

证券研究报告·行业深度研究

# LCP 专题报告——不仅仅 是天线革命

## iPhone X 推动 LCP 浪潮

2017 年苹果在旗舰机 iPhone X 上首度规模应用 LCP(液晶聚合物)天线和 LCP 软板,用于提高天线的高频性能并减小空间占用。其中 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,从 PI 天线到 LCP 天线单机价值提升约 20 倍。此外 iPhone X 还在中继线和摄像头中使用 LCP 软板。我们认为, iPhone X 首度规模使用 LCP 软板意义重大,可解读为苹果为 5G 提前布局与验证;对于消费电子行业层面, LCP 软板正成为高频高速和小型化趋势下新的软板技术浪潮。

## 存量替代、品类扩张、架构升级奠定 LCP 行业成长逻辑

1) 存量替代:软板的柔性是其小型化的关键,而 LCP 软板兼有良好的柔性能力和高频高速性能,我们看好小型化趋势下 LCP 软板对 PI 软板的替代,以及 LCP 软板对天线传输线和传统高速接口传输线的替代;2) 品类扩张:预计 2018 三款新 iPhone 均配置 LCP 天线,且未来有望应用到 MacBook、iPad、Apple Watch 等全线产品,同时安卓高端机型有望逐步跟进;3) 架构升级:随着 MIMO 普及及其阶数增加,天线数量增多且设计更复杂。仅考虑手机天线的部份,我们预计 2017-2021 年 LCP 天线市场有望从 3.72 亿美元增长到 42.42 亿美元, CAGR 高达 84%。

## 集成天线和射频前端等元器件的 LCP 封装将为长期趋势

伴随手机、可穿戴产品等对小型化的极致追求,将元器件埋置在多层电路板中是行业技术长期发展趋势。5G 时代天线和射频前端中的元器件数量都将急剧增加,将毫米波电路埋置封装到多层电路板内的需求日益迫切。多层结构的 LCP 可实现天线和射频前端等高频电路的模组化封装,其功能属性和产品价值均得到质的提升。

## 产业链日趋完善,大陆公司迎来切入机会,首推立讯精密

在 iPhone X 量产初期,村田凭借多年的积累,成为全产业链的独家供应商。但由于良率和产能爬坡不及预期,因此苹果紧急引入嘉联益(软板)和安费诺(模组)以确保供应稳定。据产业调研我们了解到村田已转售模组段设备,未来将聚焦基材和软板。而大陆公司中,立讯已率先切入 iPhone LCP 天线供应链,成为模组段主力之一,有望获得 2018 年 30-50%份额,并将长期受益于 LCP 传输线等各类新应用。我们首推立讯,同时看好产业链公司信维通信(目标垂直一体化)、生益科技(LCP FCCL)等。

## 相关公司盈利预测与估值表(取 2018 年 03 月 05 日收盘价)

公司	评级	股价(元)	归母净利润(亿元)				EPS(元)				PE			
			16A	17F	18F	19F	16A	17F	18F	19F	16A	17F	18F	19F
立讯精密	买入	24.61	11.6	17.0	25.0	35.0	0.36	0.54	0.79	1.10	67.5	45.9	31.2	22.3
信维通信	买入	39.87	5.3	8.9	15.0	21.0	0.54	0.91	1.53	2.14	73.7	44.0	26.1	18.7
生益科技	买入	17.64	7.5	10.8	13.5	18.0	0.51	0.74	0.93	1.23	34.4	23.8	19.0	14.3

请参阅最后一页的重要声明

**电子**
**维持**
**买入**
**黄瑜**

huangyu@csc.com.cn

执业证书编号: S1440517100001

发布日期: 2018 年 03 月 06 日

## 市场表现



## 相关研究报告

- 18.01.09 三环集团(300408.SZ):先进陶瓷专家,成长价值凸显
- 17.12.21 中信建投 2018 投资策略报告之电子行业:二次加速的大陆电子产业
- 17.11.15 京东方 A(000725.SZ):成都线量产,柔性 OLED 卡位,关注良率爬坡带动业绩高弹性



## 目录

一、iPhone X 首次规模应用 LCP 天线，引领软板工艺升级浪潮 .....	1
二、消费电子高频高速和小型化趋势下，软板工艺和价值迎来双升级 .....	3
2.1 软板是终端天线主流工艺，应用市场广泛 .....	3
2.2 高频高速趋势下，传统软板遭遇性能瓶颈，LCP 成为新的软板工艺 .....	5
2.3 LCP 软板替代 PI 软板和同轴电缆，可实现更高程度的小型化 .....	7
2.4 LCP 封装可实现高频电路的柔性封装，进一步提高产品附加值 .....	9
三、存量替代、品类扩张、架构升级逻辑并存，LCP 产业爆发在即 .....	11
3.1 高频高速和小型化需求下，LCP 将全面替代传输线 .....	11
3.2 从智能手机到苹果全线产品，品类扩张有望扩大 LCP 需求 .....	12
3.3 从 2 阶到 4 阶 MIMO 再到阵列天线，架构升级推高天线市场增量需求 .....	13
3.4 短期需求确定，长期增长无忧，LCP 市场进入快速成长期 .....	15
四、产业链暂由美日台厂商主导，转单带来大陆厂商受益机会 .....	16
4.1 美日台厂商目前占据产业主导地位 .....	16
4.2 iPhone LCP 天线市场率先爆发 .....	17
4.3 iPhone LCP 产业链日趋完善，大陆厂商迎来切入机会 .....	19
五、投资建议：首推立讯精密，看好信维通信、生益科技等 .....	22
5.1 立讯精密：零组件全能管家，率先切入 iPhone LCP 模组 .....	22
5.2 信维通信：LCP 业务从材料到封装全线布局，迎来新的成长机遇 .....	23
5.3 生益科技：国内覆铜板龙头，LCP FCCL 已成功商业化 .....	24



## 图目录

图 1: 旗舰机 iPhone X 用了 4 倍于中端机 iPhone 8/8Plus 的 LCP 软板 .....	1
图 2: iPhone X 使用的 4 片 LCP 软板、2 片 PI 天线软板的正面和反面及其位置 .....	2
图 3: 村田制作所的 MetroCirc 产品应用 .....	2
图 4: MetroCirc 采用一次层压, 可靠性和结构性能更高 .....	2
图 5: iPhone 6s 天线构架及其 Cellular/WLAN/BT/GPS/NFC 天线设计 .....	3
图 6: 软板在智能手机、笔记本电脑中的应用举例 .....	4
图 7: 2017-2025 年期间, 终端应用的通信频率和数据速率不断提高 .....	5
图 8: 软板的数据传输速度每三年翻一倍 .....	5
图 9: 软板路线图——尺寸越来越小, 数据容量越来越大 .....	5
图 10: PI 软板与 LCP 软板的剖面结构 .....	6
图 11: 在更高频率范围时, LCP 软板具有比 PI 软板更好的 S21 损耗特性 .....	6
图 12: 近 10 年来智能手机厚度不断减小 .....	7
图 13: 柔性电子产品与柔性衬底基材弯折半径路线图 .....	7
图 14: 手机天线的结构设计延续小型化趋势 .....	7
图 15: LCP 软板具有更好的柔性性能, 进一步提高空间利用效率和软板可靠性 .....	8
图 16: 智能手机空间日益紧迫, 天线传输线亟需被集成 .....	8
图 17: LCP 软板替代天线传输线可以减小 65% 的厚度 .....	8
图 18: LCP 软板具有与天线传输线同等的优良传输损耗表现, 成本却更低 .....	8
图 19: LCP 封装具有高频电路的柔性封装能力, 在射频前端模组封装方面极有前景 .....	9
图 20: LCP 软板的高频高速性能、小型化能力、柔性埋置封装能力带来价值提升 .....	10
图 21: iPhone 使用的索尼摄像头模组从 2010 年开始已经使用埋置 PCB 技术 .....	10
图 22: iPhone 天线已从“PI 软板+同轴电缆”转向“一体化 LCP 天线”设计 .....	11
图 23: 高速接口数据传输速率不断提高 .....	12
图 24: 住友电工基于 LCP 软板的 USB 传输线 .....	12
图 25: 高频高速趋势下, LCP 软板取代同轴电缆并与天线传输线进行融合 .....	12
图 26: iPhone 之后, Apple Watch、MacBook、iPad 亦有望导入 LCP 软板 .....	13
图 27: 2x2 和 4x4 MIMO 天线配置示例 .....	14
图 28: 三星 Galaxy S6 Edge+ 的天线构架 .....	14
图 29: 三星 Galaxy S7 Edge 的天线构架 .....	14
图 30: 三星 Galaxy S8 天线构架升级使得天线需求提升 .....	14
图 31: LCP 封装有望成为集成阵列天线和射频前端的终极方案, 具有更高价值 .....	14
图 32: LCP 软板市场的短期、中期、长期需求逻辑 .....	15
图 33: 智能手机出货量与 LCP 天线渗透率预测 .....	15
图 34: 智能手机 LCP 天线市场空间预测 (亿美元) .....	15
图 35: LCP 软板从原材料到模组的生产流程 .....	16
图 36: 历代 iPhone 销量与 2018 款销量预测 (百万台) .....	17
图 37: 2017-2019 年 iPhone LCP 天线市场规模预测 .....	17
图 38: LCP 模组环节价值占比达到 LCP 天线的 30% .....	18
图 39: LCP 材料价值占比达到 LCP 软板成本 15% .....	18



图 40: 村田 MetroCirc 业务的战略规划, 计划 2021 年实现 9 亿美元销售 .....	19
图 41: 嘉联益的智能手机软板产品、LCP FCCL 与多层软板结构 .....	20
图 42: 2017 年 iPhone LCP 天线模组份额估算 .....	21
图 43: 2018 年 iPhone LCP 天线模组份额预测 .....	21
图 44: 2017 年 iPhone LCP 天线软板份额估算 .....	21
图 45: 2018 年 iPhone LCP 天线软板份额预测 .....	21
图 46: 立讯精密的长期成长路径 .....	22
图 47: 立讯精密的天线、传输线均有望受益苹果 LCP 天线和 LCP 传输线 .....	22
图 48: 信维通信发展历程 .....	23
图 49: 信维通信以天线、射频传输线为核心的多元产品布局 .....	23
图 50: 生益科技高速基材发展路线图 .....	24

## 表目录

表 1: iPhone 8/8Plus/X 支持丰富的射频功能 .....	1
表 2: 村田制作所 MetroCirc 技术特点与适用场景 .....	2
表 3: 天线按照外观、应用、功能和工艺不同具有多种分类 .....	4
表 4: 智能手机主流天线工艺方案比较 .....	4
表 5: LCP 软板相比 PI 和改性 PI 软板更适合高频高速和小型化需求 .....	6
表 6: LCP 软板替代天线传输线可实现更高的空间利用率 .....	8
表 7: 三种埋层封装工艺中 LCP 封装最具技术优势 .....	9
表 8: 具有更高价值含量的 LCP 封装的商用化正加速到来 .....	10
表 9: 终端设备正面临从单一天线传输线转向集成多传输线的 LCP 软板 .....	11
表 10: 用于 LTE 设备的三种天线 MIMO 配置 .....	13
表 11: LCP 软板产业链主要公司及其在产业链的位置 .....	16
表 12: 2017-2019 年 iPhone LCP 天线出货量与市场规模预测 .....	18
表 13: 2017-2019 年 iPhone LCP 天线价值链分布 (亿美元) .....	18
表 14: 村田制作所近年在 LCP 软板领域积极规划并大力投入 .....	19
表 15: 苹果 LCP 天线供应链初步成型 .....	20
表 16: 生益科技是少有的拥有已商品化 LCP FCCL 产品的覆铜板厂商 .....	24

## 一、iPhone X 首次规模应用 LCP 天线，引领软板工艺升级浪潮

2017 年 9 月 13 日，苹果发布了第 11 代手机 iPhone X/8/8Plus。新 iPhone 具有丰富的射频功能，支持多种通信制式和 LTE Advanced 网络。尽管不具有 4x4 MIMO 天线设计，但是其射频能力已达到 LTE Cat 15 类别。iPhone X 射频功能极度丰富，天线作为承载射频信号收发的前端器件亦需做出创新。

表 1: iPhone 8/8Plus/X 支持丰富的射频功能

iPhone X	iPhone 8 Plus	iPhone 8
GSM/EDGE/ UMTS/HSPA+	GSM/EDGE/ UMTS/HSPA+	GSM/EDGE/ UMTS/HSPA+
DC-HSDPA/ CDMA EV-DO Rev. A	DC-HSDPA/ CDMA EV-DO Rev. A	DC-HSDPA/ CDMA EV-DO Rev. A
4G LTE Advanced	4G LTE Advanced	4G LTE Advanced
802.11ac 网络，具备 MIMO 技术	802.11ac 网络，具备 MIMO 技术	802.11ac 网络，具备 MIMO 技术
GPS、GLONASS、Galileo、QZSS	GPS、GLONASS、Galileo、QZSS	GPS、GLONASS、Galileo、QZSS
支持读卡器模式的 NFC/ 蓝牙 5.0	支持读卡器模式的 NFC/蓝牙 5.0	支持读卡器模式的 NFC/蓝牙 5.0

