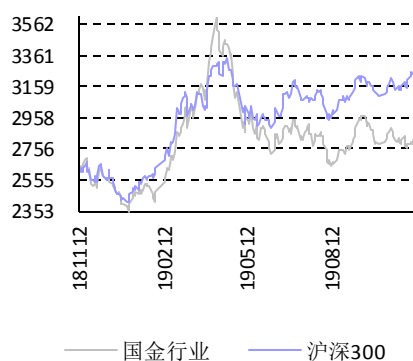


## 市场数据(人民币)

市场优化平均市盈率	18.90
国金基础化工指数	2797
沪深300指数	3973
上证指数	2964
深证成指	9895
中小板综指	9215



## 精细化工系列报告之三——LCP 行业深度：5G 高频场景持续渗透，多元化应用逐步导入

### 行业观点

- 液晶高分子（LCP）是指在一定条件下能以液晶相存在的高分子，其特点为分子具有较高的分子量又具有取向有序。LCP 材料性能优异，低介电损耗的优质特性带动 LCP 在 5G 高频信号传输的应用场景中加速应用；良好的挠性材料方便组合设计，满足电子产品小型化的趋势要求；良好的机械性能将有望拓展 LCP 在工程领域的应用空间。LCP 主要以 LCP 树脂材料作为主要的下游应用产品，由于应用领域和要求不同，目前 LCP 树脂主要分为注塑加工产品、薄膜加工产品和纤维产品。
- 5G 时代对天线材料的高要求加速 LCP 的推广。5G 天线一方面需要满足毫米波对于天线材料的特殊要求，同时还需要极大程度上缩减天线所占空间。传统 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，因此导致了高频传输损耗严重、结构特性较差，已经无法适应当前的高频高速趋势，LCP 材料介电常数和介电损耗极低，降低高频信号在天线传输中的损耗，此外，LCP 作为为挠性材料，能够有效地将射频前端的同轴连接器进行整合，减少天线占用空间。2019 年我国进入 5G 手机元年，随着 5G 手机技术的不断成熟，5G 手机的出货速度有望进入高速增长期，LCP 天线需求有望进入爆发阶段，带动前端薄膜级 LCP 树脂需求持续增长。
- PCB 质量不断升级，LCP 渗透率有望提升。对于印制电路板而言，5G 设备带来了新一代印制电路板，一方面要求高频高速信号传输，另一方面 5G 用 PCB 有更多的集成电路，需要更为复杂的多层 PCB。从应用场景来看，汽车电子要求 PCB 有较好的温度、湿度的环境负荷和振动载荷，大功率高电流与高热量负荷，高频高速信号负荷，以及高密度小型化；而医疗设备则要求小型化和轻量化。整体而言，由于功能和环境的特殊性，PCB 整体向高精度、微小化方向发展，LCP 具有耐高温、天然阻燃、超高机械强度、电绝缘性能好等特性，在 PCB 的更新换代中，是一种不可或缺的材料。

### 投资建议

- 随着 5G 商用的普及，对于 5G 材料的研究热度不断升温。5G 时代对于天线材料的要求极高，一方面需要满足毫米波对于天线材料的特殊要求，同时还需要极大程度上缩减天线所占空间。与传统 PI 材料相比，LCP 材料的使用能够降低高频信号在天线传输中的损耗，并且可以减少天线占用空间。预计 LCP 材料在 5G 天线中的渗透率不断提升。在此背景下，我们建议重点关注最早进入 LCP 研发领域的普利特（2007 年布局 LCP 材料研发，具备 LCP 产能 2500 吨，已建立了从树脂聚合到复合改性的一系列完整的研发与批量化生产体系），关注金发科技（具备 LCP 聚合产能 3000 吨），关注沃特股份（2014 年收购韩国三星精密 LCP 全部业务，已建成 3000 吨 LCP 生产线）

### 风险提示

- 5G 推广不及预期；LCP 材料研发进度缓慢；LCP 应用场景推广不及预期

蒲强 分析师 SAC 执业编号：S1130516090001  
puqiang@gjzq.com.cn

杨翼荣 联系人  
yangyiyong@gjzq.com.cn

王明辉 联系人  
wangmh@gjzq.com.cn

## 内容目录

一、LCP 是一种性能优异的液晶高分子材料 .....	4
1.1、LCP 简介与分类.....	4
1.2、LCP 具有较高的技术壁垒，当前产能集中在日本和美国 .....	5
1.3、优质的材料特性推动 LCP 实现应用领域的持续拓展 .....	6
二、薄膜级 LCP 树脂——高频信号传输优质载体，5G 场景持续渗透 .....	7
2.1、5G 高频信号传输带动手机天线材料升级，LCP 天线有望快速推广 .....	7
2.2、5G 多场景逐步推广，汽车、可穿戴设备等领域有望带动产品需求.....	10
三、注塑级 LCP 树脂——PCB 升级，应用场景不断渗透 .....	11
3.1、PCB 往高频、小型化方向升级，LCP 渗透率不断增加 .....	11
3.2、注塑级 LCP 在其他场景也具有广泛的应用 .....	13
四、LCP 纤维工艺不断突破，应用拓展未来可期 .....	14
4.1、积极探索第三形态，LCP 纤维性质优良 .....	14
4.2、研发生产不断推进，新型产品接连问世 .....	14
五、投资建议 .....	15
普利特：改性塑料头部企业，自主研发 LCP，有望在高端领域放量 .....	16
金发科技：改性塑料龙头企业，高性能材料不断丰富 .....	16
沃特股份：改性塑料多元化布局，5G 高频材料不断丰富 .....	17
六、风险提示 .....	18

## 图表目录

图表 1：高分子液晶的结构模型 .....	4
图表 2：液晶分子排列示意图.....	5
图表 3：缩聚法的分类图.....	5
图表 4：全球 LCP 树脂产能占比情况.....	6
图表 5：全球 LCP 树脂厂家占比情况.....	6
图表 6：LCP 下游应用领域 .....	6
图表 7：LCP 需求及预测（万吨） .....	6
图表 8：LCP 具有良好的电气性、加工性和机械性能.....	7
图表 9：通讯技术不断升级带动手机天线持续更新.....	8
图表 10：LCP 具有低介电常数和介电损耗的性能.....	8
图表 11：单层 LCP 基板传输线工艺流程 .....	9
图表 12：基于 LCP 基板的 3D SOP 封装.....	9
图表 13：LCP 天线在手机中的应用.....	9
图表 14：手机天线产业链.....	9
图表 15：全球智能手机出货量（百万部） .....	10
图表 16：薄膜级 LCP 在手机天线中的空间预测.....	10

