

元件行业 2017 年日常报告

评级：买入 维持评级

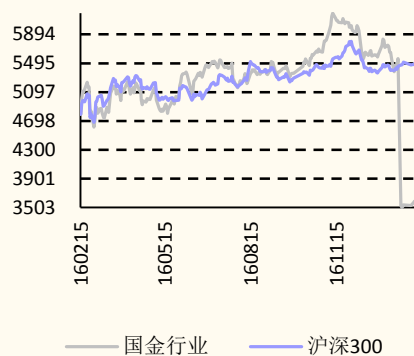
行业深度研究

长期竞争力评级：高于行业均值

5G：山雨欲来风满楼，手机射频竞风流（第一篇）
天线：阵列天线横空出世

市场数据(人民币)

行业优化平均市盈率	60.28
市场优化平均市盈率	17.17
国金元件指数	3591.97
沪深 300 指数	3365.68
上证指数	3153.09
深证成指	10055.57
中小板综指	11268.25



相关报告

1. 《2017 电子创新之花竞相绽放》，2016.12.12
2. 《寻找高成长确定性投资机会》，2016.9.22
3. 《手机、汽车齐发力，无限风景在“摄”途》，2016.8.24

樊志远 联系人
(8621)61038318
fanzhiyuan@gjzq.com.cn

骆思远 分析师 SAC 执业编号: S1130515070001
luosiyuan@gjzq.com.cn

投资建议

- **行业策略：5G 通信，手机先行。**2014 年中国 4G 网络正式开通，2015 年全球 4G 手机销售 9.67 亿部，渗透率高达 74.7%，中国预计在 2020 年正式开通 5G 网络，我们预计 5G 手机在 2018 年开始渗透，2020 年达到 35%，2022 年达到 75%。5G 给手机射频器件带来了较好的发展机遇，频段的增加及载波聚合技术的应用，带动射频滤波器及功率放大器强劲增长，单机用量有望翻倍，手机天线发生重大革新，单机价值量有望大幅增加。韩国有望在 2018 年成为首个开通 5G 网络的国家；中国三大运营商正在加紧布局，预计 2018 年试点城市将开通 5G 网络；高通及英特尔已推出 5G 手机芯片，预计在 2018 年大批量供应市场；在 5G 的带动下，智能手机将迎来新一轮发展黄金期，手机射频器件发展前景极其广阔。
- **行业观点：5G 手机-阵列天线横空出世。**5G 手机天线出现重大技术变革，5G 基站和手机采用毫米波相控阵天线体制，5G 手机天线将会是一个含芯片的模组，采用天线点阵，16 个小天线。现有 4G 手机天线的材质和工艺都不能直接用于 5G 手机天线，必须进行大的改进，或者采用全新的材料和制造工艺，在 5G 开通初期，5G 天线会存在不兼容 4G/3G 天线的情况，因此 4G/3G 天线有望单独存在，手机中天线的数量及价值量有望大幅增加；预计 2018 年将会有手机具备 5G 通讯功能，5G 手机在 2020 年也将快速渗透，达到 35%，5G 手机天线将呈现高速增长态势，预计 2022 年市场需求将达到 352 亿元。

推荐组合

- **信维通信：5G 时代，天线及射频业务大有可为。**公司在高端天线具有核心竞争能力，在 A 客户手机、平板及笔记本电脑方面的供货占比有望逐步提升，尤其是平板及笔记本电脑方面，对天线的需求远高于手机，公司在微软 Surface 上的天线供货占比超过 60%。A 客户有望在 2018-2019 年推出具有 5G 通信功能的手机，公司是 A 公司天线主力供应商，将直接受益。目前公司射频相关产品有天线、射频连接、射频隔离及 SAW 滤波器，公司成立 5G 研究院，积极研发 5G 通信的射频器件技术，有望充分受益 5G 产业的发展。公司依托在高端天线领域的深厚积累，加大在声学方面的布局力度，为客户提供音射频一体化模组，公司在声学器件方面通过 3 年的开发，已具备一定的实力，声学器件 2017 年有望出现爆发式增长。
- **立讯精密：手机天线及基站天线、滤波器将深度受益 5G。**在天线方面，公司已布局多年，从全球知名公司引进了一支优秀团队，增强了技术力量，基站天线目前已在量产，智能终端用天线及相关产品的开发及认证进展顺利，并逐步导入 A 客户，有望在 A 客户 2017 年的新品上成为主力供应商。5G 通信基站和终端设备均要采用阵列天线，将新增大量的微基站，基站天线、滤波器数量要增加近 30 倍，此外，公司在光电解决方案和企业级互联解决方案上也有布局，将深度受益 5G 通信。

风险提示

- 5G 通信推进缓慢，5G 手机渗透率不及预期。

内容目录

1、5G 通信-紧锣密鼓进行时	4
1.1 5G-新通信时代的到来	4
1.2 爱立信推出 5G 原型机	5
1.3 高通推出首个 5G modem 芯片	5
1.4 英特尔 (Intel) 发布 5G 通信芯片	6
1.5 5G 通信, 手机先行	7
2、5G 通信-手机射频的大机遇	7
2.1 射频器件-手机通信的基石	7
2.2 移动通信快速发展, 手机射频器件迅猛增长	9
2.3 5G 时代的手机射频器件发展趋势: 高频化、高集成化	11
3、5G 手机-阵列天线横空出世	13
3.1 大规模 MIMO 是 5G 核心技术	13
3.2 5G 基站和终端的通讯: 采用毫米波相控阵天线体制	17
3.3 手机天线-5G 时代将出现重大技术变革	18
4、行业内重点公司推荐	23
4.1 信维通信-5G 时代, 天线及射频业务大有可为	23
4.2 立讯精密-手机天线及基站天线、滤波器将深度受益 5G	26

图表目录

图表 1: 5G 通信优势分析	4
图表 2: 中国三大运营商 5G 发展规划	5
图表 3: 爱立信展示的 5G 原型机	5
图表 4: 高通 X50 5Gmodem 芯片	6
图表 5: 英特尔 5G 通信芯片	7
图表 6: 全球 5G 手机出货量渗透率预测	7
图表 7: 手机信号接收流程	8
图表 8: 手机信号发射流程	8
图表 9: FEM 以及 RFIC / Modem 的射频系统架构图	8
图表 10: 智能手机射频电路	8
图表 11: 全球 4G 手机出货量渗透率	9
图表 12: 单部手机射频器件价值量演变 (美元)	10
图表 13: iPhone7 Plus 射频器件及基带芯片供应商及单机价值	10
图表 14: 苹果 iPhone 6s 中的主要射频器件及芯片	11
图表 15: 2015-2020 年移动终端射频器件市场规模 (亿美元)	11
图表 16: 蜂窝标准的演变	12
图表 17: 射频模块发展趋势	13
图表 18: Skyworks 的 SkyOne 模组	13

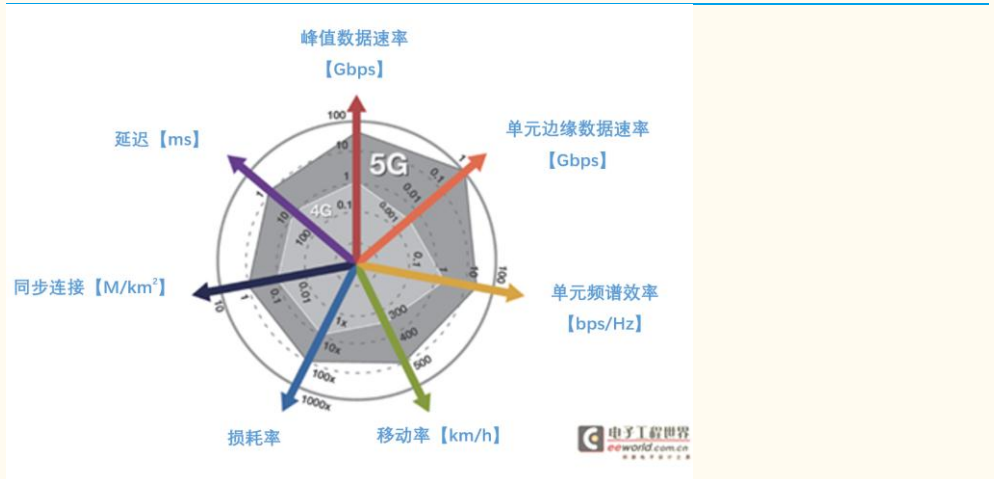
图表 19: 5G 网络部署预期	14
图表 20: 信号向全方向传播, 易发生干扰	15
图表 21: 信号只向特定方向传播, 无干扰	15
图表 22: 普通天线 (方向性弱) 和智能天线阵列 (方向性强)	15
图表 23: 干涉幅度图: 波能增强的方向 (绿色) 以及抵消的方向 (蓝色) ...	16
图表 24: 波束成型系统架构	16
图表 25: 传统网络覆盖与 Massive MIMO 天线覆盖	17
图表 26: 5G 基站天线系统采用相控阵天线体制	17
图表 27: 5G 需要建设大量的微基站	17
图表 28: 5G 终端设备具备自选基站能力	17
图表 29: 5G 基站和终端都用到了毫米波相控阵天线	18
图表 30: 5G 天线是垂直与水平天线交互的点阵	18
图表 31: 4G 手机天线布局 (金属机壳及玻璃机壳)	19
图表 32: 5G 天线是一个含芯片的模组	19
图表 33: 5G 手机天线对周边金属很敏感	20
图表 34: 5G 手机天线 3D 空间扫描需要规则的空间	20
图表 35: 5G 手机天线具备寻优功能	20
图表 36: 毫米波天线阵列体积很小, 可以安装到手机上	21
图表 37: 把适合毫米波段的的材料和电路印制在电路板上	22
图表 38: 全球智能手机及 5G 手机天线市场规模预测	22
图表 39: 全球智能手机及 5G 手机出货量预测 (亿部)	23
图表 40: 5G 手机天线市场规模预测 (亿元)	23
图表 41: 行业内重点公司投资评级	23
图表 42: 信维通信主营产品	24
图表 43: 信维通信音射频产品多维度解决方案	25
图表 44: 信维通信近几年收入及增长情况	25
图表 45: 信维通信近几年净利润及增长情况	25
图表 46: 立讯精密 2015 年各产品占比	27
图表 47: 立讯精密 2015 年前五大客户销售及占比	27
图表 48: 立讯精密 2010-2015 年营收及增长率	28
图表 49: 立讯精密 2010-2015 年利润及增长率	28
图表 50: 苹果无线充电技术专利 (可实现 iOS 设备相互充电)	29

1、5G 通信-紧锣密鼓进行时

1.1 5G-新通信时代的到来

- 5G 是第五代移动通信技术，5G 不是一个单一的无线接入技术（与 4G、3G 和 2G 不同），也不是一个全新的无线接入技术，而是多种新型无线接入技术和现有无线接入技术集成后的解决方案总称。
- 5G 用户体验速率可达 100Mbps 至 1Gbps，能够支持移动虚拟现实等极致业务体验；5G 峰值速率可达 10 至 20Gbps，流量密度可达 10Mbps/平方米，能够支持未来千倍以上移动业务流量增长；5G 连接数密度可达 100 万个/平方公里，能够有效支持海量的物联网设备；5G 传输时延可达毫秒量级，可满足车联网和工业控制的严苛要求；5G 能够支持 500 公里/小时的移动速度，能够在高铁环境下实现良好的用户体验。此外，为了保证对频谱和能源的有效利用，5G 的频谱效率将比 4G 提高 3~5 倍，能效将比 4G 提升 100 倍。
- 5G 网络是物联网的基础，Juniper Research 预测，到 2020 年，物联网设备的总量将达到 385 亿台左右，比 2015 年增长了 285%。然而，如此庞大的设备数量，不是现在的网络基础能够应付的。所以，5G 是实现“万物互联”的重要基础。

图表 1：5G 通信优势分析



来源：电子工程世界、国金证券研究所

- 4G 通信系统的发展方兴未艾，5G 的步伐就已紧随其后。移动通信系统的发展即将开启新的篇章。中国移动总裁李跃 12 月 20 日在“2016 全球合作伙伴大会”上详解中国移动的 5G 发展策略，计划 2018 年推动 5G 的规模实验和试商用，按照国家的总体目标，2020 年实现全国范围的 5G 商用。

图表 2：中国三大运营商 5G 发展规划

	2017	2018	2019	2020
	选取4~5个城市，每个城市大约建7个站点做系统验证，形成预商用样机	在数个城市各建大约20个站点进行规模试验，形成端到端商用产品和预商用网络	继续扩大试验网规模，城市总量和每个城市的站点都会扩大	全网5G基站将会达到万站规模，从而实现商用产品规模部署
	完成5G的无线、网络、传输和安全关键技术研究	①完成5G关键技术的实验室（5G Open Lab）验证； ②完成5G网络建设方案。	完成5G外场组网验证	开始实现5G正式商用
	①5G网络演进构架与关键技术研究、技术概念验证； ②提出从4G向5G演进的相关技术方案，影响5G技术的发展及标准化走向； ③适时开展部分5G关键技术的实验室测试与外场试验。		①开展4G引入5G的系统和组网能力验证； ②制定企业级5G技术规范，以为引入5G技术组网提供技术指导； ③对于部分成熟的5G技术，进行试商用部署。	

