

5G 终端系列报告一

FPC 和 SLP 价值量双重提升，PCB 产业链充分受益

核心观点:

● FPC: 天线&传输线数量+渗透率+ASP 三重提升，5G 终端 FPC 价值量提升

5G 时代天线阵列从 MIMO 技术升级为 Massive MIMO 技术，带来单机天线数量显著增加，对应射频传输线数量增加，同时 5G 时代高集成度需求也促使 FPC 替代传统天线&射频传输线，FPC 在安卓阵营的渗透率有望明显提升；传统 PI 软板已无法满足 5G 时代适应高频高速趋势，MPI、LCP 材质的 FPC 将逐步替代传统 FPC，由于 MPI 和 LCP 相比传统 PI 具有工艺复杂、良品率低、供应商少等特点，ASP 相比传统 PI 显著提升。

● PCB: 5G 时代 PCB 可用面积愈加紧促，SLP 渗透率有望持续提升

苹果从 2017 年开始主板采用双层堆叠的 2 片 SLP 外加 1 片连接用的 HDI 板，在保留所有芯片情况下将体积减少至原来的 70%；随着 5G 时代射频通路的增加带来射频前端数量增加，数据量增多、功能增多、屏幕增大带来的电池体积增加，PCB 可用面积愈加紧促，SLP 渗透率有望持续提升并导入安卓阵营；同时，M-SAP 制程的单片 SLP 单机价值量是高阶 Anylayer 的两倍以上，带来手机用 PCB 价值量提升。

● 中国厂商布局完善，相关厂商盈利能力有望提升

目前苹果的 LCP 天线供应商体系已经相对成熟，MPI 天线领域包括东山精密、鹏鼎控股、杜邦等相关厂商均有相关布局；原有苹果 HDI 供应链厂商均看好 SLP 的前景，纷纷进行布局，其中鹏鼎于 2017 年下半年实现 SLP 量产。PCB 全产业链有望受益于 5G 终端带来的需求拉动，同时随着 5G 带来 FPC 和 SLP 在安卓阵营的渗透率持续提升，PCB 相关厂商的安卓业务有望填补苹果业务低峰期的空余产能，产能利用率提升带来的利润弹性也将远高于营收弹性。

● 投资建议

我们认为 PCB 全产业链有望充分受益于 5G 终端带来的需求拉动，建议关注 PCB 厂商以及上游的材料相关企业，产业链相关标的包括 FPC 和 SLP 制造商东山精密、鹏鼎控股、景旺电子和弘信电子，FPC 电磁屏蔽膜制造商乐凯新材。

● 风险提示

智能手机销量大幅下滑的风险；5G 商用不及预期的风险；行业景气度下滑的风险；新品研发进度不及预期的风险；产品价格下滑的风险；新技术渗透不及预期的风险；产品市场接受度不及预期的风险。

行业评级

买入

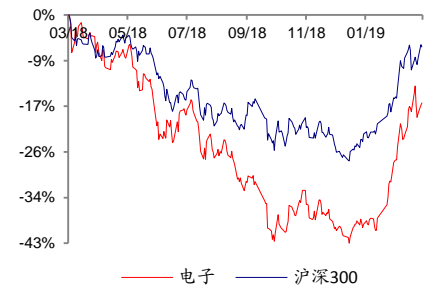
前次评级

买入

报告日期

2019-03-21

相对市场表现



分析师:

许兴军



SAC 执证号: S0260514050002



021-60750532



xuxingjun@gf.com.cn

分析师:

余高



SAC 执证号: S0260517090001



SFC CE No. BNX006



021-60750632



yugao@gf.com.cn

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

相关研究:

5G 系列报告二:PCB/覆铜板 2019-03-07

产业升级，进口替代大幕开启

5G 系列报告一: 导热材 2019-02-25

料:5G 浪潮下导热材料迎发展良机，看好国产供应链成长

联系人:

彭露 021-60750604

pengwu@gf.com.cn

重点公司估值和财务分析表

股票简称	股票代码	评级	货币	股价	合理价值	EPS(元)		PE(x)		EV/EBITDA(x)		ROE(%)	
				2019/3/21	(元/股)	2018E	2019E	2018E	2019E	2018E	2019E	2018E	2019E
鹏鼎控股	002938	买入	RMB	27.04	35.5	1.20	1.42	22.53	19.04	11.14	8.76	15%	15%
东山精密	002384	买入	RMB	18.18	20.2	0.51	1.01	35.65	18.00	15.07	10.13	10%	17%
景旺电子	603228	买入	RMB	64.96	-	1.99	2.76	32.64	23.54	16.40	12.21	21%	24%

数据来源: Wind、广发证券发展研究中心

目录索引

FPC: 天线数量增加+FPC 替代传输线+ASP 提升, 5G 终端软板量价双重提升	6
量增: 5G 时代 FPC 天线&传输线数量和渗透率双升, 安卓阵营有望大量导入	6
价增: MPI、LCP 替代传统 PI 软板, 单机价值量明显增加	12
PCB: 5G 时代 PCB 可用面积愈加紧促, SLP 渗透率有望持续提升	14
IPHONE X 主板升级开辟 SLP 新赛道, 单机价值量升高	14
5G 时代 PCB 可用面积更加紧凑, 安卓阵营 SLP 的渗透率有望持续提升	16
中国厂商布局完善, 有望充分受益	17
FPC: LCP 产业链相对成熟, 多家大陆厂商布局 MPI	17
PCB: 鹏鼎已成为重要的 SLP 供应商之一	18
安卓业务有望填补空余产能, 提升相关厂商盈利能力	19
投资建议	20
风险提示	21
附录: MSAP 和 SAP 工艺	22

图表索引

图 1: 基站天线技术演进.....	6
图 2: 基站与手机端一一对应	6
图 3: 4 天线达成 1Gbps 下载速率	6
图 4: Massive MIMO 基站中的阵列天线	7
图 5: Massive MIMO 对应手机中的阵列天线	7
图 6: 频率上升带来天线阶数上升	7
图 7: 历年 iPhone 主流机型天线阶数变化	8
图 8: 2G/3G 时代 1 根天线对应 1 通路和 1 接收通道.....	8
图 9: 4G 手机 2 根天线对应 1 发射通道和 2 接收通道.....	8
图 10: 天线集成成为趋势	9
图 11: LCP 软板替代天线传输线可以明显减小厚度.....	9
图 12: iPhone 的“一体化天线设计”.....	10
图 13: 历年 iPhone 出货量	10
图 14: 2016 年苹果三大类 PCB 需求 (亿美元)	10
图 15: 三星 Note 的射频传输线逐步被 FPC 取代.....	11
图 16: 5G 向高频延伸.....	12
图 17: 多层 FPC 结构示意图	12
图 18: MPI 薄膜	13
图 19: LCP 软板结构	13
图 20: 极细化线路叠加 SIP 封装需求, 新一轮主板升级势在必行.....	14
图 21: iPhone X 开始导入 SLP.....	15
图 22: HDI 和 SLP 结构对比	15
图 23: iPhone X 主板和初代 iPhone 主板对比	15
图 24: 采用堆叠式设计的 iPhone XS 主板	15
图 25: 基板小型化技术路径.....	16
图 26: SLP 的升级路径	16
图 27: PCB 面积愈加紧凑	16
图 28: 历代 iPhone 的形态变化	17
图 29: 手机 PCB 产值及预测 (十亿美元)	17
图 30: LCP 产业链和相关公司	18
图 31: 苹果 LCP 天线供应商体系	18
图 32: 臻鼎占苹果 FPC 订单比重持续提升	19
图 33: 臻鼎与 iPhone 共成长.....	19
图 34: 臻鼎单月营收 (亿元 新台币)	20
图 35: 臻鼎单季度归母净利润 (亿元 新台币)	20
图 36: SAP 工艺流程.....	22
图 37: mSAP 工艺流程	22
图 38: mSAP 制程的线路铜截面与减成法线路铜截面的对比.....	22

表 1: 历代 iPhone 中 FPC 使用数量	11
表 2: 传统 FPC 以 PI 为主要基材	12
表 3: PI、MPI、LCP 性能成本对比	13
表 4: SLP 市场格局	19
表 5: 产业链相关标的估值比较表	21

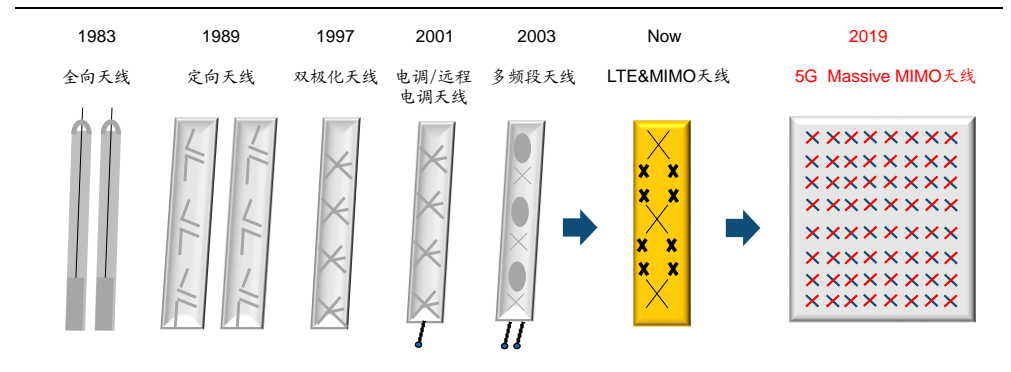
FPC: 天线&传输线数量+渗透率+ASP 三重提升, 5G 终端 FPC 价值量提升

