然砷化镓具有优越的性能, 但由于它在高温下分解, 故要生产理想化学配比的高纯的单晶材料, 技术上要求比较高。

从 2014 年智能手机进入 4G 时代以来, 随着终端支持频段数的增加, 砷化镓 PA 单机需求数量从 3G 时代的 4-6 颗增长为 4G 时代的 7 颗, StrategyAnalytics 预计 5G 时代手机内的 PA 数将超过 16 颗。

图表120: 2G-4G 手机 PA 及射频开关器数量

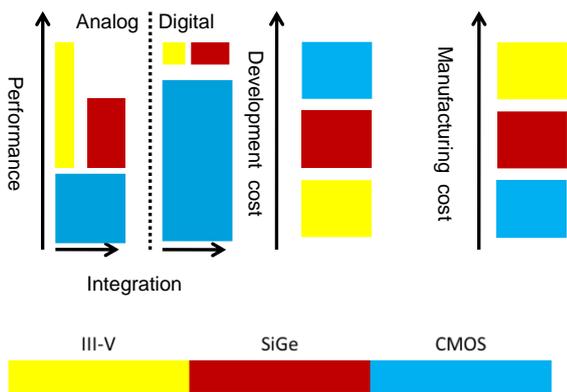
通信技术	PA 数目	射频开关器数目
2G	2	1
3G	4	2
3.5G	6	2
4G	7	4

资料来源: EEPW, 华泰证券研究所

5G 时代, GaAs 依然是手机 PA 的主流方案

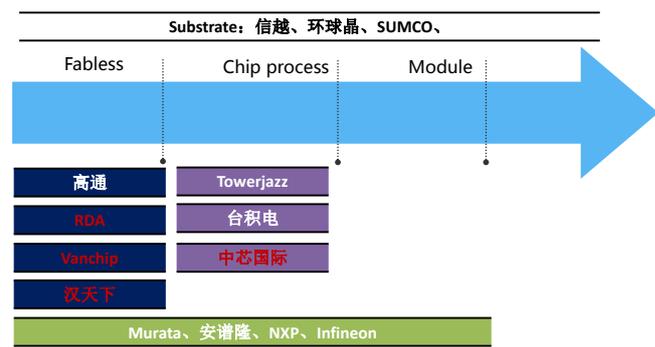
为了满足 5G 对高频的需求, CMOS 工艺需要低至 28nm 的线宽, 意味着更高的开发成本。但是相对于开发成本, CMOS 的制造成本又是最底的, 易于与传统的 Si 基数字电路进行集成。目前国内的汉天下为全球最大的 CMOS PA 供应商, 2017 年约占全球出货量的一半。我们认为, PA 在满足频率需求的基础上, 最重要的三个参数为 Pout and Gain, Efficiency and PAE, Linearity; 而在高频情况下, SiGe 和 III-V PA 相对 CMOS PA 性能方面有显著优势。

图表121: CMOS, SiGe, and III-V 三种射频 PA 比较



资料来源: OFweek、华泰证券研究所

图表122: CMOS PA 国内外市场竞争格局

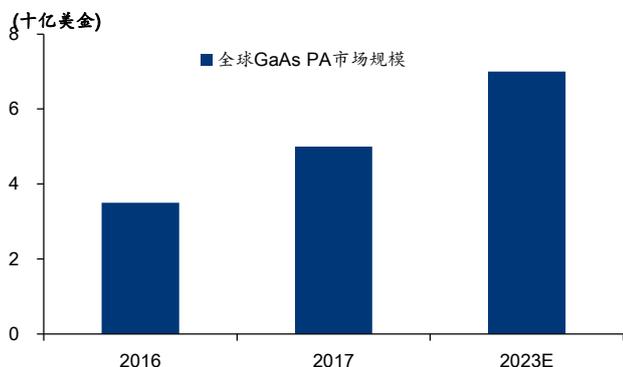


资料来源: 各公司公告、华泰证券研究所

根据 Yole 数据, 2017 年全球 GaAs PA 市场规模达到 50 亿美金, 同比增长 42.9%, 预计 2023 年将达到 70 亿美金, 2017 年这一市场仍被 Skyworks、Qorvo 和 Avago 等大厂垄断, 市场份额分别为 37%、25%、24%, 合计达到 86%, 其中 Qorvo 覆盖的产品链最全。

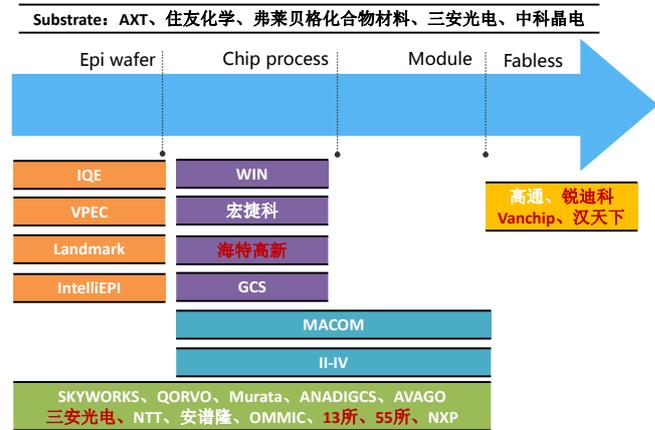
目前 GaAs 射频已经形成了完整的产业链。GaAs 衬底生产商包括: 住友电工、弗莱贝格化合物材料、晶体技术三家公司, 2017 年合计占据约 95% 市场份额。IQE 占据了外延片 50% 以上的市场份额。晶圆代工方面, 稳懋为全球龙头, 占据了 50% 以上的市场份额, 另有宏捷科、GCS 提供代工服务。

图表123: 2017 年全球 GaAs PA 市场规模达到 50 亿美金



资料来源: Yole、华泰证券研究所

图表124: GaAs PA 国内外市场竞争格局



资料来源: 各公司公告、华泰证券研究所

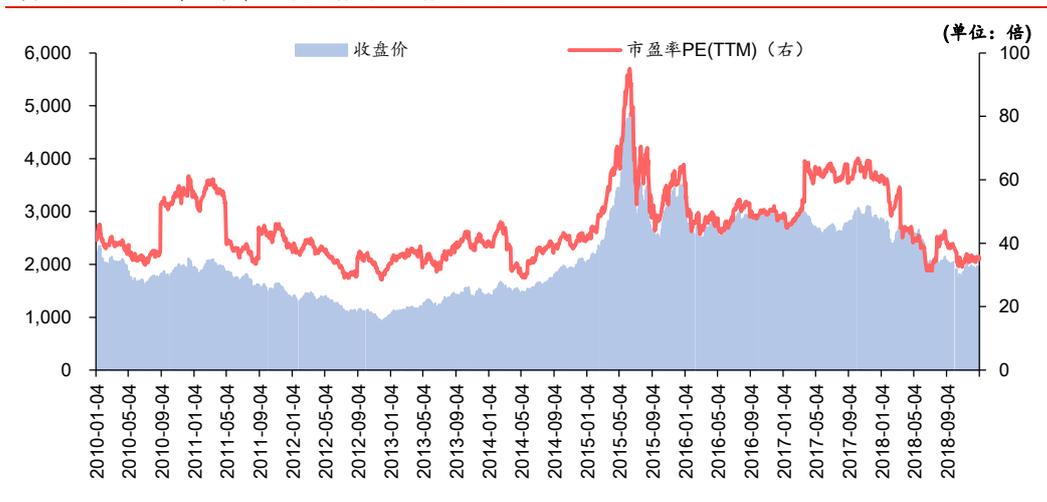
国内的三安光电早在 2015 年 6 月便携手大基金、华芯投资、国开行合资设立 III—V 族化合物集成电路发展专项基金, 并于 2016 年 5 月与大基金、晋安瀛投资基金共同设立福建省安芯投资管理有限责任公司并将 70% 可投资资金投向 III-V 族化合物集成电路产业群。

投资建议

回顾 3/4G 天线射频标的表现优于其他标的

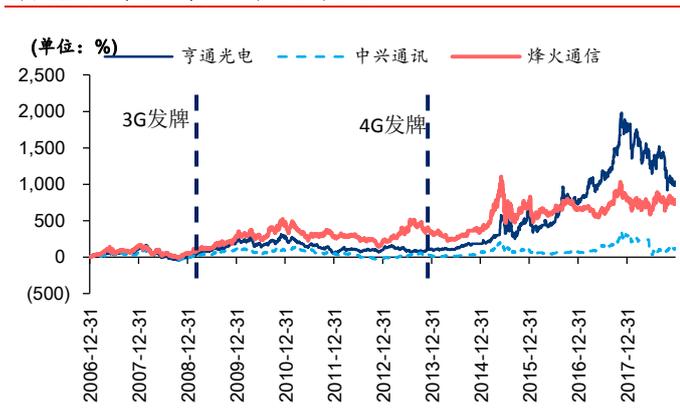
回顾 4G 时期，从行情来看，股价反应往往较发牌提前 3~12 个月。通信指数整体估值于 2012 年 12 月 3 日见底回升，较发牌时间提前 12 个月。具体而言，主设备商中兴通讯股价在 3G 牌照发放前 3 个月启动，在 4G 牌照发放前 12 个月启动。光传输设备商启动时点与运营商传输设备大规模采购时点基本一致，4G 时期烽火通信早于发牌约 12 个月。光纤光缆的启动时间也在发牌前 3~12 个月。对于光模块而言，传输网和基站的建设都对其有需求拉动，光迅科技股价启动的时点与中移动 OTN 大规模集采（2012 年 12 月）基本吻合，较发牌提前约 12 个月，同时，发牌后基站的建设也持续的推动股价上涨。