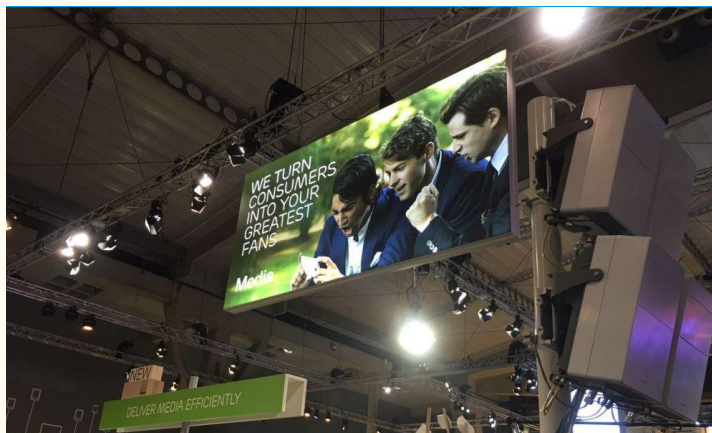
来源：ICCSZ、国金证券研究所

- 韩国在通信技术上走在全球前列，是第一个推出 LTE-Advanced 网络的 国家，有望在 2018 年冬奥会期间成为首个推广 5G 网络的国家。

1.2 爱立信推出 5G 原型机

- 爱立信在 2016 年中国国际信息通信展览会上展示了 5G 无线原型机，峰值吞吐量可超过 25 Gbps，5G 无线原型机大小相当于一个随身携带的行李，但容量相当于 40 个 LTE 载波。该设备全新架构的无线接入网路，及全球第一部非商用量产型号的原型终端，整合 4x4 MIMO 功能天线并具备内载电池与行动能力。此 5G 原型机在无线接入技术上有两大特点，其一是 15GHz 超高频(SHF)工作频率，相对目前 LTE 大多在 2.6GHz 以下之特高频段(UHF)。另外一大特点是 400MHz 的超大频宽 (Bandwidth)，大频宽可提供相对高的速度，而 LTE 每个载波频宽最大只有 20MHz，透过载波聚合方式，增加传输速度。它采用大规模 MIMO (massive-MIMO)，多用户 MIMO、以及大量天线(阵列)的波束赋形技术来提升用户体验，借助波束追踪功能，爱立信 5G 无线原型能够追踪终端的位置和运动情况，并且能够实时从多个波束中选出对该终端而言位于最佳方向的一个波束，从而确保优质可靠的连接。

图表 3：爱立信展示的 5G 原型机



来源：公开资料、国金证券研究所

1.3 高通推出首个 5G modem 芯片

- 高频段移动传输面临非常大的挑战，高通在 2016 年 MWC 大会上演示了基于毫米波的 5G 基站与终端原型，运用了大量的天线技术，基站侧用了 128 根天线，在终端侧用了 16 根天线。同时，还采用了非常先进的波束成型技术。所谓波束成型技术，其中一个用例就是，未来拿着一部 5G 终端，当移动的时候，这个技术能够非常精准地跟踪，保证连接不中断，解决了毫米波在移动性上的一个挑战。
- 即使是在非视距的环境中，也就是基站和用户之间不存在任何视距元素，高通的毫米波技术可以利用楼宇或周围环境物的反射，始终保持基站与终端之间链路的连接，使用波束成型技术和具备在非视距条件下保持连接的能力是发展毫米波技术的关键。
- 目前高通已经推出了推出业界首个 5Gmodem 芯片以及首款商用千兆级 LTE 芯片。高通骁龙 X505G 调制解调器预计将于 2017 年下半年开始出样，首批商用终端也预计将在 2018 年上半年推出。
- 高通在 2016 年 10 月公布了 X505G 调制解调器，成为了业界第一个推出 5Gmodem 的厂商。它的能力是支持 5G 早期验证和技术储备的一款调制解调器芯片，针对几个比较特定的用户场景，它可将 8 个载波聚合起来。当带宽宽了之后，上面有更高的通信处理方式，可以提供下行 5Gbps 的速率，这个比 1Gbps 的千兆级 LTE 提升了 5 倍。这款产品旨在支持 OEM 厂商打造下一代蜂窝终端，并协助运营商开展早期 5G 试验和部署。
- 骁龙 X505G 调制解调器采用了先进的自适应波束成形和波束追踪技术，补偿了毫米波传输性能的一些弱势，并可以在非视距的使用场景下发挥很好的性能。同时，骁龙 X505G 调制解调器是 Qualcomm4G/5G 多模、双连接解决方案中的一部分，它可以和预先嵌入千兆级 LTE 调制解调器的骁龙系列 SoC 一起协同工作，共同实现 4G/5G 多模解决方案。
- 千兆级 LTE 在 5G 时代的意义重大。千兆级速率是光纤级别的速率，和家里光纤速率是持平，或者是更高的。这在无线领域还是一个很新的成就就是一个很高的标杆，这里面应用到的几个主要技术包括：载波聚合、高阶调制、更高阶的 MIMO。

图表 4：高通 X50 5Gmodem 芯片



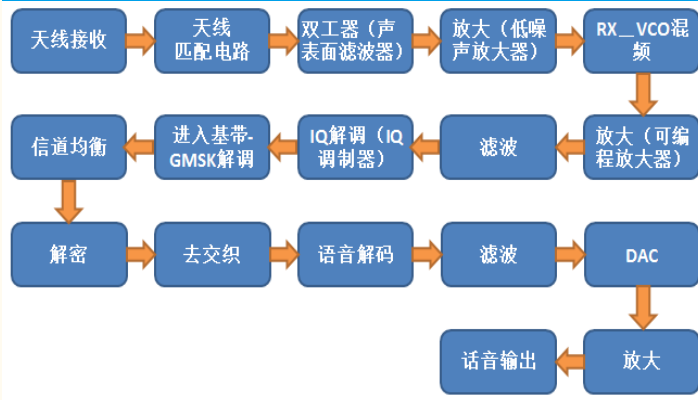
来源：公开资料、国金证券研究所

1.4 英特尔 (Intel) 发布 5G 通信芯片

- 在 2017 年 CES 展上，英特尔宣布了世界上首个能覆盖全球波段的 5G Modem 方案，这套方案由三部分组成，代号为 Gold Bridge 的新 Modem 芯片、代号为 Segula Peak 的 28GHz 毫米波射频芯片，以及最近新追加的 Monumental Summit 6GHz 以下频段射频芯片。Segula Peak 就是 Intel 去年在 MWC 上给合作伙伴提供的开发方案里的 IC，现在有了两块新芯片的加入，可以让 Intel 这套 5G 方案能轻松在毫米波和 6GHz 频段间无缝聚

- 手机射频部分由射频接收和射频发送两部分组成，其主要电路包括天线、无线开关、接收滤波、频率合成器、高频放大、接收本振、混频、中频、发射本振、功放控制、功放等。

图表 7：手机信号接收流程



图表 8：手机信号发射流程

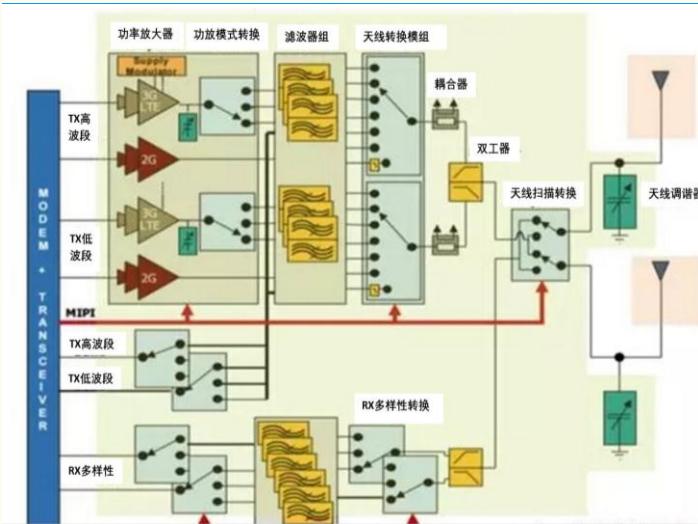


来源：公开资料、国金证券研究所

来源：公开资料、国金证券研究所

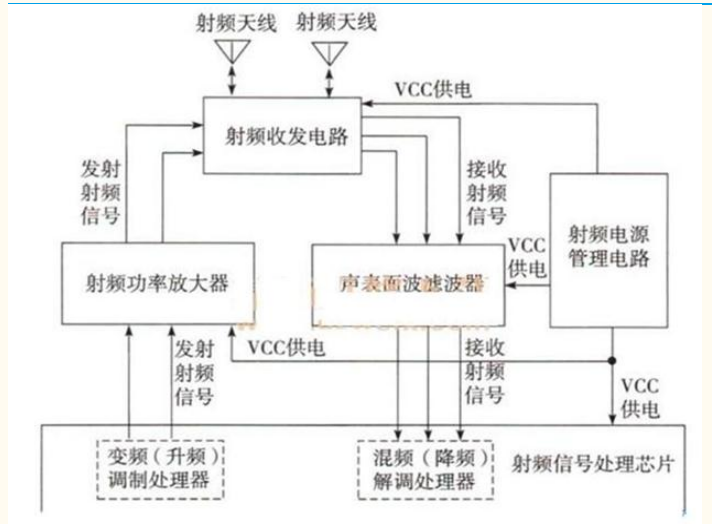
- 总体来说，基本的手机射频部分中的关键元件主要包括 RF 收发器 (Transceiver)，功率放大器 (PA)，天线开关模块 (ASM)，前端模块 (FEM)，双工器，RF SAW 滤波器及合成器等。
- 随着 CMOS RFIC 的普及，越来越多的模块从分立器件转到了集成电路上。然而，有一些器件由于各种各样的原因，目前还无法集成到传统 CMOS RFIC 上。这些无法集成到 RFIC 上的射频器件通常称为射频前端模块 (RF Frontend Module, RF FEM)。一个完整的商用射频系统包括使用 CMOS 工艺实现的基带 Modem，RFIC 收发机，以及由非传统 CMOS 工艺实现的 FEM。FEM 离基带较远而离天线较近，这也是 FEM 器件被称为“前端”的原因。

图表 9：FEM 以及 RFIC / Modem 的射频系统架构图



来源：半导体产业观察、国金证券研究所

图表 10：智能手机射频电路



来源：公开资料、国金证券研究所

- 典型的手机射频前端 (FEM) 器件包含天线相关的器件、多路器与收 / 发开关、滤波器、功率放大器 (PA) 以及低噪声放大器 (LNA)。
- 天线相关的器件：**天线调谐器与天线开关。由于现代射频系统（如手机的射频系统）通常要覆盖多个频带（2G 的 GSM 900MHz，PCS / DCS 1.7 / 1.8GHz，3G 的 2.1GHz，4G TD-LTE 的 2.6GHz 等），而每个天线的频率覆盖范围都有限，因此必须使用多组天线来覆盖全部频率，这样就需要天线开关来控制在不同的应用时切换到不同的天线。同时，即使在使用同一组天线时，对于覆盖频带范围内的不同信道频率，天线的特征阻

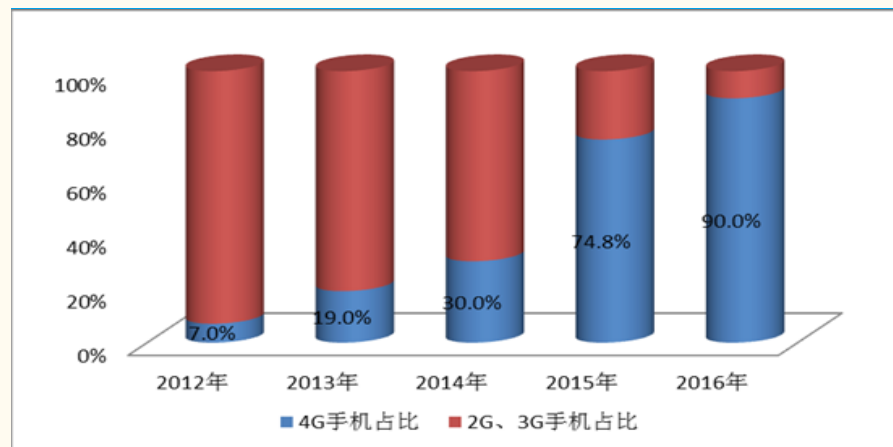
抗也会发生一些变化。为了保证最大功率传输，一般会要求特征阻抗保持在 50 Ohm，这时候就需要天线调谐器帮忙来实现阻抗匹配。对于天线开关，当与发射机配合使用时必须保证足够的线性度（发射机的发射功率可达 30 dBm），而与接收机配合使用时必须保证足够小的衰减，而这些要求一般 CMOS 工艺很难实现，因此必须使用非 CMOS 工艺。

- **多路器与收/发开关：**多路器和收/发开关的目的都是实现收发机与天线信号之间的定向传播。多路器通常用于频分多路（FDM）系统，其中接收机和发射机的载波频率不同，但是可以同时工作。多路器可以将发射机信号耦合到天线，或者将天线信号耦合到接收机，并且将发射机信号与接收机进行隔离以避免接收机链路被发射机干扰。收/发开关则是用于时分多路（TDM）系统，其中在同一时刻接收机和发射机只会有一个在工作，因此需要把接收机或者发射机其中的一个接到天线。多路器与收/发开关都必须满足很高的隔离度与很低得衰减，因此无法用传统 CMOS 工艺实现。
- **滤波器：**滤波器必须能够实现非常陡峭的频率响应曲线，这样才能把频带外信号衰减到足够小，同时噪声和插入损耗必须足够小。滤波器所需的品质因数（Q）非常高，目前主流的实现方案是 SAW（表面声波滤波器）与 BAW（体声波滤波器）。
- **功率放大器（PA）：**功率放大器是射频系统的关键模块，它需要把发射机的信号功率放大到足够大（如 20dBm），才能满足通讯协议的要求。随着无线通讯协议的发展，数据率越来越高，同时无线调制方式也越来越复杂，这导致了功率放大器的线性度必须足够好才能满足协议的需求。另一方面，功率放大器的放大效率也不能太差，否则在放大信号的同时会消耗太多电池电量，导致手机一会儿就没电了。CMOS 工艺目前还无法实现同时满足线性度和放大效率的功率放大器，因此必须使用其他工艺（如 GaAs）来做功率放大器。
- **低噪声放大器（LNA）：**低噪声放大器是接收机的关键模块，决定了整个接收机的灵敏度。低噪声放大器必须在噪声系数很低的同时满足线性度的需求。目前在中低端射频系统中已经实现将 LNA 完全集成到 RFIC 上，但是在高端射频系统（例如在 iPhone 的一些型号中）还是使用了片外 LNA 模组以满足系统对于性能的需求。
- 移动通信产业发展快速，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使用数量及价值量得到大幅提升。