量增: 5G 时代 FPC 天线&传输线数量和渗透率双升, 安卓阵营有望大量导入

1、天线阶数增加拉动天线和射频传输线数量提升

基于5G时代扩充网络容量的需求, 天线阵列从MIMO技术升级为更先进的Massive MIMO技术。MIMO系统提升天线数量, 增加信息传输的物理通道, 从而改善通信质量, 进一步提高下载速率。移动基站天线经历了一体化宏基站天线、基带处理单元和射频拉远模块分离、MIMO天线、有源天线、Massive MIMO等发展阶段, 传统的TDD网络的基站基本上是2天线、4天线或8天线, 而Massive MIMO的通道数达到64/128/256个。

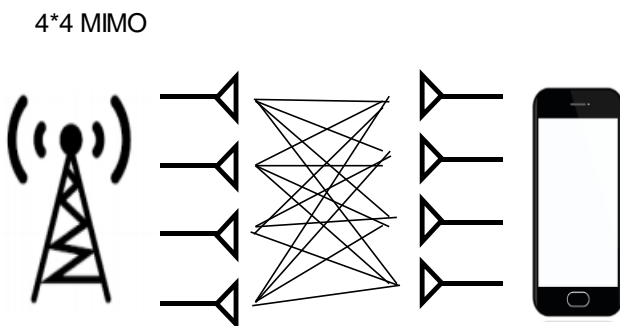
图 1: 基站天线技术演进



数据来源: EE World, 广发证券发展研究中心

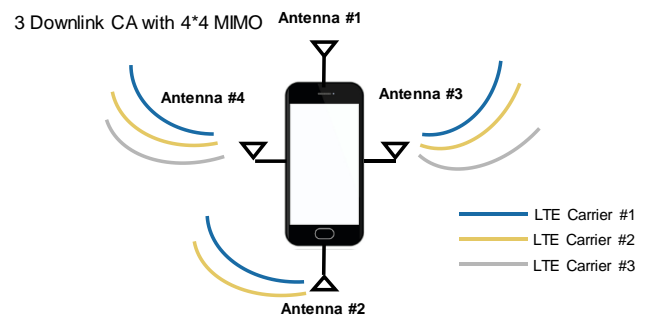
MIMO阶数提升带来天线数量提升。2T2R MIMO即基站有两个发射天线, 对应手机上有两个接收天线, 4T4R MIMO则对应基站端四个发射天线, 手机端四个接收天线, MIMO阶数越高, 信道数量越多, 所需的天线数量也呈现阶段性地增加。由于载波聚合和信道复用等技术, MIMO阶数和天线数量并不是完全对应关系, 但MIMO阶数提升会直接带来天线数量提升。

图 2: 基站与手机端一一对应



数据来源: Qorvo官网, 广发证券发展研究中心

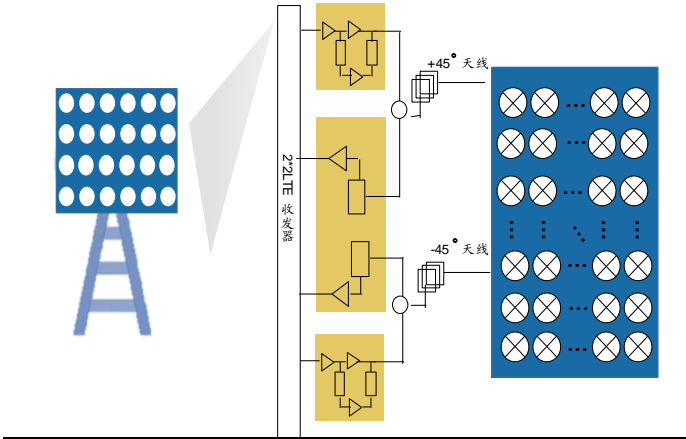
图 3: 4天线达成1Gbps下载速率



数据来源: Qorvo官网, 广发证券发展研究中心

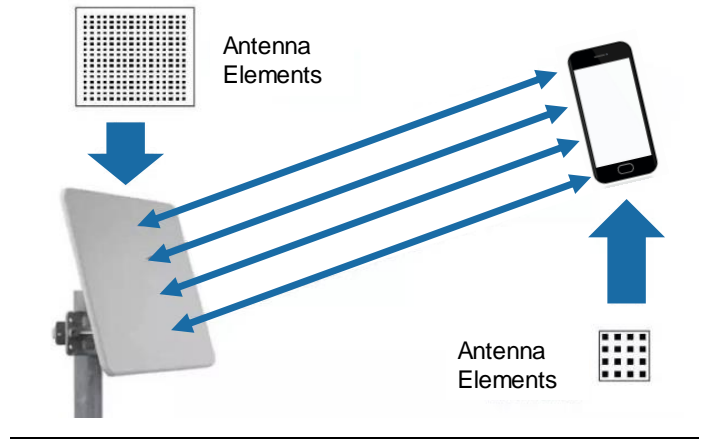
基站端Massive MIMO对应手机端天线数量显著增加。目前2T2R MIMO仍然是主流配置，4T4R MIMO从2017-2018年期间开始商用，随着5G时代基站端Massive MIMO的应用，手机端8T8R乃至阵列天线可能成为常态，对应单机天线数量显著增加。

图 4: Massive MIMO基站中的阵列天线



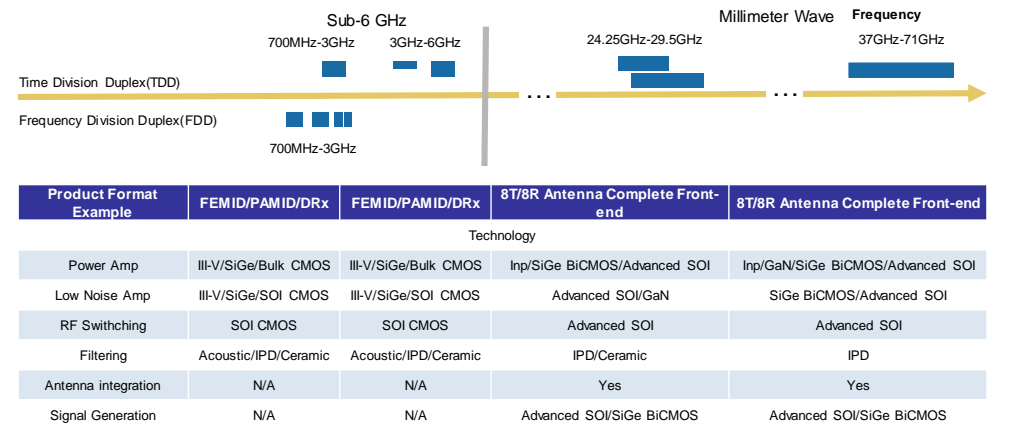
数据来源: Qorvo官网, 广发证券发展研究中心

图 5: Massive MIMO对应手机中的阵列天线



数据来源: 微波EDA官网, 广发证券发展研究中心

图 6: 频率上升带来天线阶数上升



数据来源: 《5G White Paper》skyworks, 广发证券发展研究中心

以iPhone为例，天线阶数逐年上升，18年发布的iPhone XS/XS Max开始使用4x4 MIMO。目前2x2MIMO是主流配置，2017-2018年期间4x4 MIMO开始商用，以iPhone为例，15年苹果发布的iPhone 6s开始使用2x2 MIMO技术，但是仅于Wifi天线；16年苹果发布的iPhone 7开始在LTE天线使用2x2 MIMO技术，18年的iPhone XS/XS Max则开始使用4x4 MIMO，从而实现更快的数据传输速度。

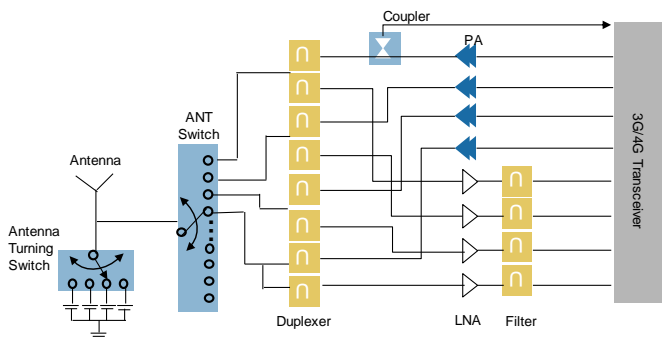
图 7: 历年iphone主流机型天线阶数变化

	iPhone7	iPhone 8	iPhone X	iPhone Xs
天线阶数	2*2 MIMO	2*2 MIMO	2*2 MIMO	4*4 MIMO
连接与共享	VoLTE、NFC、蓝牙4.2、MIMO	NFC、蓝牙5.0、MIMO	WLAN热点、蓝牙5.0、NFC	WLAN热点、蓝牙5.0、支持读卡器模式的NFC
WLAN功能	双频WIFI、IEEE 802.11 a/b/g/n/ac	双频WIFI、IEEE 802.11 a/b/g/n/ac	双频WIFI、IEEE 802.11 a/b/g/n/ac	IEEE 802.11 ac (支持WIFI 2*2MIMO技术)