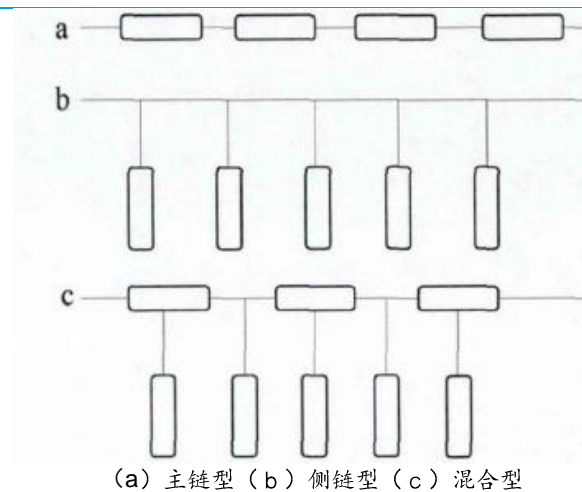
图表 17: 5G 高频传输为无人驾驶提供通信基础, 带动高频天线需求.....	10
图表 18: 毫米波雷达工作示意图.....	11
图表 19: 注塑级 LCP 特点.....	11
图表 20: 高频应用的案例.....	12
图表 21: 电力 PCB 和高集成逻辑 PCB 类新型 PCB 的新功能要求.....	12
图表 23: 可伸缩的电子贴片.....	13
图表 24: “岛桥”结构的可穿戴超声波贴片.....	13
图表 25: LCP 在 SMT 连接器中的应用.....	13
图表 26: LCP 在汽车中车身中的应用.....	14
图表 27: 各超强纤维的蠕变特性.....	14
图表 28: 捻度系数 80 且经加工的超强纤维的强度保持率.....	14
图表 29: LCP 纤维 (VECTRAN®) 化学结构式.....	15
图表 30: VECTRAN® (一种 LCP 纤维产品) 产品外观.....	15
图表 31: LCP 纤维用途.....	15
图表 32: 普利特营业收入及变化 (百万元).....	16
图表 33: 普利特归母净利润及变化 (百万元).....	16
图表 34: 金发科技营业收入及变化 (百万元).....	17
图表 35: 金发科技归母净利润及变化 (百万元).....	17
图表 36: 沃特股份营业收入变化 (百万元).....	18
图表 37: 沃特股份分产品营业利润 (百万元).....	18

## 一、LCP 是一种性能优异的液晶高分子材料

### 1.1、LCP 简介与分类

- 液晶高分子 (LCP) 是指在一定条件下能以液晶相存在的高分子, 其特点是分子具有较高的分子量又具有取向有序。LCP 在以液晶相存在时粘度较低, 且高度取向, 而将其冷却固化后, 它的形态又可以稳定地保持, 因此 LCP 材料具有优异的机械性能。此外, LCP 材料还由于具有低吸湿性, 耐化学腐蚀性, 耐候性, 耐热性, 阻燃性以及低介电常数和介电损耗因数等特点, 所以被广泛应用于电子电器、航空航天、国防军工、光通讯等高新技术领域。
- LCP 根据形成液晶相的条件, 可分为溶致性液晶 (LLCP) 和热致性液晶 (TLCP)。溶致性液晶 (LLCP) 是指可在有机溶液中形成液晶相, 由于这种类型的聚合物只能在溶液中加工, 不能熔融, 只能用作纤维和涂料。热致性液晶 (TLCP) 是指在熔点或玻璃化转变温度以上形成液晶相, 由于这种类型的聚合可在熔融状态加工, 所以不但可以通过溶液纺丝形成高强度纤维, 而且可以通过注射、挤出等热加工方式形成各种制品。虽然 TLCP 的工业化时间晚于 LLCP, 但由于其优异的成型加工性能, 因此发展势头十分迅猛, 新品种不断出现, 远远超过了 LLCP。
- 按照液晶基元在聚合物分子中的位置可分为主链型液晶聚合物、侧链型液晶聚合物和复合型液晶聚合物。如果液晶基元位于聚合物主链上, 即为主链型液晶聚合物; 如果液晶基元是通过柔性间隔基连接在聚合物主链上, 则为侧链型液晶聚合物; 如果主链和侧链上都有液晶基元, 则为复合型液晶聚合物。

图表 1: 高分子液晶的结构模型

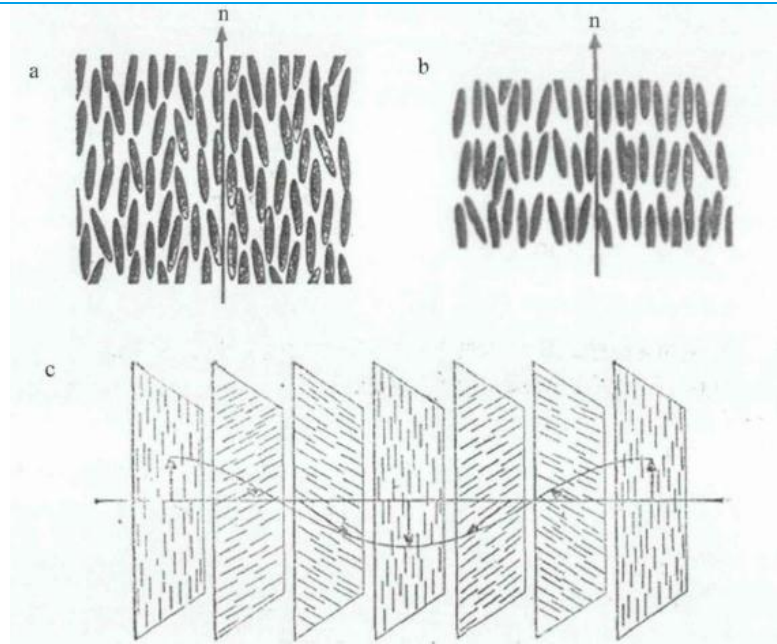


(a) 主链型 (b) 侧链型 (c) 混合型

来源: CKNI, 国金证券研究所

- 按照液晶相的形态可以分为向列相液晶聚合物、近晶相液晶聚合物和胆甾相液晶聚合物。向列相液晶分子的重心排列无序, 分子在其长轴方向始终保持着平行排列的有序状态, 但不排列成层; 近晶相液晶的条状或者棒状分子呈层状排列, 分子的长轴方向平行排列且可垂直或倾斜于层面, 分子排列的规整性接近于晶体, 具有二维有序性, 分子可以在层内平移但不可在层间移动, 层结构之间也可以相对滑动; 胆甾相液晶的扁平状分子也呈层状排列, 每一层内分子的长轴相互平行且都平行于层面, 即每一层内分子的排列具有一维有序性, 相邻两层分子的长轴有一定的夹角, 多层分子在沿层的法线方向排列成螺旋状结构。