资料来源: Apple, 中信建投证券研究发展部

iPhone X 首度使用 LCP（液晶聚合物）天线，用于提高天线的高频高速性能并减小空间占用，单机价值提升约 20 倍。软板是一种以绝缘基材和铜箔等材料制成的具有绝佳可挠性的柔性电路板，是终端天线的主流工艺。传统终端天线主要采用基于 PI（聚酰亚胺）基材的软板工艺（简称 PI 软板），通过对 PI 软板进一步加工得到天线模组（简称 PI 天线）；而新兴的终端天线采用基于 LCP 基材的软板工艺（简称 LCP 软板），通过对 LCP 软板进一步加工得到天线模组（简称 LCP 天线）。据产业界的拆解，iPhone X 首度使用 2 个 LCP 天线，iPhone 8/8Plus 亦使用 1 个局部基于 LCP 软板的天线模组，均用于提高终端天线的高频高速性能，减小组件的空间占用。此外，iPhone X 的单根 LCP 天线价值约为 4-5 美元，两根合计 8-10 美元，而 iPhone 7 的独立 PI 天线单机价值约为 0.4 美元，从 PI 天线到 LCP 天线单机价值提升约 20 倍。

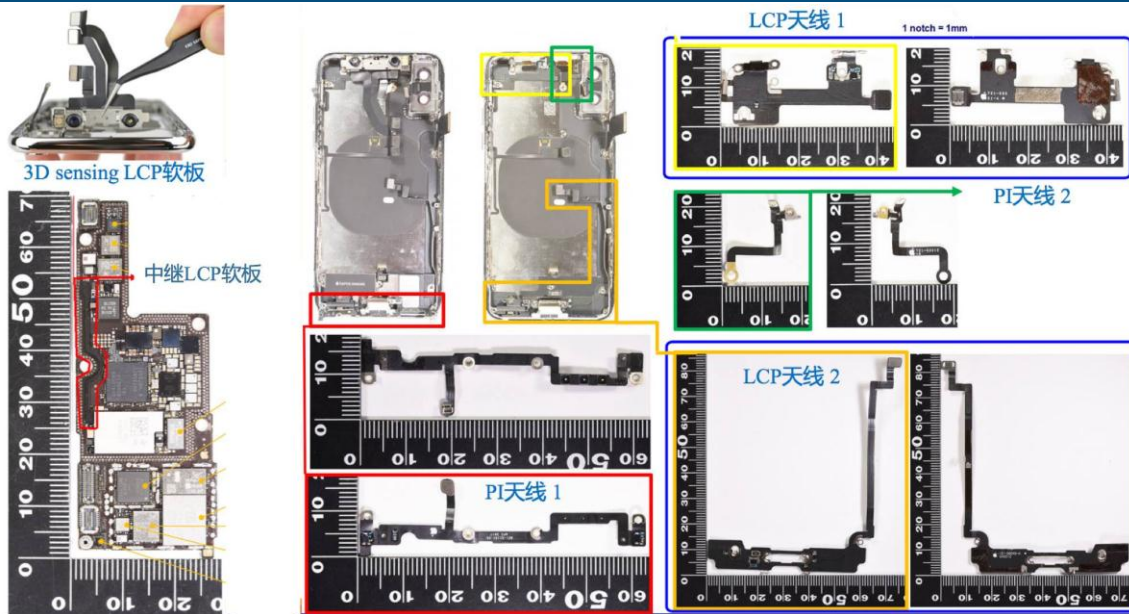
图 1: 旗舰机 iPhone X 用了 4 倍于中端机 iPhone 8/8Plus 的 LCP 软板



资料来源: iFixit, Fomalhaut, 中信建投证券研究发展部

iPhone X 共使用 4 个 LCP 软板，分别用于天线、中继线和摄像头模组。其中，两个 LCP 天线位于顶部和底部，用于将信号从主板末端传递到上部和下部天线；中继线卡在主板上，用于中继电路板两侧的电话信号；此外，3D sensing 摄像头由于高速大容量数据传输要求，也采用了村田制作所的 MetroCirc（一种 LCP 软板）。传统方案使用同轴电缆进行数据传输，而 MetroCirc 可在单片软板内容纳三个同轴电缆等效功能，大大减小了空间占用。我们认为，iPhone X 首度规模使用 LCP 软板意义重大，可解读为苹果为 5G 提前布局与验证；对于消费电子行业层面，LCP 软板正成为高频高速趋势和小型化趋势下新的软板技术浪潮。

图 2: iPhone X 使用的 4 片 LCP 软板、2 片 PI 天线软板的正面和反面及其位置



资料来源: Fomalhaut, 中信建投证券研究发展部

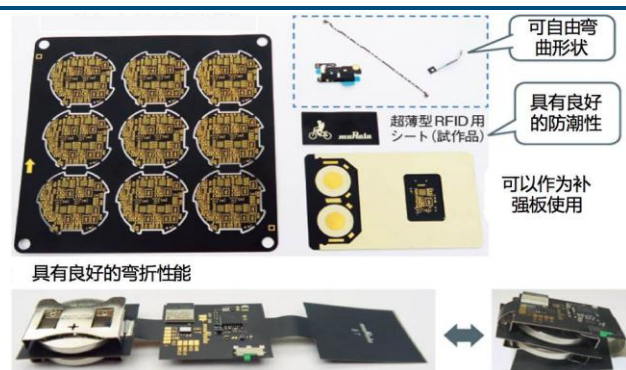
MetroCirc 是由村田多层层压技术和高性能树脂材料 LCP 联合制造的新型软板, 具有优异的高频特性以及轻薄和可用自由形状进行电路设计的特点, 被称为折纸般的电路。MetroCirc 可在基板内加入电容或通信模块, 具有功能模组属性; 在此基础上, 还能维持弯曲形状, 因此可有效利用手机内部狭窄缝隙。产品应用方面, MetroCirc 不仅用于生产刚性、柔性、刚柔性等各种类型的基板, 还用于高频及数字信号的传输线路、天线等, 有望在可穿戴设备及 IoT 设备等新兴市场大规模应用。例如, iPhone X 3D sensing 摄像头模组的 MetroCirc 基板厚度约为传统基板的五分之一, 虽然具有 12 层的多层结构, 但仍可以自由弯曲和成型。

表 2: 村田制作所 MetroCirc 技术特点与适用场景

MetroCirc	实现方式	技术特点	适用场景
多层层压 LCP 基材	多层树脂和铜箔一体成型, 无需粘结剂 用高频特性更优的 LCP 取代传统基材	可靠性更高, 可自由设计形状 高频特性优异, 具有防潮特性	极致高效的空间利用 天线和高速高频传输

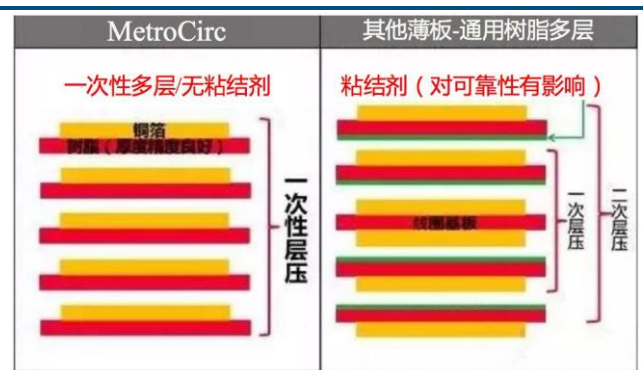
资料来源: 村田制作所, 中信建投证券研究发展部

图 3: 村田制作所的 MetroCirc 产品应用



资料来源: 村田制作所, 中信建投证券研究发展部

图 4: MetroCirc 采用一次层压, 可靠性和结构性能更高



资料来源: 村田制作所, 中信建投证券研究发展部



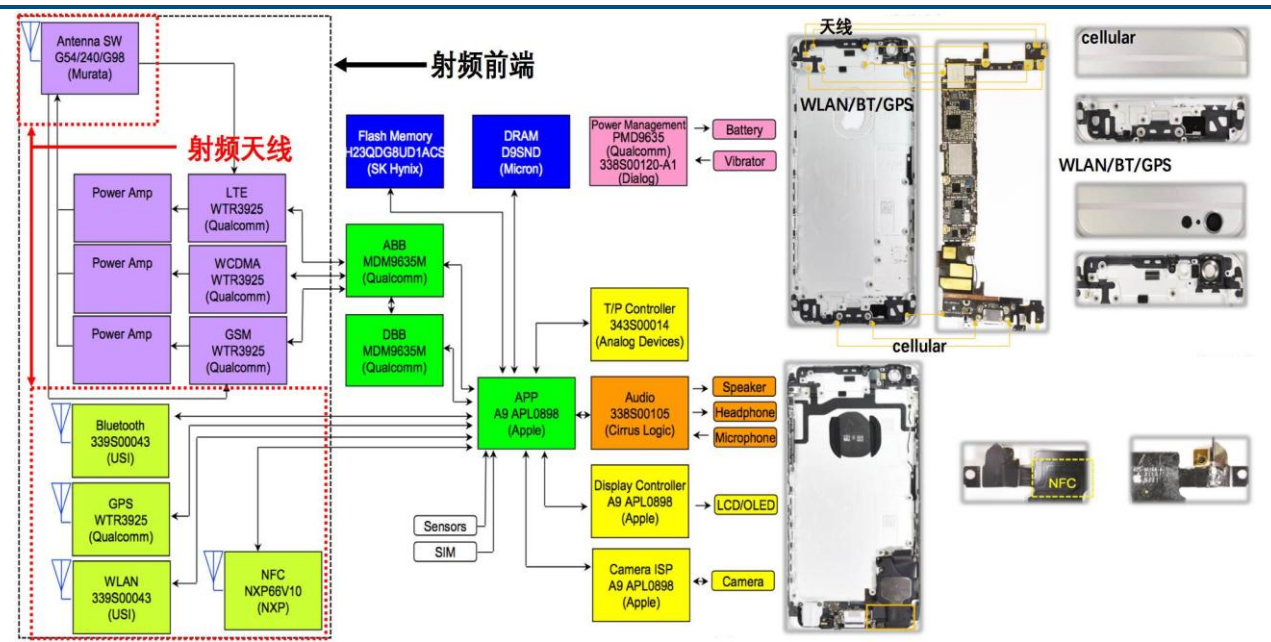
## 二、消费电子高频高速和小型化趋势下，软板工艺和价值迎来双升级

### 2.1 软板是终端天线主流工艺，应用市场广泛

智能手机是当今世界上使用最广泛、最通用的电子设备。据 IHS 预计，自 2017 年起全球智能手机年出货量将超过 15 亿部。当前市场上用户更关注手机的功能，如屏幕、相机、内存、处理器和软件等；而位于射频前端的天线由于处于远离用户的通信技术底层因此通常会被用户忽略，但它实际上正是智能手机的关键。作为无线通信不可缺少的基础一环，天线的技术革新是推动无线连接向前发展的核心引擎之一。在 5G 和物联网趋势下，天线是未来成长最快且最确定的行业之一。

天线是用于收发射频信号的无源器件，决定了通信质量、信号功率、信号带宽、连接速度等通信指标，因此是通信系统的核心。智能手机包含的 Cellular (LTE/ TD-SCDMA/ FD-SCDMA/ WCDMA/ CDMA2000/ GSM 等)、BT、Wi-Fi、GPS、NFC 等诸多射频前端功能模块使得文字 / 语音 / 视频通信、上网、音视频浏览、定位、文件传输、刷卡、广播等应用得以实现，而这些功能的实现又直接依赖于天线进行信号的发射与接收，因此天线成为终端设备无线通信的重要基础。以 iPhone 6s 为例，其通信模块包括：2/3/4G Cellular 模块，用于无线局域网连接的 Wi-Fi 模块，用于无线私域网连接的 BT 模块（蓝牙模块），用于全球定位系统的 GPS 模块，以及用于近场通信的 NFC 模块（功能包括信息识别、文件传输、刷卡消费等）。

图 5：iPhone 6s 天线构架及其 Cellular/WLAN/BT/GPS/NFC 天线设计



资料来源：chipworks，中信建投证券研究发展部

终端设备天线具有多样化的应用环境和工艺方案，软板已成为主流工艺。按照在通信网络中的应用，天线可分为网络覆盖传输天线和终端天线。其中网络覆盖传输天线主要为基站天线，终端天线即无线通信终端天线，主要包括手机天线、手机电视天线、笔记本电脑天线、数据卡天线、AP 天线、GPS 天线等。对于智能手机天线应用，随着手机外观设计的一体化和内部设计的集成化，手机天线已从早期的外置天线发展为内置天线，并且形成了以软板为主流工艺的市场格局，目前软板天线市场占有率已超过 7 成。






表 3：天线按照外观、应用、功能和工艺不同具有多种分类

分类标准	天线种类
外观设计	内置天线（机身内集成、壳内集成）、外置天线
应用领域	网络传输天线（基站天线）、终端天线（手机天线、电视天线、笔记本天线、数据卡天线、AP 天线等）
射频功能	Cellular 天线、Wi-Fi 天线、蓝牙天线、GPS 天线、NFC 天线等
天线工艺	金属冲压成型天线、PCB 天线、软板天线、LDS 天线、芯片天线等