数据来源: Apple官网, 广发证券发展研究中心

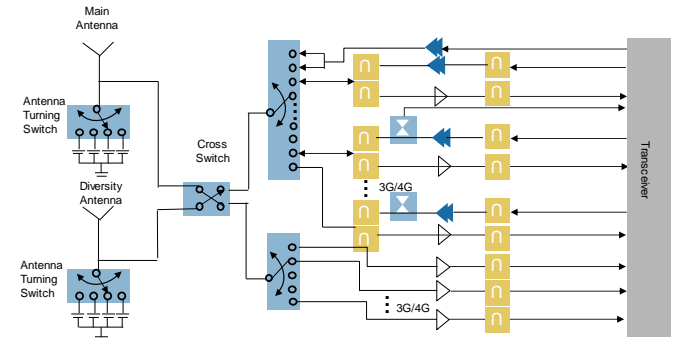
5G时代天线数量的增加需要更多的射频传输线需求。天线需要通过射频传输线(RF cable)与主板相连,完成信号传输。对于传统2天线设计,上天线通过PCB走线与主板直连,下天线通过一根射频传输线将天线与主板跨接;对于4天线设计,上部2个天线同样与主板直连,而下部2个天线则需要2根射频传输线将天线与主板跨接。伴随着5G时代天线数量的增加,手机市场射频传输线的需求也将增加。

图 8: 2G/3G时代1根天线对应1通路和1接接收道路



数据来源: 《Infineon Application Guide for Mobile Communication》, 广发证券发展研究中心

图 9: 4G手机2根天线对应1发射通道和2接收通道

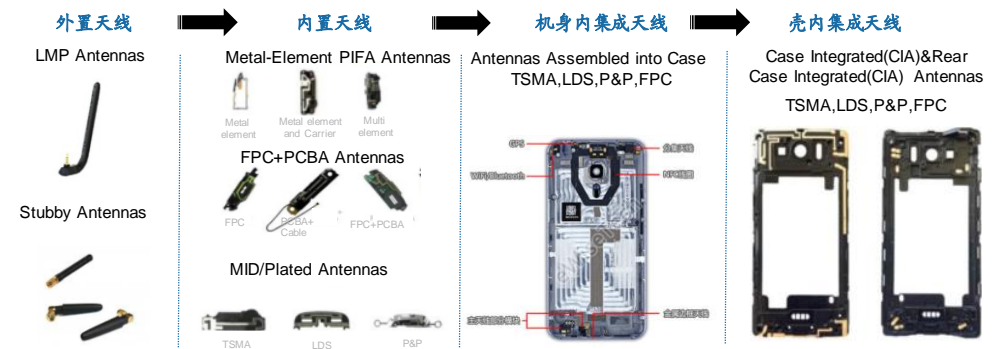


数据来源: 《Infineon Application Guide for Mobile Communication》, 广发证券发展研究中心

2、高集成度促使FPC替代传统天线和传输线

5G时代高集成度需求促使FPC替代传统天线。5G网络下手机的数据处理能力以及数据处理量都会得到相应提升,因此需要更多功能组件和更大的电池容量,这些都持续压缩手机空间,天线可用设计空间越来越小,因此,智能手机厂商对高集成度天线模组的需求也越来越强烈,将促使FPC对天线的替代。

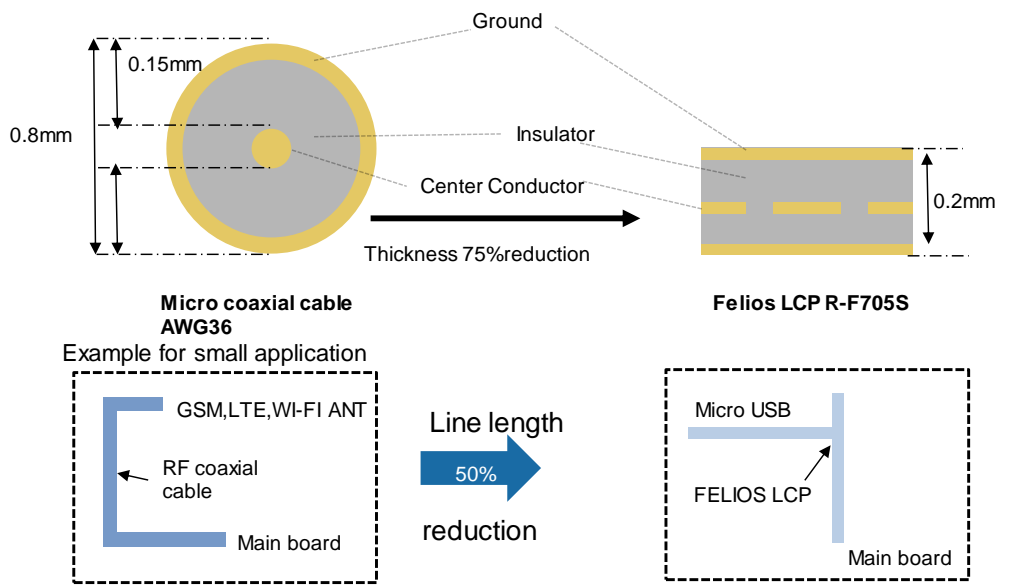
图 10: 天线集成成为趋势



数据来源: 中关村在线, 广发证券发展研究中心

集成化趋势下, FPC替代天线传输线带来量增。传统设计使用同轴电缆将信号从天线传输到主板, FPC (以LCP软板为例) 拥有与天线传输线同等优秀的传输损耗, 可在仅0.2毫米的3层结构中携带若干根传输线, 并将多个射频线一并引出, 取代厚重的天线传输线和同轴连接器, 并减小至少50%的厚度, 具有更高的空间效率。

图 11: LCP软板替代天线传输线可以明显减小厚度



数据来源: 松下电器官网, 广发证券发展研究中心

以iPhone为例, 苹果从iPhone X开始采用“一体化LCP天线”设计。iPhone 7时期的天线以“PI软板+同轴电缆”的形式存在, iPhone开始导入PI天线+LCP天线传输线, iPhone X开始采用“一体化LCP天线”设计, 并延续至iPhone XS/XS Max。

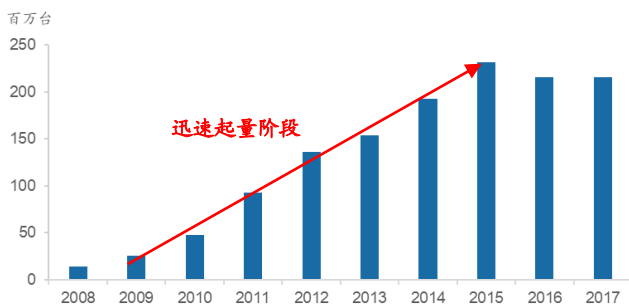
图 12: iPhone的“一体化天线设计”



数据来源: iFixit, 广发证券发展研究中心

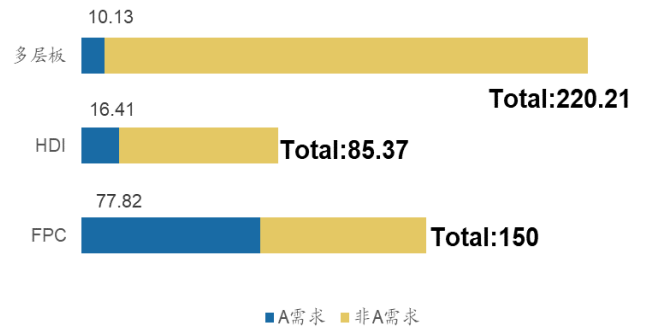
目前FPC需求量主要集中在苹果。从最初iPhone4中10颗FPC, 12美元左右单价, 到2015、2016年苹果分别导入3D Touch与双摄新功能, 功能创新同步推动硬件更新升级, 2016年推出的iPhone 7中使用了多达14-16块FPC, 其中多层、高难度FPC占比高达70%, 整机FPC面积约120cm², ASP提升至30美元, 相对于2011年的iPhone 4s有效增长近10美元, 而2017年的旗舰iPhoneX中则使用了高达25颗左右的FPC, 超过40美元单价。

图 13: 历年iPhone出货量



数据来源: Wind, 广发证券发展研究中心

图 14: 2016年苹果三大类PCB需求 (亿美元)