图表 2：液晶分子排列示意图



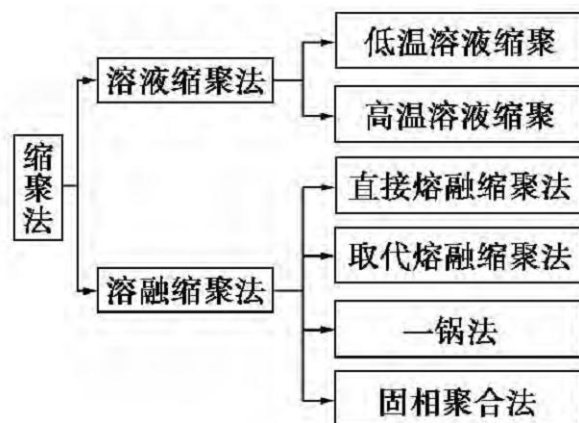
(a) 向列相 (b) 近晶相 (c) 胆甾相

来源：CKNI，国金证券研究所

### 1.2、LCP 具有较高的技术壁垒，当前产能集中在日本和美国

- **LCP 的合成方法主要是均聚和共聚。**均聚指由一种有机单体进行的聚合物由于均聚法所得到的产品性能明显弱于共聚法，应用受到限制，只在 LCP 的发展初期得到关注。共聚即在聚合物链中引入体积不等的聚合单元，减小分子结构的规整性，减低分子间的作用力，使得聚合物的熔点降低到分解温度以下主链型常采用缩聚法来合成，缩聚法主要有溶液缩聚法、熔融缩聚法。

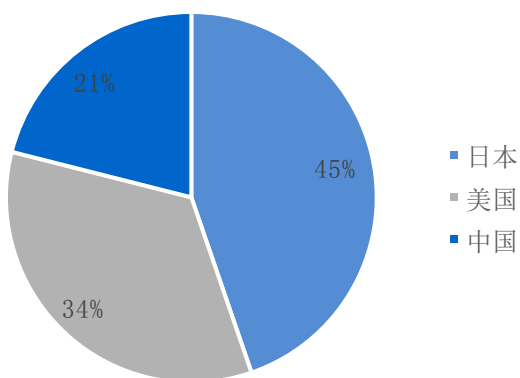
图表 3：缩聚法的分类图



来源：CKNI，国金证券研究所

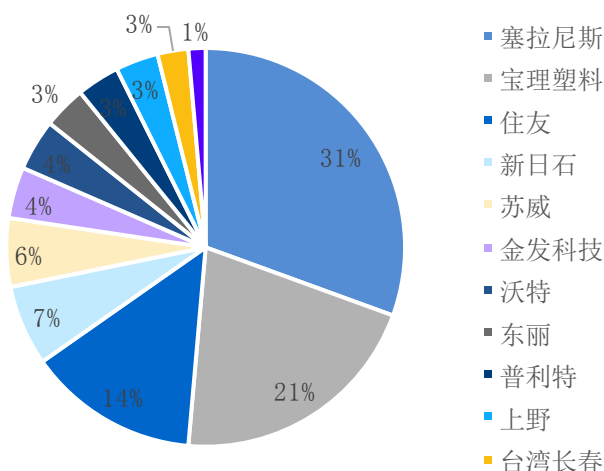
- **LCP 产能主要集中在日本和美国，行业集中度较高。**根据前瞻产业研究院数据，目前全球 LCP 树脂材料产能约 7.6 万吨，主要集中在日本、美国和中国，占比分别为 45%、34%和 21%，其中美国和日本企业在 20 世纪 80 年代就开始量产 LCP 材料，我国进入 LCP 领域较晚，长期依赖美日进口，近几年来随着金发科技、普利特、沃特股份、聚嘉新材料等企业陆续投产，LCP 材料产能快速增长。从具体生产企业看，目前塞拉尼斯、宝理塑料以及住友三家企业差能超过了 1 万吨，前三家企业产能占比高达 63%，行业集中度较高。

图表 4：全球 LCP 树脂产能占比情况



来源：前瞻产业研究，国金证券研究所

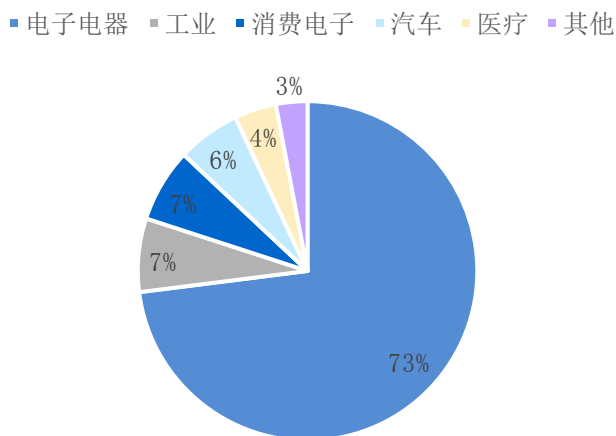
图表 5：全球 LCP 树脂厂家占比情况



来源：前瞻产业研究，国金证券研究所

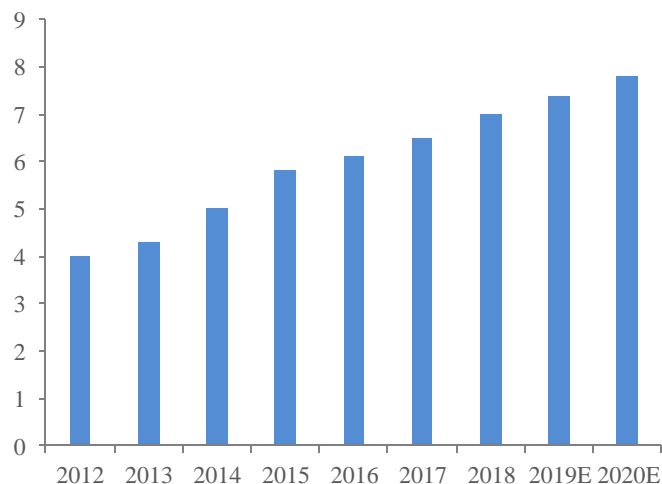
- **LCP 下游应用领域广泛，需求有望保持增长。**根据前瞻产业研究数据，2018 年全球 LCP 需求量约 7 万吨，随着 5G 技术的推进，LCP 市场将保持持续增长的势头，预计到 2020 年，其全球市场规模可达 7.8 万吨。此外，LCP 应用领域有望不断扩宽，在电子电器领域，可应用于高密度连接器、线圈架、线轴、基片载体、电容器外壳等；在汽车工业领域，可用于汽车燃烧系统元件、燃烧泵、隔热部件、精密元件、电子元件等；在航空航天领域，可用于雷达天线屏蔽罩、耐高温耐辐射壳体等领域，未来伴随着应用领域的不断拓宽，LCP 市场规模将不断增长。