2.2 移动通信快速发展，手机射频器件迅猛增长

- 2013 年 12 月 4 日工信部正式向三大运营商发布 4G 牌照，标志着正式迈入 4G 商用时代，2014 年中国 4G 手机出货量占比超过 20%，2015 年全球 4G 手机销售 9.67 亿部，渗透率高达 74.7%。

图表 11：全球 4G 手机出货量渗透率



来源：公开资料、国金证券研究所

- 在早期的 GSM 手机中，射频器件的单部手机价值量不足 1 美金，而如今 4G 时代，苹果、三星的高端旗舰机型的射频器件单机价值量超过 12.75 美金，单机价值量在过去的十年间增长了数倍。
- 3G 终端转换为 4G 终端带来单机价值量翻倍以上增长。根据美国射频器件巨头 Triquent 的预测，进入 4G 时代，单部手机射频器件价值从 3G 终端的 3.75 美金提升至 7.5 美金，支持全球漫游的终端设备 ASP 甚至达到了 12.75 美金。

图表 12：单部手机射频器件价值量演变（美元）

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

来源：中国产业信息网、国金证券研究所

- iPhone7 Plus 作为卖到全球的高端畅销机型，对射频器件的要求更高，单机价值量更大，射频器件及基带芯片合计单机价值达到 33.9 美元。

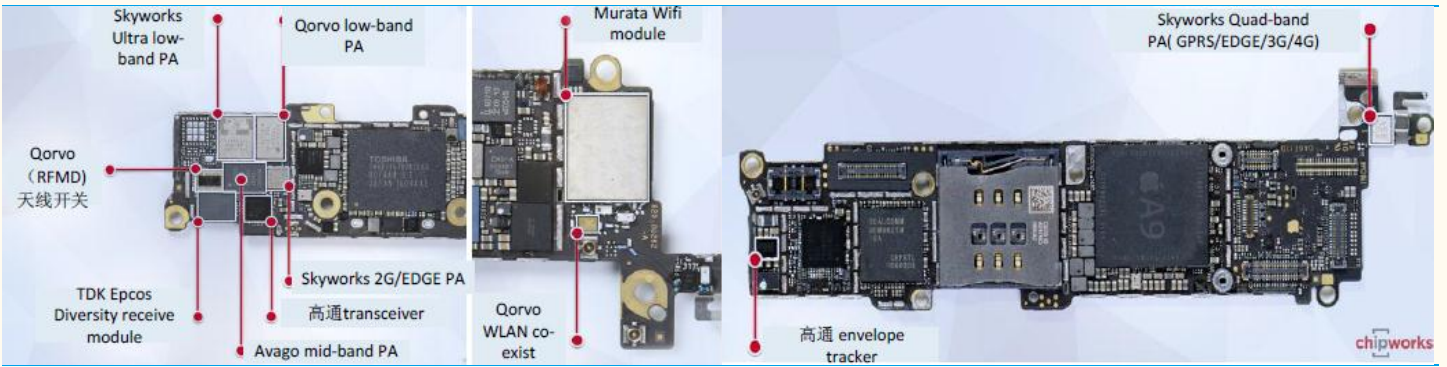
图表 13：iPhone7 Plus 射频器件及基带芯片供应商及单机价值

基带、功率放大器、射频器			合计33.9美元
部件名称	品牌	型号	
基带	Intel CORP	PM89943	
射频收发器	Intel CORP	PM85750	
天线开关模块	TDK CORP	D5315	
天线开关模块	TDK CORP	D5325	
包络跟踪芯片	QORVO INC(威讯)	81003M	
FEM	安华高/博通	DF1620	
FEM	Skyworks	SKY13703-20	
FEM	Skyworks	SKY13703-21	
PAM	安华高/博通	AFEM-8050	
PAM	安华高/博通	AFEM-8060	
PAM	QORVO INC(威讯)	RF6110	
PAM	Skyworks	SKY77359	

来源：中国产业信息网、国金证券研究所

- 通过对 iPhone 6s 拆机发现，射频器件主要供应商有 Skyworks、Qorvo、TDK、安华高/博通等公司。

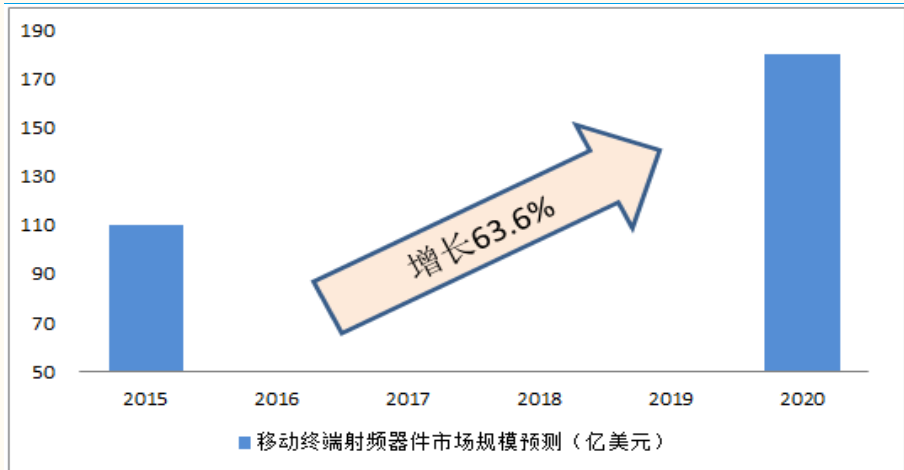
图表 14: 苹果 iPhone 6s 中的主要射频器件及芯片



来源：中国产业信息网、国金证券研究所

- 5G 通讯将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。
- 2015 年，全球移动终端射频器件市场规模约有 110 亿美金。根据高通半导体的预测，移动终端的射频前端模块在 2015-2020 年间的复合增速在 12% 以上，到 2020 年市场规模将超过 180 亿美金。

图表 15: 2015-2020 年移动终端射频器件市场规模 (亿美元)



来源：高通半导体、国金证券研究所

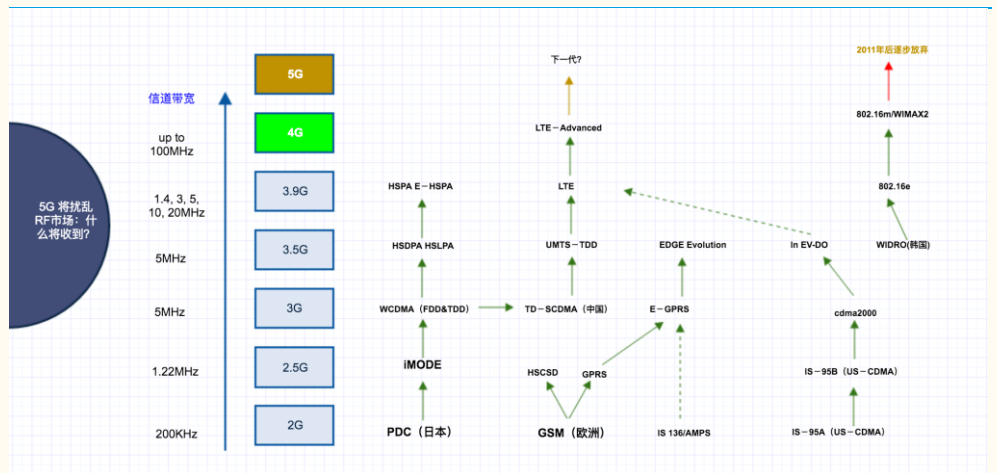
2.3 5G 时代的手机射频器件发展趋势：高频化、高集成化

- 5G 将支持多模多连接，实现同时与多个无线网络进行连接。要在单一终端上支持这么多的通信技术和这么多的频段，这对射频前端的设计提出了巨大的挑战。
- 首先，在高频段部分，比如在 28GHz、32GHz 毫米波上面的一些挑战就是，在这些频段上，信号的传输很容易受到阻碍或者损耗，它传输的距离会非常短，可能一个小小的物体或障碍就会阻碍信号的传输，那么就会失去连接。所以在高频段上需要波束成形和波束追踪这样的技术才能够保持连接，而要实现这一点我们需要一些“多天线”的技术，比如在设备侧需要 16 根天线，基站侧需要 128 根天线。此外在高频高速的传输下，如何在终端侧还能保持非常好的功耗，这也是在高频段上的一个挑战。
- 对于 6GHz 以下的频段，比如：3GHz、4GHz 这样的频段来讲，在这些频段上的覆盖性要更好，但是同时在天线的使用上也比较多，比如在这个阶层的频段利用到大规模 MIMO 技术，可能在基站侧需要部署 32 根或 64 根天线，但是在终端侧就可以很大程度的减少，可能保持 4 根天线就可以了。在这些频段上所面临的挑战要比毫米波小很多。因为这些频谱是我们现在

已经用了很久的，而且我们也知道如何在这些频谱上部署技术。在终端侧，相关的元器件也比较成熟，所以在这个频段上的挑战比毫米波要小很多。

- 射频前端模块发展的总体趋势是，手机中 FEM 越来越重要，FEM 在手机中所占的成本越来越高。
- 5G 渐行渐近，射频系统也需要做出较大改变，手机通信协议从 2G 到 5G 的主要变化是信道带宽不断在变大，从 2G 时代的 200KHz，3G 时代的 5MHz，到 4G 时代的 100MHz。
- 5G 时代，信道带宽需要进一步变宽，甚至可能接近 1GHz。为了实现越来越宽的带宽需求，可以有两种方法。其一是使用更多的载波聚合技术。载波聚合技术是指使用多个不相邻的载波频段，每个频段各承载一部分的带宽，这样总带宽就是多个载波带宽之和。目前载波聚合技术在 4G 已经得到了广泛应用，例如如果要做 4G LTE Band 40 (2350MHz) 和 Band 41 (2550MHz) 的两路载波聚合，可以在 Band 40 和 41 各使用 18MHz 带宽，这样总带宽就是 36MHz。

图表 16：蜂窝标准的演变



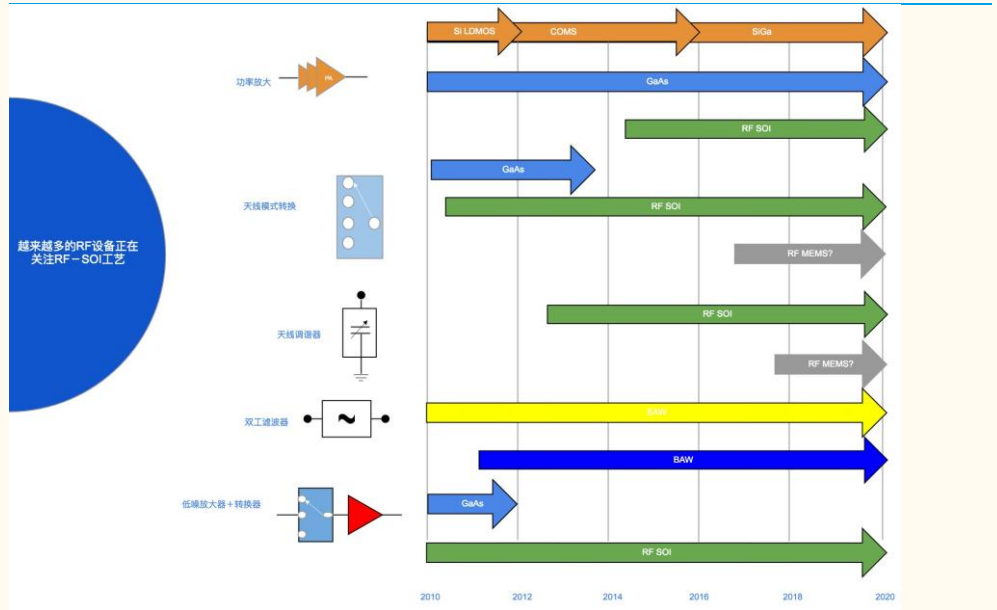
来源：半导体产业观察、国金证券研究所

- 在 5G 为了实现高带宽，载波聚合技术的路数必须上升。这也意味着 5G 时代的频带数量也会上升以满足载波聚合的需求。第二个提高带宽的方法就是把载波频率移动到毫米波范围（例如 28GHz），而毫米波频段载波可以提供非常高的带宽。毫米波频率的载波可望在 5G 时被引入。
- 对于 FEM 来说，目前的趋势是一个手机终端需要的 FEM 器件数量在快速上升。首先，为了实现向后兼容，目前的 4G 手机上还是会需要 2G-3G 所需的 FEM。而 4G 时的频带数量大大增多，需要更多的 FEM 以覆盖这些频段。
- 另外，4G 载波聚合需要收发机同时工作在多个频段，因此也需要多个 FEM 同时工作在不同频段。到了 5G 时，需要覆盖的频带数预期会大大增加，载波聚合需要的路数也会上升不少，所以 FEM 器件数量在 5G 时还会继续快速上升。以 PA 模组为例，4G 多模多频终端单机所需的 PA 芯片增至 5-7 颗。而且，随着通信制式的愈加复杂，对 PA 的性能需求也在逐渐攀升，从而 PA 在手机中站的成本也越来越高。
- 最后，5G 的一个标志性技术是大规模 MIMO。大规模 MIMO 需要多个天线组成的天线阵列同时工作以提高信道容量，这样可以大大提升数据的传输率。为了实现大规模 MIMO，射频系统必须有多组天线同时工作，因此相应的 FEM 数量需求也会增加。最后，为了能覆盖毫米波范围的载波，也需要相应的 FEM，这也给 FEM 设计带来了挑战。
- 随着手机终端需要的 FEM 数量上升，FEM 在手机成本的比重也越加上升，越来越多的厂商也在纷纷加大在 FEM 方面的投入。例如，早些时候 RFIC 巨头高通和 FEM 大厂 TDK 合资成立了 RF 360，这样高通就有了能提供从