数据来源: Prismark, 广发证券发展研究中心

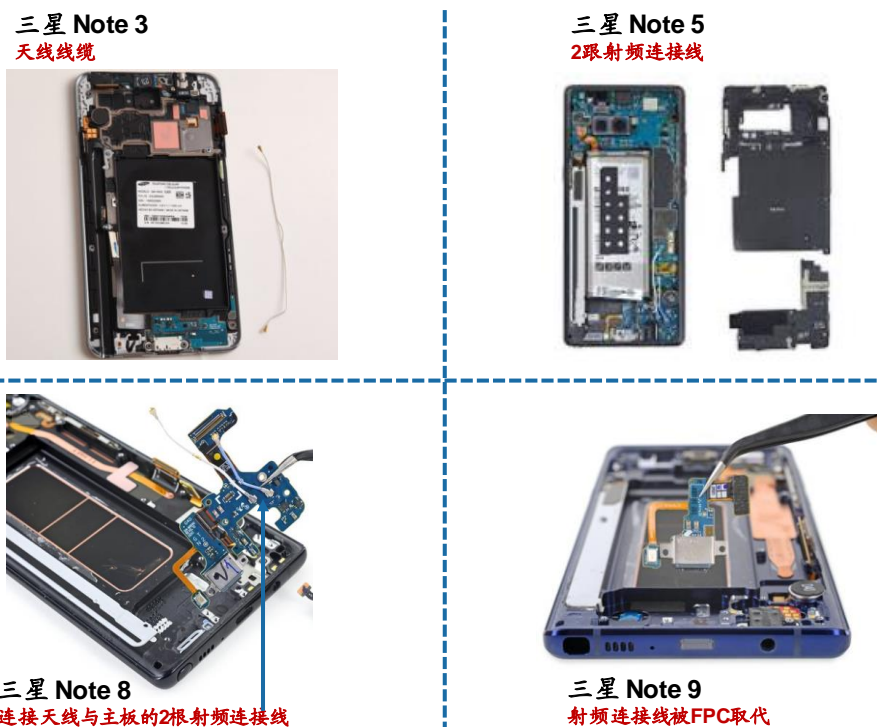
表 1: 历代iPhone中FPC使用数量

	iPhone 4	iPhone 4S	iPhone 5	iPhone 5s	iPhone 6/6 Plus	iPhone 6s/6s Plus	iPhone 7/7 Plus	iPhone X
机身	玻璃		金属+陶瓷		全金属			双面玻璃
光学	500w+30w	800w+30w	800w+120w			1200w+500w	Plus 后置双摄	3D Sensing 双OIS防抖
电池	1420mAh		1440mAh	1570mAh	1810mAh/ 2915mAh			无线充电 双电芯
屏幕触控	多点触控 Retina屏	4寸			4.7寸/5.5寸	3D touch		OLED全面屏
生物识别				指纹识别		核心是尺寸升级		面部识别
声学			3个麦克风					底部双喇叭
接口	30针接口		Lightening				取消耳机接口	
通信	4G				NFC			LCP天线
FPC数量	10颗	10颗	11颗	12颗	13颗	14-16颗	15-17颗	23-25颗

数据来源: 苹果官网, iFixit, 广发证券发展研究中心

5G时代安卓阵营（尤其是高端机）的FPC渗透率有望明显提升。5G网络下手机的数据处理能力以及数据处理量都会得到相应提升，因此需要更多功能组件和更大的电池容量，这些都持续压缩手机空间，天线可用设计空间越来越小，因此，智能手机厂商对高集成度天线模组的需求也越来越强烈，将促使FPC对传统天线传输线的替代，安卓阵营尤其是高端机的FPC渗透率有望明显提升，以三星的Note系列为例，Note3的天线线缆和射频传输线到Note9已经逐渐被FPC所取代。

图 15: 三星Note的射频传输线逐步被FPC取代

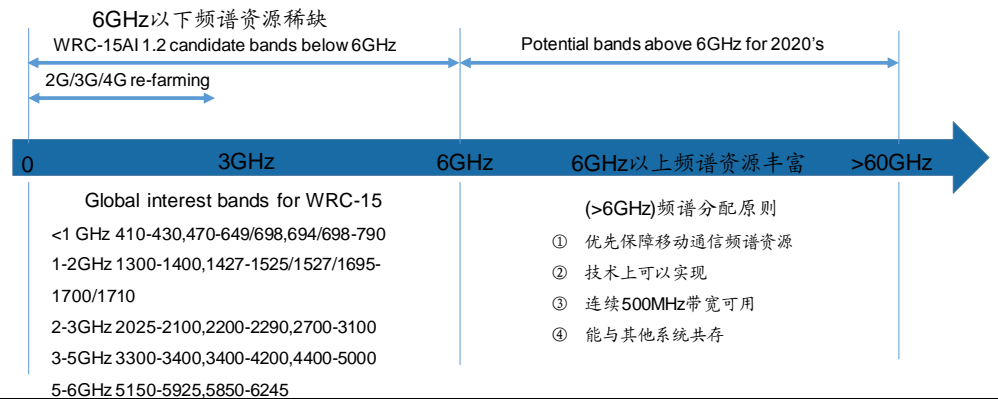


数据来源: iFixit, 广发证券发展研究中心

价增：MPI、LCP 替代传统 PI 软板，单机价值量明显增加

5G时代工作频段提高引领天线和射频传输线的高频高速趋势。信号在材质中传输，能量损失随着频率增加而升高，随着5G技术推进毫米波技术，将面临30GHz以上信号传输，传输损耗远高于目前的4G频段，对应的射频传输线和天线软板都将面临性能挑战。

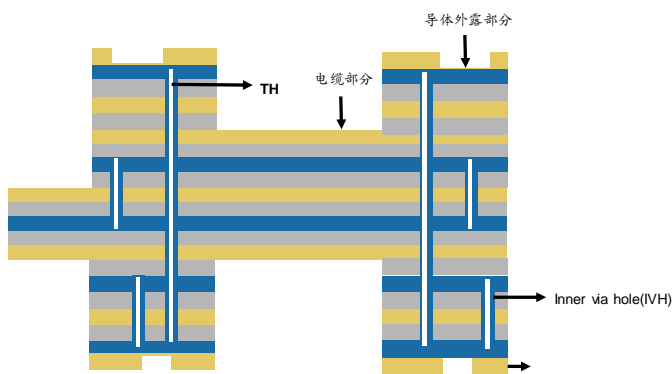
图 16: 5G向高频延伸



数据来源：Yole，广发证券发展研究中心

传统PI软板已无法适应高频高速趋势。传统FPC电路板以聚酰亚胺（PI）作为电路绝缘基材，PI膜和环氧树脂粘合剂作为保护和隔离电路的覆盖层，经过一定的制程加工成PI软板。绝缘基材的性能决定了软板最终的物理性能和电性能，为了适应不同应用场景和不同功能，软板需要采用各种性能特点的基材。但是由于PI基材的介电常数和损耗因子较大、吸潮性较大、可靠性较差，因此PI软板的高频传输损耗严重、结构特性较差，已经无法适应当前的高频高速趋势。

图 17: 多层FPC结构示意图



数据来源：mektron官网，广发证券发展研究中心

表 2: 传统FPC以PI为主要基材

基材	聚酰亚胺膜	25 μ m (1mil)、12.5 μ m (1/2mil)
	锡箔	17.5 μ m (1/2oz)、12 μ m (1/3oz)
Cover material	聚酰亚胺膜	25 μ m (1mil)、12.5 μ m (1/2mil)
	光阻剂	
Va	贯通0.20mm~、IVH 0.15mm~、SVH 0.10mm~	
表面处理	电解/非电解镀金、防锈处理、电解镀锡其他	
层数	3 to 8层	

数据来源：mektron官网，广发证券发展研究中心

5G时代高频高速趋势下，MPI、LCP材质的FPC将逐步替代传统FPC。传统天线软板使用PI基材，但相对而言，PI基材主要性能较差，已无法适应5G时代的高频高速趋势。在三者之间，LCP性能最优，但由于LCP工艺复杂、良品率低、议价能力低、供应厂商少，大规模商用LCP尚无法实现。而MPI是非结晶性的材料，易加工生产，价格亲民，且在10-15GHz高频信号上的表现足与LCP媲美，有望在5G时代崛起。

表 3: PI、MPI、LCP性能成本对比

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

数据来源：印制电路信息，广发证券发展研究中心

MPI: 改性聚酰亚胺，简称MPI (Modified PI)，PI分子主链上一般含有苯环和酰亚胺环结构，由于结晶性和电子极化，使得PI存在较强的分子间作用力，引起PI分子链紧密堆积，从而导致PI存在许多缺点，如传统的PI不熔难以加工，粘接性能不理想，固化温度太高，合成工艺要求高等。为解决这些问题并不断开发PI新的性能及应用领域，PI的改性研究已经成为目前国内外研究的焦点。PI改性主要包括主链共聚、功能化侧基改睦、引入扭曲和非共平面结构、共混和复合改性等方法。

LCP: 液晶聚合物，简称LCP (liquid crystalline polymer)，是一种介于固体结晶和液体之间的中间状态聚合物，其分子排列具有一定（一维或二维）的有序性，是一种新型的高分子材料，在熔融态时一般呈现液晶性，因而这类材料具有优异的耐热性能和成型加工性能。

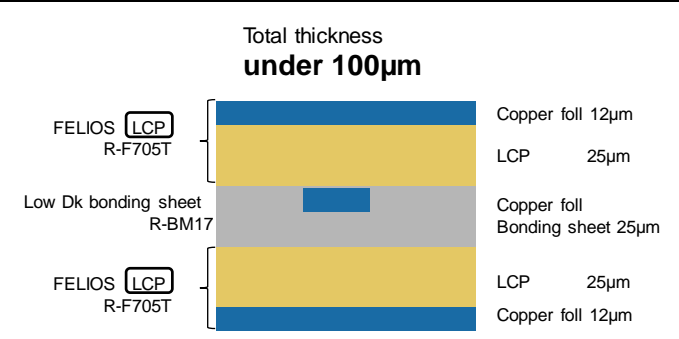
根据立讯精密发布的投资者交流纪要：专业的实验室数据显示，LCP的性能要优于MPI，因此主要客户仍将选择LCP；国内有两大客户基本上会选择LCP作为预研项目，北美大客户未来可能部分采用MPI。因此，手机可能共同使用MPI和LCP天线。