图表 6：LCP 下游应用领域



来源：Prismane consulting，国金证券研究所

图表 7：LCP 需求及预测（万吨）



来源：前瞻产业研究，国金证券研究所

### 1.3、优质的材料特性推动 LCP 实现应用领域的持续拓展

- **电气性能叠加加工性能优越，LCP 成为高频信号传输场景下的良好材料。**相比于主要的高频挠性线路材料氟聚合物和聚酰亚胺（PI）等，LCP 兼具低介电损耗和良好可加工性能，相比于介电损耗更高的氟聚合物材料具有综合材料优势，在高频信号传输过程中，不仅可以实现信号传输的低损耗，同时可以满足材料——器件——模组的多元化的加工要求，从而快速实现材料应用端的推广。
- **良好的挠性材料方便组合设计，满足电子产品小型化的趋势要求。**由于 LCP 的液晶材料特性，LCP 具有较好的弯折能力，能够满足绝大部分的应用要求，叠加 LCP 的具有高热变温度，尺寸稳定，LCP 能够满足挠性线路

的材料要求。在电子产品微型化的趋势下，LCP 方便设计组合加工，能够有效节约空间，实现部分特殊需求的挠性材料替代应用。

- LCP 同时兼具高拉伸强度，耐高温腐蚀、耐光照老化，在特殊的工程材料领域亦将逐步拓展应用范围。

**图表 8：LCP 具有良好的电气性、加工性和机械性能**

方向	性能
电学性能	低介电常数，能保持高频范围下的一致性
	低介电损耗：正切损耗仅为 0.002
	优良的电绝缘性能，连续使用温度 200-300℃，其电性能不受影响
加工性能	优异的耐热性，及较高的热变形温度
	热膨胀性、蠕变伸长率小，高尺寸稳定性和尺寸精度
机械性能	高流动性和超低翘曲，表面非常平整光滑
	出色的难燃性、耐腐蚀性及减振性
	自增强性，具有异常规整的纤维状结构
	厚度越薄，拉伸强度越大

来源：CKNI，国金证券研究所

- **LCP 树脂商用推广持续加速，需求空间有望不断提升。**由于 LCP 材料在机械，化学领域以及信号传输方面具有良好的材料特性，因而多个领域具有极强的商用推广价值。目前 LCP 主要以 LCP 树脂材料作为主要的下游应用产品，由于应用领域和要求不同，目前 LCP 树脂主要分为注塑加工和薄膜加工产品，伴随着下游的需求拓展持续进行产品推广。

## 二、薄膜级 LCP 树脂——高频信号传输优质载体，5G 场景持续渗透

- **5G 时代高频信号传输方式大幅提升了接收端的天线材料要求。**5G 时代信息传播速度与 4G 相比将提升 10 倍以上，传输速率将达到 1Gb/s，这就需要更高的频谱带宽来保证高效的信息传输。无线通信主要是使用电磁波进行信息传播，低频段电磁波较高频段传输距离更远，因而 2G、3G、4G 都普遍采用 6GHz 以下的中低频段，然而随着通信系统的不断发展和部署可以用于移动通信的 6GHz 以下的频谱资源已经非常稀缺，难以提供有效的频段资源以满足 5G 高速传播的频段要求，因而为了满足 5G 高速的传播要求，5G 时代一方面需要提升中低频谱的利用效率，同时还需要进行高频领域的布局，因而毫米波高频段成为 5G 技术的主要频段选择。
- 不同于 2G、3G、4G 技术是在低频领域的技术升级，5G 技术是巨大的技术变革，天线长度降低到毫米级，需要重新进行天线产品设计。随着 5G 技术的逐渐推广，过度阶段的产品不仅需要进行 5G 高频段的合理设计，还需要搭载可以接收 3G、4G 信号的天线，而智能手机的性能不断提升，兼具轻、薄的产品要求，其为天线预留的空间十分有限。**可以说 5G 时代对于天线材料的要求极高，一方面需要满足毫米波对于天线材料的特殊要求，同时还需要极大程度上缩减天线所占空间。**

### 2.1、5G 高频信号传输带动手机天线材料升级，LCP 天线有望快速推广

- **通讯技术不断升级带动手机天线持续更新。**1G 通讯时代，移动电话只能承载语音通信，为了保证通信信号的质量，手机主要采用外置天线形式。而随着技术的不断提升，手机搭载的产品性能不断增多，手机需要搭载的天线数量不断增多，天线要求持续朝着轻量化方向发展，手机天线系统也开始内置，弹片天线、FPC 天线、金属框架天线和 LDS 天线等多种移动终端天线生产工艺逐渐发展。目前使用较为广泛的是 FPC 天线、金属框天线和 LDS 天线，而伴随着 5G 时代的来临，高频高速传输要求将开启新的天线时代，新的天线材料将逐渐获得持续的应用拓展。

图表 9：通讯技术不断升级带动手机天线持续更新

	1G	2G	3G	4G	5G
主要的天线工艺	外置天线	弹片天线	FPC、金属框天线	LDS 天线	MPI 天线、LCP 天线
天线数量	1 根	1-2 根	4-5 根	7-8 根	16 根以上
天线种类	主通信天线	主通信天线、蓝牙天线	主天线 (2 根) 蓝牙、WiFi、GPS、收音机	主天线 (2 根)、蓝牙、WiFi、GPS、收音机、NFC 天线	主天线 (8 根及以上)、蓝牙、WiFi、GPS、NFC、无线充电天线

来源：CKNI，国金证券研究所

- 目前主流的天线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，因此导致了高频传输损耗严重、结构特性较差，已经无法适应当前的高频高速趋势。因而在信号传输频率不断提升过程中，MPI (改性聚酰亚胺) 材料应运而生。由于 PI 在高频传输过程中的限制，生产企业通过将 PI 单体进行含氟量提升等方式对 PI 高聚物进行改性以满足 10-15GHz 的信号传输要求。然而伴随更高频率的毫米波段的逐步应用，MPI 的传输亦将受到限制，在多层板设计方面不足将逐步凸显，更高频率的信号传输要求将促使 LCP 材料加速推广。
- LCP 介电常数和介电损耗极低，在毫米波传输中有效降低信号损耗。毫米波的绕射能力较差，接近于直线传播，对于智能手机的天线接收方向设计有更高的要求。LCP 产品具有良好的电绝缘性，介电常数极低，具有极小的介电损耗（频率在 60GHz，损耗角正切值只有 0.002-0.004）和导体损耗，在接受和发射毫米波信号时在基板材料上的损耗较小，可以显著提高信号传递的质量。