图表125： 2010年至今申万通信指数收盘指数和 PE



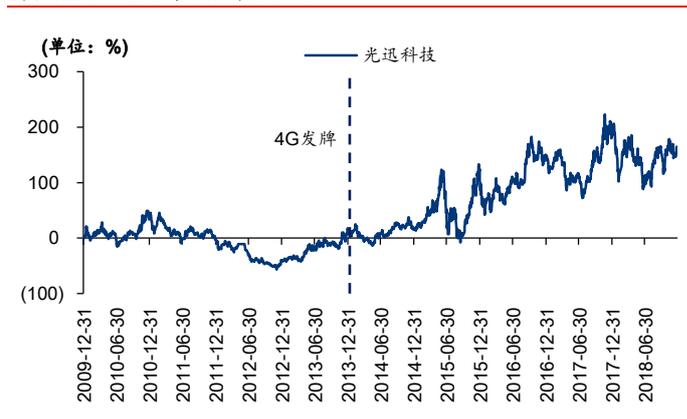
资料来源：Wind，华泰证券研究所

图表126： 亨通、中兴、烽火累计涨跌幅



资料来源：Wind，华泰证券研究所

图表127： 光迅科技累计涨跌幅



资料来源：Wind，华泰证券研究所

4G 时期，天线射频板块标的估值启动先于业绩。从估值走势看，天线射频作为通信设备的上游器件，估值在 2012 年 1 月后逐渐见底回升，但 4G 业绩真正开始释放在 2014 年。2010-2013 年，天线厂商信维通信、硕贝德、盛路通信最低估值 PE(TTM)分别为 23/35/36x，出现在 2012 年 8 月、6 月、1 月；射频厂商麦捷科技、大富科技、武汉凡谷最低估值 PE(TTM)分别为 26/14/20x，出现在 2012 年 12 月、1 月、1 月。

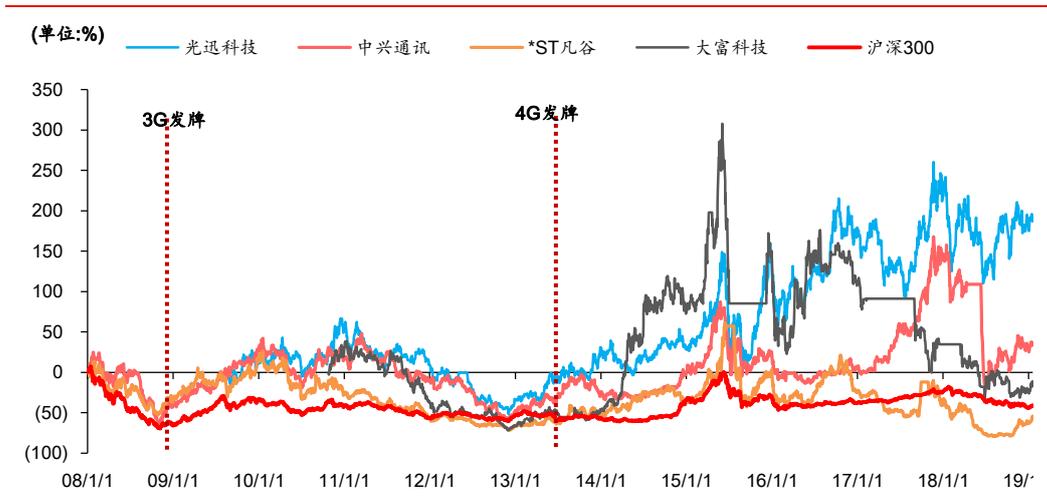
图表128： 2010-2013 天线、射频厂商 PE (TTM) 最高最低值

	信维通信	硕贝德	麦捷科技	大富科技	武汉凡谷
区间最低估值	22.71	34.99	25.82	13.85	20.11
日期	2012/8/2	2012/6/12	2012/12/3	2012/1/19	2012/1/16
区间最高估值	507.39	111.65	71.24	--	175.25
日期	2013/4/22	2013/12/27	2013/11/29	--	2013/8/21
2018/12/31PE	20.34	47.53	--	--	--

资料来源：Wind、华泰证券研究所

回顾 3G 发牌前后，*st 凡谷（武汉凡谷）涨幅高于中兴通讯及沪深 300 指数，再对比 4G 发牌前后，涨幅最高的是大富科技，接下来是光迅科技、中兴通讯和武汉凡谷。综上所述，3/4G 发牌前后，天线射频标的涨幅明显优于通信板块其他标的。

图表129： 2008 年至今标的/指数涨幅统计



资料来源：Wind、华泰证券研究所

无线射频投资建议

站在中国通信产业链 5G 崛起的角度上来看，我国通信产业链在 5G 时期有望实现全球引领并带动产业链上游国产化率提升。在加快 5G 商用政策驱动下，我们预计 5G 预商用牌照有望在 2019 年第二季度发放，正式商用牌照有望在 2019 年第三/四季度发放。由于当前 5G 仍处于试商用阶段，技术路径仍存在不确定性，2019 年上半年仍以主题性投资为主，而无线射频侧因为市场空间弹性较高，建议投资重点关注无线射频侧的投资机会。

1、通信设备无线上游

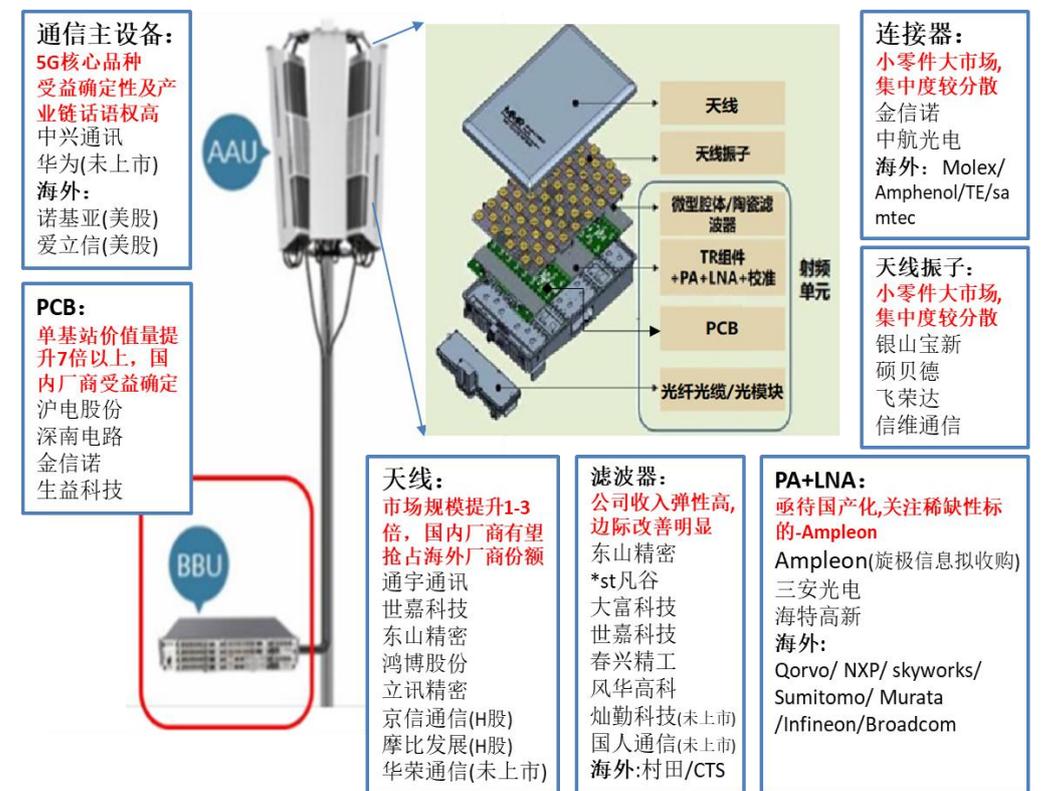
把握 5G 元年的投资节奏，从国内运营商 5G 预商用建设的策略上来看，移动主设备商具备较强的可预见性，并有望带动与其配套的上游环节包括天线及无线射频。重点关注具备较强国产化能力的主设备商核心供应商及上游射频器件供应商。推荐和建议关注标的如下表所示：

图表130：细分领域重点标的

细分领域	重点标的
移动主设备	中兴通讯
天线	通宇通讯、京信通信、鸿博股份、世嘉科技、东山精密、立讯精密
天线振子	银山宝新、硕贝德、飞荣达
滤波器	通宇通讯、*st 凡谷、东山精密、世嘉科技、大富科技、春兴精工
连接器	金信诺、中航光电
PCB	深南电路、沪电股份、金信诺
功放	三安光电、海特高新

资料来源：Wind、华泰证券研究所

图表131：基站无线侧受益标的投资总结



资料来源：Smartwirecom、Comba、华泰证券研究所

2、终端设备无线上游：

综上，基于工信部的户均流量增速及2014年4G手机出货渗透率这两个历史数据，我们对于5G终端的渗透速度，以及对契合技术创新趋势的供应链企业的业绩拉动作用展望乐观。基于5G终端的技术路径变革及各相关上游供应链的竞争格局分析，我们建议投资者关注终端天线、元器件小型化、类载板渗透率提升、PA及滤波器国产替代四条主线上的投资机会，相关标的如下：

图表132：细分领域重点标的

细分领域	重点标的
终端天线	推荐硕贝德、立讯精密，关注信维通信
元器件小型化	推荐顺络电子，关注风华高科
类载板渗透率提升	推荐鹏鼎控股，关注超声电子、深南电路
PA及滤波器国产替代	关注麦捷科技、信维通信

资料来源：Wind、华泰证券研究所

图表133：终端手机无线侧投资建议总结

Yole预计滤波器市场有望由80亿美金增至225亿美金，2017-2023年的CAGR为19%。对一些分配在2GHz以上的频段来说，BAW是目前主流方案，**博通和Qorvo**仍将是主要受益者。Yole预计2018-2022年SAW滤波器市占率将由57%降至29%。