图 18: MPI薄膜



数据来源：杜邦官网，广发证券发展研究中心

图 19: LCP软板结构



数据来源：松下电器官网，广发证券发展研究中心

MPI和LCP天线ASP相比传统PI天线显著提升。由于MPI和LCP天线相比传统PI天线，具有工艺复杂、良品率低、供应商少等特点，单机价值量将高于传统PI天线。以2017年iPhone X为例，LCP天线单机价值约为8-10美元，而iPhone 7的独立

PI天线单机价值约为0.4美元；MPI的加工生产难度介于PI和LCP之间，单机价值比传统PI天线也将由显著提升。

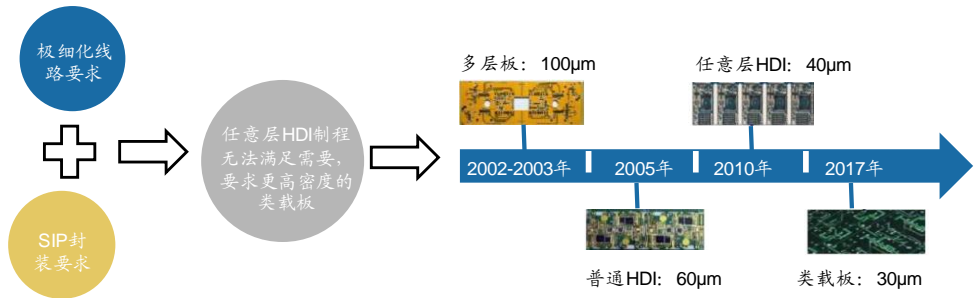
PCB：5G 时代 PCB 可用面积愈加紧促，SLP 渗透率有望持续提升

iPhone X 主板升级开辟 SLP 新赛道，单机价值量升高

PCB可用面积趋紧促成SLP的产生。电子设备轻薄短小的趋势不断催生更高密度（更小线宽线距）的主板，类载板（Substrate-Like PCB，简称SLP）在HDI技术的基础上，采用MSAP制程，可进一步细化线路，是新一代精细线路印制板。当前智能机中，主板所能搭载的元器件数几乎到了极限，要进一步缩小线宽线距，受制程限制已难以实现，SLP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，而其用途仍是搭载各种主被动元器件，因此仍属于PCB的范畴。

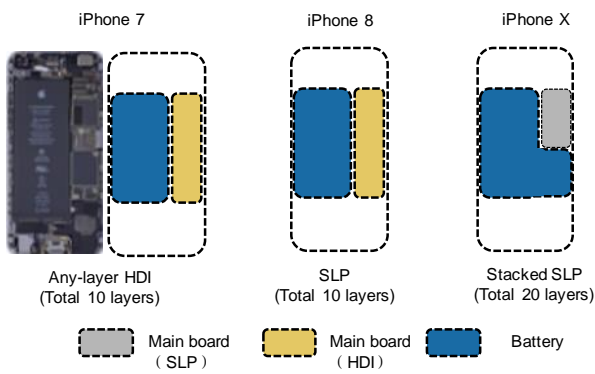
目前“电路板”已经模糊了PCB与IC载板之间的定义，SLP因此而得名。尽管PCB与IC载板是通过不同技术制造的，但其实它们之间的主要区别是特征尺寸，特别是线宽和线距（L/S）。过去，一块PCB甚至是HDI板的特征尺寸都要大于30/30 μm ；一块IC载板的特征尺寸常常大于15/15 μm 。然而，SLP的特征尺寸已经小于30/30 μm ，虽然它是一块PCB，但它的特征尺寸已经非常接近IC载板了，SLP因此得名。

图 20：极细化线路叠加SIP封装需求，新一轮主板升级势在必行



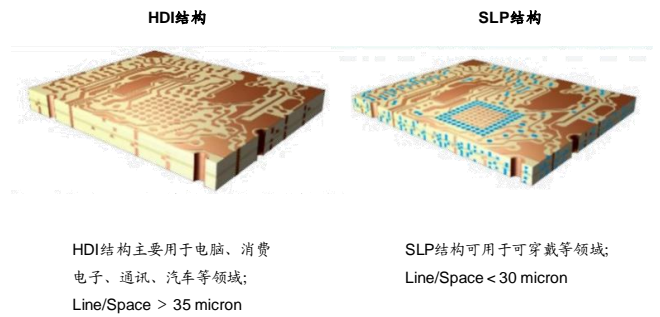
数据来源：广发证券发展研究中心

图 21: iPhone X开始导入SLP



数据来源: 《Investor and Analyst Presentation 2017》
AT&S, 广发证券发展研究中心

图 22: HDI和SLP结构对比



数据来源: 《Investor and Analyst Presentation 2017》
AT&S, 广发证券发展研究中心

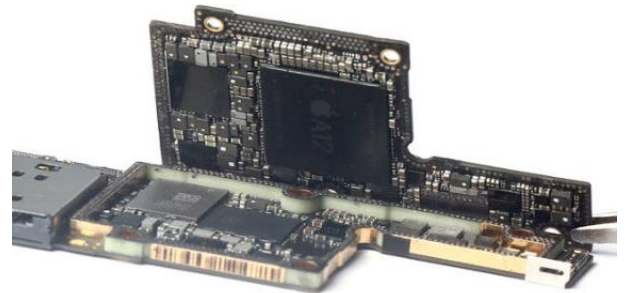
苹果从2017年开始导入SLP，并于2018年延续了此方案。苹果从2017年新机iPhone X开始启动主板升级完成了SLP的导入，在保留所有芯片情况下将体积减少至原来的70%，为电池腾出更多空间，2018年的iPhone XS/XS Max延续了SLP方案。主板由1片HDI分为2+1结构的3片小板，采用类载板与HDI混搭的技术方案：双层堆叠的2片类载板外加1片连接用的HDI板。采用双层堆叠设计方案大幅提高了工艺制程难度，但在增加了35%主板面积的情况下缩小了机内占用空间。

图 23: iPhone X主板和初代iPhone主板对比



数据来源: iFixit, 广发证券发展研究中心

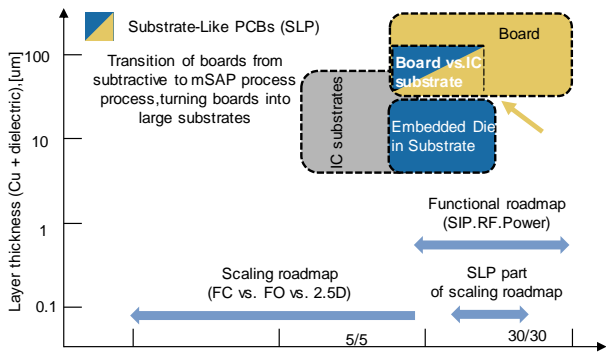
图 24: 采用堆叠式设计的iPhone XS主板



数据来源: iFixit, 广发证券发展研究中心

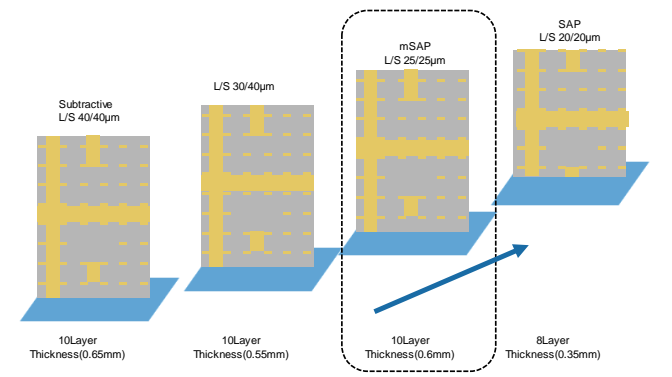
SLP引领PCB单机价值量提升。技术难度越复杂的产品附加值也更高，mSAP制程的单片SLP单机价值量是高阶Anylayer的两倍以上，超过4美金，同时市场上SLP的毛利率也在50%以上。目前的SLP多采用mSAP（改良型半加成工艺，采用IC生产方法）工艺，随着集成度需求对于特征尺寸的要求越来越高，SAP（半加成法，采用IC生产方法）工艺制造的SLP单片价值量有望进一步提升。