基带 Modem SoC, RFIC 到 FEM 完整解决方案的能力。因此, FEM 的技术发展速度也会随着厂商的投入而加快。

- 目前 FEM 的技术发展方向主要包括如何使用新工艺以及如何增加集成度。

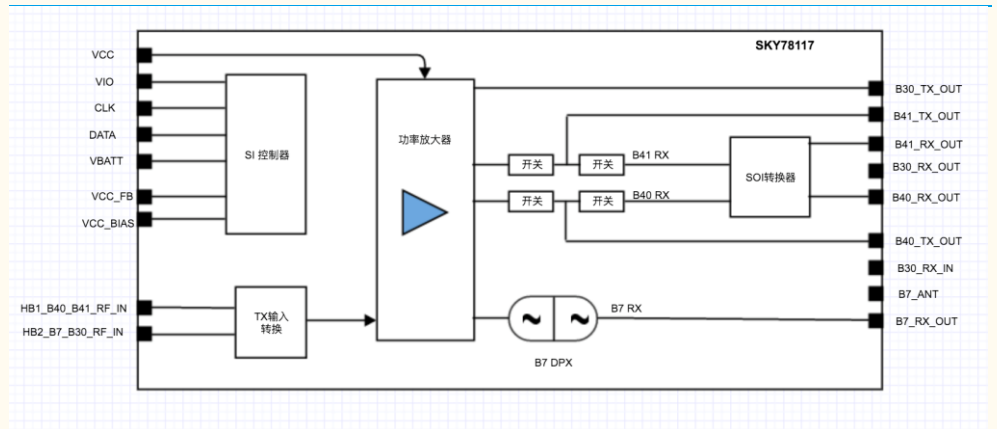
图表 17: 射频模块发展趋势



来源: 半导体行业观察、国金证券研究所

- 砷化镓一直以来都是功放, 天线开关以及低噪声放大器等 FEM 的传统实现工艺。然而, 随着技术的发展, 成本较低的 RF SOI 工艺在天线开关, 低噪声放大器等模块中逐渐取代了砷化镓工艺。在天线开关和天线调谐器中, RF MEMS 也有机会进一步取代 RF SOI 成为新的主流。对于滤波器和多路器来说, 传统的 SAW 正在被 BAW 慢慢取代。
- 另一方面, FEM 的集成度也越来越高。当手机需要越来越多的 FEM 器件时, FEM 必须增加集成度以把整个射频系统的实际尺寸控制在合适的范围内。目前, 已经有一些厂商在研发把低噪声放大器和开关模组集成在一起的方案, 例如 Skyworks 的 SkyOne 模组 (集成了 PA, 开关, 多路器在同一模组上)。未来随着 RF SOI 和 RF MEMS 工艺的进一步普及, FEM 将向更高的集成度方向发展。

图表 18: Skyworks 的 SkyOne 模组



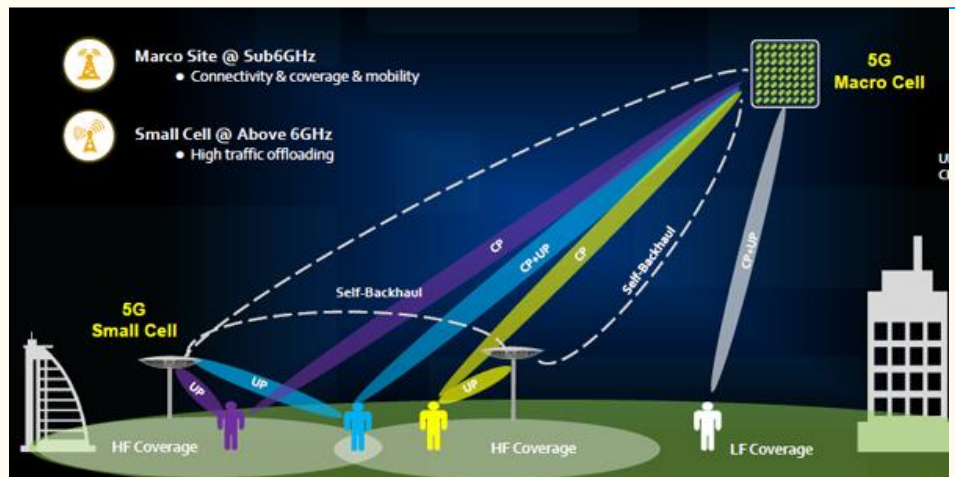
来源: 半导体产业观察、国金证券研究所

3、5G 手机-阵列天线横空出世

3.1 大规模 MIMO 是 5G 核心技术

- 通信系统将面向 5G 演进，通信系统从人与人、人与机器的连接，进一步扩展到机器与机器的连接，到万物互连。实现一个全连接的数字世界需要通信系统能提供大数据、大流量的信息洪流的管道。
- Massive MIMO 也是 LTE 演进和 5G 公认的关键技术之一，该技术可大幅提升频谱效率，帮助运营商最大限度利用已有站址和频谱资源，显著改善无线网络的覆盖和容量。
- Massive MIMO 采用有源天线阵列技术，结合创新的导频信号设计和用户信道高精度估计算法，能够形成极精确的用户级超窄波束，将能量定向投放到用户位置，可以显著改善网络的覆盖能力，降低无线网络能耗，特别是在中高频段组网的情况下尤为明显。
- Massive MIMO 天线是 Massive MIMO 技术实现的关键技术。Massive MIMO 天线相对于传统基站天线或者传统一体化有源天线，其形态差异为阵列数量非常大、单元具备独立收发能力。相当于更多天线单元（128 根、256 根或者更多）实现同时收发数据。
- 低频 Massive MIMO 天线用于广覆盖和深度覆盖，作为基础容量层，提供基本的用户体验速率。高频 Massive MIMO 天线用于热点地区、室内容量和无线回传。高低频混合组网，实现最佳频谱利用。

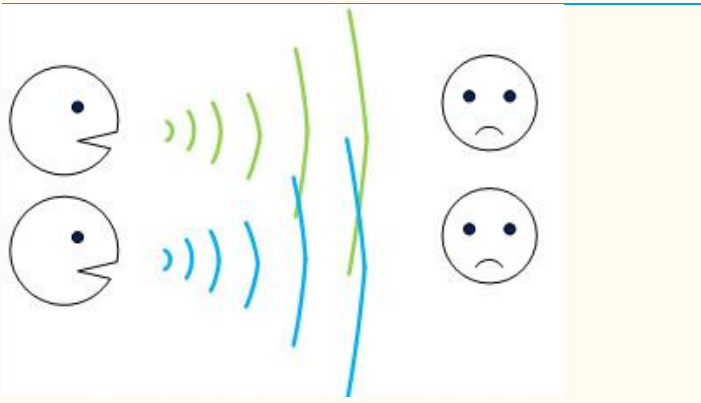
图表 19: 5G 网络部署预期



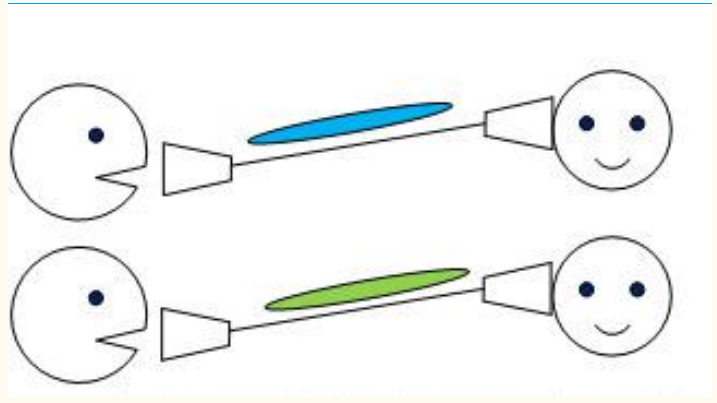
来源：微波射频网、国金证券研究所

- 在 5G 通讯中，SDMA 是大规模 MIMO (massive Multiple-Input Multiple-Output, 指在发射端和接收端分别使用大规模发射天线和接收天线阵列，使信号通过发射端与接收端的大规模天线阵列传送和接收，从而改善通信质量) 技术应用的一个重要例子，而将无线信号（电磁波）只按特定方向传播的技术叫做波束成形 (beamforming)。
- 有了波束成形，众多用户就可以同时在一个地方上网而不用担心信号干扰的问题。

图表 20: 信号向全方向传播, 易发生干扰



图表 21: 信号只向特定方向传播, 无干扰

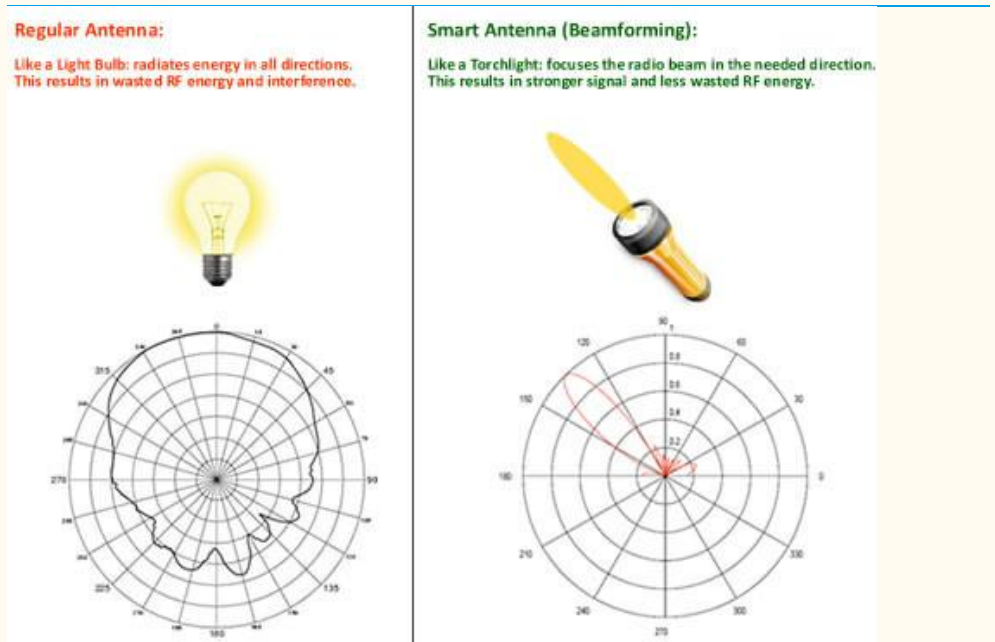


来源: 公开资料、国金证券研究所

来源: 公开资料、国金证券研究所

- 普通的天线的辐射方向图方向性很弱 (即每个方向的辐射强度都差不多, 类似电灯泡), 而最基本的形成波束的方法则是使用辐射方向性很强的天线 (即瞄准一个方向辐射, 类似手电筒)。

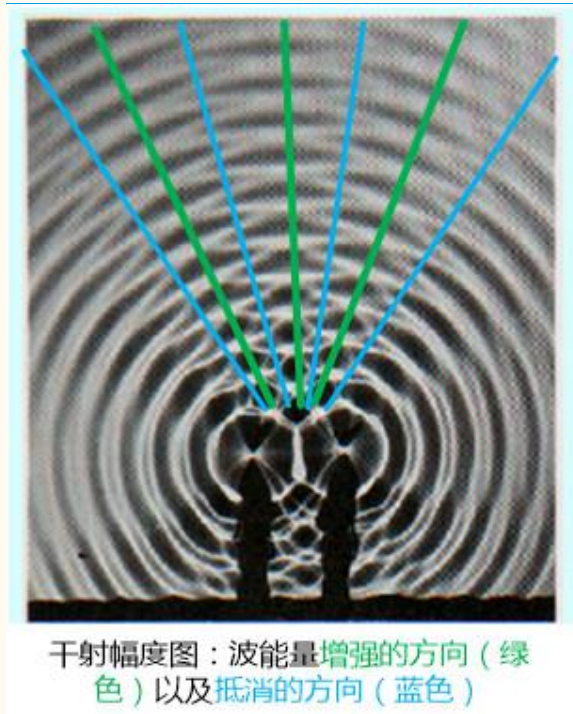
图表 22: 普通天线 (方向性弱) 和智能天线阵列 (方向性强)