国内涉足声学滤波器的单位主要包括：中电科声光电研究所、55所等科研院所、**麦捷科技、信维通信**、无锡好达等。

Sub 6频段：4X4 MIMO 天线有望成为智能手机终端标配，天线正从金属中框向LDS、FPC、LCP、MPI等实现方式转变，天线ASP有望从0-3元范围增至5-10元。

mmW频段：以约2.5mm的点阵形式存在于手机终端中，实现方式包括AoB、AiP与AiM，Yole预计2023年有望形成4.23亿美金的新增市场。

相关标的：**硕贝德、信维通信、高通、安费诺**

元器件小型化：终端应用量价齐升，市场仍以日韩系厂商村田、TDK、太诱、三星电机占据主导地位，近两年国产替代正在加速，国内龙头企业**顺络电子、风华高科**在部分产品已具备全球竞争力。

类载板：目前从事SLP生产的企业包括台湾的景硕、欣兴、华通，奥地利的奥特斯，日本的揖斐电等，国内的上市公司建议关注**鹏鼎控股**。

砷化镓PA单机用量从3G时代的4-6颗增长为4G时代的7颗，StrategyAnalytics预计5G时代手机内的PA数将超过16颗。Yole预计手机端PA有望由50亿美金增至70亿美金，2017-2023年的CAGR为7%。

2017年**Skyworks、Qorvo和Avago**合计市场份额达到86%，其中Qorvo覆盖的产品链最全。国内**三安光电**在外延片及芯片制造环节均有布局。

资料来源：高通、华泰证券研究所

海外上游公司介绍

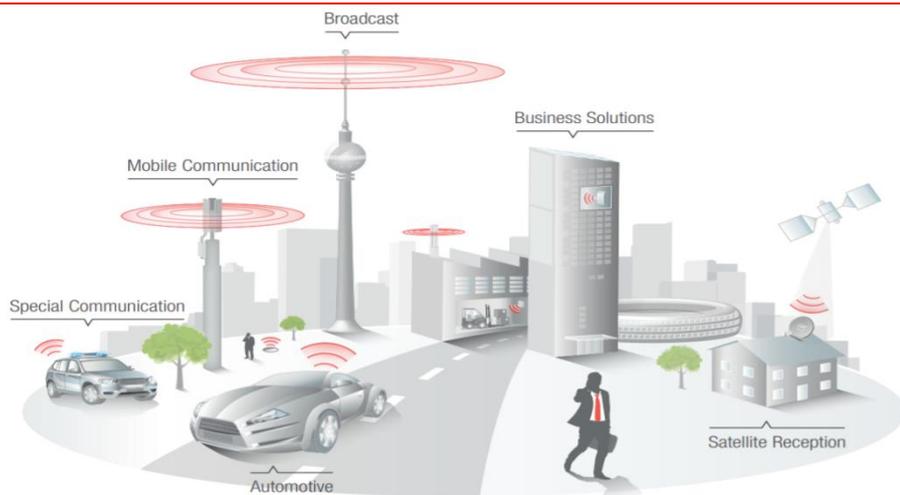
天线海外主要公司

1、Kathrein 凯瑟琳

Kathrein 始于 1919 年公司创始人兼工程师 Anton Kathrein 的小作坊，是全球规模最大、历史最悠久的天线制造厂商。公司是一家家族企业，目前已经是第三代领导者。公司最早提供供电网络设备防雷电装置的生产制造，20 世纪 50 年代初，伴随无线电通信领域的市场发展，Kathrein 开始开发电视天线。此外，该公司还在 20 世纪 50 年代中期开始提供广播和电视广播系统。

20 世纪 70 年代中期，该公司推出了市场上第一款用于大篷车和露营车的电视天线。数字移动通信的大规模现象始于 20 世纪 90 年代初，手机改变了社会的沟通行为，由于用户数量的快速增长，移动服务提供商被迫不断扩展其网络，基站的移动通信天线数量逐年增长。到 20 世纪 90 年代末，公司已经在全球销售了约 100 万个天线系统。目前，Kathrein 集团的产品广泛应用于移动通信、商业解决方案、卫星接收、宽带传输、广播电视等领域。Kathrein 在各大洲都有销售分支机构和合作伙伴，到 2018 年 10 月，集团的员工人数约为 7100 人，2017 年的综合营业额为 7.47 亿欧元。

图表134: Kathrein 提供包括移动通信、商务解决方案、广播、汽车、特殊通信等在内的产品和解决方案



资料来源: Kathrein 官网, 华泰证券研究所

图表135: Kathrein 的全球布局



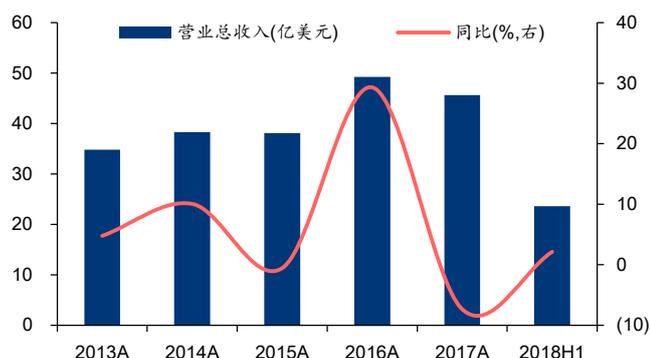
资料来源: Kathrein 官网, 华泰证券研究所

2、CommScope 康普

安德鲁 (Andrew) 成立于 1937 年，公司总部设在美国伊利诺伊州，上世纪七十年代安德鲁进军广播电台和电视台卫星通信天线领域，其后拓展基站天线业务，并通过收购以及业务整合成为了领先的天线和射频子系统供应商，成为全球通信天线及射频器件领域的龙头企业之一，为全球通信基础设施市场设计、制造和供应所需的创新的设备和解决方案，包括塔顶基站天线、传输线系统、射频 (RF) 站点解决方案、信号分配、网络优化以及专门应用例如微波、卫星、雷达和高频通信系统的解决方案，其研发能力、产销量均居世界前列。2007 年 12 月，美国康普公司 (CommScope) 完成对安德鲁公司 (Andrew Corporation) 的收购。

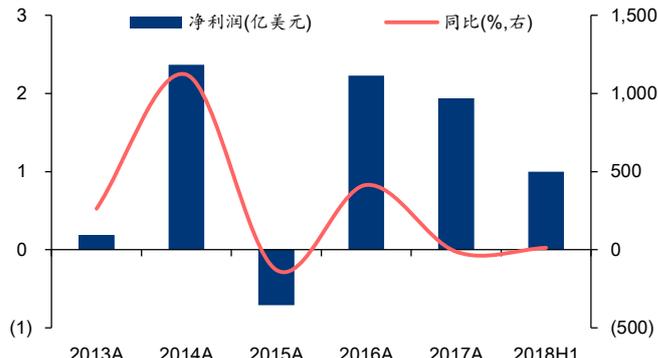
康普 (CommScope) 于 1964 年开始生产电缆产品，服务领域逐渐扩展至局域网、数据通信、电视单收、专业有线网络和光纤解决方案等；2007 年，康普完成对安德鲁的收购后不断通过收购兼并发展成为全球宽带、企业网络与无线网络基础设施解决方案的多样化提供商。2011 年，美国私募股权巨头凯雷投资集团 (Carlyle Group) 宣布完成对网络基础设施供应商康普公司价值 39 亿美元的收购。2013 年康普公司在纳斯达克上市。2017 年度，美国康普安德鲁收入约 45.61 亿美元，净利润约 1.94 亿美元。公司生产基地主要在墨西哥、中国、印度及捷克等地区。

图表 136: CommScope 营收及增速



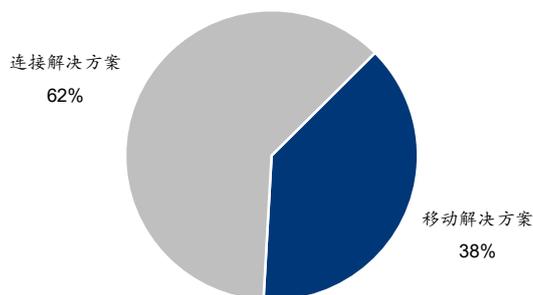
资料来源: Wind, 华泰证券研究所

图表 137: CommScope 净利润及增速



资料来源: Wind, 华泰证券研究所

图表 138: 2017 年 CommScope 收入构成



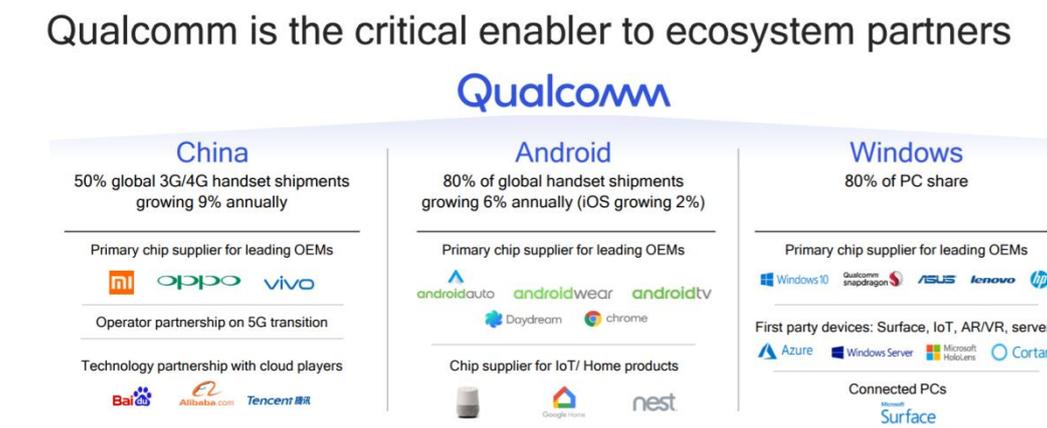
资料来源: Wind, 华泰证券研究所

射频器件/芯片海外主要公司

1、Qualcomm 高通

高通公司是一家无线电通信技术研发公司，于1985年在加利福尼亚州成立。其产品技术主要应用于移动设备和无线电产品，除此之外也用于汽车，物联网（IoT），网络，计算和人工智能（人工智能）等领域。高通的收入主要来自集成电路产品的销售和知识产权许可，包括专利，软件和其他权利。