图 25: 基板小型化技术路径



数据来源: 《Status of Advanced Substrates 2018》Yole, 广发证券发展研究中心

图 26: SLP的升级路径



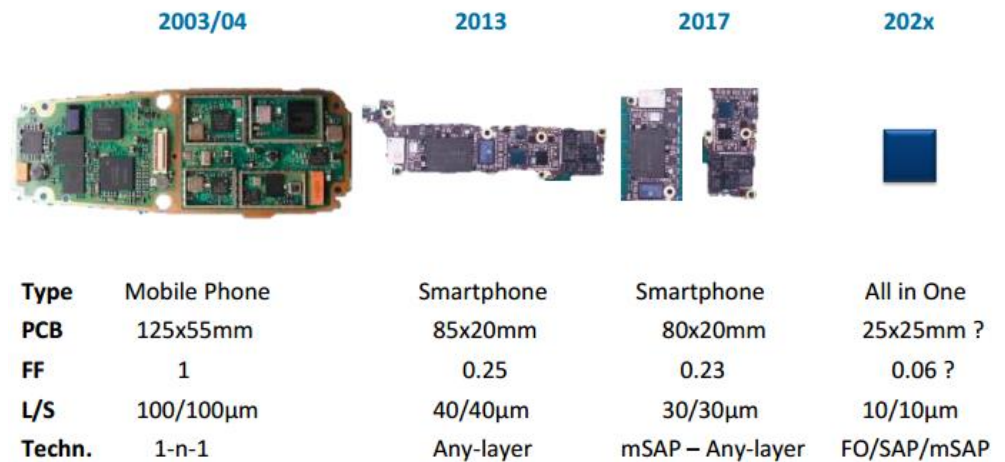
数据来源: SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS官网, 广发证券发展研究中心

5G 时代 PCB 可用面积更加紧凑, 安卓阵营 SLP 的渗透率有望持续提升

由于SLP的制程难度较高, 需要有成熟的高阶HDI生产能力及加成法工艺制程的积淀才能做出来, mSAP对于镭射(LDI)的需求比任意层互连还要高; 此外SLP设备投入巨大, 全球为了mSAP的投资初步预估也有至少10亿美金, 资金及技术壁垒高, 目前全球能稳定量产的企业不超过10家, 目前仅iPhone X/XS/XS Max使用SLP。

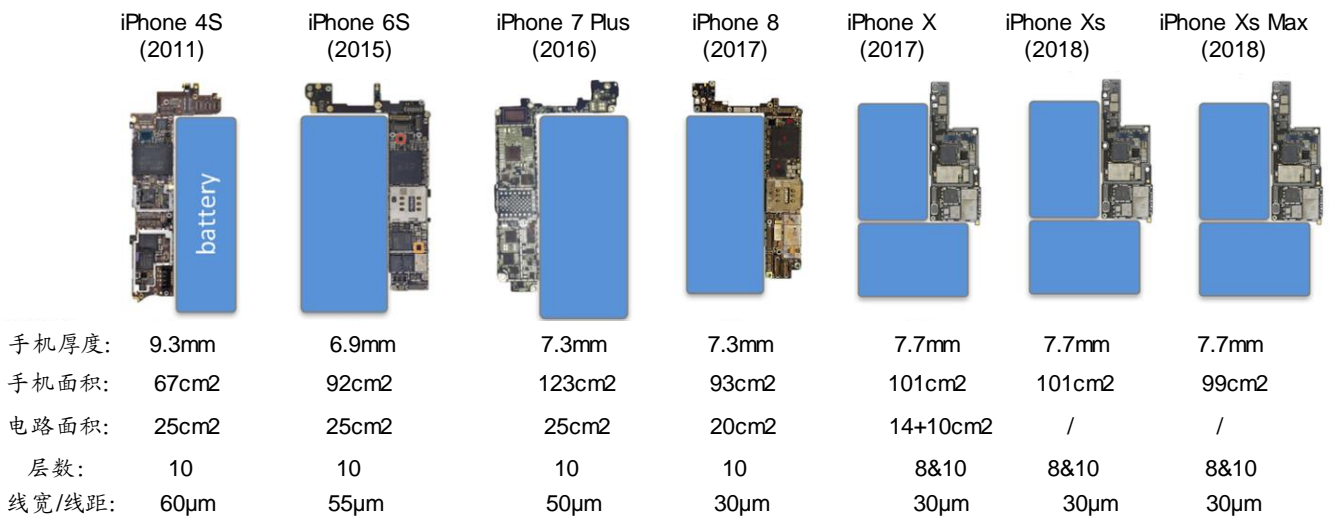
5G时代PCB可用面积更加紧凑, 安卓阵营有望导入SLP。 随着5G时代射频通路的增加带来射频前端数量增加, 数据量、功能增多、屏幕增大带来的电池体积增加, SLP渗透率有望持续提升。

图 27: PCB面积愈加紧凑



数据来源: 《Investor and Analyst Presentation 2017》 AT&S, 广发证券发展研究中心

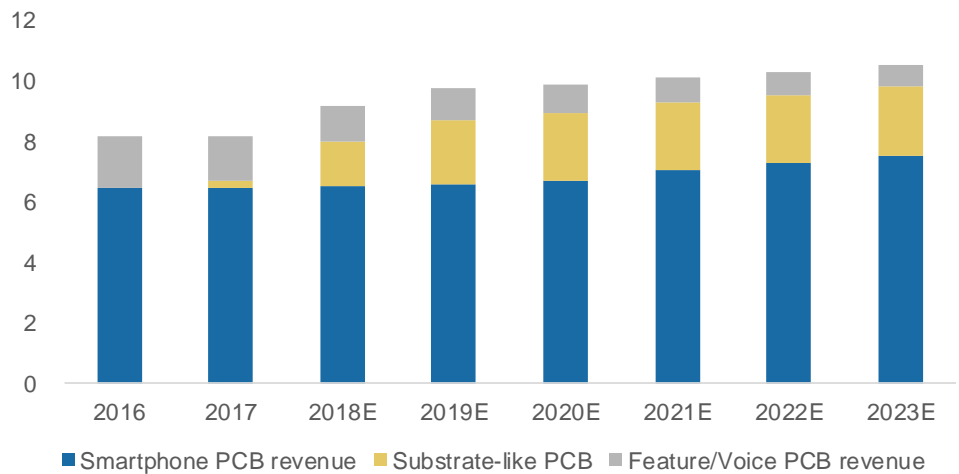
图 28: 历代iPhone的形态变化



数据来源: 《PCB007 中国线上杂志》2018年10月号, Roger Massey, 广发证券发展研究中心

根据Yole预测, 2018年全球手机SLP产值为11.9亿美元, 到2023年有望达到22.4亿美元, **2017-2023年的年均复合增速达到64%**; 从手机用PCB的维度来看, Feature/Voice PCB产值呈现逐渐下滑的趋势, 其他功能的PCB产值缓慢增长, 而SLP的产值增长最快。

图 29: 手机PCB产值及预测 (十亿美元)



数据来源: 《Status of Advanced Substrates 2018》Yole, 广发证券发展研究中心

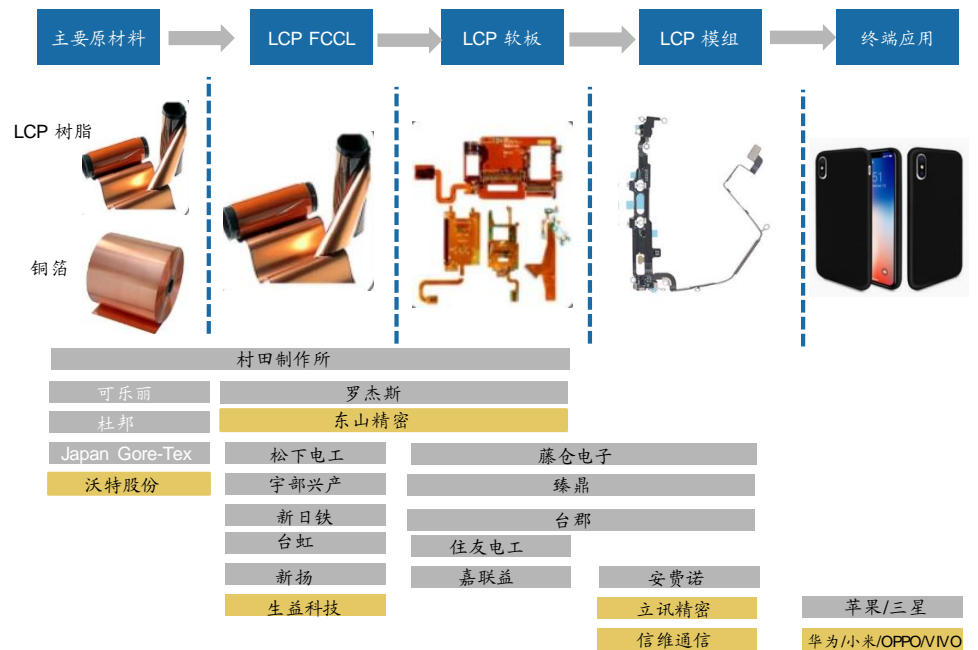
中国厂商布局完善, 有望充分受益

FPC: LCP 产业链相对成熟, 多家大陆厂商布局 MPI

MPI和LCP产业链与传统PI软板的工艺相似, 由上游的原材料厂商、FCCL (柔性覆铜板) 供应商, 中游的软板制造商, 下游的模组厂商以及终端厂商构成, 其中关键原材料包括LCP树脂/膜和铜箔等, 用于制造FCCL, 软板厂商将FCCL用