资料来源：微波杂志，中信建投证券研究发展部

表 4：智能手机主流天线工艺方案比较

天线	金属冲压成型天线	软板天线	LDS 天线
结构			
性能	中高	中	高
空间效率	中	中	高
设计速度	2.5 天	2.5 天	3 天
更改周期	7-10 天	4-5 天	2 天
模具费用	高	中	低
平均价格	0.5 元	1 元	5 元

资料来源：LPKF，维基百科，中信建投证券研究发展部

软板又名柔性电路板，是以柔性覆铜板（FCCL）制成的一种具有高度可靠性，绝佳可挠性的印刷电路板，具有配线密度高、重量轻、厚度薄、弯折性好的特点。软板的应用几乎涉及所有电子产品，如硬盘驱动器的带状引线、汽车电子、照相机、数码相机、仪器仪表、办公自动化设备、医疗器械等领域。对于智能手机、平板电脑、笔记本电脑等，软板被用于制造射频天线和高速传输线。随着手机、平板、笔记本电脑和可穿戴设备等高端小型化电子产品的发展，对软板的需求越来越大，市场空间已超 120 亿美元。

图 6：软板在智能手机、笔记本电脑中的应用举例



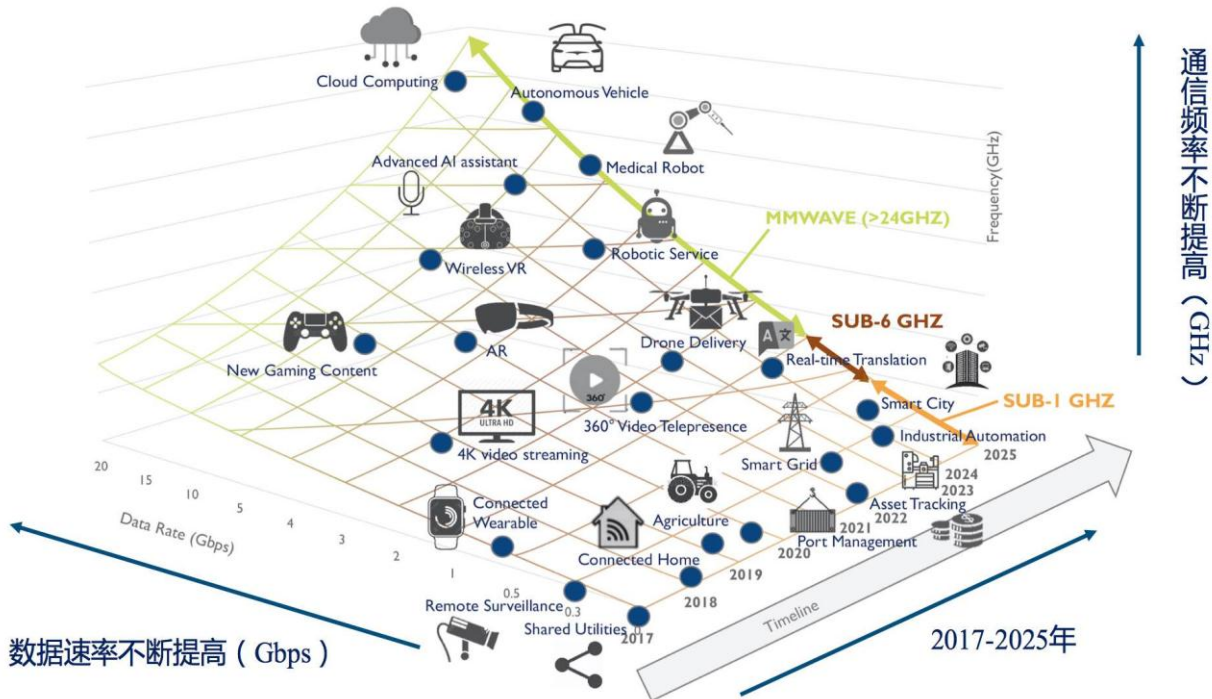
资料来源：嘉联益，中信建投证券研究发展部



## 2.2 高频高速趋势下，传统软板遭遇性能瓶颈，LCP 成为新的软板工艺

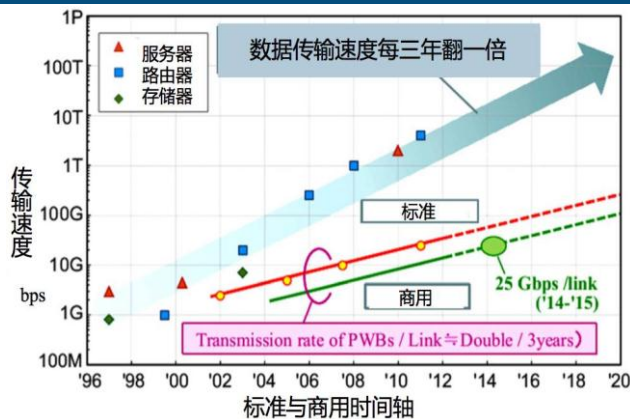
从通信网络到终端应用，通信频率全面高频化，高速大容量应用层出不穷。近年来随着无线网络从 4G 向 5G 过渡，网络频率不断提升。根据 5G 发展路线图，未来通信频率将分两个阶段进行提升。第一阶段的目标是在 2020 年前将通信频率提升到 6GHz，第二阶段的目标是在 2020 年后进一步提升到 30-60GHz。在市场应用方面，智能手机等终端天线的信号频率不断提升，高频应用越来越多，高速大容量的需求也越来越多。为适应当前从无线网络到终端应用的高频高速趋势，软板作为终端设备中的天线和传输线，亦将迎来技术升级。

图 7：2017-2025 年期间，终端应用的通信频率和数据速率不断提高



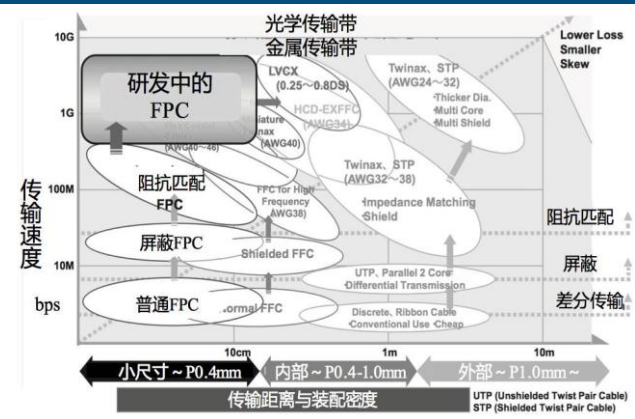
资料来源：YOLE，中信建投证券研究发展部

图 8：软板的数据传输速度每三年翻一倍



资料来源：日立化学，中信建投证券研究发展部

图 9：软板路线图——尺寸越来越小，数据容量越来越大



资料来源：住友电工，中信建投证券研究发展部

传统软板具有由铜箔、绝缘基材、覆盖层等构成的多层结构，使用铜箔作为导体电路材料，PI膜作为电路绝缘基材，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。由于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。目前应用较多的软板基材主要是聚酰亚胺(PI)，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。

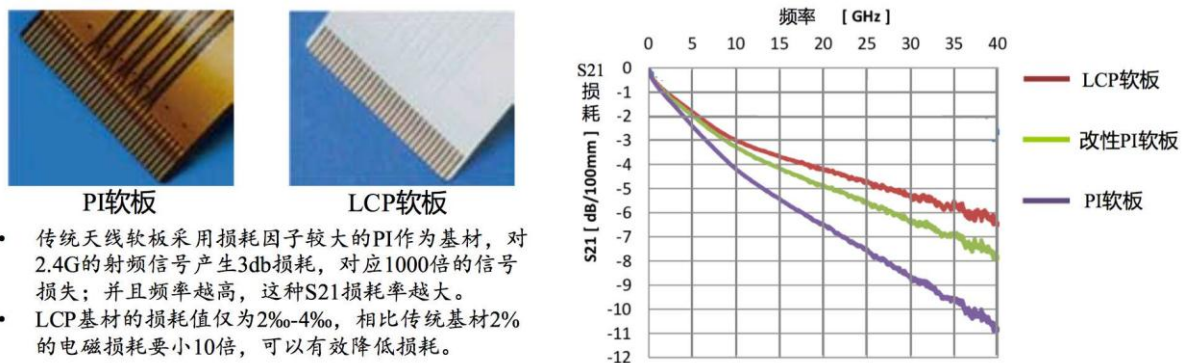
图 10: PI 软板与 LCP 软板的剖面结构



资料来源: 住友电工, 松下电工, 中信建投证券研究发展部

液晶聚合物(LCP)是一种新型热塑性有机材料，可在保证较高可靠性的前提下实现高频高速软板。LCP 具有优异的电学特征：(1) 在高达 110GHz 的全部射频范围几乎能保持恒定的介电常数，一致性好；(2) 正切损耗非常小，仅为 0.002，即使在 110 GHz 时也只增加到 0.0045，非常适合毫米波应用；(3) 热膨胀特性非常小，可作为理想的高频封装材料。目前 LCP 主要应用在高频电路基板、COF 基板、多层板、IC 封装、u-BGA、高频连接器、天线、扬声器基板等领域。随着高频高速应用趋势的兴起，LCP 将替代 PI 成为新的软板工艺。

图 11: 在更高频率范围时，LCP 软板具有比 PI 软板更好的 S21 损耗特性



- 传统天线软板采用损耗因子较大的PI作为基材，对2.4G的射频信号产生3db损耗，对应1000倍的信号损失；并且频率越高，这种S21损耗率越大。
- LCP基材的损耗值仅为2%-4%，相比传统基材2%的电磁损耗要小10倍，可以有效降低损耗。

资料来源: 藤仓电子, 中信建投证券研究发展部

表 5: LCP 软板相比 PI 和改性 PI 软板更适合高频高速和小型化需求

	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
改性 PI	一般	一般	一般	一般	一般	1-2 倍
LCP	较好	较好	较好	较低	较差	2-2.5 倍
意义	LCP 适合高频高速	LCP 适合小型化	LCP 可靠性好	LCP 性能更稳	LCP 难加工	LCP 更昂贵

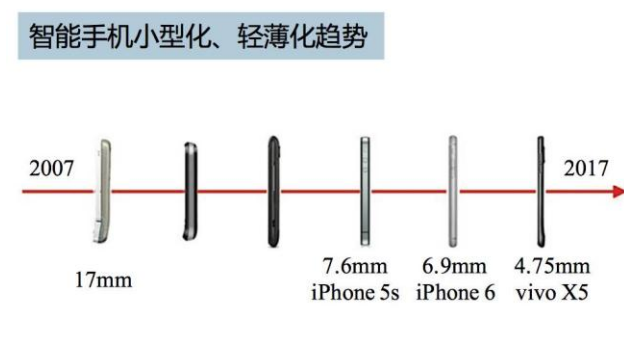
资料来源: 印制电路信息, 中信建投证券研究发展部



## 2.3 LCP 软板替代 PI 软板和同轴电缆，可实现更程度的小型化

随着全面屏、更多功能组件、更大电池容量等趋势持续压缩手机空间，天线可用设计空间越来越小，天线小型化需求日益迫切。(1) 全面屏并不意味着手机有更多主板空间，虽然手机长宽变大，但厚度继续下降。(2) 智能手机集成的功能组件越来越多，比如传感器和摄像头等，挤占了宝贵空间。(3) 更大屏幕尺寸和更多功能组件对电量的消耗急剧增加，而电池密度通常每年只增加 10%，增加的电能需求使电池体积越来越大。以上三点变化的结果是，尽管智能手机被加入更多的射频功能，但是天线的空间却保持不变，甚至被压缩。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。

图 12：近 10 年来智能手机厚度不断减小



资料来源：DSM，中信建投证券研究发展部

图 13：柔性电子产品与柔性衬底基材弯折半径路线图



资料来源：INTECH，中信建投证券研究发展部

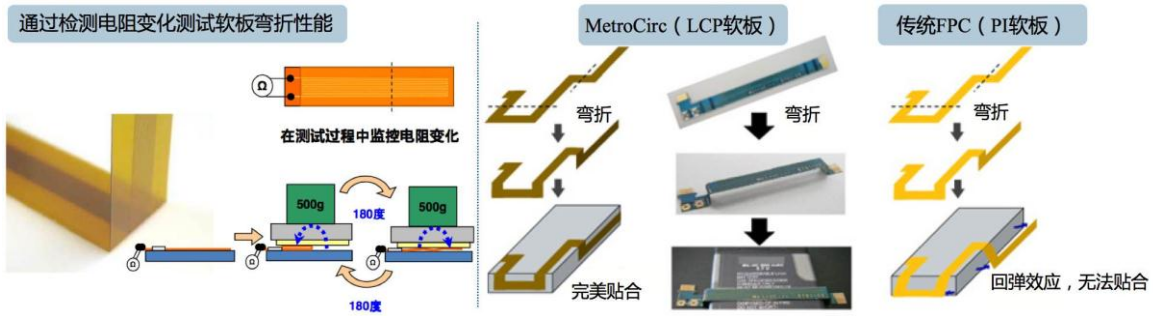
图 14：手机天线的结构设计延续小型化趋势



资料来源：Galtronics，中信建投证券研究发展部

LCP 软板具有更好的柔性性能，相比 PI 软板可进一步提高空间利用率。柔性电子可利用更小的弯折半径进一步轻薄化，因此对柔性的追求也是小型化的体现。以电阻变化大于 10% 为判断依据，同等实验条件下，LCP 软板相比传统的 PI 软板可以耐受更多的弯折次数和更小的弯折半径，因此 LCP 软板具有更好的柔性性能和产品可靠性。优良的柔性性能使 LCP 软板可以自由设计形状，从而充分利用智能手机中的狭小空间，进一步提高空间利用效率。以村田制作所的 MetroCirc 产品为例，对于跨越电池的软板连线，其 LCP 软板可以完美贴合，而传统 PI 软板在回弹效应的影响下无法较好的贴合电池表面，造成空间浪费。