图表139：高通公司的发展历程

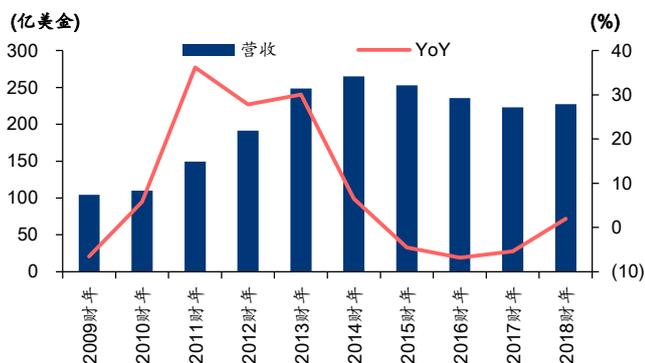


资料来源：EEFOCUS、华泰证券研究所

高通业务主要包括三个部分：通过 QCT（Qualcomm CDMA Technologies）和 QTL（Qualcomm Technology Licensing）开展业务，而 QSI（Qualcomm Strategic Initiatives）则进行战略投资。

高通在开发作为 3G 和 4G 无线技术基础的发明方面发挥了主导作用，这些发明也是 5G 无线技术的基础。主要包括 CDMA（码分多址）、OFDMA（正交频分多址）技术系列与 TDMA（时分多址），这些是当前用于使用公共蜂窝无线网络通过无线电波传输无线设备用户的语音或数据的主要数字技术。

图表140：2018 财年高通营收 227.32 亿美金，同比增长 1.98%



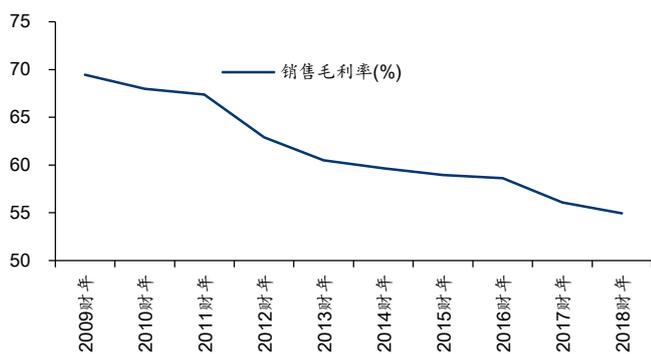
资料来源：Wind、华泰证券研究所

图表141：2018 财年高通净利润-48.64 亿美金，同比下滑-297%



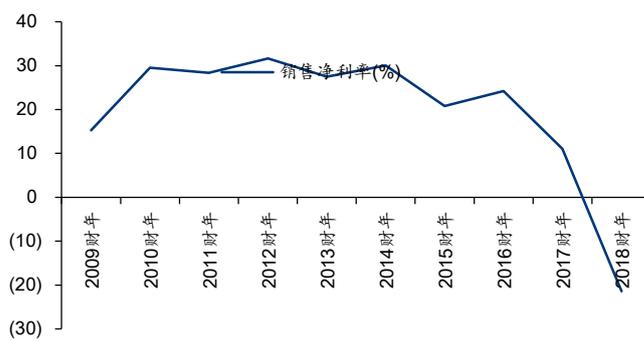
资料来源：Wind、华泰证券研究所

图表142: 2018财年高通毛利率54.94%，同比下滑1.13pct



资料来源: Wind、华泰证券研究所

图表143: 2018财年高通净利率-21.4%，同比下滑-32.46 pct



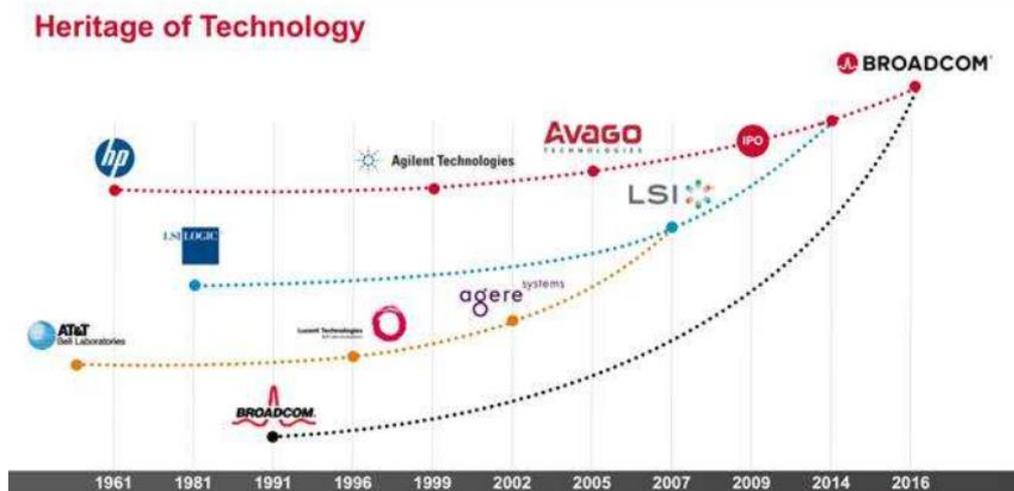
资料来源: Wind、华泰证券研究所

2、Broadcom 博通

博通有限 (Broadcom Limited, 简称博通) 是全球领先的有线和无线通信半导体公司, 前身为 Avago。Avago 作为惠普的一个电子部门创立于 1961 年, 后剥离成为 Agilent 的一部分, Avago 自身是聚焦 III-V 族复合半导体设计和工艺技术, 各种广泛模拟、混和信号以及光电组件产品和次系统的领先设计、开发和全球供应商, 通过广泛丰富的知识产权, 为无线通信、有线基础设施以及工业和其他等三个主要目标市场提供产品, 产品应用包括移动电话和基站、数据网络、存储和电信设备、工厂自动化、发电和替代能源系统以及显示器等。

2013 年 Avago 开始接触存储行业并对该领域进行投资, 以 66 亿美元收购 LSI, 紧接着在 2015 年又以 6 亿美元和 370 亿美元的价格收购了 Emulex 和 Broadcom, 新公司即为博通有限。

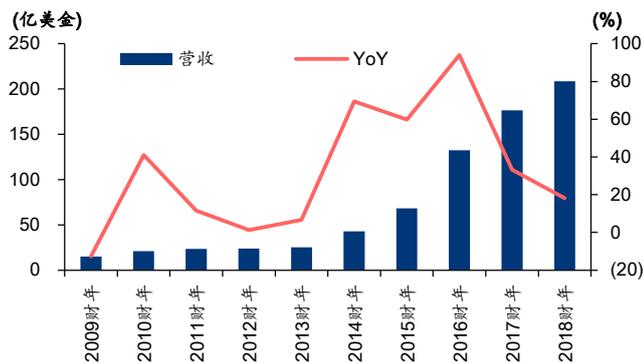
图表144: 博通有限的发展历程



资料来源: EEFOCUS、华泰证券研究所

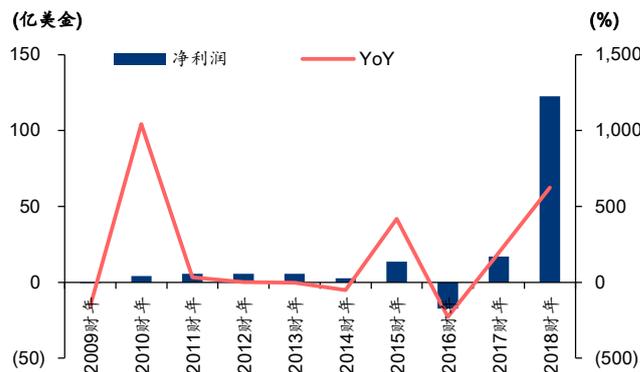
Avago 以 370 亿美元收购的 Broadcom 是 Wi-Fi、蓝牙与 NFC 领域的领导厂商之一, 同时还主导着 SoC 架构的开发, Broadcom 的 BCM 系列广泛地应用在行动装置、穿戴电子产品、连网家庭技术, 以及诸如汽车电子与机器人等新兴市场。通过与 Broadcom 整合, Avago 可为其客户提供整合的通讯、RF、PA、FBAR、LNA 等产品组合。

图表145: 2018财年博通有限营收208.48亿美金, 同比增长18.21%



资料来源: Wind、华泰证券研究所

图表146: 2018财年博通有限净利润122.59亿美金, 同比增长624.53%



资料来源: Wind、华泰证券研究所

3、Skyworks 思佳讯

Skyworks 原名为阿尔法工业公司 (Alpha Industries), 于1962年在特拉华州成立, 2002年6月26日与Conexant无线通信部门合并后更名为Skyworks solution。公司总部设在马萨诸塞州沃伯恩, 根据公司年报, 截至2018年11月, 公司共有员工9500人, 客户超过2000家, 拥有专利约2600项。