于软板加工，再交由下游模组厂商进行设计、加工，形成天线模组等。

图 30: LCP产业链和相关公司



数据来源: iFixit, 印制电路信息, 中关村在线, 广发证券发展研究中心

苹果的LCP天线供应商体系已经相对成熟。由于LCP树脂/膜一直是产业链的难点之一，在iPhone X量产初期便一直由村田一家独供，这个趋势有望延续；软板环节也存在成型加工工艺不易控制、制品的物理性质呈各向异性等难度，目前由村田和嘉联益两家供应；天线模组环节在村田退出后，由安费诺和立讯精密两家供应。

MPI天线领域，包括东山精密、鹏鼎控股、杜邦等在内的部分树脂/膜、FCCL和软板厂商均有相关布局。

图 31: 苹果LCP天线供应商体系



数据来源: 各品牌官网, 中关村在线, 广发证券发展研究中心

PCB: 鹏鼎已成为重要的 SLP 供应商之一

原有苹果HDI供应链厂商均看好SLP的前景，纷纷进行布局，目前苹果SLP的核心供应商为AT&S和鹏鼎。由于SLP在SLP制程难度较高，需要有成熟的高阶HDI生产能力及加成法工艺制程的积淀才能做出来，M-SAP对于镭射（LDI）的需求比任意层互连还要高；此外SLP设备投入巨大，全球为了M-SAP的投资初步预估也有至少10亿美金,资金及技术壁垒高，目前全球能稳定量产的企业不超过10家。

- AT&S作为苹果主板的主要供应商，投资1390万欧元在重庆建设生产SLP工

厂，和上海工厂一起构成公司的SLP生产能力布局；

- 鹏鼎于2017年下半年实现SLP量产，顺利切入国际大客户供应链，成为重要的SLP供应商之一，卡位明星赛道，为公司增添成长新动能。

表 4: SLP市场格局

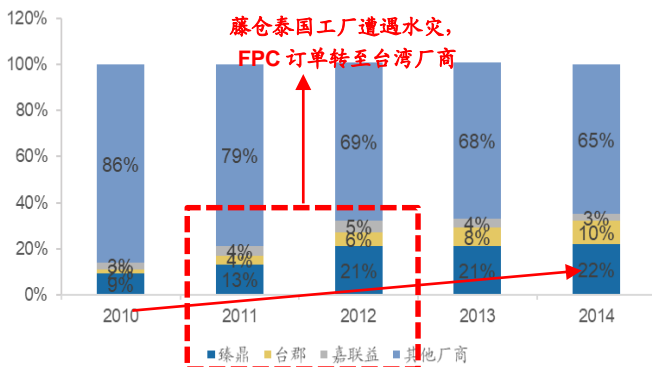
公司	主营产品	类载板产品
AT&S	HDI板, IC载板	苹果最大的类载板供应商之一
景硕	领先的载板厂商, 兼营HDI产品	类载板良率80%, 业内较高水平。类载板营收占总营收的10%-15%
华通	HDI、FPC、软硬结合板	类载板出货占比15%，量产能力已由30 μm提升至25 μm
TTM	HDI、FPC、IC载板	进入苹果供应链
臻鼎	FPC、HDI、IC载板	良率处于行业头部位置, 在苹果类载板的供应占比超10%
欣兴	HDI、IC载板	进入苹果供应链, 采用MSAP工艺可做至20 μm的线宽线距
揖斐电	HDI、IC载板	进入苹果供应链
三星电机	IC载板	投入1亿美元购买设备
Korea Circuit	HDI、IC载板	投入0.45亿美元购买设备
大德集团	IC载板、HDI、软硬结合板	投入0.18亿美元购买设备

数据来源：公司年报、招股说明书，广发证券研究发展中心

安卓业务有望填补空余产能，提升相关厂商盈利能力

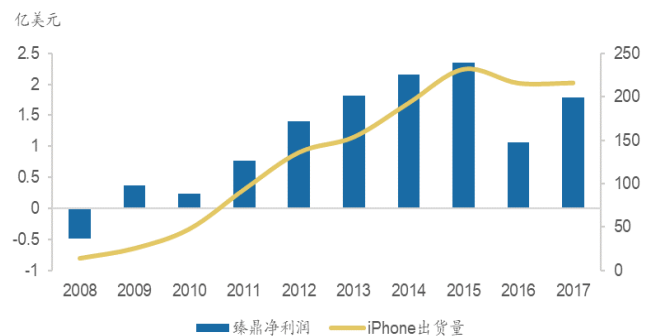
智能手机浪潮中紧抱苹果，臻鼎与iPhone相互成就。苹果引领智能手机创新浪潮，主板升级叠加FPC用量大幅提升大大拓宽了PCB全球赛道，而苹果更是其中的最优赛道。首先苹果PCB需求巨大，根据Prismark预测，2016年苹果各产品线一年PCB用量超过100亿美元，占据600亿全球市场近20%份额；其次苹果PCB供应链的价值大部分集中在高阶板，尤其是FPC需求占据全球近一半体量，故其订单不仅量大而且价高。

图 32: 臻鼎占苹果FPC订单比重持续提升



数据来源：Prismark，广发证券发展研究中心

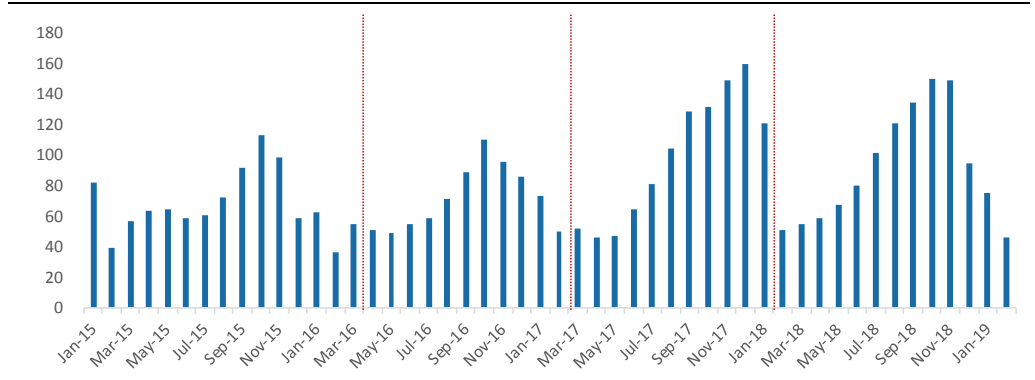
图 33: 臻鼎与iPhone共成长



数据来源：Wind，广发证券发展研究中心

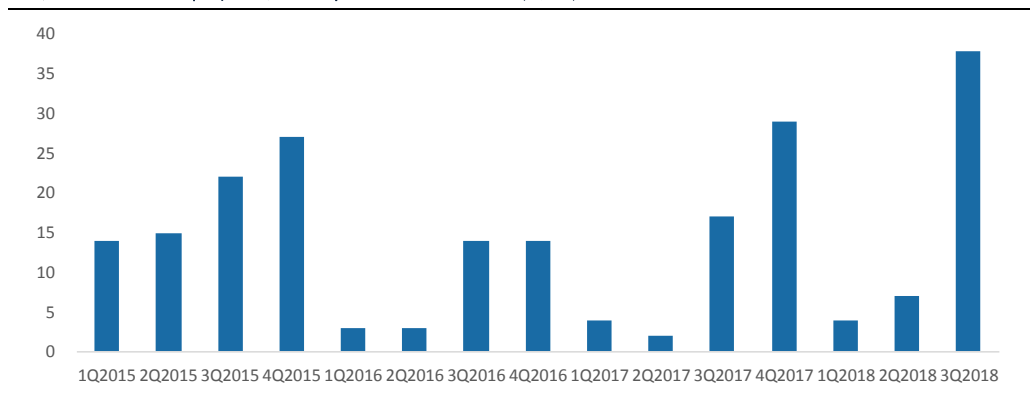
苹果业务的盈利水平具有较强的周期性。由于苹果业务占比较高，受iPhone销售和备货周期的影响，臻鼎营收的周期性较强，以2018年为例，高峰期（7-11月）的单月营收大约是低峰期的2-3倍。同时，低峰期PCB厂商的产能未能打满，利润的波动远高于营收的波动，臻鼎2018年Q3单季度归母净利润是Q1单季度的10倍。

图 34: 臻鼎单月营收 (亿元 新台币)



数据来源: Wind, 广发证券发展研究中心

图 35: 臻鼎单季度归母净利润 (亿元 新台币)



数据来源: Wind, 广发证券发展研究中心

PCB全产业链有望受益于5G带来的FPC量价双重提升和PCB单机价值量提升; 同时, 随着5G带来FPC和SLP在安卓阵营的渗透率持续提升, PCB相关厂商的安卓业务占比有望升高, 填补苹果业务低峰期的空余产能, 产能利用率提升带来的利润弹性也将远高于营收弹性。

投资建议

我们建议关注5G为PCB产业链带来的投资机会。

- 5G时代天线阵列从MIMO技术升级为Massive MIMO技术, 对应单机天线数量显著增加, 同时5G时代高集成度需求促使FPC替代传统射频传输线, 因此天线数量增加和FPC软板替代射频传输线将共同带来FPC量增; 传统PI软板已无法满足5G时代适应高频高速趋势, MPI、LCP材质的FPC将逐步替代传统FPC, 由于MPI和LCP相比传统PI具有工艺复杂、良品率低、供应商少等特