来源: 微波射频网、国金证券研究所

- 实用的波束成形方案使用的是智能天线阵列。智能天线阵列原理并不复杂。当由两个波源产生的两列波互相干涉时, 有的方向两列波互相增强, 而有的方向两列波正好抵消。

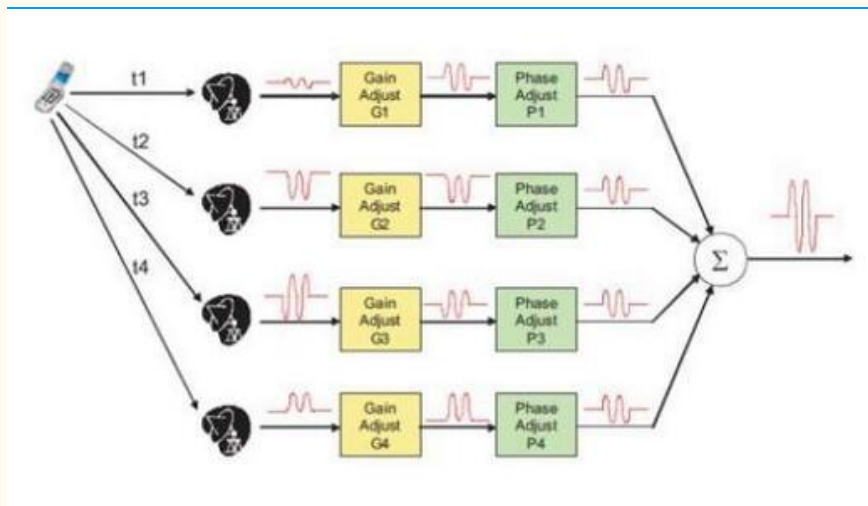
图表 23: 干涉幅度图: 波能增强的方向 (绿色) 以及抵消的方向 (蓝色)



来源: 公开资料、国金证券研究所

- 在波束成形中，我们有许多个波源(即天线阵列)，通过仔细控制波源发射的波之间的相对延时和幅度我们可以做到电磁波辐射的能量都集中在一个方向上(即接收机所在的位置)，而在其他地方电磁波辐射能量很小(即减少了对其他接收机的干扰)。
- 此外天线辐射的方向可以通过改变波源之间的相对延时和幅度来实现，可以轻松跟踪发射端和接收端之间相对位置的变化。

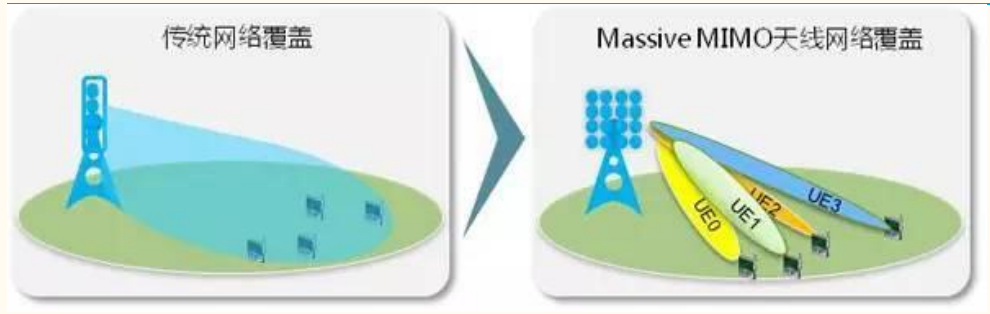
图表 24: 波束成型系统架构



来源: 公开资料、国金证券研究所

- Massive MIMO 天线大阵列形态，可实现扇区更密集劈裂（垂直、水平或二维面混合劈裂等）、同频多波束覆盖、3D-beamforming 等特性。这些特性实现对天线波束赋型、干扰抑制以及指向精度要求相比传统天馈系统要求更高。

图表 25: 传统网络覆盖与 Massive MIMO 天线覆盖

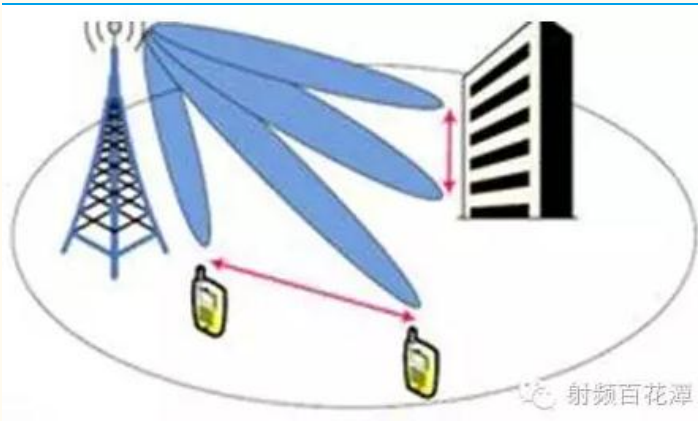


来源: 微波射频网、国金证券研究所

3.2 5G 基站和终端的通讯: 采用毫米波相控阵天线体制

- 5G 网络是一个密集分布基站网络, 基站分布密度比前几代移动系统都高。其中, 基站移动终端之间采用 28Ghz 的毫米波频段通讯。基站天线系统采用相控阵天线体制。波束在垂直和水平两个方向交叉极化, 以实现更高的用户密度和增加系统用户容量。

图表 26: 5G 基站天线系统采用相控阵天线体制



来源: 国金证券研究所

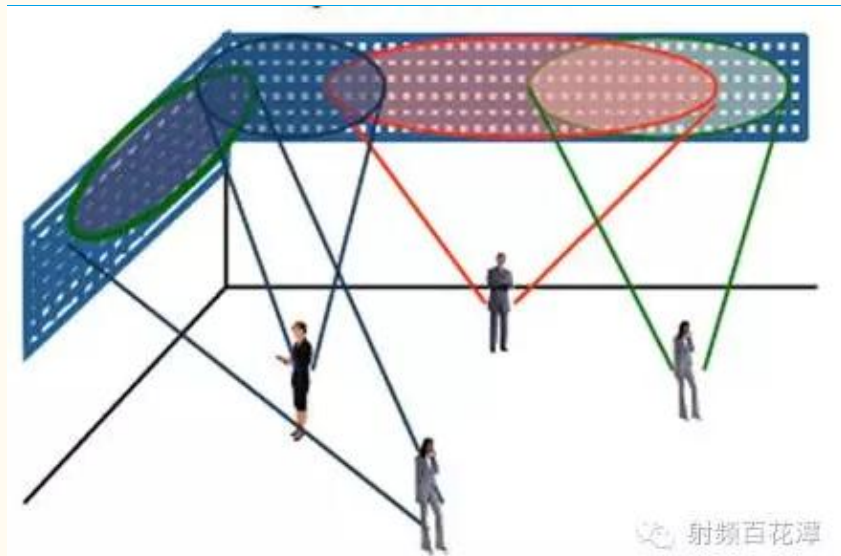
图表 27: 5G 需要建设大量的微基站



来源: 公开资料、国金证券研究所

- 5G 终端设备具备自选基站能力, 可以根据基站误码率挑选误码率低的基站和信道通讯。

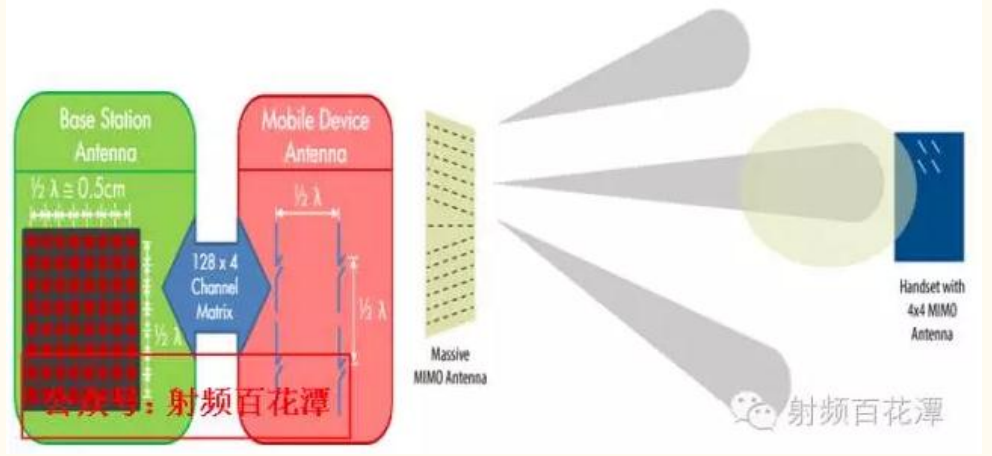
图表 28: 5G 终端设备具备自选基站能力



来源：射频百花潭、国金证券研究所

- 实现以上这些功能，依赖阵列天线技术，基站和终端都用到了毫米波相控阵天线。终端中天线阵列为 $n \times n$ 点阵

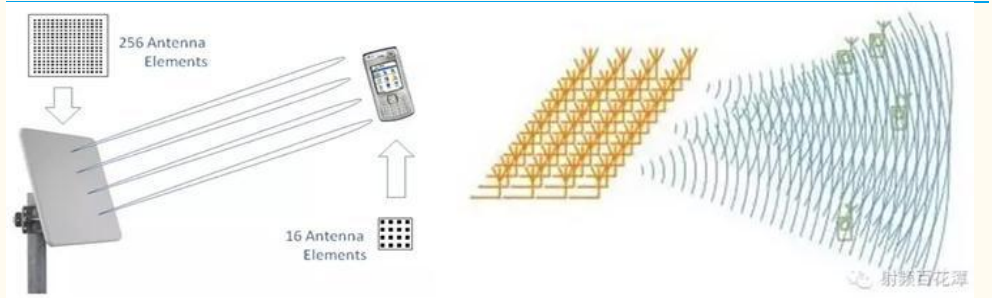
图表 29：5G 基站和终端都用到了毫米波相控阵天线



来源：射频百花潭、国金证券研究所

- 5G 天线是垂直与水平天线交互的点阵，这种垂直和水平交互的天线，对应垂直和水平两个极化方向的信号收发。

图表 30：5G 天线是垂直与水平天线交互的点阵

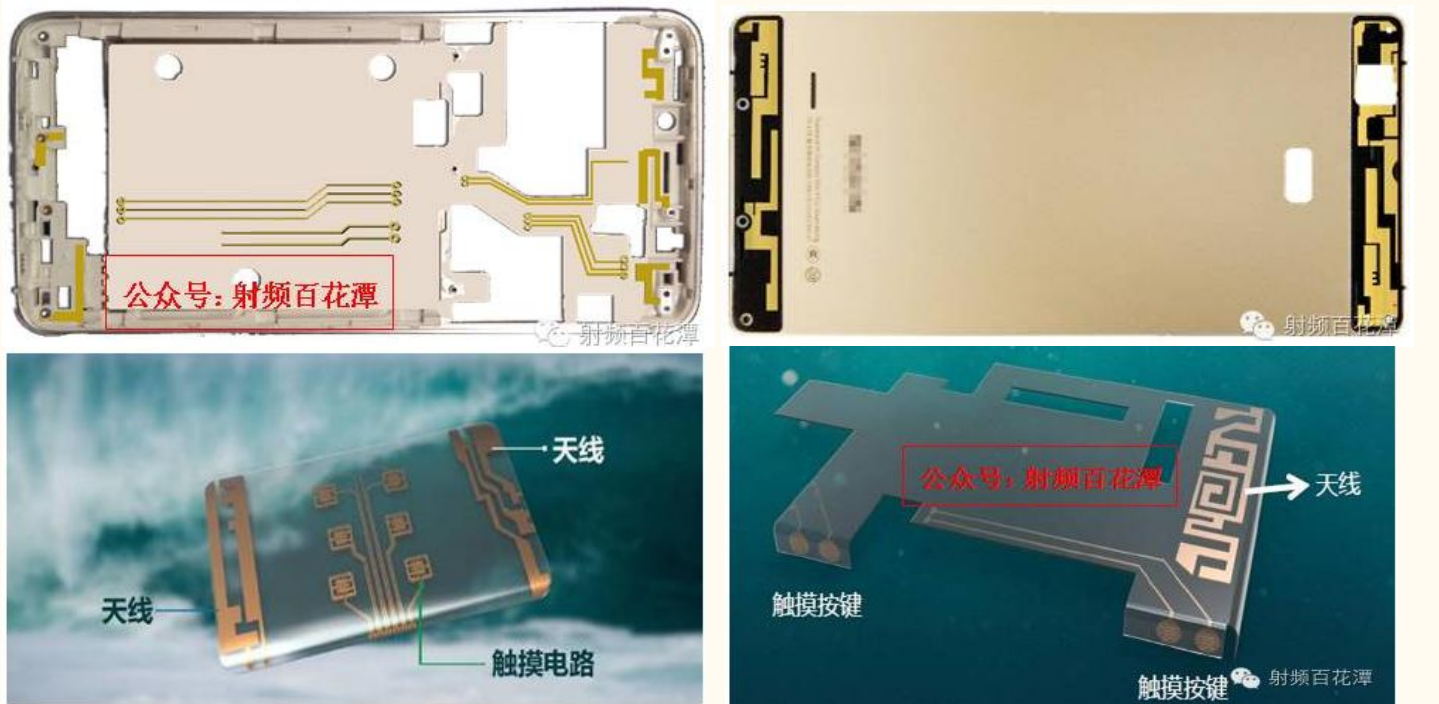


来源：射频百花潭、国金证券研究所

3.3 手机天线-5G 时代将出现重大技术变革

- 4G 的天线一般布置在手机上下端部和侧面，采用了 LDS（立体电路的一种制造工艺，激光在 3D 曲面塑胶上选择性沉积金属工艺）和 FPC（柔性线路板）配合侧面金属边框来实现终端天线功能。
- 近年来手机后盖开始采用玻璃，这类手机拟用到的工艺和材质依然是 FPC 和 LDS 工艺，也有把天线制造在玻璃壳体和玻璃支架上的。