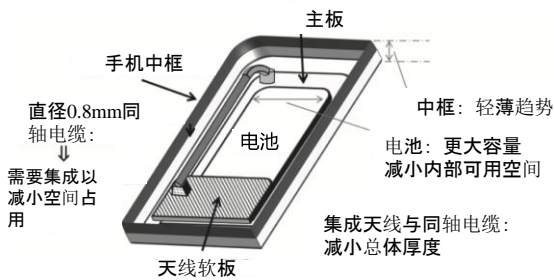
图 15: LCP 软板具有更好的柔性性能, 进一步提高空间利用效率和软板可靠性



资料来源: INTECH, 村田制作所, 中信建投证券研究发展部

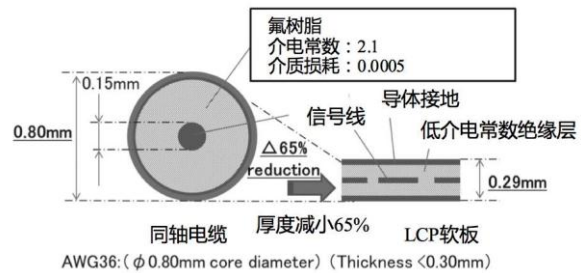
LCP 软板替代天线传输线可减小 65% 厚度, 进一步提高空间利用率。传统设计使用天线传输线 (同轴电缆) 将信号从天线传输到主板, 随着多模多频技术的发展, 在狭小空间内放置多根天线传输线的需求愈发迫切。LCP 软板拥有与天线传输线同等优秀的传输损耗, 可在仅 0.2 毫米的 3 层结构中携带若干根传输线, 并将多个射频线一并引出, 从而取代肥厚的天线传输线和同轴连接器, 并减小 65% 的厚度, 具有更高的空间效率。

图 16: 智能手机空间日益紧迫, 天线传输线亟需被集成



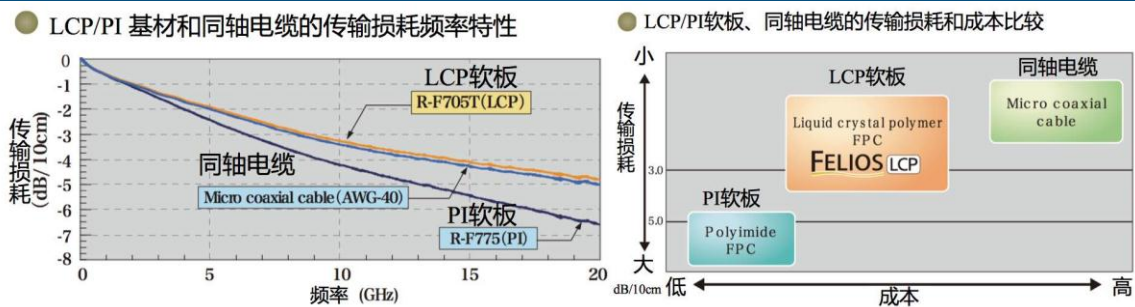
资料来源: 住友电工, 中信建投证券研究发展部

图 17: LCP 软板替代天线传输线可以减小 65% 的厚度



资料来源: 住友电工, 中信建投证券研究发展部

图 18: LCP 软板具有与天线传输线同等的优良传输损耗表现, 成本却更低



资料来源: 松下电工, 中信建投证券研究发展部

表 6: LCP 软板替代天线传输线可实现更高的空间利用率

	天线传输线	LCP 软板
厚度	>490um	<250um
多个功能或多根天线整合	不可以	可以
连接器	需要	可以直接 SMT

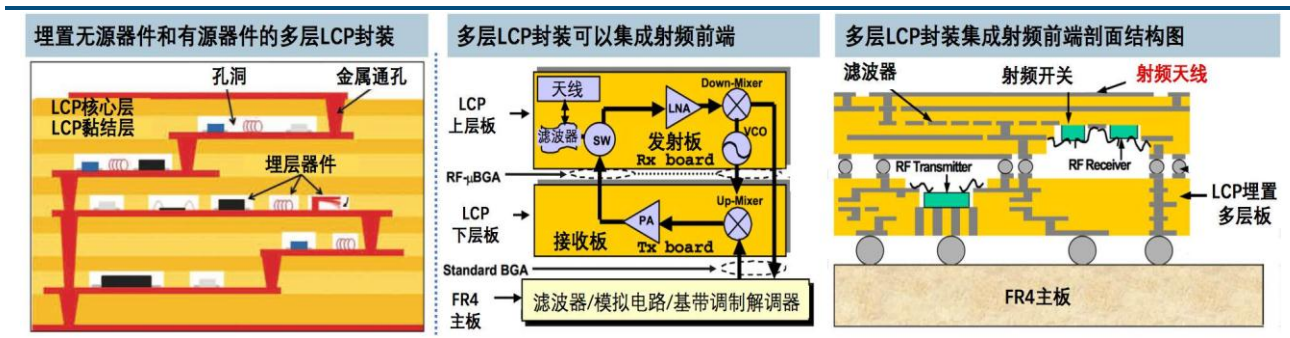
资料来源: 杜邦, 中信建投证券研究发展部

## 2.4 LCP 封装可实现高频电路的柔性封装，进一步提高产品附加值

5G 时代天线和射频前端中的元器件数量都将急剧增加，将毫米波电路埋置封装到多层电路板内的需求日益迫切。埋置 PCB 是实现高密度电子互连的 PCB 技术，通过在其内部埋置电容、电感等无源器件，MEMS、PMIC 等有源元件，甚至射频前端等功能模组，可提供更高的集成度。例如，0.8 mm 厚的多层 PCB 通过埋置 0.6 mm 的无源元件，可减少传统 PCB 因采用贴片方案增加的 0.6mm 厚度。我们认为，伴随手机、可穿戴设备等对小型化的极致追求，埋置 PCB 将集成尽可能多的元器件，是 PCB 技术长期发展趋势。

LCP 封装可实现高频电路的柔性埋置封装，并且采用低温层压工艺，有望成为 5G 射频前端最佳封装方案。LTCC 是一种早期的埋层技术，通过在封装体的垂直多层空间内埋置无源器件可以节省空间。但是由于 LTCC 的工艺温度高达 850℃，无法直接封装芯片裸片；并且 LTCC 不具有柔性特点，无法更好的利用狭小的可用空间。LCP 封装由两种不同熔点的 LCP 材料构成，高熔点温度 LCP（315℃）用作核心层，低熔点温度 LCP（290℃）用作粘合层，多层之间埋置无源器件和有源器件，并以金属通孔互联构成多层电路结构。由于 LCP 具有较低的层压温度，因此可以直接将芯片裸片封装在 LCP 叠层内，并在同一热压工艺中进行层压，同时保持较好的可靠性和散热性。例如，村田制作所已开发出可集成 MLCC 电容和射频前端模组的 LCP 树脂多层基板产品 MetroCirc。我们认为，从 LCP 软板到 LCP 封装模组已经发生质的变化，其产品属性已从早期的天线和传输线扩展至具有模组封装能力的柔性载板，产品附加值亦将得到大幅提升。

图 19：LCP 封装具有高频电路的柔性封装能力，在射频前端模组封装方面极有前景



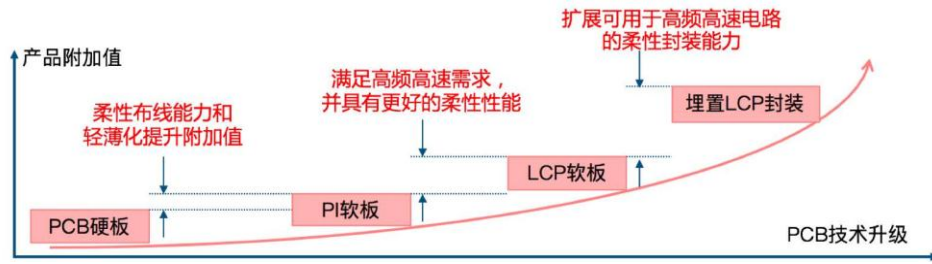
资料来源：微波杂志，IEEE，中信建投证券研究发展部

表 7：三种埋层封装工艺中 LCP 封装最具技术优势

埋层工艺	LCP 封装	PI 封装	LTCC 基板
加工温度	较低	较低	较高
结构	单次多层层压结构	多次多层层压结构	多层电路结构
厚度	最薄	一般	最厚
可挠性	最好	较好	不具有
高频性能	最好	较好	最差
可埋置元件	无源器件和有源器件	无源器件和有源器件	难以埋置 MMIC 等有源器件

资料来源：印制电路信息，中信建投证券研究发展部

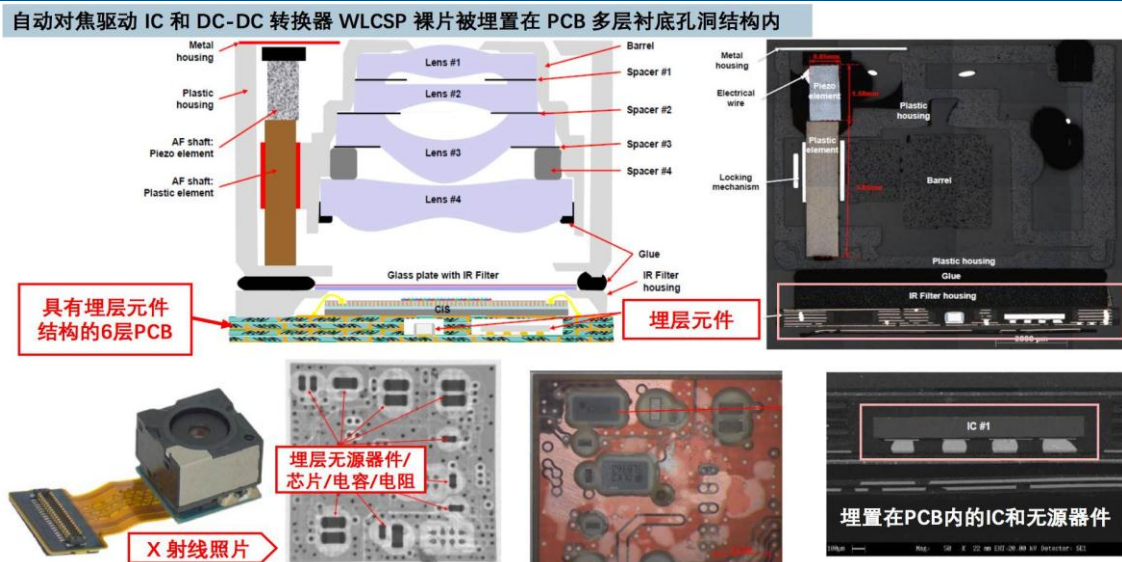
图 20: LCP 软板的高频高速性能、小型化能力、柔性埋置封装能力带来价值提升



资料来源: 中信建投证券研究发展部

苹果率先使用 LCP 封装, 有望开启 LCP 封装升级浪潮。据我们了解, 苹果从 2010 年开始使用索尼的埋置 PCB 摄像头模组, 具有 6 层 PCB 结构, 内部埋置了电容、电阻等无源器件, 以及自动对焦驱动 IC、DC-DC 转换器 WLCSP 裸片等有源器件。2017 年, 村田制作所收购索尼摄像头排线工厂, 用于扩大生产 MetroCirc 多层树脂基板产品, 并为苹果供应 3D sensing 摄像头排线封装基板。因此我们认为, LCP 封装商用步伐正加速到来。