图表 10：LCP 具有低介电常数和介电损耗的性能

	介电常数	介电损耗
聚合物		
氟聚合物	2	<0.001
液晶聚合物 (LCP)	2.6-3.0	0.001-0.002
聚酰亚胺 (PI)	3.2-3.6	0.003-0.012
粘剂		
丙烯酸胶粘剂	2.9-3.5	0.02-0.03
环氧胶粘剂	3.1-3.7	0.02-0.04

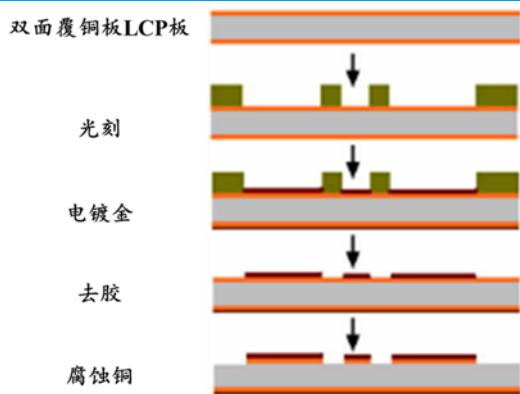
注：数据在 1GHz 频率下测试；氟聚合物机械性能较差，需要结合粘剂，降低了整体材料的性能

来源：国际电子电路展，国金证券研究所

- LCP 具有挠性，多层结构设计可以有效满足 5G 天线的复杂设计要求。5G 时代，信号接收端不仅需要能够进行高频信号接收，还应实现 3G、4G 信号的同步接收处理，因而天线设计极为复杂，单层设计远远不能满足要求。而 LCP 为挠性材料，可以进行立体结构应用，通过多层结构设计，不仅能够满足信号接收的复杂要求，同时能够有效地将射频前端的同轴连接器进行整合，减少天线占用空间。可以说 LCP 是良好的 5G 天线使用材料。

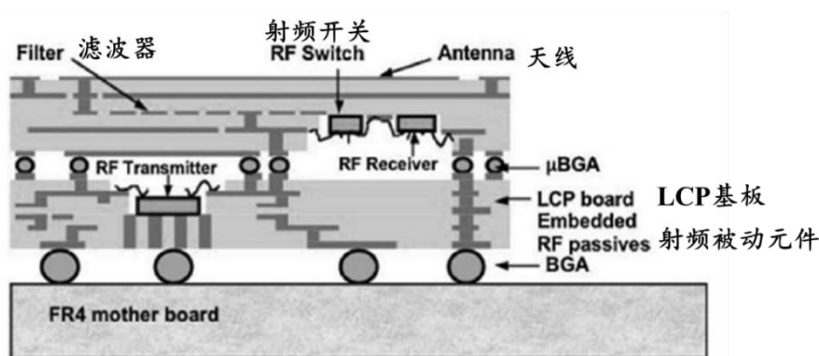


图表 11: 单层 LCP 基板传输线工艺流程



来源: CKNI, 国金证券研究所

图表 12: 基于 LCP 基板的 3D SOP 封装



来源: CKNI, 国金证券研究所

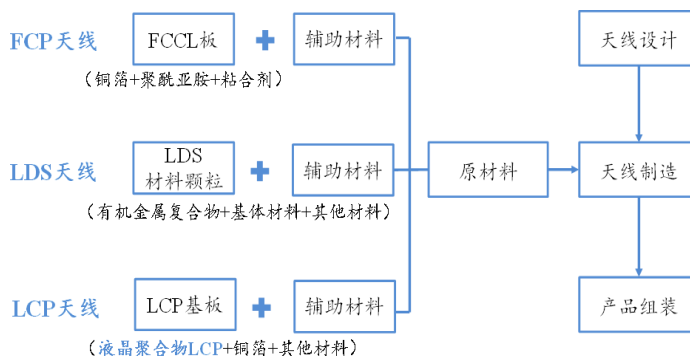
- LCP 天线已经在高端手机获得逐步推广，5G 时代来临有望加速 LCP 天线在手机中的渗透。2017 年苹果 iPhone X 及 iPhone8 系列率先使用了 2 个 LCP 天线，实现了 LCP 天线在手机中的率先应用。而苹果作为高端智能手机的领军品牌之一，已经率先开启了新一代天线的应用，伴随着多个品牌 5G 手机的逐步推广，LCP 天线以其优质的信号传输性能和可弯曲特性将有望在 5G 手机中逐步获得推广。现阶段 LCP 材料的供给还相对有限，多数高端产能还掌握在美国、日本厂家手中，材料价格相对较高，仅有部分高端手机实现了材料的更新替换。伴随国内企业逐步在 LCP 材料及薄膜工艺上实现突破，有望逐步提升国内企业生产能力，逐步降低产品的生产成本，带动 LCP 天线的快速渗透。

图表 13: LCP 天线在手机中的应用



来源: 普利特公司资料, 国金证券研究所

图表 14: 手机天线产业链

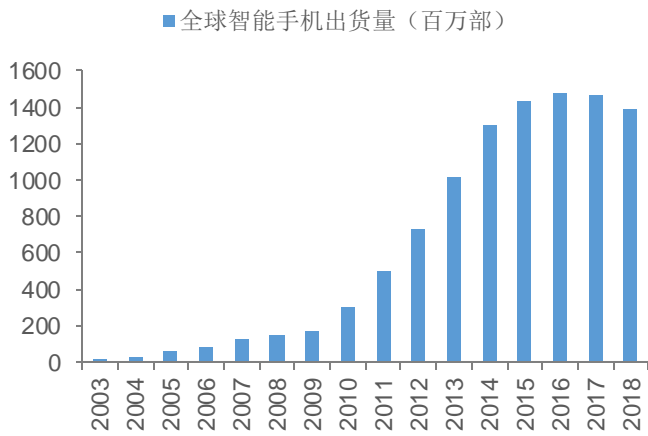


来源: 国金证券研究所

- 5G 时代来临，5G 手机出货量有望快速提升。从 2017 年以来，全球手机出口量进入停滞阶段，智能手机已经获得快速推广。然而伴随着 5G 时代的来临，各大手机厂商相继推出 5G 手机，2019 年我国进入 5G 手机元年。随着 5G 手机技术的不断成熟，5G 手机多样性不断丰富，5G 手机的出货速度有望进入高速增长期，全球智能手机的销售结构将呈现显著变化，5G 手机出货量将快速提升。
- 伴随 5G 手机销售加速和 LCP 天线的渗透率提升，LCP 材料市场有望进入快速增长期。现阶段，LCP 生产企业相对较少，国内企业仍在持续进行技术优化，在产品应用前期成本相对较高；而原 PI 生产企业可以通过技术升级进行 MPI 产品生产，技术难度相对较小，成本较低，因而在 15GHz 下，MPI 的应用仍将持续。但是随着 LCP 天线的成本的不断优化以及 5G 毫米波频段的逐步应用，LCP 天线在手机的渗透率将有望不断提升，同时 5G 手机经技术沉淀和产品推广，将逐步进入放量阶段，渗透率和出口量的双重影响下，LCP 天线需求有望进入爆发阶段，带动前段薄膜级 LCP 树脂需