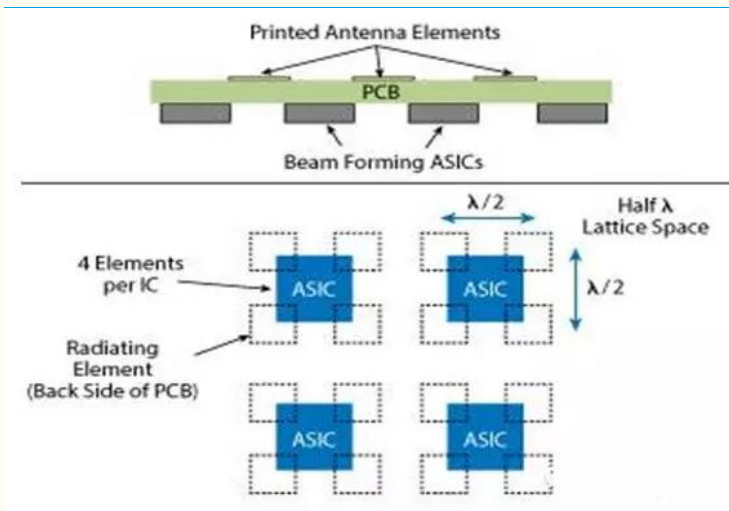
图表 31: 4G 手机天线布局 (金属机壳及玻璃机壳)



来源: 射频百花潭、国金证券研究所

- **5G 手机天线是一个含芯片的模组。**5G 天线是一个含芯片的模组，天线点阵，16 个小的米粒大小的天线，不可能用 16 根屏蔽线引出信号到射频芯片了，需要就地解决与芯片连接难题。引出天线与点阵天线做成一体，一般一个芯片管理四个点阵。

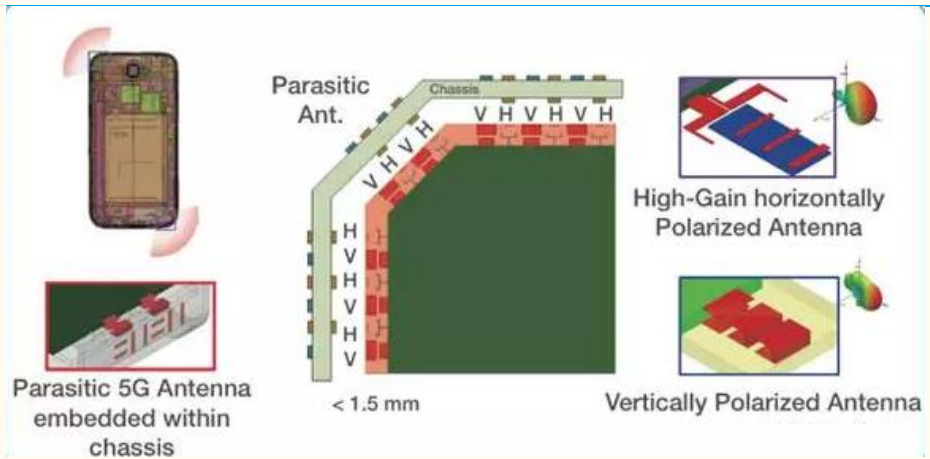
图表 32: 5G 天线是一个含芯片的模组



来源: 射频百花潭、国金证券研究所

- **5G 手机天线对周边金属很敏感。**5G 手机天线，对周边金属很敏感，由于毫米波之波长很短，来自金属的干扰是非常厉害的，印刷电路板（即 PCB 板），需要其与有金属的物体之间需要保持 1.5mm 的净空。

图表 33: 5G 手机天线对周边金属很敏感



来源：射频百花潭、国金证券研究所

- **5G 天线对安装位置有特殊要求。**5G 天线对安装位置有特殊要求，由于 5G 终端天线是相控阵体系，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，适合 3D 空间扫描，规则的空间。

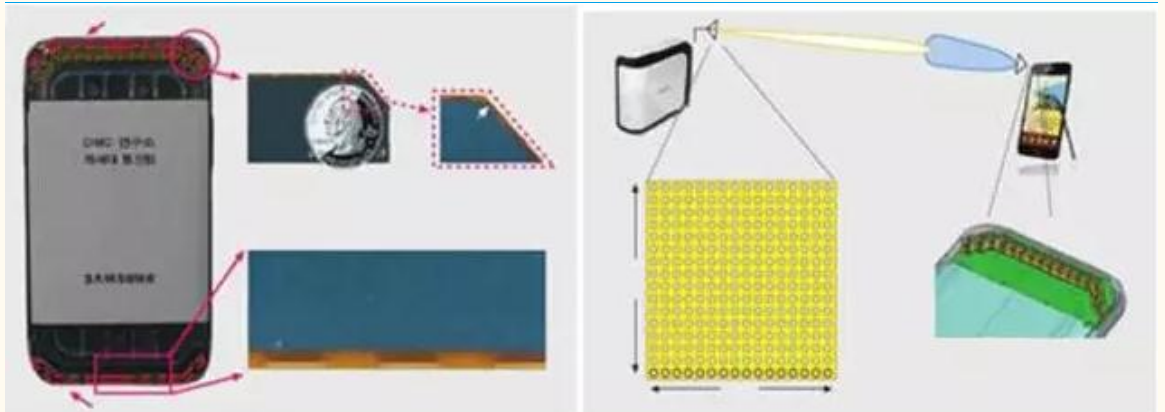
图表 34: 5G 手机天线 3D 空间扫描需要规则的空间



来源 52 RD、国金证券研究所

- **5G 手机天线具备寻优功能。**5G 终端，被人手和人体遮挡，其信号都会开始寻找最优误码率频段，形象的说，手机像一个长了眼睛的小宠物，一旦遮挡他，他即刻眼球四处转动寻找最优信道。我们把 5G 手机这一动作叫手机寻优，因此，设计终端时候，安装天线位置一开始就要合适，使其好寻优。目前手机终端中，最适合 5G 天线位置是两端，尤其是上端部（听筒位置附近），其他 4G 内天线都要给其让路，也就是说有优选位置权，其他天线移到他处。

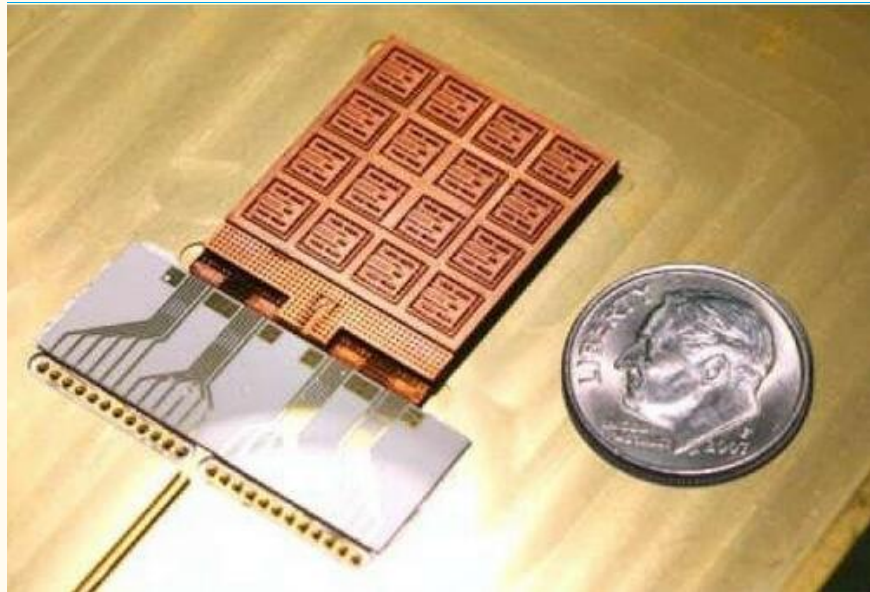
图表 35: 5G 手机天线具备寻优功能



来源：射频百花潭、国金证券研究所

- **波束成形与毫米波是天作之合。**目前波束成形已经被使用在带有多天线的WiFi路由器中。然而，手机上不可能像路由器一样安装WiFi频段的多根天线，因为天线尺寸太大了。
- 天线的尺寸是由电磁波信号的波长决定的，WiFi和当前手机频段的电磁波波长可达十几厘米，因此很难将如此大的天线集成在手机上。为了解决这个问题，我们可以把波束成形和毫米波技术结合在一起。
- 毫米波波段的波长大约是WiFi和手机频段波长的十分之一左右，因此可以把多个毫米波天线集成到手机上，实现毫米波频段的波束成形。波束成形和毫米波技术可谓是天作之合，使用毫米波可以给信号传输带来更大的带宽，波束成形则能解决频谱利用问题，使得5G通讯如虎添翼。

图表 36：毫米波天线阵列体积很小，可以安装到手机上



来源：OFweek 电子工程网、国金证券研究所

- **5G 手机天线的材质和工艺都将产生重大革新。**柔性基材：4G 天线制造材料中 FPC 工艺，涉及到 PI 膜（聚酰亚胺）是不能用于 10G 频率以上系统，因为材料中有一个叫损耗的指标，聚酰亚胺基材，在 10Ghz 以上损耗很厉害了。
- 刚性基材：塑胶、和线路板材质，既要 3D 封装，又要焊接电子元件，又要毫米波段电磁损耗低，这样材料不多，刚性线路板都没有用于 4G 天线，也不会用于 5G。
- 若采用适合毫米波段的印制电路板材料，把天线和电路全制造的这种印制板上，则价格非常昂贵，且天线是平面构型，性能会大打折扣，若把天线部分拆出来用高频印制板制造，则失去了 3D 性能（手机四个角落弧形，天线需要共形设计）。

图表 37: 把适合毫米波段的的天线材料和电路印制在电路板上



来源: 射频百花潭、国金证券研究所

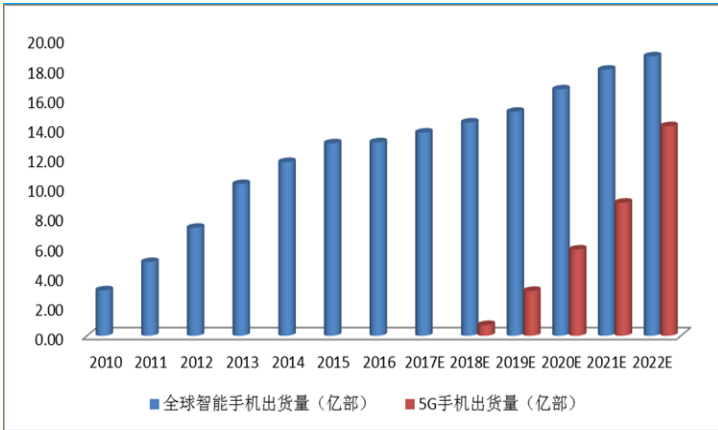
- 毫米波段, 对手机天线位置很敏感, 差之毫厘, 失之千里 (指手机入网指标)。塑胶中毫米波段低损耗的材质是液晶聚合物 (LCP) 和 PPS 材质, 但都需要再进一步改性成 LDS 基材。
- 综合来看, 现有 4G 手机天线的材质和工艺都不能直接用于 5G 手机天线, 必须进行大的改进, 或者采用全新的材料和制造工艺, 在 5G 开通初期, 5G 天线有可能会存在不兼容 4G/3G 天线的情况, 因此 4G/3G 天线有望单独存在, 手机中天线有用量有望大幅增加。
- 预计在 5G 的带动下, 全球智能手机将出现快速增长, 2020 年将出现 10% 的增长, 5G 手机在 2020 年也将快速渗透, 达到 35%, 出货量达到 5.79 亿部, 5G 手机天线将呈现爆发式增长态势, 2022 年将达到 352 亿元。

图表 38: 全球智能手机及 5G 手机天线市场规模预测

项目	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
全球智能手机出货量 (亿部)	14.33	15.05	16.55	17.88	18.77
5G 手机出货渗透率	5%	20%	35%	50%	75%
5G 手机出货量 (亿部)	0.72	3.01	5.79	8.94	14.08
5G 手机天线单价 (元/部)	50	40	35	30	25
5G 手机天线市场规模 (亿元)	36	120	203	268	352
增长率		233.3%	69.2%	32.0%	31.3%

来源: 国金证券研究所

图表 39: 全球智能手机及 5G 手机出货量预测 (亿部)



来源: 国金证券研究所

图表 40: 5G 手机天线市场规模预测 (亿元)



来源: 国金证券研究所

4、行业内重点公司推荐

- 手机天线主要上市公司有信维通信、立讯精密、硕贝德、歌尔股份。
- 推荐组合: 信维通信、立讯精密。
- 建议关注: 歌尔股份、硕贝德。

图表 41: 行业内重点公司投资评级

代码	公司	收盘价 (元)	总股本 (亿股)	市值 (亿元)	EPS (元)				PE (倍)				投资评级
					2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018	
300136	信维通信	26.93	9.61	259	0.39	0.56	1.04	1.5	69.1	48.1	25.9	18.0	买入
002475	立讯精密	21.03	21.2	446	0.86	0.56	0.94	1.22	24.5	37.6	22.4	17.2	买入
002241	歌尔股份	28.4	15.3	434	0.82	1.08	1.38	1.64	34.6	26.3	20.6	17.3	未评级
300322	硕贝德	16.98	4.08	69.2	-0.26	0.25	0.4	0.54	-65.3	67.9	42.5	31.4	未评级
	平均								42.7	45.0	27.8	21.0	

来源: 信维通信、立讯精密为国金预测, 其它为 Wind 一致预期, 国金证券研究所

4.1 信维通信-5G 时代, 天线及射频业务大有可为

- 投资逻辑
- 公司在高端天线具有核心竞争能力, 同时加大布局声学业务, 打造音射频模组一体化: 在 A 客户手机、平板及笔记本电脑方面的供货占比有望逐步提升, 尤其是平板及笔记本电脑方面, 对天线的需求远高于手机, 公司在微软 surface 上的天线供货占比占超过 60%, 增长确定。A 客户有望在 2018-2019 年推出具有 5G 通讯功能的手机, 公司是 A 客户手机天线的主力供应商, 有望深度受益。公司依托在高端天线领域的深厚积累, 加大在声学业务方面的布局力度, 为客户提供音射频一体化模组, 公司在声学器件方面通过 3 年的开发, 已具备一定的实力, 声学器件 2017 年有望出现爆发式增长。
- 公司是为数不多的无线充电接收端整体解决方案的厂商: 公司是手机无线支付、NFC、无线充电三合一解决方案厂商, 已成功为三星大量配套, iPhone 8 有望搭载无线充电, 将引领整个手机行业开启无线充电的浪潮。公司正在开发无线充电多制式发射和接收的兼容方案, 将充分受益无线充电产业的发展。
- 5G 将带动应用于手机射频器件爆发式增长, 公司将深度受益: 天线频段会从低频到高频、从单体逐步变成阵列有源, 5G 天线的设计工艺会有很大变化, 预计价格会比 4G 天线高很多, 同时整个射频前端模组的价格预计