图 21: iPhone 使用的索尼摄像头模组从 2010 年开始已经使用埋置 PCB 技术



资料来源: SystemPlus, 中信建投证券研究发展部

表 8: 具有更高价值含量的 LCP 封装的商用化正加速到来

时间	主要埋置 PCB/埋置软板技术开发或商业化事件
2005 年	韩国三星电机全球最早开发出半导体用封装基板, 并率先应用在智能手机中
2008 年	日本村田制作所设立 MetroCirc 事业部, 开发出可用于埋置 PCB 的多层树脂基板产品 MetroCirc
2010 年	Sony 的手机摄像头模组产品开始采用日本 DNP 公司供应的 6 层埋层 PCB 技术
2011 年	日本藤仓电子在全球率先开发出 PI 薄膜基的埋置多层软板。该产品具有 5 层结构, 基板厚 260um, 在板内采用 WLP 晶圆级封装, 埋置有源器件和无源器件, 并已实现商业化
2016 年	村田制作所收购 LCP 材料供应商 Pimatec, 用于扩大智能手机等终端用 MetroCirc 产品的销售
2017 年	村田制作所收购索尼摄像头模组布线基板工厂, 用于生产自主开发的树脂多层基板 MetroCirc
2017 年	村田制作所实现对 2017 款苹果 iPhone 中的 MetroCirc 产品供应, 用于摄像头模组

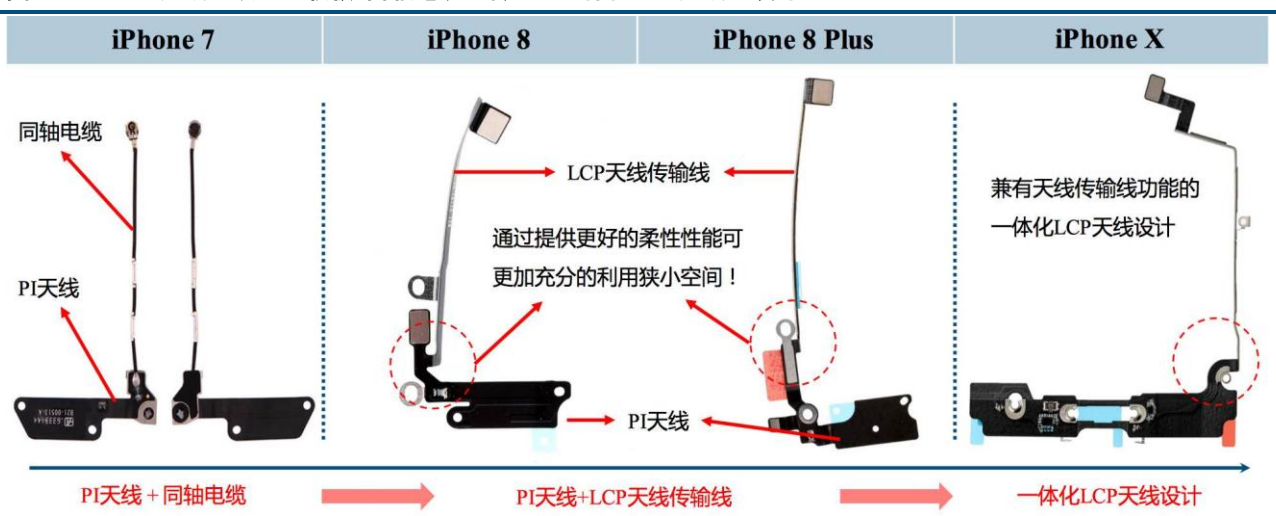
资料来源: 印制电路信息, 中信建投证券研究发展部

### 三、存量替代、品类扩张、架构升级逻辑并存，LCP 产业爆发在即

#### 3.1 高频高速和小型化需求下，LCP 将全面替代传输线

LCP 软板具有和天线传输线同等优秀的高频性能，伴随智能手机对空间利用的极致追求，LCP 软板将凭借更优的空间效率替代天线传输线。目前，村田制作所和住友电工等均已推出兼有天线传输线功能的 LCP 天线产品，苹果亦已在 iPhone X 中规模商用兼有天线传输线功能的 LCP 天线。我们认为小型化需求下，LCP 软板对天线传输线的替代是未来趋势；在苹果示范效应下，安卓阵营未来亦有望采用兼有传输线功能的 LCP 天线。

图 22：iPhone 天线已从“PI 软板+同轴电缆”转向“一体化 LCP 天线”设计



资料来源：iparts-4u，中信建投证券研究发展部

表 9：终端设备正面临从单一天线传输线转向集成多传输线的 LCP 软板

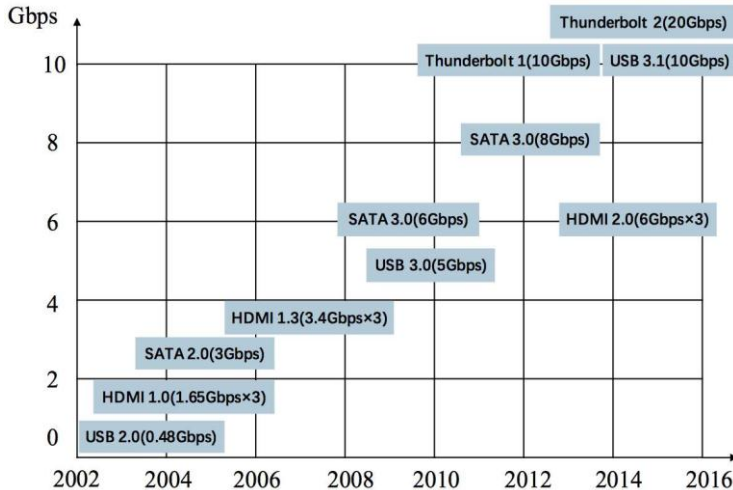
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>天线频率不断提高</b>						
通信网络	4G 时代		4.5G 时代		5G 时代	
LTE 频率	2.7GHz		6GHz		30-60GHz	
Wi-Fi 频率	5.8GHz		5.8GHz & 60GHz			
<b>天线传输线走向融合</b>						
单一天线传输线	多条天线传输线整合在 1 个 LCP 软板上，以节省空间					
3 层软板，厚度<250um	3-7 层软板，总厚度在 0.5mm 左右					
插入损耗<0.10dB/cm@3GHz	插入损耗<0.15dB/cm@5.8GHz ➡ 插入损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

资料来源：杜邦，中信建投证券研究发展部

除天线传输线之外，LCP 软板还将替代高速接口传输线。随着终端应用和网络速度的不断提高，设备间的数据传输速率已从几百 Mbps 提升到几 Gbps，例如 USB3.0 和 SATA3.0 具有 5-6Gbps 的传输速率，USB3.1 支持 10Gbps，USB3.2 支持 20Gbps。通常情况下，主板和高速接口用体积肥厚的同轴电缆连接，而笔记本电脑或者平板电脑等设备中的数据接口布线长度可达 30cm，因此随着新标准的数据速率越来越高，传输损耗问题也日益严

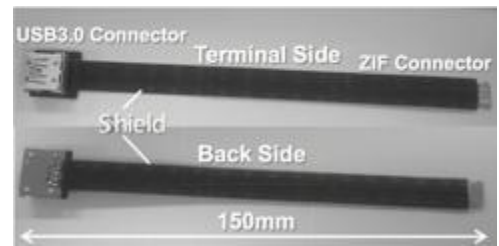
重。为了进一步提高数据接口的传输速度，并减小空间占用，可使用具有良好高频特性的 LCP 软板替代传统接口电缆。我们认为，在数据接口高速化趋势下，终端天线、高速接口传输线、服务器内部传输线等应用对 LCP 软板的替代需求日益增加，构成对传统传输线的替代逻辑。

图 23：高速接口数据传输速率不断提高



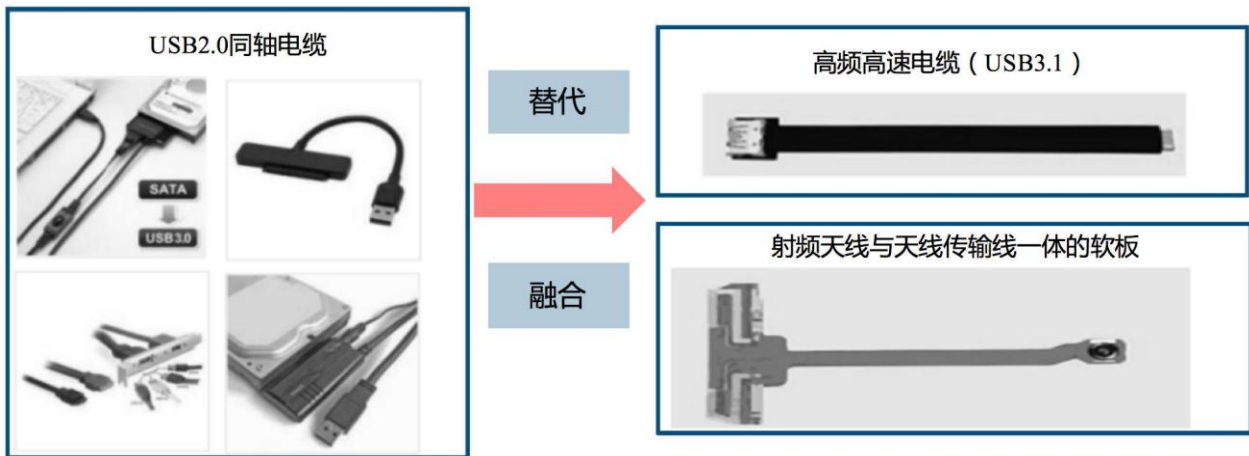
资料来源：住友电工，中信建投证券研究发展部

图 24：住友电工基于 LCP 软板的 USB 传输线



资料来源：住友电工，中信建投证券研究发展部

图 25：高频高速趋势下，LCP 软板取代同轴电缆并与天线传输线进行融合



资料来源：覆铜板资讯，中信建投证券研究发展部

### 3.2 从智能手机到苹果全线产品，品类扩张有望扩大 LCP 需求

LCP 软板的导入不仅受益于 iPhone/iPad 的 LCP 天线渗透率提高，3D sensing 摄像头软板等更多应用，也有望受益于笔记本电脑高速传输线、智能手表 LTE 天线等更多需求。据产业调研，苹果正在与台湾软板厂商嘉联益在 LCP 软板应用方面合作，未来有望在 iPhone、iPad、MacBook、Apple Watch 全产品线导入 LCP 软板。

2018 年 3 款新 iPhone 均有望配置 2-3 个 LCP 天线，LCP 天线渗透率有望提升。目前 2017 款的 iPhone 8/8Plus 仅配置了局部使用 LCP 的天线结构（替代同轴电缆部份），只有 iPhone X 配置了 2 个 LCP 天线。我们认为，在新



iPhone 继续提高射频性能以实现更高蜂窝网速的预期下，iPhone LCP 天线渗透率有望继续提升，即 2018 年 3 款新 iPhone 均有望配置 2-3 个 LCP 天线。此外，在苹果示范效应下，安卓阵营转向 LCP 天线的需求亦有望逐步释放。

MacBook 和 Apple Watch 亦将导入 LCP 软板，进一步打开 LCP 软板市场空间。MacBook 产品线方面，我们认为，苹果通过整合具有更好柔性能和低传输损耗的 LCP 软板，可提高内部空间利用率和数据传输速率，并确保数据接口平稳过渡到传输速度更快的下一代接口（USB 3.2 或 Thunderbolt）。Apple Watch 产品线方面，目前 Apple Watch 的 LTE 天线采用嘉联益供应的 PI 软板。为提高抗热、防潮能力，并改善高频信号表现，我们认为苹果与嘉联益可能正在 Apple Watch 的 LTE 天线方面合作，未来有望实现从 PI 到 LCP 的天线升级。

图 26：iPhone 之后，Apple Watch、MacBook、iPad 亦有望导入 LCP 软板



资料来源：Fomalhaut, iFixit, iparts-4u, 中信建投证券研究发展部

### 3.3 从 2 阶到 4 阶 MIMO 再到阵列天线，架构升级推高天线市场增量需求

MIMO 是用于提高移动设备带宽、增加数据吞吐的多天线技术，通过使用多个发射和接收天线在单个信道上同时发送和接收多个数据流。MIMO 的阶数代表可以发送或接收的独立信息流数量，它直接等同于所涉及天线的数量。例如，2x2 MIMO 意味着同一时间在基站有两个发射天线，在手机上有两个接收天线。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，二者的增加不是一一对应的关系，但是 MIMO 阶数提升仍是天线数量增加的直接原因。

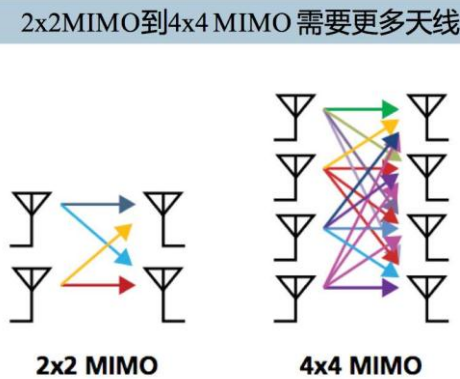
目前 2x2 MIMO 是主流配置，2017-2018 年期间 4x4 MIMO 开始商用，标志着无线通信进入 4.5G 时代，并有望推高天线增量需求。例如，三星 Galaxy S6 Edge+ 和 S7 Edge 在 6 类和 9/12 类设备之间，天线架构保持相对不变；而在支持 16 类的 Galaxy S8 中，在 MIMO 升级等原因下，天线数量显著增加。我们认为，在三星、华为等竞争对手已率先升级到 4x4 MIMO 构架的形势下，苹果亦将对其射频构架进行升级。如果苹果 2018 年新机升级到 4x4 MIMO，单机天线数量有望提升，并将带动天线价值增长。