图表147: Skyworks 的基本情况和主要产品

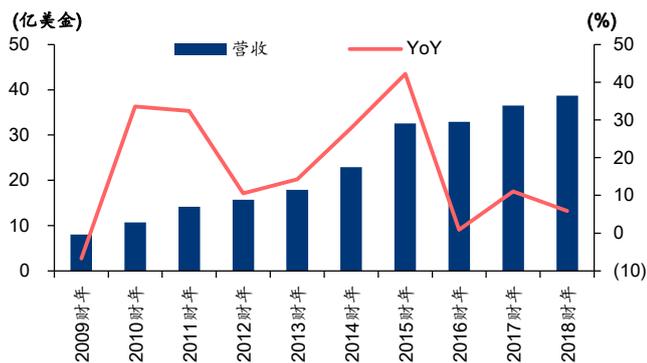


资料来源: Skyworks 官网、华泰证券研究所

Skyworks 专注于无线网络技术, 生产用于射频和移动通信系统的半导体。公司的产品包括放大器、衰减器、循环器、解调器、探测器、二极管、定向耦合器、前端模块、混合电路、基础射频子系统、隔离器、照明和显示解决方案、混合器、调制器、光耦合器、光隔离器、移相器, PLL/合成器/VCO, 功率分配器/组合器, 电源管理装置, 接收器, 开关和技术陶瓷。

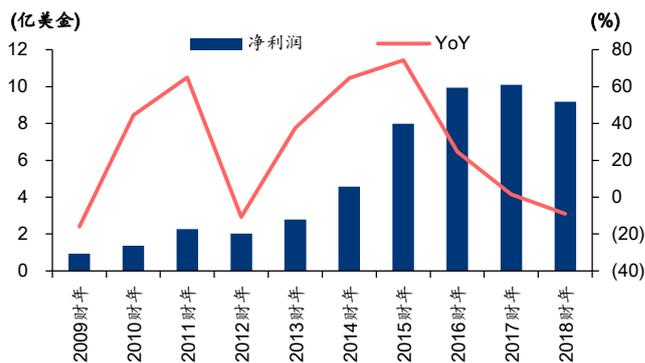
Skyworks 的半导体解决方案支持的领域包括: 汽车、航空航天与国防、计算、互联家庭、消费电子产品 (是苹果公司模拟芯片供应商)、媒体、医疗、移动设备、联网、智能能源和可穿戴设备。

图表148: 2018财年 Skyworks 营收 38.7 亿美金, 同比增长 5.93%



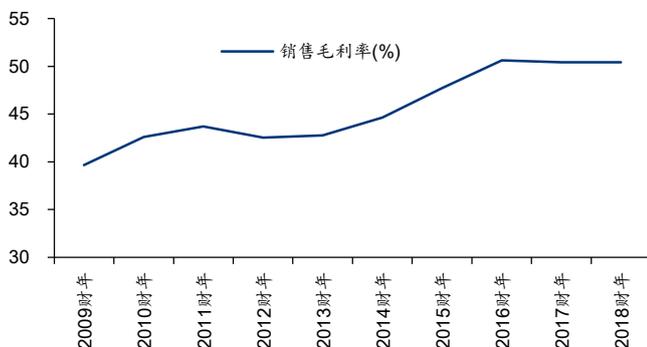
资料来源: Wind、华泰证券研究所

图表149: 2018财年 Skyworks 净利润 9.18 亿美金, 同比下滑-9.09%



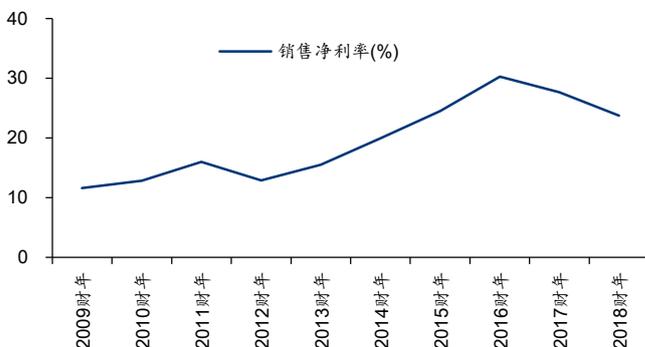
资料来源: Wind、华泰证券研究所

图表150: 2018财年 Skyworks 毛利率 50.43%, 同比持平



资料来源: Wind、华泰证券研究所

图表151: 2018财年 Skyworks 净利率 23.74%, 同比下滑 3.93pct

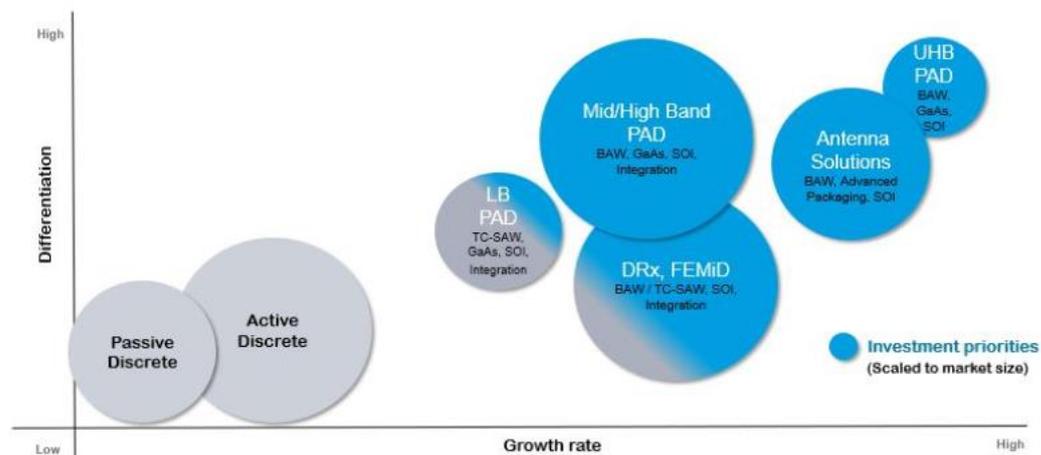


资料来源: Wind、华泰证券研究所

4、Qorvo

Qorvo 是于 2014 年 2 月 22 日由 RFMD 和 TriQuint 合并成立。Qorvo 是全球 always-on 在线宽带连接的产品和技术的引领者。公司业务涉及智能手机及其他移动设备, 国防和航空航天, Wi-Fi 客户端设备 (“CPE”), 蜂窝基站, 光纤网络, 汽车连接和智能家居应用等领域。

图表152: Qorvo 的主要产品



资料来源: Qorvo 官网、华泰证券研究所

Qorvo 拥有超过 8,300 名员工。其主要晶圆制造厂位于佛罗里达州，北卡罗来纳州，俄勒冈州和德克萨斯州，主要装配和测试工厂位于中国，哥斯达黎加，德国和德克萨斯州。其位于得克萨斯州理查森的工厂的生产的砷化镓、氮化镓和体声波 (“BAW”) 技术被美国国防部认可为 1A 类的 “trusted source”。

Qorvo 的产品和服务包括移动设备、防务和太空产品、CPE WiFi、蜂窝基站等。Apple Inc 是该公司最大的终端客户，在 2018 财政年度占总收入比例分别为 36%，其次为 Huawei Technologies Co.Ltd. 占比为 8%。

图表153: 2018 财年 Qorvo 营收 29.7 亿美金, 同比下滑 1.95%

图表154: 2018 财年 Qorvo 净利润-0.4 亿美金, 同比下滑-143%



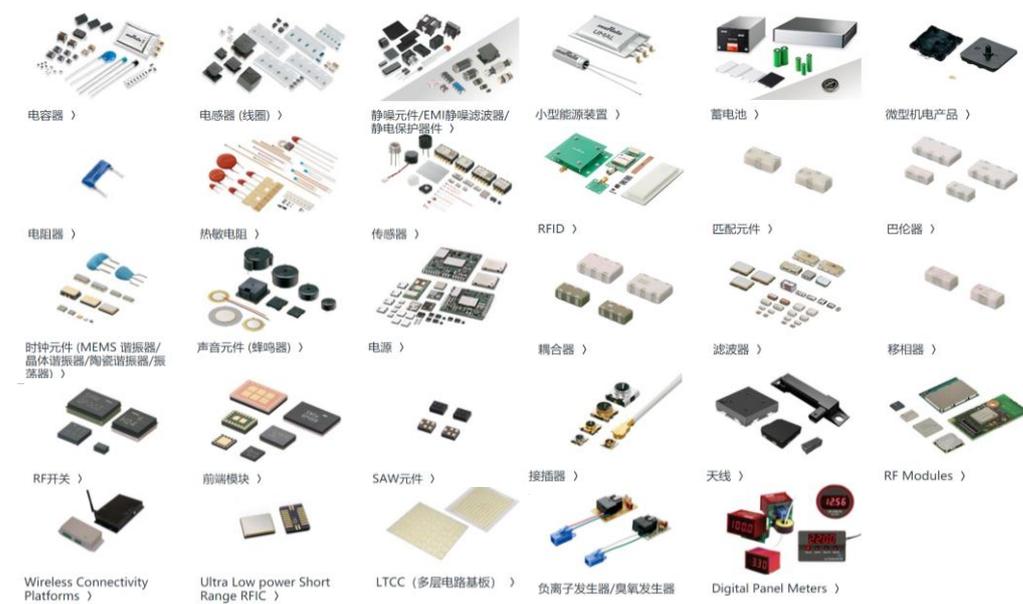
资料来源: Wind、华泰证券研究所

资料来源: Wind、华泰证券研究所

5、Murata 村田

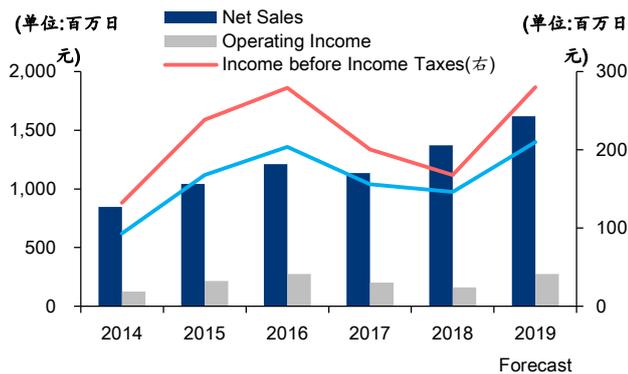
村田制作所始于 1944 年，由村田昭在京都市中京区创立。最开始是生产氧化钛陶瓷电容器，主要应用于外差式收音机。1973 年，村田公司在美国乔治亚州设立生产子公司 Murata Manufacturing Co., Inc.; 1988 年，在泰国设立生产销售公司 Murata Electronics (Thailand), Ltd.; 1994 年，在中国江苏省无锡市设立生产销售公司“无锡村田电子有限公司”。当前，村田集团已发展成为一家全球性的公司，产品全面而多样。2018 财年，公司完成营业收入 1.62 亿日元，净利润 1.46 亿日元。