会增长近一倍。目前公司产品有天线、射频连接、射频隔离及 SAW 滤波器（公司的 SAW 滤波器 2017 年一季度将开始进入国内市场），公司成立 5G 研究院，积极研发 5G 通信的射频器件技术，有望充分受益 5G 产业的发展。

■ 估值与投资建议

■ 我们预测公司 2016/2017/2018 年 EPS 分别为 0.56/1.04/1.5 元，考虑到公司天线、无线充电快速增长，声学业务有望突破，5G 通信给公司带来发展新机遇，给予“买入”评级。




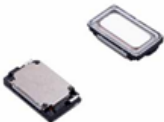

■ 风险

■ 智能手机增速放缓，天线价格下降，无线充电及声学业务开拓缓慢；5G 手机渗透率不及预期。

■ 公司是移动通信智能终端天线龙头

■ 公司主营业务为射频元器件，主要产品为移动终端天线、射频隔离器、射频连接器、音/射频模组等。类别包含主通信天线、WIFI 天线、与材料密切相关的 NFC 天线、无线充电、移动支付、银行支付等解决方案；产品可应用于手机、平板、电脑、汽车、移动支付及可穿戴等各类移动终端通信设备上，主要面向以智能手机、平板、电脑、可穿戴为代表的消费类电子以及智能汽车领域。公司积极围绕射频技术核心，大力推动内生式增长，并通过外延式发展逐步扩展到新技术、新材料等领域，实现产业内上下游资源的整合，从而更好的服务于客户，为客户提供一站式综合服务方案。

图表 42：信维通信主营产品

示意图	产品种类	介绍	广泛应用
	天线	研发、设计和制造的天线种类包含FPC天线、LDS天线、NFC天线、cable天线、五金天线、Insert Molding天线	手机、平板电脑、智能穿戴设备、智能家居、物联网、智能汽车等
	精密五金件	实现元器件及元器件之间的连接、传导、屏蔽、散热及固定等功能，为设备系统功效的实现提供保障	手机、平板电脑等
	连接器	提供连接器、连接线及组件、高频线缆等产品，拥有O型弹片（接触类弹片）的全球专利	通讯和数据连接类电子、电脑行业、汽车工业等
	音频	研发、设计和制造的音频产品涵盖微型扬声器、受话器及一体化解决方案等	手机、平板电脑等
	软磁材料	独创材料和加成法工艺在全球处于领先地位，提供印刷电子新材料，精细电子印刷、加成法柔性线路、RFID天线和Inlay、纳微米压印技术等成熟的解决方案	可支持RFID/NFC/WPC，柔娃显示屏、LED灯带、电磁触控线路等

来源：公司资料、国金证券研究所

■ 公司依托在高端天线领域的深厚积累，加大在声学业务方面的布局力度，为客户提供音射频一体化模组，未来除了天线业务高速增长外，音频业务也有望爆发。

图表 43: 信维通信音射频产品多维度解决方案

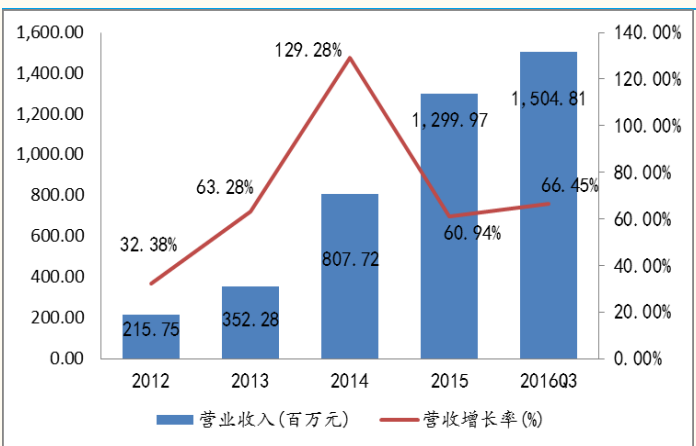


来源: 公司资料、国金证券研究所

■ 公司业绩持续高速增长

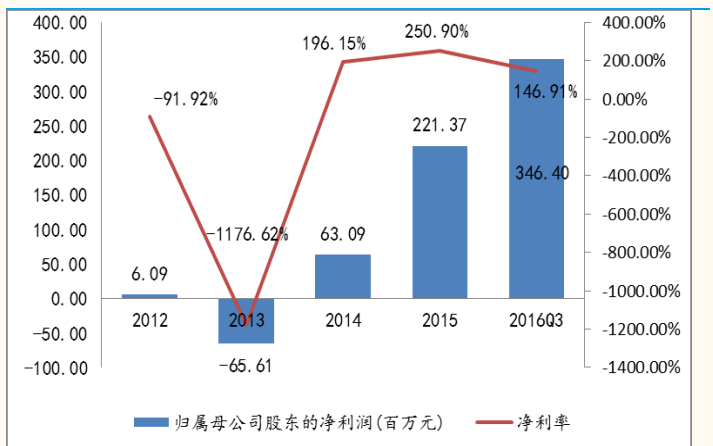
- 2013 年公司规模扩大, 人才、新产品、新客户等不断投入, 公司费用刚性增长, 加上并购后的信维创科仍处于调整期, 销售尚未全面恢复。进入 A 客户后, 公司业绩呈现高速增长的良好态势, 2014、2015 年的营收增速分别达到 129% 及 61%, 净利润增长分别达到 251% 及 147%。

图表 44: 信维通信近几年收入及增长情况



来源: Wind、国金证券研究所

图表 45: 信维通信近几年净利润及增长情况



来源: Wind、国金证券研究所

■ 无线充电业务迎来发展良机

- 2015 年无线充电技术市场将达到约 17 亿美元, 2024 年将增长至近 150 亿美元。
- 手机无线充电发展处在起步阶段, 三星走在前列, 目前部分高端机型已经配备, 计划 2017 年 70-80% 的旗舰机型标配无线充电。预计苹果今年新机将会搭载无线充电, 有望引领手机应用无线充电的潮流。
- 公司是为数不多的具备无线支付、NFC、无线充电三合一解决方案的厂商, 目前已给三星大量配套, 单价 2-4.5 美元。手机采用无线支付、NFC、无线充电三合一方案是主流方向, 公司无线充电业务迎来发展良机。

■ 声学业务有望厚积薄发

- 公司布局声学已经有三年多的时间了，主要是扬声器、模组、天线+声学的box等，公司天线强，声学弱，目标是借助音射频模组一体化的趋势，把声学业务做大做强。
- 目前公司已经建设26条生产线，未来3年逐步释放产能，提高市场份额。2017年将重点针对华为，OPPO，vivo，金立四家国内手机品牌进行快速推进，有望取得快速发展。
- 声学市场规模庞大，仅oppo、vivo，华为及金立四家公司年需求就高达100多亿。
- **全面涉足5G射频器件业务，分享5G盛宴**
- 2016年9月，公司发布公告，投资1亿元设立全资子公司-深圳市信维微电子有限公司，主要从事射频前端器件及模组、半导体材料及微电子产品、无线通信和物联网的软硬件、通信设备微波和毫米波单片集成电路、多芯片微组装集成电路及其其它功能组件的研发、制造及销售。
- 为了抓住5G、物联网及国内通讯领域的发展机遇，公司对集成电路产品的国内外市场需求、集成电路生产线技术的发展趋势、集成电路的产业周期、集成电路投资项目相关的风险及其控制作了深入的分析，按照长期发展规划，公司将进入有源射频器件领域。未来，公司也将结合已有的销售平台优势，不断完善公司的产业布局、产品线和客户资源，从而实现公司的快速发展。
- 目前，公司已经有了用于手机和平板的5G天线阵列设计方案，如可以用来覆盖37GHz和39GHz的基于陶瓷的双频5G天线阵列。此外，5G天线中要用到很多高频的器件，比如移相器，耦合器等，公司都有望涉及。
- 未来公司有望做整个手机射频器件的解决方案，5G手机射频器件单机价值量有望达到30-40美金，市场空间广阔，公司将打开发展空间，开启新征程。

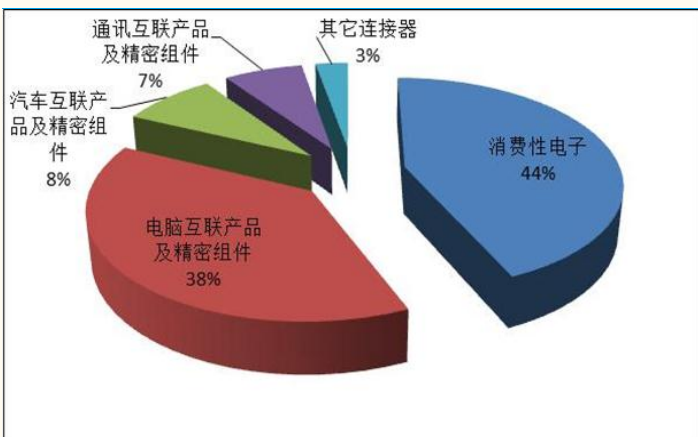
4.2 立讯精密-手机天线及基站天线、滤波器将深度受益5G

- **投资逻辑**
- **天线产业快速发展，手机及基站天线、滤波器将深度受益5G：**在天线方面，公司已布局多年，从全球知名公司引进了一支优秀团队，增强了技术力量，基站天线目前已在量产，消费用天线，相关产品的开发及认证进展顺利，并逐步导入A客户，有望在A客户2017年的新品上成为主力供应商。5G通信基站和终端设备均要采用阵列天线，基站天线数量要增加31倍，手机天线价值也会大幅增加，公司将深度受益。
- **精准卡位Type-C，市场需求爆发式增长，大有可为：**Type-C设计更人性化(不分正反)、多功能(可传输数据、音视频输出、支持双向充电等)，传输速度更快，充电速度更快，有望成为统一标准，是未来接口趋势。Type-C的普及应用，短期内将衍生大量的转换接口，2016年是Type-C爆发的元年，之后将迅猛增长，预计三年后，每年将有50亿只以上的市场需求，市场规模达到130亿美元以上。公司在Type-C领域具有非常明显的优势，特别是在防水、大电流应用、快速充电与耳机接口方面，目前是市场上唯一具备Type-C接口耳机垂直整合能力的公司，在手机Type-C方面部分占有率达到40%，在高端PC及TV领域，主流厂商均为公司客户。公司作为掌握Type-C关键技术的核心供应商，无论是在产品的良率还是技术储备上，都远远领先国内外的同行，将显著受益。
- **自建+外延，推进声学领域深度布局，有望快速发展：**公司积极布局声学产品，一方面通过自建生产线进行布局，另一方面则通过外延并购方式。2016年3月，公司发布定增修订预案，计划再投资10亿元，实施电声器件及音射频模组扩建项目；2016年7月向苏州美特投资5.3亿元，持股51%。Type-C接口耳机可实现音乐全程数字无损，将成为耳机未来发展方向，尤其是在手机上的应用会加速发展，公司入股美特科技，可实现

Type-C 接口与声学器件的优势结合，抓住耳机变革带来的新机遇，有望实现快速发展。

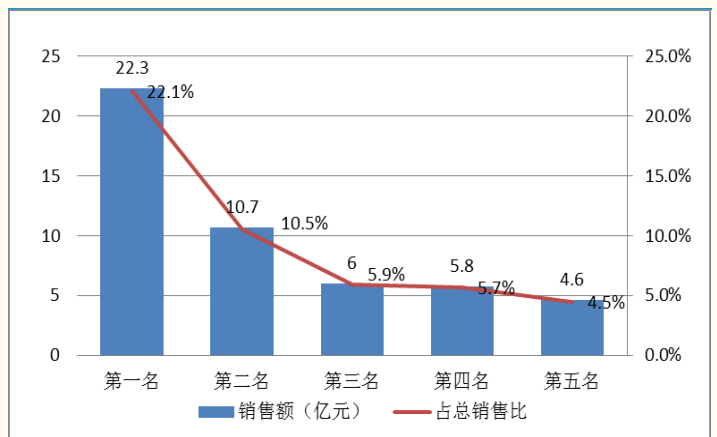
- **无线充电、FPC、马达等新业务加速布局，具有强劲增长动力：**公司利用现有制造和客户平台，积极布局相关性强的新业务，由单一元件供应商向零组件一站式解决方案供应商转变，并取得了较好的进展。无线充电方面目前是 iWatch 核心供应商，并在车载无线充电方面推进较快，苹果新专利可实现笔记本电脑、iPad、手机、智能手表间相互无线充电，无线充电发展前景广阔；FPC 产品方面，今年下半年会逐步上量，珠海双赢新工厂设计达产年产值为 20 亿元，预计两年内产能将逐步释放；马达方面，公司也在积极推进，目前也获得了部分客户的认可；我们看好公司新业务上的布局，有望依托现有客户资源，迅速打开新局面，基于公司与 A 客户良好的合作关系，看好新产品业务在 A 客户的推广应用，有望形成多元化的产品供应，扭转产品单一依赖的风险。
- **估值与投资建议**
- 预测公司 2016/2017/2018 年 EPS 分别为 0.56/0.94/1.22 元，考虑到公司 Type-C 产品高速增长，新业务有望取得快速发展，手机天线及基站天线受益 5G 通信，给予“买入”评级。
- **风险**
- Type-C 渗透不及预期，竞争激烈，价格下降；无线充电、FPC、天线、马达等新业务推进不及预期。
- **公司是连接器龙头，业绩持续高增长**
- 公司是连接器龙头，公司专注于连接线、连接器的研发、生产和销售，产品主要应用于 3C(计算机、通讯、消费电子)和汽车、医疗等领域，核心产品电脑连接器已树立了优势地位，台式电脑连接器覆盖全球 20% 以上的台式电脑，并快速扩大笔记本电脑连接器的生产，公司已经开发出 DP、eDP、USB3.0、ESATA 等新产品，同时公司在汽车连接器、通讯连接器和高端消费电子连接器领域也取得了较好的进展，确立了自身的竞争优势，近几年迅猛发展。
- 目前公司占比较大的是消费电子及电脑连接器，两者合计占销售比达到 82%，其它为汽车连接器及通讯连接器。
- 2015 年，公司前五大客户合计销售占总销售比 48.8%，其中第一大客户 22.3 亿元，占比 22.1%