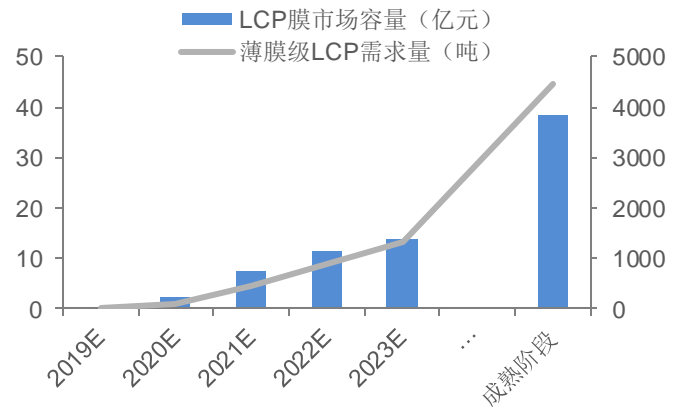
求持续增长。预期若未来 5G 手机渗透率提升至 80%，LCP 天线渗透率提升至 80%，LCP 需求量将有望超过 4000 吨，形成接近 40 亿的市场空间。

图表 15：全球智能手机出货量（百万部）



来源：IDC，国金证券研究所

图表 16：薄膜级 LCP 在手机天线中的空间预测



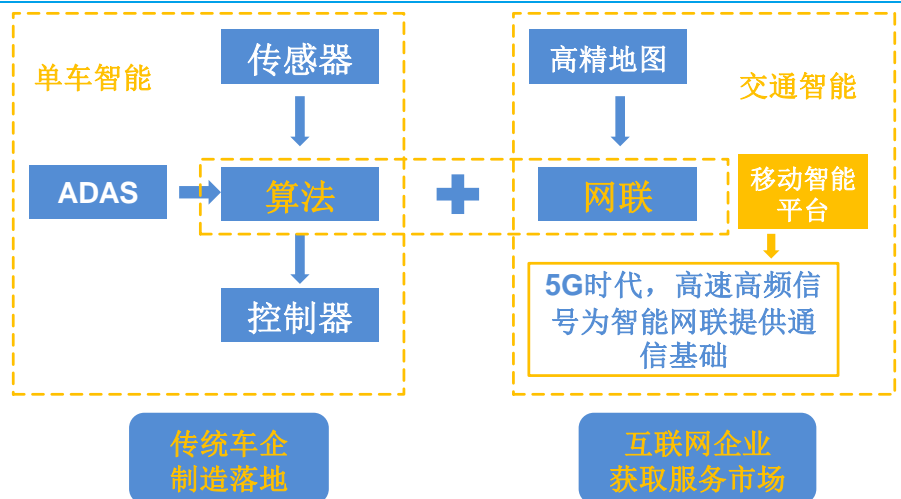
注：成熟阶段：5G 手机渗透率至 80%，LCP 渗透率至 80%

来源：IDC，公开资料，国金证券研究所测算

## 2.2、5G 多场景逐步推广，汽车、可穿戴设备等领域有望带动产品需求

- 5G 技术为无人驾驶高阶发展提供通讯基础，带动高频天线应用需求。虽然不同主体发展无人驾驶路径略有不同，但进入高阶发展阶段，都需要单车智能和交通智能的双重配合。经过多年的发展，无人驾驶仍未实现高阶水平的应用，其中的重要原因之一来自于现有的通讯技术尚未提供有效的信号传输支持。伴随着 5G 时代的来临，智能交通的推进速度有望不断加快，高频、高速、低时滞的信号传输将成为每辆智能汽车的必备要求，因而在 5G 时代下，汽车的信号传输过程中同样需要配备能接受毫米波，减少介电损耗的 LCP 天线。而相比于汽车的制造成本，LCP 的天线单体价值量占比将极其微小，在智能汽车的推广过程中，有望实现 LCP 天线的同步快速渗透。

图表 17：5G 高频传输为无人驾驶提供通信基础，带动高频天线需求

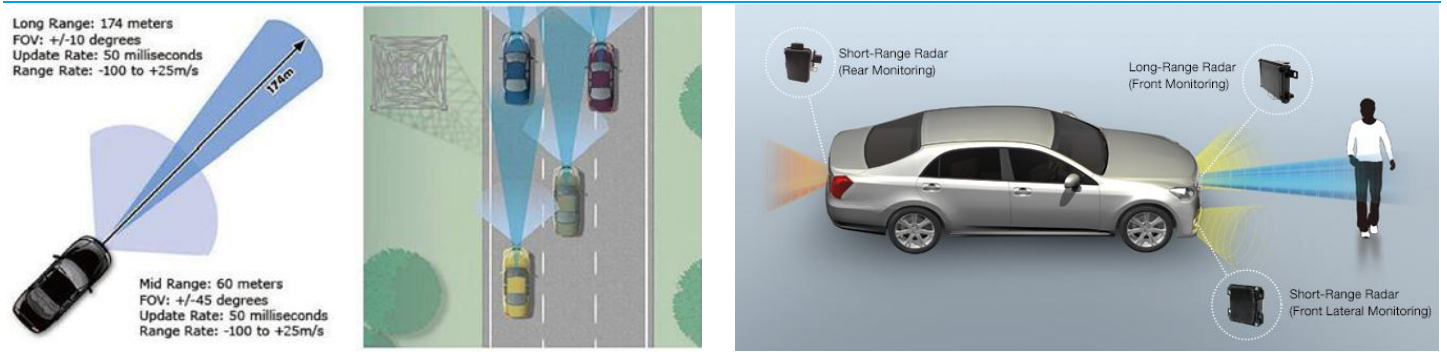


来源：国金证券研究所

- 毫米波雷达作为单车智能的重要设备，有望提升汽车中 LCP 天线的使用量。毫米波雷达具有体积小、方向性好、易集成、探测距离远和空间分辨率高的特点，受到的环境的影响较小，可以一定程度上辨别行人。而毫米波雷达成本较低，性价比高，搭配其他传感器将成为无人驾驶的主要配置方案，在无人驾驶测距时的精确度较高。随着无人驾驶程度的逐渐提升，对于驾驶感测的精度要求不断提升，毫米波雷达的应用也将有现阶段的中高端市