点，MPI和LCP的ASP相比传统PI显著提升。

- 苹果从2017年开始主板采用双层堆叠的2片SLP外加1片连接用的HDI板，在保留所有芯片情况下将体积减少至原来的70%；随着5G时代射频通路的增加带来射频前端数量增加，数据量增多、功能增多、屏幕增大带来的电池体积增加，PCB可用面积愈加紧促，SLP渗透率有望持续提升；同时，M-SAP制程的单片SLP单机价值量是高阶Anylayer的两倍以上，带来手机用PCB价值量提升。
- 我们认为PCB全产业链有望充分受益于5G带来的需求拉动，同时，随着5G带来FPC和SLP在安卓阵营的渗透率持续提升，安卓阵营填补苹果业务低谷期的空余产能，产能利用率提升带来的利润弹性也将远高于营收弹性，建议关注PCB厂商以及上游的材料相关企业，产业链相关标的包括FPC和SLP制造商东山精密、鹏鼎控股、景旺电子和弘信电子，FPC电磁屏蔽膜制造商乐凯新材。

表 5: 产业链相关标的估值比较表

公司名称	股票代码	相关业务	单位	市值/亿元	净利润/亿元			PE 估值水平		
					2017A	2018E	2019E	2017A	2018E	2019E
景旺电子	603228.SH	PCB 和 FPC	RMB	268.8	6.13	8.11	11.3	43.8	33.1	23.8
东山精密	002384.SZ	PCB、FPC、LCM、LED	RMB	265.6	4.66	8.24	16.27	57.0	32.2	16.3
鹏鼎控股	002938.SZ	PCB 和 FPC	RMB	619.0	18.27	27.71	32.9	33.9	22.3	18.8
弘信电子	300657.SZ	FPC、电磁屏蔽膜	RMB	46.7	0.72	1.19	1.19	64.6	39.3	39.3
乐凯新材	300446.SZ	FPC 电磁屏蔽膜、热敏磁票	RMB	34.3	1.04	1.42	2.48	32.9	24.2	13.8
深南电路	002916.SZ	PCB、电子装联、封装基板	RMB	335.4	4.48	6.69	6.69	74.9	50.1	50.1
沪电股份	002463.SZ	PCB	RMB	191.8	2.05	5.54	5.54	93.7	34.7	34.7
TTM	TTMI.O	PCB、背板	USD	12.20	1.90	1.69	2.08	6.4	7.2	5.9
臻鼎	4958.TW	PCB	TWD	737.95	51.72	83.84	79.85	14.3	8.8	9.2
健鼎科技	3044.TW	PCB	TWD	514.57	49.38	49.34	53.33	10.4	10.4	9.6

注：表中景旺电子、东山精密、鹏鼎控股采用广发证券发展研究中心盈利预测，其余 A 股标的盈利预测均来自 Wind 一致预测，美股和台股标的盈利预测来自 Bloomberg 一致预测，按 2019 年 3 月 21 日收盘价

风险提示

智能手机销量大幅下滑的风险；5G商用不及预期的风险；行业景气度下滑的风险；新品研发进度不及预期的风险；产品价格下滑的风险；新技术渗透不及预期的风险；产品市场接受度不及预期的风险。

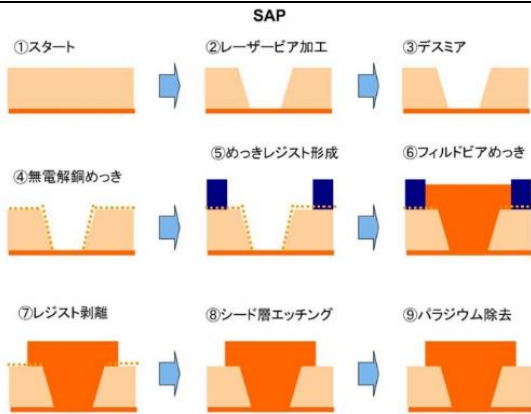
附录：mSAP 和 SAP 工艺

SAP：半加成法，采用 IC 生产方法；

mSAP：改良型半加成工艺，采用 IC 生产方法；

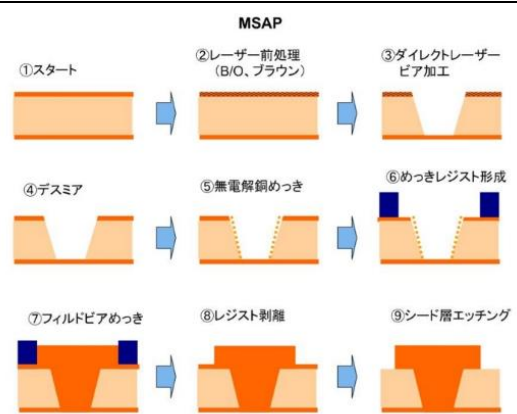
SAP和mSAP所使用的工艺类似。首先在基板上涂覆薄铜层。随后进行负片图形设计，再电镀上所需厚度的铜层，之后移除种子铜层，在PCB生产过程中，SAP和mSAP工艺都是从内芯介质和薄铜层开始的，两种工艺流程的一个基本差异是种子铜层的厚度。一般情况下，SAP工艺从一层薄化学镀铜涂层（小于 $1.5\mu\text{m}$ ）开始，而mSAP从一层薄的层压铜箔（大于 $1.5\mu\text{m}$ ）开始。

图 36: SAP 工艺流程



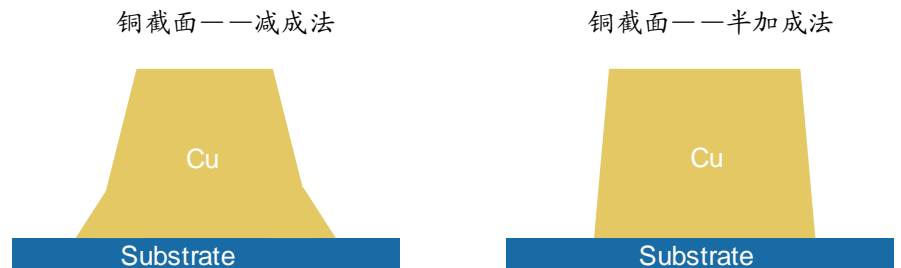
数据来源：JCU官网，广发证券发展研究中心

图 37: mSAP 工艺流程



数据来源：JCU官网，广发证券发展研究中心

图 38: mSAP 制程的线路铜截面与减成法线路铜截面的对比



数据来源：印制电路信息 2018 年 10 月号 Meny Gantz，广发证券发展研究中心

广发证券电子元件和半导体研究小组

- 许兴军：资深分析师，浙江大学系统科学与工程学士，浙江大学系统分析与集成硕士，2012年加入广发证券发展研究中心。
- 王璐：分析师，复旦大学微电子与固体电子学硕士，2015年加入广发证券发展研究中心。
- 余高：分析师，复旦大学物理学学士，复旦大学国际贸易学硕士，2015年加入广发证券发展研究中心。
- 王帅：研究助理，上海交通大学机械与动力工程学院学士、安泰经济与管理学院硕士，2017年加入广发证券发展研究中心。
- 彭雾：研究助理，复旦大学微电子与固体电子学硕士，2016年加入广发证券发展研究中心。
- 王昭光：研究助理，浙江大学材料科学与工程学士，上海交通大学材料科学与工程硕士，2018年加入广发证券发展研究中心。

广发证券—行业投资评级说明

- 买入：预期未来12个月内，股价表现强于大盘10%以上。
- 持有：预期未来12个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-10%~+10%。
- 卖出：预期未来12个月内，股价表现弱于大盘10%以上。

广发证券—公司投资评级说明

- 买入：预期未来12个月内，股价表现强于大盘15%以上。
- 增持：预期未来12个月内，股价表现强于大盘5%-15%。
- 持有：预期未来12个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-5%~+5%。
- 卖出：预期未来12个月内，股价表现弱于大盘5%以上。

联系我们

	广州市	深圳市	北京市	上海市	香港
地址	广州市天河区马场路 26号广发证券大厦 35楼	深圳市福田区益田路 6001号太平金融大厦 31层	北京市西城区月坛北 街2号月坛大厦18 层	上海市浦东新区世纪 大道8号国金中心一 期16楼	香港中环干诺道中 111号永安中心14楼 1401-1410室
邮政编码	510627	518026	100045	200120	
客服邮箱	gfyf@gf.com.cn				

法律主体声明

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

广发证券股份有限公司具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，接受中国证监会监管，负责本报告于中国（港澳台地区除外）的分销。

广发证券（香港）经纪有限公司具备香港证监会批复的就证券提供意见（4号牌照）的牌照，接受香港证监会监管，负责本报告于中国香港地区的分销。

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

重要声明

广发证券股份有限公司及其关联机构可能与本报告中提及的公司寻求或正在建立业务关系，因此，投资者应当考虑广发证券股份有限公司及其关联机构因可能存在的潜在利益冲突而对本报告的独立性产生影响。投资者不应仅依据本报告内容作出任何投资决策。

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

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

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

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

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

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

权益披露

(1) 广发证券在过去 12 个月内与立讯精密(002475)公司有投资银行业务关系。

版权声明

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