表 10：用于 LTE 设备的三种天线 MIMO 配置

天线配置	配置方式	应用场景
SISO	只有 1 个数据流，终端仅使用 1 个天线	SISO 是 LTE 上行链路的默认配置
2x2 MIMO	基站端 2 个发射天线，终端 2 个接收天线	对下行链路是默认配置，对新兴上行链路是潜在配置
4x4 MIMO	基站端 4 个发射天线，终端 4 个接收天线	通常用于更高频段，2017-2018 年期间应用在旗舰机上

资料来源：Qorvo, Skyworks, 中信建投证券研究发展部

图 27: 2x2 和 4x4 MIMO 天线配置示例



资料来源: Skyworks, 中信建投证券研究发展部

图 28: 三星 Galaxy S6 Edge+的天线构架



资料来源: IHS, 中信建投证券研究发展部

图 29: 三星 Galaxy S7 Edge 的天线构架

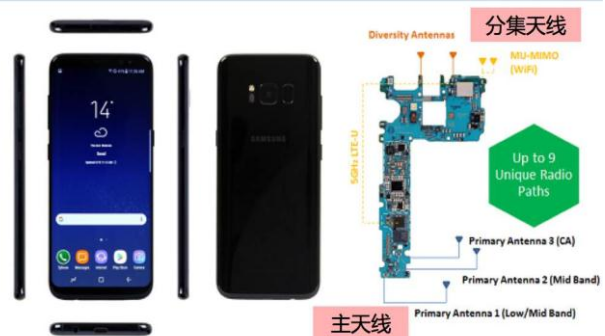
Galaxy S7 Edge : 2个主天线, 2个分集天线, 一共6个天线路径



资料来源: IHS, 中信建投证券研究发展部

图 30: 三星 Galaxy S8 天线构架升级使得天线需求提升

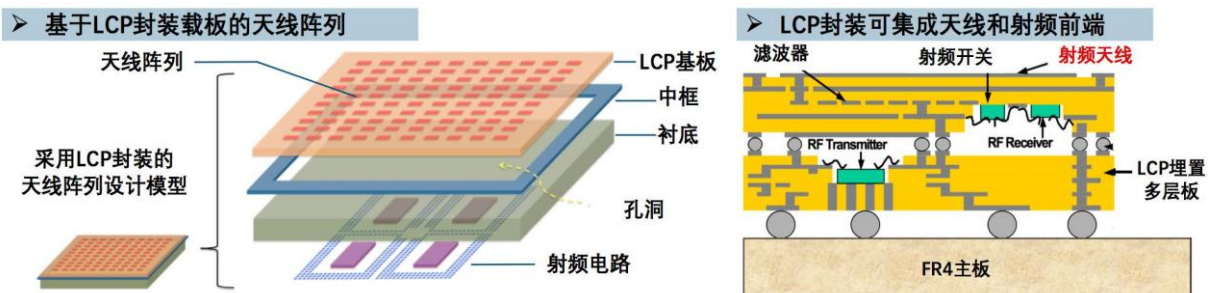
Galaxy S8 : 3个主天线, 4个分集天线, 一共9个天线路径



资料来源: IHS, 中信建投证券研究发展部

LCP 封装有望成为天线和射频前端集成的终极方案，5G 到来后，天线市场的增量逻辑将从天线软板量价齐升转为高密度 LCP 封装带来的价值提升。据我们了解，2020 年前天线构架将以 4x4 MIMO 为主，采用软板工艺。5G 到来后，终端将采用数量更多但面积更小的阵列天线构架，天线工艺有望转向 LCP 封装。我们认为，从射频构架的角度来看，未来几年天线市场的增量来自天线软板的量价齐升；而 5-7 年后，量变引发质变，天线、射频前端等有望被集成到 LCP 封装模组中，届时天线和射频前端的价值提升将来自于封装密度的提升。

图 31: LCP 封装有望成为集成阵列天线和射频前端的终极方案，具有更高价值



资料来源: IEEE, 中信建投证券研究发展部

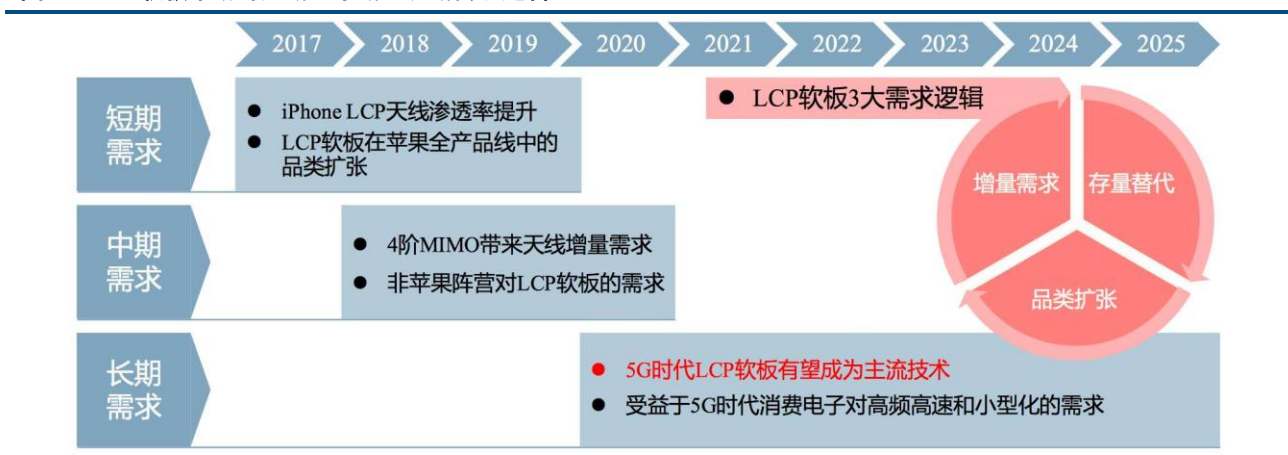
### 3.4 短期需求确定，长期增长无忧，LCP 市场进入快速成长期

我们看到，LCP 软板的应用不局限于终端天线和 3D sensing 摄像头软板，其本质是小型化的高频高速软板。从小型化/高频高速软板的逻辑来看，LCP 软板的应用包括天线、摄像头软板、高速传输线、显示面板软板、SSD 软板、通信电缆、毫米波雷达等，将深度受益于 5G 通信频率提升以及 VR/AR 等大容量数据通信的需求。

短期需求确定，长期增长无忧，LCP 软板有望实现 40% 年均复合增长。我们认为，LCP 软板短期受益于 iPhone LCP 天线渗透率提升，以及在苹果全产品线的扩张；2018-2020 年间，受益于 MIMO 阶数提升对天线的增量需求，以及苹果示范效应下安卓阵营对 LCP 天线、高速传输线的替代需求；2020 年之后，LCP 软板有望成为主流，受益于 5G 趋势下整个消费电子市场对小型化高频高速软板的需求。

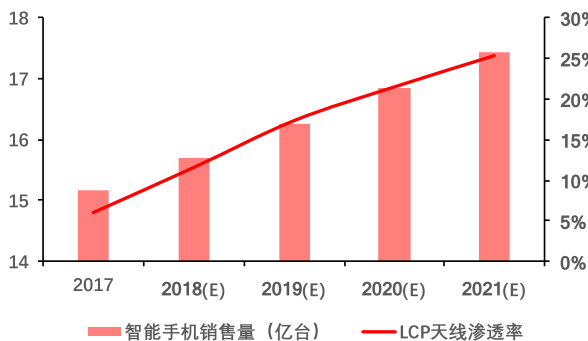
手机 LCP 天线率先爆发，2021 年市场空间达 42 亿美元。根据 IDC 数据，2017-2021 年智能手机出货量将从 15.17 亿部增长到 17.43 亿部。据我们估算，2017-2021 年手机 LCP 天线渗透率有望从 6% 提升到 25%，市场空间有望从 3.72 亿美元提升到 42.42 亿美元，年均复合增速高达 84%。

图 32：LCP 软板市场的短期、中期、长期需求逻辑



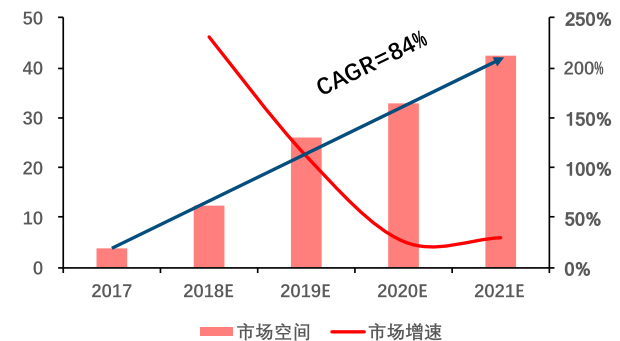
资料来源：中信建投证券研究发展部

图 33：智能手机出货量与 LCP 天线渗透率预测



资料来源：IDC，中信建投证券研究发展部

图 34：智能手机 LCP 天线市场空间预测（亿美元）



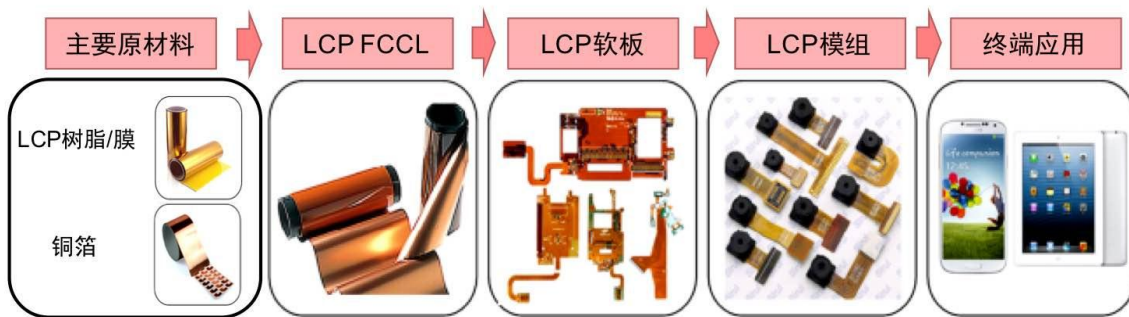
资料来源：中信建投证券研究发展部

## 四、产业链暂由美日台厂商主导，转单带来大陆厂商受益机会

### 4.1 美日台厂商目前占据产业主导地位

LCP 软板具有与传统 PI 软板类似的工艺流程，其产业链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，下游的模组厂商构成，最终进入终端应用市场。在 LCP 软板的上游环节，关键原材料包括 LCP 树脂/膜、铜箔等，这些材料被用于制造 FCCL；中游环节由软板厂商利用 FCCL、其他材料和生产设备，在其工艺技术下完成软板加工；下游环节由模组厂商根据终端客户的要求进行模组设计，并将 LCP 软板进一步加工成具有某种功能特点的模组，例如天线模组、摄像头模组等。

图 35：LCP 软板从原材料到模组的生产流程



资料来源：INTECH，中信建投证券研究发展部

LCP 材料方面，目前产业链最为关键的电子级 LCP 材料主要由日本和美国厂商供应，包括可乐丽、Japan Gore-Tex 等，美国杜邦公司，中国的沃特股份也有所涉及。LCP FCCL 方面，供应链依然把握在美日台厂商手中，供应商主要有日本的松下电工、宇部兴产、新日铁、旗胜，台湾的台虹、新扬，以及大陆厂商生益科技。LCP 软板方面，目前产业链有日本厂商住友电工，台湾厂商嘉联益，大陆东山精密亦有商用经验。LCP 模组方面，就 LCP 天线模组而言，美国安费诺已实现批量生产，而立讯精密、信维通信也已具备相关产品能力。

此外，LCP 软板产业链还有多家拥有垂直整合能力的厂商。其中日本村田制作所是具有从 LCP 材料到 LCP 软板的多个产业链环节能力的厂商，技术实力雄厚（2017 年末退出 LCP 天线模组业务）。美国罗杰斯具有从 LCP FCCL 到 LCP 软板环节制造能力。日本藤仓电子具有从 LCP 软板到模组端的能力，在高频微波软板和高速数据接口传输线产品方面具有优势。此外台湾臻鼎、台郡等亦具有软板和模组能力。

表 11：LCP 软板产业链主要公司及其在产业链的位置

LCP 树脂/膜	LCP FCCL	LCP 软板	LCP 模组设计与制造	终端厂商
村田制作所				
可乐丽				
杜邦				
Japan Gore-Tex				
沃特股份				
	罗杰斯			
	东山精密			