场渗透到中低端市场。伴随着毫米波雷达的应用，其反射的信号接收装置也有望带动 LCP 天线在单车中的使用量。

图表 18：毫米波雷达工作示意图



来源：高工智能，国金证券研究所

- 可穿戴设备连接 5G 通信，通信传输叠加空间要求带动 LCP 天线应用。近年来可穿戴设备持续保持高速增长势头，而随着 5G 时代的来临，智能手表等部分可穿戴设备作为另一类通讯终端，亦需要进行高频信号的同步接收，LCP 天线将有望获得快速渗透。不仅如此，作为可穿戴设备，体积小、重量轻的要求更为迫切，伴随着 5G 应用场景的推广以及 5G 配套的网络内容的增加，可穿戴设备的信号传输要求亦在同步提升，终端产品对 LCP 天线乃至以 LCP 载板的应用亦将快速提升，带动薄膜级 LCP 树脂的市场扩展。

### 三、注塑级 LCP 树脂——PCB 升级，应用场景不断渗透

- 注塑级 LCP 是 LCP 的另一种形态，具有耐高温、天然阻燃、超高机械强度、电绝缘性能好等特性，可以实现在多场景的应用。

图表 19：注塑级 LCP 特点

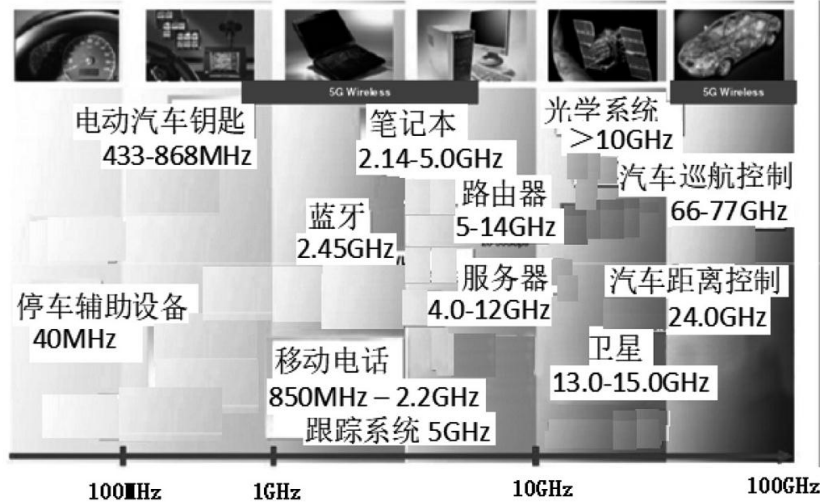
性能	特点
耐高温	满足 SMT 工艺对材料的耐热性要求（气相焊接&红外焊接）
天然阻燃	UL94 V-0
超高的机械强度	异常规整的内部结构带来极高的机械强度和模量水平
电绝缘性能	RTI 150-220°C，电性能不受影响

来源：CKNI，国金证券研究所

#### 3.1、PCB 往高频、小型化方向升级，LCP 渗透率不断增加

- PCB（印刷电路板）是电子元器件电气连接的载体，主要由绝缘基材与导体两类材料构成，在电子设备中起到支撑以及互联的作用，其中挠性电路板又被称为软板，是一种用 PI 做基材制成的印刷电路，可以任意进行弯折、挠曲，从而能在狭窄的空间中堆嵌大量精密元件。当前，挠性电路应用之广泛正以惊人的速度发展。
- 低频信号传输过程中，PCB 基材基本上选择 FR-4 一种介质材料，未来高频高速信号传输场景将不断增加，例如 5G 在一开始是 6GHz 频率，其后就到了 28GHz 的毫米波；例如超过 77GHz 的雷达也需要用到高频信号。高频信号的传输对于 PCB 基材有了新的要求，因为频率要高得多，所以材料损耗要小得多。PCB 基材中影响介电常数、介质损耗的主要是树脂类型，由此来看，低损耗材料的 LCP 更有优势。

图表 20: 高频应用的案例



来源: CKNI, 国金证券研究所

- 其次, 随着电子装置的复杂化和小型化发展, PCB 有更多的集成电路, 需要更为复杂的多层 PCB, 其密度不断增加, 尺寸不断缩小。目前使用 LCP 可以制造 25 mm 线宽/线距的 LCP 电路板, 包括挠性板、刚挠结合板、封装板和高达 20 层的多层板, 相信未来, 伴随着电子装置的小型化发展, LCP 基材应用场景会不断扩宽。

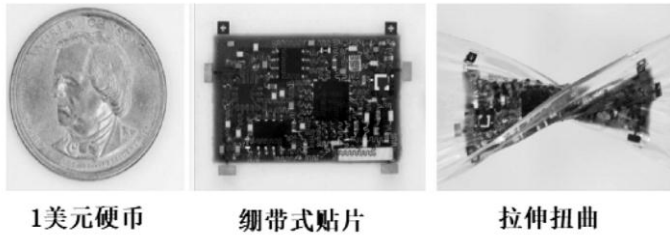
图表 21: 电力 PCB 和高集成逻辑 PCB 类新型 PCB 的新功能要求

在小体积箱体中更高电压下运行趋势	➔	增加电压到 800V (电池系统) 减少绝缘距离 < 100 μm (信号线)
元器件节距更小(约 0.4mm)和 I/O 更多(约 3000)趋势	➔	增加层数(约 20 层), 减少导线宽度/间距(约 70 μm)和导通孔直径(约 80-90 μm)
有机基板上的电力电子	➔	增加基板上铜截面(如汇流排线), 及围绕电力线局部各向异性加热
高速应用(车载计算机、雷达)趋势	➔	阻抗控制和高速材料提高到 10Gbps (现在 100Mbps - 1Gbps)和 77GHz

来源: CKNI, 国金证券研究所

- 医疗设备方面由于体积小、形状特殊、轻巧灵活, 大多数是用挠性 PCB, 现在为便于安装, 刚挠结合 PCB 也进入此领域了, 可以达到 16 至 20 层结构, 而这也依赖于 LCP 基材的应用。