图表 46：立讯精密 2015 年各产品占比



来源：Wind、国金证券研究所

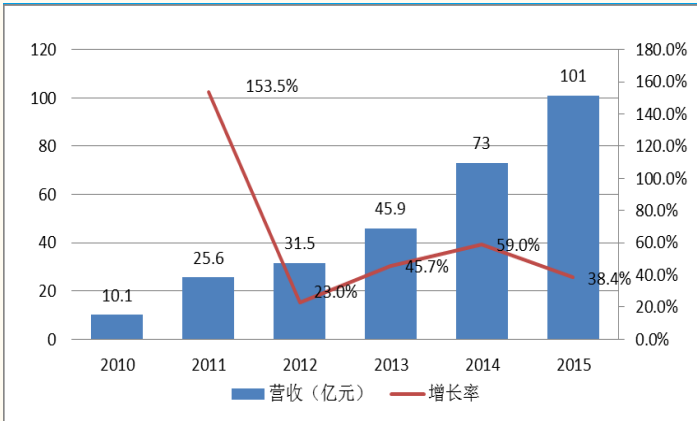
图表 47：立讯精密 2015 年前五大客户销售及占比



来源：公司资料、国金证券研究所

- 公司近几年呈现了高速增长的良好态势，营收及利润双双大幅增长。

图表 48：立讯精密 2010-2015 年营收及增长率



来源：Wind、国金证券研究所

图表 49：立讯精密 2010-2015 年利润及增长率



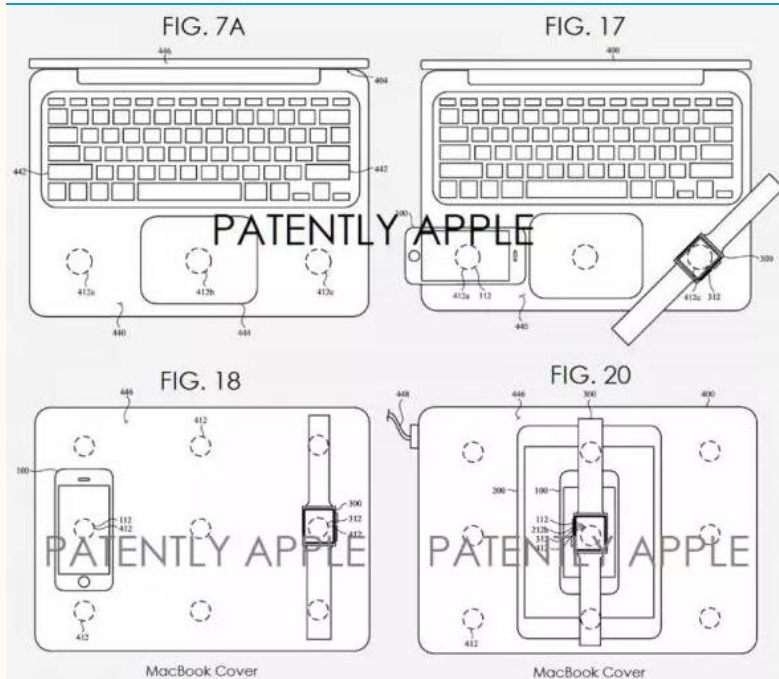
来源：Wind、国金证券研究所

- 我们认为，公司在连接器领域具有深厚的积累，并积极拓展无线充电、声学、天线等领域，在 A 客户每年都有新产品导入，具有较好的发展前景。
- **深度布局 5G 产业，未来增长动能强劲**
- 公司在 5G 领域布局主要在管段和云端，管段：基站天线、滤波器、企业级互联解决方案；云：光电解决方案和企业级互联解决方案。
- 公司在天线领域具有核心竞争优势，模具、成型、冲压、FPC、RF conn/cable、LDS、喇叭、CNC 等全部都有。目前公司 80 人天线研发团队，具有天线射频技术、结构模拟能力。设备方面有 41 台 LDS 设备，具有精益的加工制造能力。
- **精准卡位 Type-C，市场需求爆发式增长，大有可为**
- 公司在 Type-C 领域具有非常明显的优势，特别是在快速充电与 Type-C 接口耳机领域，公司是目前市场上唯一具备 Type-C 接口耳机垂直整合能力的公司。无论是在产品的良率还是技术储备上，都远远领先国内外的同行。特别是防水、大电流应用，公司在行业内绝对领先。
- 公司在手机 Type-C 方面部分占有率在 40%左右，在高端 PC 上，主流厂商均为公司客户。在声学领域，公司同样走在行业前端。
- Type-C 已渗透到 TV 领域，在 TV 领域，公司已在为国际知名品牌在供货，随着 Type-C 在音视频领域的广泛应用，公司的领先地位将得到巩固与加强。
- 2016 年 7 月，小米发布笔记本 Air，采用两个 Type-C 接口，预计将越来越多的接口技术采用 Type-C。
- 2016 年 3 月，公司发布非公开发行预案，计划再投资 6.5 亿元扩产 Type-C 产能，项目建设期 2 年，计划达产年形成年产 9.9 亿只的生产能力，第一年达产 44%，第二年达产 80%，第三年全部达产。
- Type-C 的普及应用，短期内将衍生大量的转换接口，2016 年将是 Type-C 爆发的元年，之后将迅猛增长，预计三年后，每年将有 50 亿只以上的市场需求，市场规模达到 130 亿美元以上。
- 公司作为掌握 Type-C 关键技术的核心供应商，无论是在产品的良率还是技术储备，都远远领先国内外的同行，将显著受益。
- **无线充电产业发展迅猛，公司无线充电业务具备较大发展空间**
- 相比于汽车无线充电，手机、电脑等中小型电子产品的无线充电技术则起步较早，目前也取得了较快的进展。
- 2015 年无线充电市场呈现爆炸式增长，IHS 指出，在三星 Galaxy S6 与 S6 Edge，以及苹果 iWatch 双双采用的推动下，全球无线充电市场产值突

破 17 亿美元，较 2014 年大幅增长将近 225%；预估至 2020 年更将冲破 120 亿美元大关。

- IHS 预测，2015 年无线充电接收器市场的全球出货量达到 1.44 亿台，比前一年同期成长超过 160%，整合式接收器市场日益冲击着主流设备市场。系统设计的改进、应用软件和额定功率的多样化正推动该技术的发展。预计 2020 年的全年出货量将达到 10 亿台，2025 年将达到 20 亿台。
- 苹果无线充电专利曝光，未来 iOS 设备可相互无线充电。苹果无线充电新专利让人大开眼界，该方案可以让多款设备从一款单一设备身上“充电”，比如一部 iPhone 和一只 iWatch 可以同时放置在一台 iPad 的正面或反面进行无线充电，而 iPad 的作用就是充电底座，而且一台 MacBook 系列产品至少可以同时支持 8 部设备进行无线充电。

图表 50：苹果无线充电技术专利（可实现 iOS 设备相互充电）



来源：公开资料、国金证券研究所

- 按照苹果的无线充电专利方案，相互充电的设备除了搭载传统的无线充电接收装置外，还必须搭载发射装置，将大幅拉动无线充电的装置需求。
- 2017 年苹果计划发布 iPhone8，有望搭载无线充电。无线充电市场前景广阔，立讯精密作为 iWatch 无线充电核心供应商，掌握了无线充电的关键技术，并在车载无线充电领域也取得了积极的进展，随着无线充电在手机及可穿戴设备上的逐步应用及应用场景越来越多，公司无线充电业务将迎来快速发展。
- 自建+外延，推进声学领域深度布局，有望快速发展
- 公司积极布局声学产品，一方面通过外延并购方式，另一方面则通过自建生产线进行布局。
- 2016 年 8 月，立讯精密全资子公司昆山联滔与苏州美特母公司美特科技（香港）有限公司签署了《合资合同》，昆山联滔计划以自筹资金向苏州美特投资人民币 5.3 亿元。投资完成后，昆山联滔将取得苏州美特 51% 股权。
- 美特科技（苏州）有限公司隶属于台湾美律实业股份有限公司，至今已有 41 年历史，2002 年成立美特科技苏州厂，是台湾最早开发并量产超薄型小型扬声器及动圈式受话器的厂商。
- 入股美特科技，公司旨在进一步加强在音频声学领域的布局力度，获得更好的微型电声器件业务发展平台，实现产业协同发展，双方的客户资源可

以共享，产品上优势结合，可以为 A 客户或其它客户提供 Lightning、Type-C 接口耳机解决方案。

- Type-C 接口耳机将成为耳机发展的方向，尤其是在手机上的应用会逐步加快，立讯精密入股美特科技，可实现 Type-C 接口与声学器件的优势结合，迎接耳机变革带来的新机遇。
- 2016 年 3 月，公司发布定增修订预案，计划再投资 10 亿元，实施电声器件及音射频模组扩建项目，产品主要为应用于笔记本电脑、手机、平板电脑、可穿戴设备等智能移动终端的电声器件和音射频模组，项目达产后，年产量可达 7300 万套。
- 公司在声学领域，通过内生性增长及外延并购，利用现有客户资源快速切入，预计公司 2017 年将有 1/3 的成长来自声学部分，包括声学器件和耳机线，有望实现快速发展。
- **FPC、马达等新业务加速布局，具有强劲增长动力**
- 公司利用现有制造和市场平台，积极布局相关性强的新业务，由单一元件供应商向零组件一站式解决方案供应商转变，并取得了较好的进展。
- 在 FPC 产品方面，过去两年因新厂扩建，整体经营效益不太理想，珠海双赢新工厂 FPC+SMT 设计达产的年产能 20 亿元人民币，从目前的进度来看，今年下半年会逐步上量，公司目前已有客户储备，预计两年内将使珠海双赢产能得到释放。
- 2016 年 3 月，公司发布定增修订预案，计划再投资 3 亿元，实施 FPC 制程中电镀扩建项目，该项目的产品主要为公司元件产品的表面处理工艺，主要用于 FPC 生产中的制程工序，同时可应用于机构五金件、连接器端子电镀，金属外壳阳极氧化处理、金属与塑料纳米结合技术应用等。项目建成后，将形成 18 条表面处理工艺生产线，达产后，年产值预计 3.05 亿元。
- 在马达方面，公司也在积极推进，目前也获得了几家客户的认可。
- 我们看好公司在马达、FPC 等新业务上的布局，有望依托现有客户资源，迅速打开新局面，基于公司与 A 客户良好的合作关系，看好新产品业务在 A 客户的推广应用，有望形成多元化产品供应，扭转产品单一依赖的风险。

长期竞争力评级的说明:

长期竞争力评级着重于企业基本面，评判未来两年后公司综合竞争力与所属行业上市公司均值比较结果。

公司投资评级的说明:

买入：预期未来 6—12 个月内上涨幅度在 15% 以上；
增持：预期未来 6—12 个月内上涨幅度在 5%—15%；
中性：预期未来 6—12 个月内变动幅度在 -5%—5%；
减持：预期未来 6—12 个月内下跌幅度在 5% 以上。

行业投资评级的说明:

买入：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 15% 以上；
增持：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 5%—15%；
中性：预期未来 3—6 个月内该行业变动幅度相对大盘在 -5%—5%；
减持：预期未来 3—6 个月内该行业下跌幅度超过大盘在 5% 以上。

特别声明：

国金证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告版权归“国金证券股份有限公司”（以下简称“国金证券”）所有，未经事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，对由于该等问题产生的一切责任，国金证券不作出任何担保。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整。

客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。本报告亦非作为或被视作出售或购买证券或其他投资标的邀请。

证券研究报告是用于服务机构投资者和投资顾问的专业产品，使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。

在法律允许的情况下，国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告反映编写分析员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致，且收件人亦不会因为收到本报告而成为国金证券的客户。

本报告仅供国金证券股份有限公司的机构客户使用；非国金证券客户擅自使用国金证券研究报告进行投资，遭受任何损失，国金证券不承担相关法律责任。

上海

电话：021-60753903

传真：021-61038200

邮箱：researchsh@gjzq.com.cn

邮编：201204

地址：上海浦东新区芳甸路 1088 号

紫竹国际大厦 7 楼

北京

电话：010-66216979

传真：010-66216793

邮箱：researchbj@gjzq.com.cn

邮编：100053

地址：中国北京西城区长椿街 3 号 4 层

深圳

电话：0755-83831378

传真：0755-83830558

邮箱：researchsz@gjzq.com.cn

邮编：518000

地址：中国深圳福田区深南大道 4001 号

时代金融中心 7BD