图表155: 村田公司产品示意图



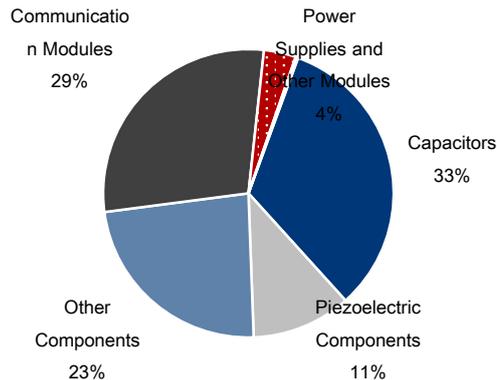
资料来源: 公司官网, 华泰证券研究所

图表156: 村田公司主要财务数据 (Years Ended March 31)



资料来源: 公司官网, 华泰证券研究所

图表157: 村田公司 2018 财年收入构成 (按产品)



资料来源: 公司官网, 华泰证券研究所

6、CTS

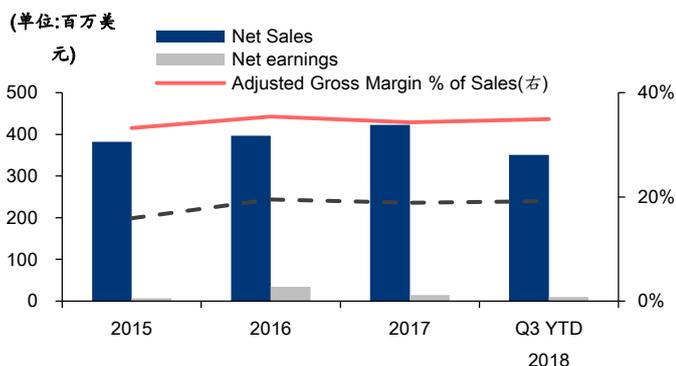
CTS 公司成立于 1896 年, 是为航空航天、通信、国防、工业、信息技术、医疗和运输领域提供传感器、执行器和电子元件的领先设计商和制造商。CTS 在全球共设有 15 个生产基地, 其中有两个在中国, 分别位于天津和广东中山。2017 年 CTS 净销售额 4.23 亿美元, 净利润 1440 万美元。

图表158: CTS 公司产品范围示意图



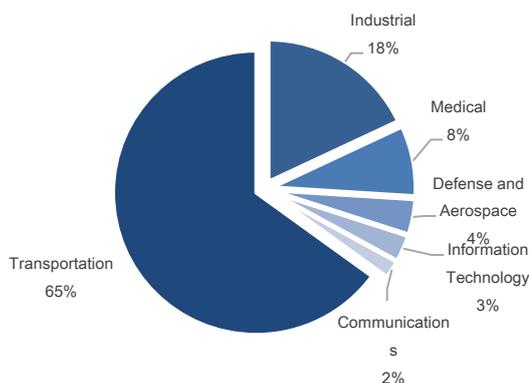
资料来源: 公司官网, 华泰证券研究所

图表159: CTS 公司主要财务数据



资料来源: 公司官网, 华泰证券研究所

图表160: CTS 2017 年按行业分类收入结构



资料来源: 公司官网, 华泰证券研究所

7、Cree

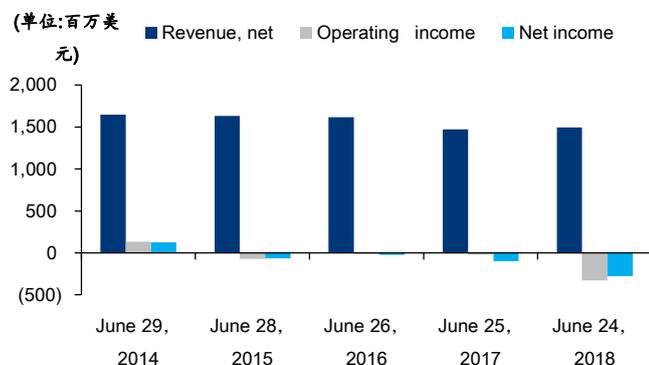
CREE 成立于 1987 年，是全球 LED 外延、芯片、封装、LED 照明解决方案、化合物半导体材料、功率器件和射频于一体的制造商。1991 年推出全球首款商用 SiC 晶圆；1993 年在纳斯达克上市。公司的业务部门包括 Wolfspeed、LED 产品、照明产品三个部分。其中，Wolfspeed 包括 SiC 材料、功率器件和 RF 器件，LED 产品部门包括 LED 芯片和 LED 组件，照明产品部门主要包括 LED 照明系统和灯具。

图表161: Cree 的产品线类别



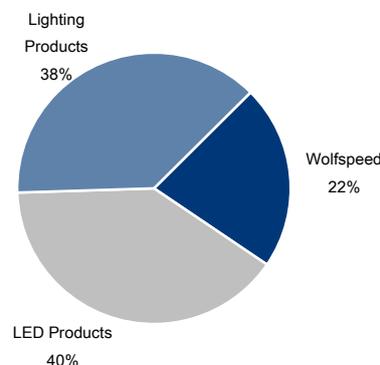
资料来源：公司官网，华泰证券研究所

图表162: Cree 的收入、经营利润和净利润



资料来源：公司财报，华泰证券研究所

图表163: Cree 2018 财年收入结构



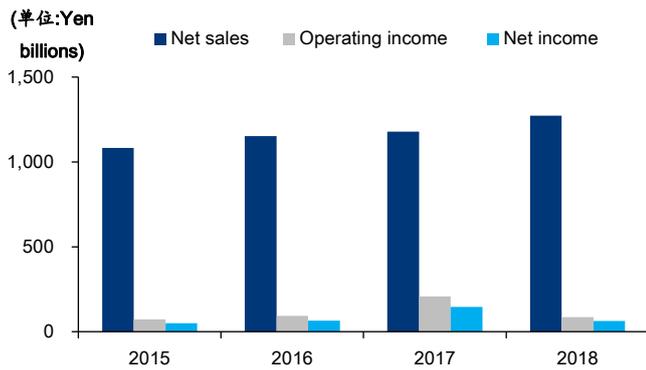
资料来源：公司财报，华泰证券研究所

Wolfspeed 为公司收入增长最快的业务部门。2018 财年，Wolfspeed 的收入从 2017 财年的 2.21 亿美元增长 49% 至 3.29 亿美元，同期，Wolfspeed 业务产品销售量增加了 30%，同时，由于产品结构的变化，平均销售价格 (ASP) 增加了 21%，毛利率由 2017 财年的 47% 提高至 2018 财年的 48%。LED 产品收入从 2017 财年的 5.53 亿美元增长 8% 至 2018 财年的 5.69 亿美元，毛利率下滑 2 个点至 26%。2018 财年，照明产品收入从 2017 财年的 7.02 亿美元下降 19% 至 5.87 亿美元，毛利率由 17 年的 28% 下滑至 19%。

8、TDK

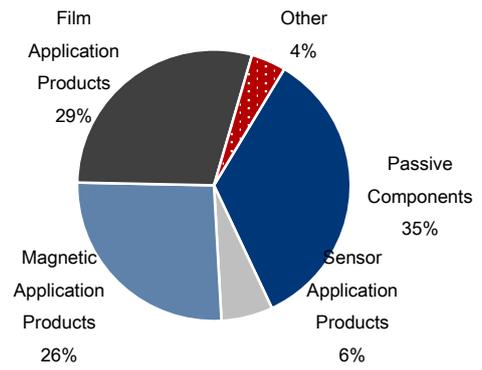
TDK Corporation 成立于 1935 年，总部位于日本东京。TDK 专注于信息和通信技术以及消费、汽车和工业电子领域，产品包括以 TDK 和 EPCOS 产品品牌销售的电子元件、模块和系统、电源、磁性应用产品以及能源设备、闪存应用设备等。公司在亚洲、欧洲以及北美和南美拥有设计、制造以及销售办事处网络。2018 财年公司净销售额达 1.27 万亿日元。