请参阅最后一页的重要声明



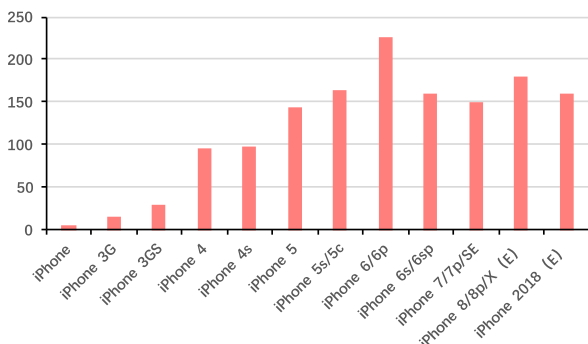
LCP 树脂/膜	LCP FCCL	LCP 软板	LCP 模组设计与制造	终端厂商
	松下电工			
	宇部兴产			
	新日铁			
	旗胜			
	台虹			
	新扬			
	生益科技			
		藤仓电子		
		臻鼎		
		台郡		
		住友电工		
		嘉联益		
			安费诺	
			立讯精密	
			信维通信	
				苹果/三星
				华为/小米/OPPO/vivo

资料来源：公司公告，覆铜板资讯，印制电路信息，中信建投证券研究发展部（深红色为本土厂商，浅红色为外资厂商）

## 4.2 iPhone LCP 天线市场率先爆发

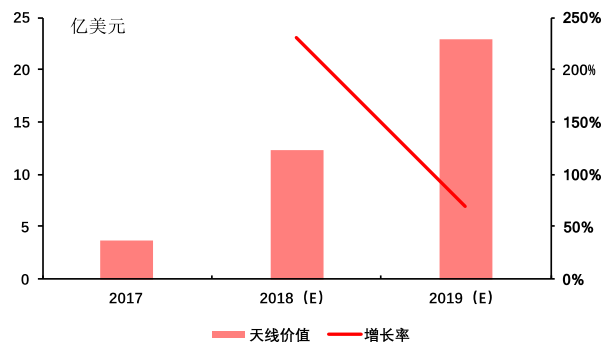
由于天线处于高频高速应用场景的核心，因此 LCP 天线在 LCP 软板潮流中率先受益。我们看到，苹果已在 iPhone X 中采用 LCP 天线，单机价值约是传统 PI 天线的 20 倍（传统 0.4 美元，iPhone X 8-10 美元）。预计 2018 年 3 款新 iPhone 均将导入 LCP 天线，未来其渗透率有望持续提升。我们测算 2017-2019 年 iPhone LCP 天线的市场空间分别为 3.72、12.28、20.93 亿美元。

图 36：历代 iPhone 销量与 2018 款销量预测（百万台）



资料来源：行业资料，中信建投证券研究发展部

图 37：2017-2019 年 iPhone LCP 天线市场规模预测



资料来源：行业资料，中信建投证券研究发展部



表 12：2017-2019 年 iPhone LCP 天线出货量与市场规模预测

iPhone 机型	2017 年		2018 年 (E)		2019 年 (E)		
	8/8p	X	8/8p	X	“2018”	“2018”	“2019”
LCP 天线单片均价 (美元)	0.2	5	0.2	5	4.5	4.5	4
LCP 天线单机数量 (个)	2	2	2	2	2.5	2.5	3
LCP 天线单机均价 (美元)	0.4	10	0.4	10	11.25	11.25	12
手机出货量 (百万台)	55	35	70	30	80	90	90
LCP 天线市场规模 (百万美元)	22	350	28	300	900	1012.5	1080
合计年度市场规模 (亿美元)	3.72		12.28		20.93		
市场规模年增长率	NA		230%		70%		

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

LCP 天线价值主要在软板环节，但模组环节仍有 30% 价值含量。细分市场方面，我们估计模组环节的 LCP 天线价值占比约为 30%，软板环节价值占比约为 70%。再对 LCP 软板成本进行拆分，按照 LCP 材料和铜箔各占 LCP 软板成本 15%，我们预计，2017-2019 年，iPhone LCP 模组环节价值量有望达 1.12、3.68、6.28 亿美元，LCP 软板价值量有望达 2.60、8.60、14.65 亿美元，其中 LCP 材料和铜箔价值量均有望达 0.39、1.29、2.20 亿美元。

图 38：LCP 模组环节价值占比达到 LCP 天线的 30%

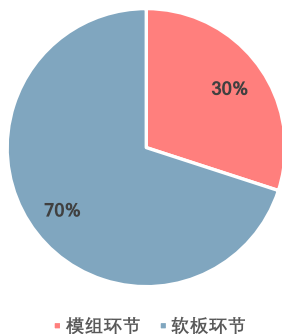
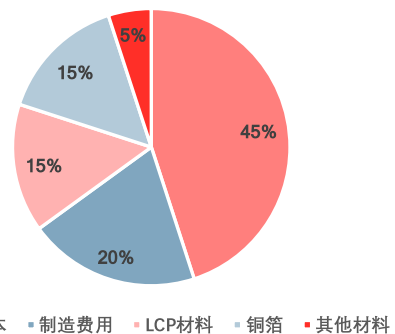


图 39：LCP 材料价值占比达到 LCP 软板成本 15%



资料来源：行业资料，中信建投证券研究发展部

资料来源：行业资料，中信建投证券研究发展部

表 13：2017-2019 年 iPhone LCP 天线价值链分布 (亿美元)

	天线模组	LCP 软板	LCP 材料	铜箔
2017 年	1.12	2.60	0.39	0.39
2018 年	3.68	8.60	1.29	1.29
2019 年	6.28	14.65	2.20	2.20

资料来源：行业资料，中信建投证券研究发展部

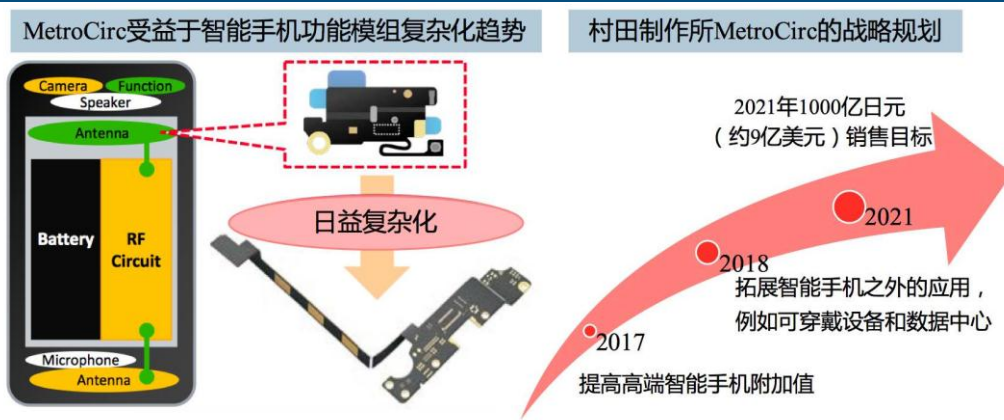


### 4.3 iPhone LCP 产业链日趋完善，大陆厂商迎来切入机会

#### 4.3.1 村田退出模组环节，未来聚焦材料和软板

日本村田制作所是无源电子元件与解决方案、通信模块、电源模块设计、制造与销售的全​​球领先企业，拥有先进电子材料和领先的多功能、高密度模组产品。近年村田看好 LCP 应用，大力投入这一领域，包括设立 MetroCirc 事业部，收购上游 LCP 材料厂商 Primattec，收购索尼相机布线基板工厂，大力扩充 MetroCirc 产能等动作。此外村田制定了 2017-2021 年战略规划，计划在 2021 年实现千亿日元（约 9 亿美元）的 MetroCirc 销售。

图 40：村田 MetroCirc 业务的战略规划，计划 2021 年实现 9 亿美元销售



资料来源：村田制作所，中信建投证券研究发展部

表 14：村田制作所近年在 LCP 软板领域积极规划并大力投入

时间	事件或规划
2008	设立 MetroCirc 事业部，开发出 MetroCirc 产品
2016/11/1	为实现包括材料在内的一条龙生产，村田制作所收购电子级 LCP 材料厂商 Primattec (今伊势村田制作所)，希望借助其 LCP 材料扩大智能手机等终端用 MetroCirc 产品的销售，同时在物联网设备和数据中心等领域进一步开发新产品
2017	计划通过 MetroCirc 提高高端智能手机的附加值
2017/10/15	村田制作所旗下金泽村田制作所接手索尼相机布线基板工厂，生产苹果 iPhone 等终端产品的树脂多层基板，并计划 2018 年春季整体产能扩充至 2016 年 2 倍以上
2017/10/31	村田制作所高层表示，公司试图通过使用更大生产设备提高产量，但良率改善迟缓。由于制造费用大幅增加，以及扩增产能导致折旧费、投资相关费用增加，公司大幅下修了 2017 年盈利预测
2018	计划扩展智能手机之外的应用，例如可穿戴设备和数据中心
2021	计划 MetroCirc 事业部达到 1000 亿日元（约 9 亿美元）的销售目标

资料来源：村田制作所，中信建投证券研究发展部

在 iPhone X 量产初期，村田凭借多年的积累，成为全产业链的独家供应商。但由于良率和产能爬坡不及预期，同时村田一向不擅长于组装，因此苹果紧急引入嘉联益和安费诺分别作为软板和模组二供。据产业调研我们了解到截至 2017 年年末，村田已转售模组段设备，未来将聚焦基材和软板。其中在基材环节，村田与苹果签订双向独家协议，在 2018 年年底将维持独供地位。



### 4.3.2 嘉联益软板份额有望提高

嘉联益是全球前十大和台湾第三大软板厂商，产品广泛应用于各类电子产品，具有丰富的软板产品经验。技术方面，嘉联益拥有多年国际手机大厂天线软板经验，相关细线路、盲埋孔的技术布局完善。产品供应方面，嘉联益过去主要供应苹果 Apple Watch、iPad 中的软板。2017 年 4 季度，由于日本村田制作所的 LCP 天线软板良率不佳及产能受限，嘉联益承接部分订单，成为苹果 LCP 天线软板二供。

图 41：嘉联益的智能手机软板产品、LCP FCCL 与多层软板结构



资料来源：公司官网，中信建投证券研究发展部

**嘉联益 LCP 软板份额有望提高。**据嘉联益高层表示，苹果看好 LCP 天线技术，注资公司至少 3 亿美元，用于支持其采购镭射钻孔机（Laser Drill）、镭射直接成像曝光机（LDI）、自动光学检测（AOI）等各类制程设备，预计 2018 年较 2017 年新增 3-4 成产能。随着公司现有产能释放加速，以及新增产能投入建设，我们预计，嘉联益的 LCP 天线软板供应比重将继续提高，有望从 2017 H2 的 30% 提高到 2018 H2 的 50% 左右。

### 4.3.3 产业链日趋成熟，大陆厂商迎来机会，立讯率先切入

**苹果 LCP 天线产业链初步形成。**1) 材料环节，LCP 树脂/膜仍为产业链难点之一，同时考虑苹果与村田的独家协议，我们判断 2018 年将延续村田独供的格局。2) 软板环节预计形成分散供应的趋势，但由于 LCP 天线相比于 PI 天线需要特别的材料、配方、设计、制程、设备与测试方案，并且 LCP FCCL 在高温下可能存在液化问题（例如激光钻孔通常会产生热量），因此软板厂商面临困难的学习曲线。目前产业链仅有村田与嘉联益，预计今年臻鼎等厂商具备切入机会。3) 天线模组环节，村田已确认退出，我们判断除安费诺以外，苹果已引入立讯精密，且未来不排除培养臻鼎等公司。

表 15：苹果 LCP 天线供应链初步成型

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

资料来源：行业资料，中信建投证券研究发展部





从份额来看，在模组环节我们判断立讯已替代村田成为 iPhone LCP 天线主力供应商，有望在 2018 年获得 30-50% 份额。而在软板环节，如不考虑臻鼎等潜在厂商，预计 2018 年订单仍由村田和嘉联益两家共享。

图 42：2017 年 iPhone LCP 天线模组份额估算

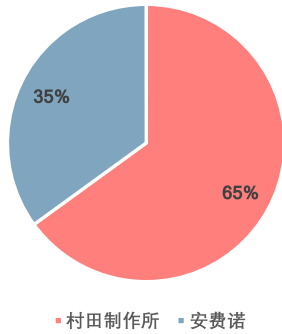
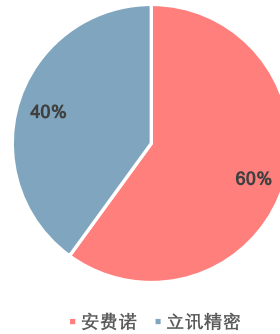


图 43：2018 年 iPhone LCP 天线模组份额预测



资料来源：行业资料，中信建投证券研究发展部

资料来源：行业资料，中信建投证券研究发展部

图 44：2017 年 iPhone LCP 天线软板份额估算

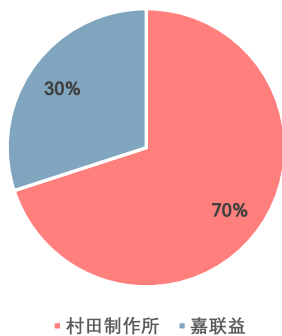
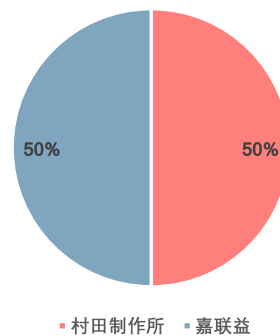