图表164: TDK的净销售额、经营收入和净利润



资料来源: 公司财报, 华泰证券研究所

图表165: TDK 2018 财年净销售额结构



资料来源: 公司财报, 华泰证券研究所

图表166: TDK 全球设计制造和销售网络

Japan		China		Taiwan		Singapore		U.S.A.		United Kingdom	
Company Name	Categories	Company Name	Categories	Company Name	Categories	Company Name	Categories	Company Name	Categories	Company Name	Categories
TDK Corporation	Headquarter	EPCOS (Zhuohai) Co., Ltd.	Manufacturing	TDK Taiwan Corporation	Manufacturing	TDK Singapore (Pte) Ltd.	Sales	Headway Technologies, Inc.	Sales	TDK-Lambda UK Ltd.	Sales
TDK-Lambda Corporation	Sales	TDK Dongguan Technology Co., Ltd.	Manufacturing	India		TDK COMPONENTS PTE. LTD.	Sales	Hutchinson Technology Inc.	Manufacturing	Luxembourg	Manufacturing
	Manufacturing	TDK Xiamen Co., Ltd.	Manufacturing	TDK India Private Limited	Sales	TDK-Lambda Singapore Pte.Ltd.	Sales		Sales		
TDK Akita Corporation	Headquarter	Guangdong TDK Rising Rare Earth High Technology Materials Co., Ltd.	Manufacturing	Thailand		Thailand		InvenSense Inc.	Manufacturing	Company Name	
	Manufacturing	Qingdao TDK Electronics Co., Ltd.	Manufacturing	Korea		TDK (Thailand) Co., Ltd.	Sales		Sales	TDK Europe S.A.	-
TDK Shonai Corporation	Headquarter	Wuxi TDK-Lambda Electronics Co., Ltd.	Sales	Company Name		Company Name		France		Company Name	
	Manufacturing	Manufacturing	Manufacturing	TDK Korea Corporation	Manufacturing	TDK (Thailand) Co., Ltd.	Sales	France		Company Name	
TDK Automotive Technologies Corporation	R&D Base	EPCOS (Xiamen) Co., Ltd.	Sales	TDK Electronics Korea Corporation	Sales	Magnecomp Precision Technology Public Co., Ltd.	Manufacturing	Company Name		Company Name	
	Sales		Manufacturing	Malaysia		U.S.A.		TDK-Lambda France SAS	Sales	Belgium	
TDK Kofu Corporation	Manufacturing	EPCOS (Xiaogan) Co., Ltd.	Manufacturing	TDK (Malaysia) Sdn. Bhd.	Sales	Company Name		Tronic's Microsystems SA	Headquarter	ICsense NV	R&D Base
TDK Precision Tool Corporation	Manufacturing	Manufacturing	Manufacturing	Manufacturing	Manufacturing	Company Name			Sales	Czech	
TDK Design Inc.	-	EPCOS (Zhuohai FTZ) Co., Ltd.	Manufacturing	TDK-Lambda Malaysia Sdn. Bhd.	Sales	TDK U.S.A. Corporation	Sales	Manufacturing	Manufacturing	TDK Czech s.r.o.	Manufacturing
TDK Service Corporation	-	SAE Magnetics (Dongguan) Limited	Sales	TDK Electronics (Malaysia) SDN BHD	Manufacturing		Manufacturing	R&D Base	R&D Base	Hungary	
TDK Techno Corporation	-	Manufacturing	Manufacturing	Manufacturing	Manufacturing	R&D Base		Germany		TDK Hungary Components Kft.	Sales
SolidGear Corporation	R&D Base	Hong Kong		Brasil		TDK Components U.S.A., Inc.	Manufacturing	Company Name		Company Name	
	Sales	TDK Hongkong Company Limited	Sales	TDK do Brasil Ind. e Com. Ltda.	Sales	TDK Corporation of America	Sales	TDK Europe GmbH	Sales	Spain	
China		Amperex Technology Limited	Sales	TDK Electronics do Brasil Ltda.	Sales	TDK Ferrites Corporation	Manufacturing	TDK Sensors AG & Co. KG	Manufacturing	TDK Electronics Components, S.A.U.	Manufacturing
Company Name	Categories			Manufacturing	Manufacturing	Philippines		TDK RF Solutions Inc.	Manufacturing	TDK-Lambda Germany GmbH	Sales
TDK China Co., Ltd.	Regional headquarter	Manufacturing	Manufacturing	Philippines		Manufacturing	Manufacturing	TDK-Miconas GmbH	Manufacturing	TDK-Lambda Ltd.	Manufacturing
TDK Dalian Corporation	Manufacturing	TDK Electronics Hong Kong Limited	Sales	TDK Philippines Corporation	Sales	Manufacturing	Sales	Manufacturing	Sales	Poland	
TDK (Shanghai) International Trading Co., Ltd.	Sales	SAE Magnetics (H.K.) Ltd.	Sales	TDK Philippines Corporation	Manufacturing	TDK-Lambda Americas Inc.	Manufacturing	TDK Electronics AG	Sales	Poland	
TDK (Suzhou) Co., Ltd.	Manufacturing	Manufacturing	Manufacturing	TDK Electronics Philippines Corporation	Sales	TDK Electronics Inc.	Sales	Manufacturing	Manufacturing	TDK Polska Sp. z o.o.	Sales

资料来源: 公司官网, 华泰证券研究所

图表167: TDK的产品类别

 电容器	 电感器(线圈)	 EMC对策产品
 RF产品和模块	 电压/电流/过热保护器件	 传感器和传感器系统
 陶瓷开关和加热元件/压电元件/蜂鸣器/麦克风	 变压器	 铁氧体和附件
 噪音抑制/磁性片	 电波暗室和电波吸收体	 电源
 磁铁	 闪存	 无线充电
 FA系统	 透明导电薄膜	 超小型模块(IC内置基板 SESUB应用产品)
 太阳能电池	 专用集成电路(ASIC)的开发和供应	

资料来源：公司官网，华泰证券研究所

连接器海外主要公司

1、TE Connectivity 泰科电子

TE Connectivity(泰科电子)是全球最大的传感器和连接器生产商之一,成立于 1941 年,总部位于美国,产品广泛应用于汽车、计算机、消费电子产品、通讯设备家用电器、航天和国防、工业机械和仪器设备等领域,生产将近 50 万种精密电子零部件产品,生产网点遍布全球各地。2018 财年该公司销售额达 139.88 亿美元。该公司被《财富》杂志评为全球 63 家 2018 年“改变世界的公司”之一。

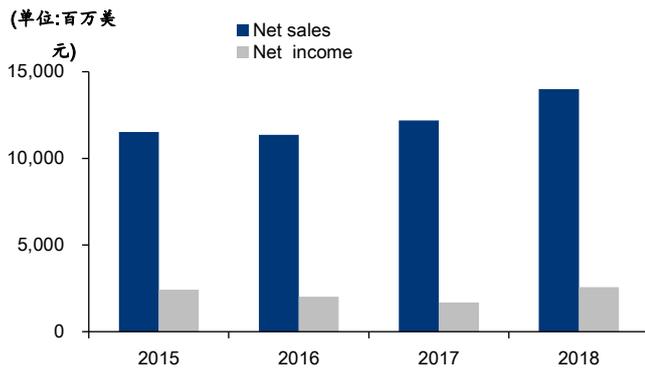
TE Connectivity 的业务发展离不开收购。1999-2002 年间,当时的泰科国际 (Tyco International)分别收购了 AMP、Raychem、西门子的电机零组件部门以及 Thomas & Betts 的 OEM 部门,形成 TE Connectivity 的雏形,当时是作为泰科国际的一个子部门进行运作。到 2007 年,TE Connectivity 从泰科国际分离出来,成为全球最大的电子连接元器件厂商。此后,TE 也进行多次收购,包括 2010 年收购 ADC、2012 年收购 Deutsch Group SAS,TE 的业务逐步拓展,经营效益也得以提高。

图表168: TE 公司产品类别示意图

 Antennas	 Identification & Labeling	 Fiber Optics
 Application Tooling	 Passive Components	 Harnessing
 Cable Assemblies	 Power Systems	 Heat Shrink Tubing
 Connectors	 Relays, Contactors & Switches	 Terminals & Splices
 EMI Filters	 Sensors	 Wire & Cable

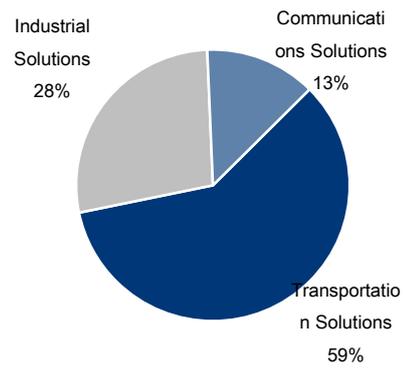
资料来源：公司官网，华泰证券研究所

图表169: TE 净销售额和净利润



资料来源: 公司公告, 华泰证券研究所

图表170: TE 2018 财年收入结构

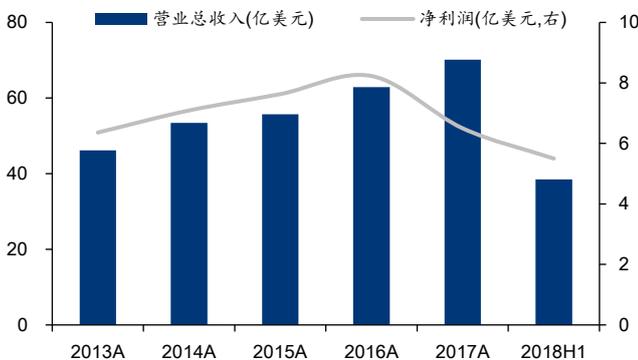


资料来源: 公司公告, 华泰证券研究所

2、Amphenol 安费诺

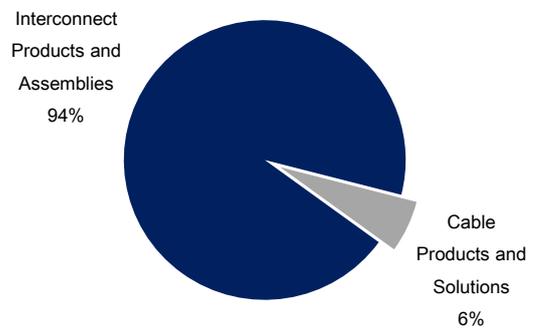
美国安费诺集团 (Amphenol Corporation) 创立于 1932 年, 是全球最大的连接器制造商之一。产品主要应用于通信及信息处理领域, 包括有线电视、移动通信、数据交换、信息处理系统、航空、军用、汽车、铁路及其它交通和工业领域。总部位于美国康涅狄格州, 1991 年在纽约证交所上市。集团在全球实施本地化战略, 在全球设立工厂及销售办事处, 直接为各大洲的客户的产品和实施本地化服务。2017 年销售额超过 70 亿美元, 净利润约 6.5 亿美元。安费诺集团在全球共有 90 多间工厂和 100 多个销售办事处, 全球员工总数超 3 万人。