图 45：2018 年 iPhone LCP 天线软板份额预测



资料来源：行业资料，中信建投证券研究发展部

资料来源：行业资料，中信建投证券研究发展部

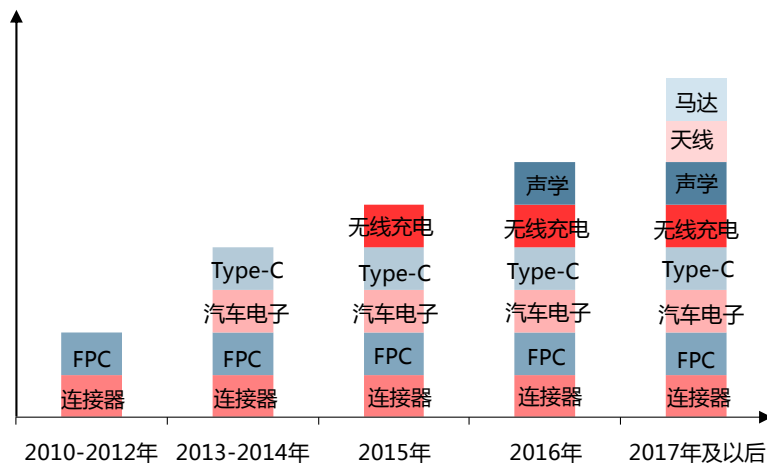
## 五、投资建议：首推立讯精密，看好信维通信、生益科技等

### 5.1 立讯精密：零组件全能管家，率先切入 iPhone LCP 模组

从连接器专家到零组件全能管家。从 PC 内外部连接方案，到移动终端连接器、天线、软板、声学、无线充电、马达等，公司致力提供尽可能完整的零组件解决方案，具有强大的制造业基因和突出的平台优势。

持续研发投入奠定长期发展优势，工艺和自动化水平优秀助力高效生产。立讯高度重视技术研发，始终坚持以技术发展为导向，近三年研发投入呈逐年上升趋势。我们认为，公司在研发上的持续投入，不仅确保了未来的持续快速增长，也为公司稳固行业领先优势打下坚实的基础。此外，公司在工艺水准和自动化水平上具备较强实力，在规模制造、品质管控方面拥有良好表现，有利于成本管控和新产品的顺利导入。

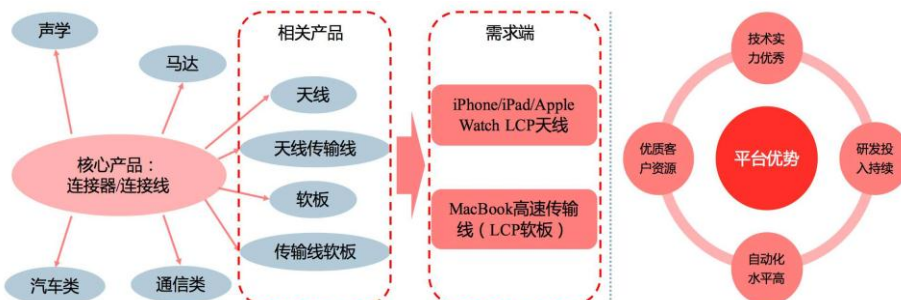
图 46：立讯精密的长期成长路径



资料来源：立讯精密，中信建投证券研究发展部

率先切入 iPhone LCP 天线模组，长期看受益于 LCP 各类应用。据产业调研，村田已退出 LCP 天线模组环节，转由立讯承接。我们判断立讯将从 2018 年新款 iPhone 起步，有望在 2018 年获得 3-5 成 iPhone LCP 天线模组订单。立讯作为苹果连接器/传输线供应商，兼有多年的射频积累，在融合传输功能的 LCP 天线模组方面具备深刻的理解。此外从长期来看，在其它 LCP 传输线/连接器等新应用亦有受益机会。

图 47：立讯精密的天线、传输线均有望受益苹果 LCP 天线和 LCP 传输线

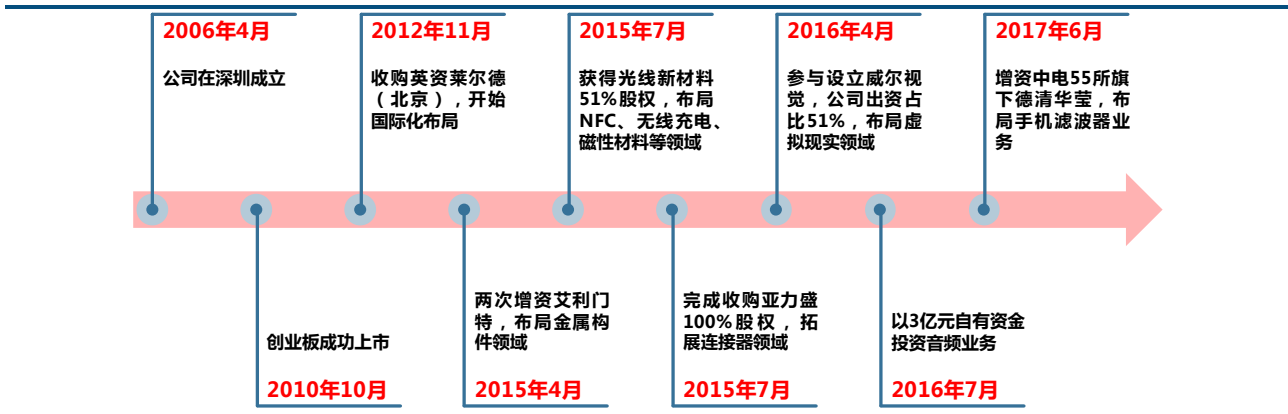


资料来源：中信建投证券研究发展部

## 5.2 信维通信：LCP 业务从材料到封装全线布局，迎来新的成长机遇

信维以天线业务为起点，通过业务外延逐步多元化其产品结构，现已成长为全球领先的音、射频技术零部件解决方案供应商。产品广泛用于消费电子，并初步扩展到工业、汽车、军品等领域。

图 48：信维通信发展历程



资料来源：公司官网，中信建投证券研究发展部

新品业务拓展顺利，技术储备奠定长期发展动力。业务扩展方面，信维已从最初的 2G/3G/4G 终端天线拓宽至 NFC、无线充电，以及射频连接器、隔离器件、射频前端等高附加值产品，产品线不断丰富，射频方案与服务平台已经形成。

图 49：信维通信以天线、射频传输线为核心的多元产品布局



资料来源：公司官网，中信建投证券研究发展部

LCP 业务从材料、天线到封装全线布局，迎来新的成长机遇。信维的多层 LCP 产品不仅可实现单根或多根射频传输线一体化设计，并可实现集成天线的射频前端电路，是适应未来 5G 的高价值高毛利产品。目前该产品的研发已有收获和成果，并通过部分国际重要客户的测试认证。公司未来将从“前端材料+中端设计和整合+后端制造”为客户提供一体化的解决方案。信维通信有望受益苹果引领的智能手机 LCP 天线浪潮，以及未来 5G 高集成度的 LCP 封装，我们看好技术升级和价值提升给公司带来的长期成长机遇。

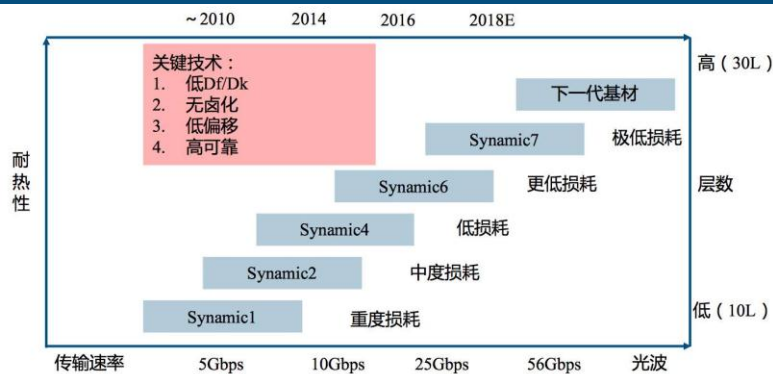


### 5.3 生益科技：国内覆铜板龙头，LCP FCCL 已成功商业化

生益科技是国内覆铜板龙头。生益科技主营业务为设计、生产和销售覆铜板、粘结片及印制线路板，主要产品包括刚性覆铜板、柔性覆铜板、粘结片和印制线路板。公司目前有东莞、江苏、陕西三大生产基地，2016年度公司生产规模为年产 7309.94 万平方米覆铜板、9567.93 万米粘结片和 862.87 万平方英尺印制电路板。

在高频高速电路板材料领域布局已超过 10 年，产品技术积淀深厚。生益科技采取高速基材全覆盖的产品战略，囊括各档次、各传输损耗等级品种及市场。在刚性覆铜板 CCL 领域，生益拥有 PTFE/碳氢材料/PPE 改性树脂等多系列产品。对照生益的高速基材发展路线图，我们看到，公司对终端产品不同传输速率(5Gbps、10Gbps、25Gbps、56Gbps)要求，设计了从 Std-Loss 到 Ultra Low-Lossed 五个传输损耗等级、六种性能档次的高速 CCL 产品。生益的高速基材产品已经过持续十多年的技术开发工作，与国内通信设备大厂华为等已多年紧密合作，现阶段此类产品正走向开花结果。

图 50：生益科技高速基材发展路线图



资料来源：生益科技，中信建投证券研究发展部

LCP FCCL 成功商业化，新产品驱动盈利能力持续提升。在柔性覆铜板 LCP FCCL 领域，生益研发进度靠前，拥有已商业化的双面 LCP FCCL 产品，可用于电子、通信、汽车和航空航天等行业。我们认为，在 5G 和物联网趋势下，高频高速刚性 CCL 有望持续放量，同时柔性 LCP FCCL 产品亦有广阔应用前景，将有助于公司盈利能力的长期提升。

表 16：生益科技是少有的拥有已商品化 LCP FCCL 产品的覆铜板厂商

供应商	产品编号	$\epsilon_r$	$\tan\delta$	PS(N/mm)
生益科技	SF701	2.9@1GHz	0.002@1GHz	1.0(18umED)
松下电工	R-F705T	3.0@2GHz 3.0@10GHz	0.0008@2GHz 0.0016@10GHz	1.0(12umRA)
罗杰斯	ULTRALAM3850	2.9@10GHz	0.0025@10GHz	0.95(35umED)
斗山电子	DSFlex-600L	2.9@1GHz	0.002@1GHz	1.0(12umED) 0.6(12umRA)

资料来源：覆铜板资讯，中信建投证券研究发展部



## 分析师介绍

**黄瑜：**电子行业首席分析师。复旦大学硕士，6年电子行业卖方和买方研究经验。2014年新财富第二名，水晶球第一名上榜。善于挖掘长期成长型的行业与个股，2017年加入中信建投电子团队。

## 研究服务

### 社保基金销售经理

姜东亚 010-85156405jiangdongya@csc.com.cn

彭砚莘 010-85130892pengyanping@csc.com.cn

### 北京非公募组

张勇 zhangyongzgs@csc.com.cn

刘凯 010-86451013liukaizgs@csc.com.cn

朱燕 85156403zhuyan@csc.com.cn

李祉瑶 010-85130464lizhiyao@csc.com.cn

周瑞 010-85130749zhourei@csc.com.cn

张博 010-85130905zhangbo@csc.com.cn

### 北京公募组

黄杉 010-85156350huangshan@csc.com.cn

王健 010-65608249wangjianyf@csc.com.cn

任师蕙 010-8515-9274renshihui@csc.com.cn

黄玮 010-85130318huangwei@csc.com.cn

### 上海地区销售经理

谈祺阳 tanqiyang@csc.com.cn

翁起帆 wengqifan@csc.com.cn

戴悦放 021-68821617daiyuefang@csc.com.cn

邓欣 dengxin@csc.com.cn

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

### 深广地区销售经理

陈培楷 chenpeikai@csc.com.cn

廖成涛 liaochengtao@csc.com.cn

张苗苗 zhangmiaomiao@csc.com.cn

胡倩 0755-23953981huqian@csc.com.cn

许舒枫 xushufeng@csc.com.cn

程一天 chengyitian@csc.com.cn

曹莹 caoyingzgs@csc.com.cn



## 评级说明

以上证指数或者深证综指的涨跌幅为基准。

买入：未来 6 个月内相对超出市场表现 15% 以上；

增持：未来 6 个月内相对超出市场表现 5—15%；

中性：未来 6 个月内相对市场表现在-5—5%之间；

减持：未来 6 个月内相对弱于市场表现 5—15%；

卖出：未来 6 个月内相对弱于市场表现 15% 以上。

## 重要声明

本报告仅供本公司的客户使用，本公司不会仅因接收人收到本报告而视其为客户。

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

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

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

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

股市有风险，入市需谨慎。

## 中信建投证券研究发展部

### 北京

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

### 上海

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

### 深圳

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