图表171: Amphenol 营收和净利润



资料来源: Wind, 华泰证券研究所

图表172: Amphenol 2017 年收入结构



资料来源: 公司财报, 华泰证券研究所

安费诺公司擅长精密接口连接, 如 SIM 卡连接器, SD 卡连接、USB 连接、HDMI 连接、RF 转换等, 通过合并收购拓展业务领域, 目前, 产品拓展覆盖军工、航空、航天、通信等方面。从 2003 年起, 安费诺每年都会至少完成一次收购, 外延并购是安费诺营业收入保持高速增长的主要原因之一。

图表173: 安费诺近年来主要收购企业

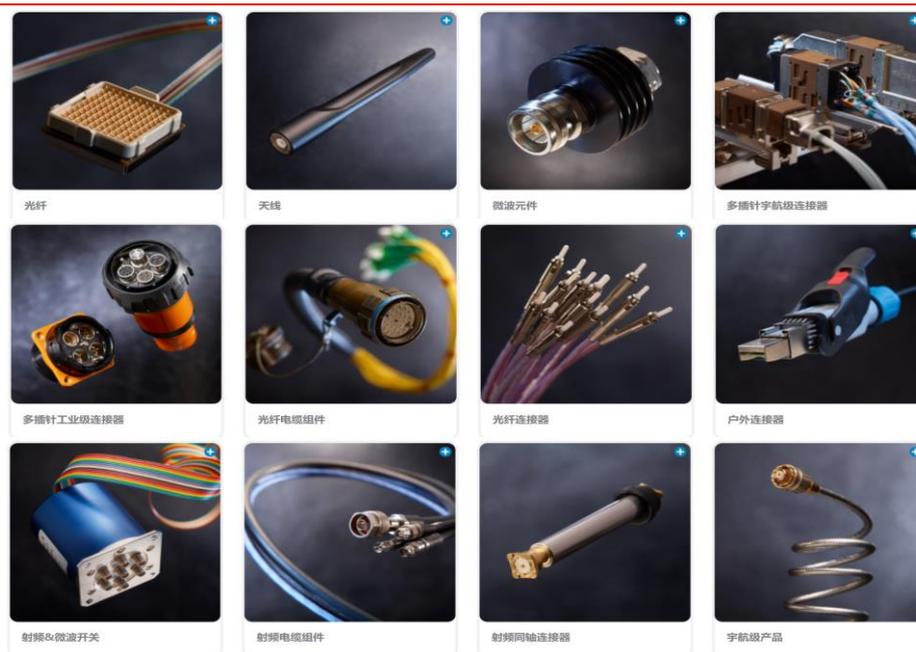
年份	收购标的	年份	收购标的
2017	Telect	2010	Borisch Manufacturing Corp.
2016	FCI Asia Pte Ltd		Unnamed Taiwan and China Based Company
2015	Invotec	2009	Times Microwave Systems
	DoCharm		Jaybeam Wireless
	Procom	2008	French manufacturer of value-add interconnect systems
2014	Casco		U.S. manufacturer of audio connectors
	Goldstar		international provider of high technology base station antennas
2013	GE Advanced Sensors	2007	Northwest China-based manufacturer of RF interconnect products
	Ionix Aerospace Ltd		Chinese manufacturer of precision interconnect products
	Hangzhou Jet Interconnect Technology Co.		US-based provider of interconnect products
2012	Tel-Ad	2005	Teradyne Connection Systems
	Holland		Parlex Corp.'s Multilayer Flexible Circuit
	Griffith Enterprises LLC		SV Microwave
	Deutgen		Fiber Systems International (FSI)
	Nelson Dunn	2004	Filec SARL
2011	Cemm Thome	2003	PCD/Industrial Avionics Business
	FEP		Insilco Holding Co. /Custom Cable
			Radsok Business of K&K Stamping Co.

资料来源: 公司公告, 华泰证券研究所

3、RADIALL 雷迪埃

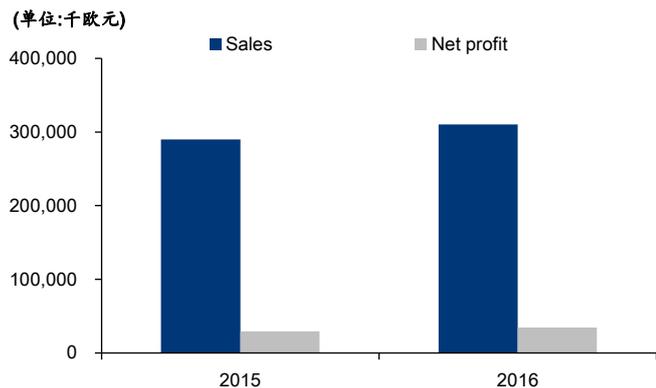
雷迪埃集团是由 Yvon GATTAZ 先生和 Lucien GATTAZ 先生在 1952 年共同成立的, 它的总部位于法国巴黎。产品分为 12 大类, 共计 27,000 多种单品, 应用于航空、国防、工业、医疗、宇航、电信、测试测量等诸多领域。公司电信行业客户主要包括中兴、华为、诺基亚、康普和爱立信。公司工厂主要分布在法国、意大利、瑞士、印度、中国、墨西哥等地区。2016 年, 公司销售额为 3.1 亿欧元, 净利润 3444 万欧元, 净利润率约 11.1%。

图表174: RADIALL 的产品类型



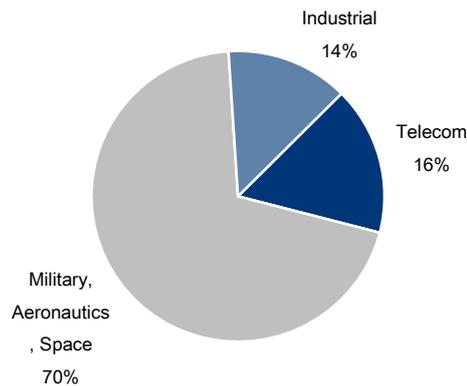
资料来源: 公司官网, 华泰证券研究所

图表175: RADIALL 销售额和净利润



资料来源: 公司官网, 华泰证券研究所

图表176: RADIALL 2016 年按应用领域分类的收入结构



资料来源: 公司官网, 华泰证券研究所

图表177: RADIALL 的全球布局



资料来源: 公司官网, 华泰证券研究所

风险提示

1、5G 发展进程、建设规模不及预期

若 5G 发展进程和建设规模不及预期，5G 产业链相关企业收入利润不及预期。

2、中美贸易摩擦升级

如果中美贸易摩擦升级，或将影响我国通信设备产业的发展，或将对我国 5G 进程产生影响。

3、政策扶持力度不及预期的风险

电子行业中，半导体、汽车电子等方向均是受到国家战略影响较大的细分方向，国家大基金对于半导体核心环节的投资力度、政府对于新能源汽车的补贴力度低于预期都有可能影响对应细分行业的增速水平。

免责声明

本报告仅供华泰证券股份有限公司（以下简称“本公司”）客户使用。本公司不因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告基于本公司认为可靠的、已公开的信息编制，但本公司对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载的意见、评估及预测仅反映报告发布当日的观点和判断。在不同时期，本公司可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。同时，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的观点、结论和建议仅供参考，不构成所述证券的买卖出价或征价。该等观点、建议并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对客户私人投资建议。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。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均为无效。

本公司及作者在自身所知情的范围内，与本报告所指的证券或投资标的不存在法律禁止的利害关系。在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，也可能为之提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。本公司的资产管理部、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构或个人不得以翻版、复制、发表、引用或再次分发他人等任何形式侵犯本公司版权。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华泰证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权力。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

本公司具有中国证监会核准的“证券投资咨询”业务资格，经营许可证编号为：91320000704041011J。

全资子公司华泰金融控股（香港）有限公司具有香港证监会核准的“就证券提供意见”业务资格，经营许可证编号为：A0K809

©版权所有 2019 年华泰证券股份有限公司

评级说明

行业评级体系

一报告发布日后的6个月内的行业涨跌幅相对同期的沪深300指数的涨跌幅为基准；

一投资建议的评级标准

增持行业股票指数超越基准

中性行业股票指数基本与基准持平

减持行业股票指数明显弱于基准

公司评级体系

一报告发布日后的6个月内的公司涨跌幅相对同期的沪深300指数的涨跌幅为基准；

一投资建议的评级标准

买入股价超越基准20%以上

增持股价超越基准5%-20%

中性股价相对基准波动在-5%~5%之间

减持股价弱于基准5%-20%

卖出股价弱于基准20%以上

华泰证券研究

南京

南京市建邺区江东中路228号华泰证券广场1号楼/邮政编码：210019

电话：86 25 83389999/传真：86 25 83387521

电子邮件：ht-rd@htsc.com

深圳

深圳市福田区益田路5999号基金大厦10楼/邮政编码：518017

电话：86 755 82493932/传真：86 755 82492062

电子邮件：ht-rd@htsc.com

北京

北京市西城区太平桥大街丰盛胡同28号太平洋保险大厦A座18层

邮政编码：100032

电话：86 10 63211166/传真：86 10 63211275

电子邮件：ht-rd@htsc.com

上海

上海市浦东新区东方路18号保利广场E栋23楼/邮政编码：200120

电话：86 21 28972098/传真：86 21 28972068

电子邮件：ht-rd@htsc.com