图表 22：可伸缩的电子贴片

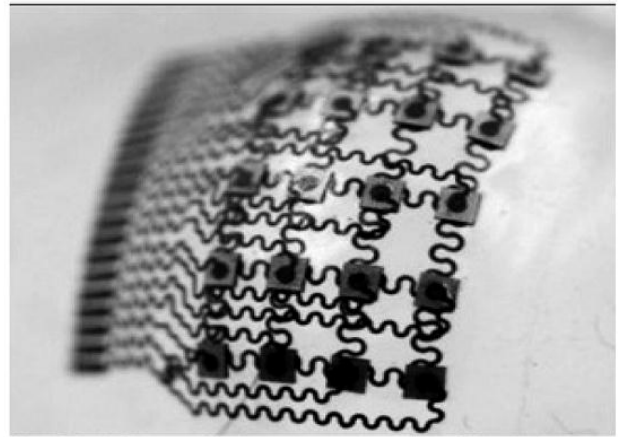


1美元硬币

绷带式贴片

拉伸扭曲

图表 23：“岛桥”结构的可穿戴超声波贴片



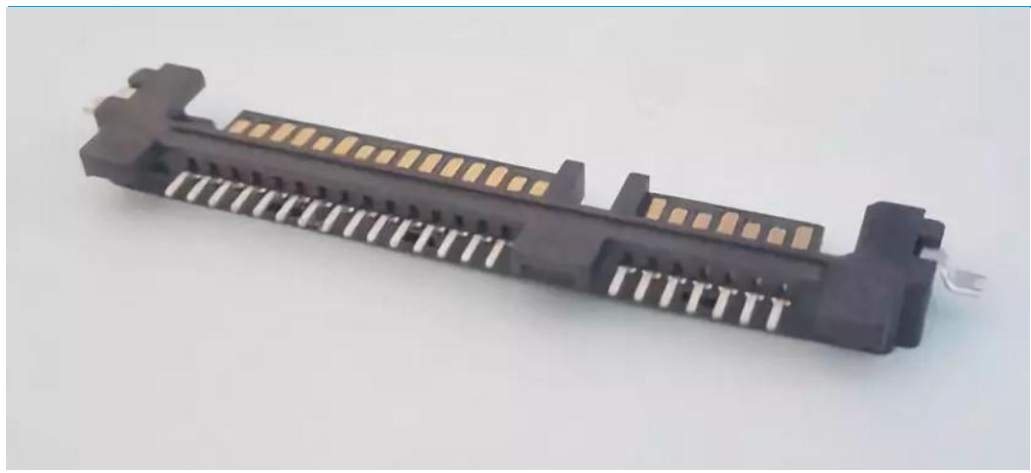
来源：CKNI，国金证券研究所

来源：CKNI，国金证券研究所

### 3.2、注塑级 LCP 在其他场景也具有广泛的应用

- SMT(表面组装技术)相较于传统插装技术，有着易于自动化，适用于高频应用和高接脚密度等优点。但是，SMT 对材料的耐温性能要求更高，需要焊接点附近的材料能在 250°C下维持 5s。此外 SMT 对材料的其他性能也要要求，例如尺寸稳定性，阻燃性等。LCP 有优良的耐温性，HDT 可达 230-300°C，高 HDT 的 LCP 是相当适用于 SMT 连接器。LCP 也具有良好的耐化学性及耐候性，而且耐辐射，更具有优异的阻燃性。相对于 PA6T，LCP 既可以在高温下保持稳定，且无吸湿后尺寸不稳定的问题。

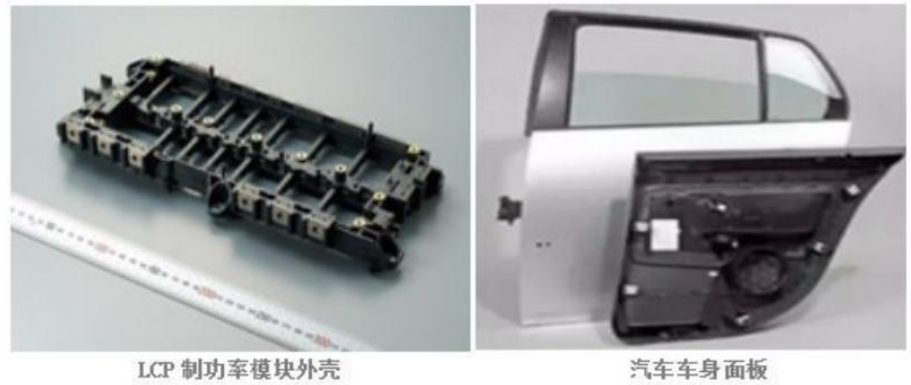
图表 24：LCP 在 SMT 连接器中的应用



来源：立鼎产业研究，国金证券研究所

- 此外，LCP 广泛用于制造汽车发动机内各种零部件以及特殊的耐热、隔热部件和精密机械、仪器零件。本田混合动力车的功率模块外壳通过采用 LCP 实现顶级的小型化和高输出。Mazda 开发 LCP 共混复合材料，用于制造汽车车身的面板

图表 25: LCP 在汽车中车身中的应用



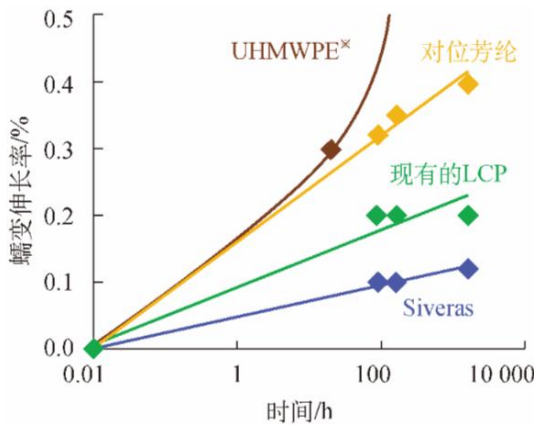
来源：立鼎产业研究，国金证券研究所

#### 四、LCP 纤维工艺不断突破，应用拓展未来可期

##### 4.1、积极探索第三形态，LCP 纤维性质优良

- LCP 纤维（6-羟基-2-萘酸和羟基苯甲酸）是一种通过聚合技术和纤维制作技术，采用 LCP 树脂原料形成的聚合物。从材料本身的特性来看，LCP 纤维具有以下优势特点：第一，LCP 纤维的蠕变伸长率小，具有良好的尺寸稳定性；第二，不同于现有的超强纤维，LCP 纤维具有良好的迁移能力，在加捻后仍有较高的强度保持率，这意味着我们可以用较少的纤维根数获得与常规材料强度相同的高强度产品，或采用与常规材料相同根数的新型纤维从而获得更高强度的产品；第三，LCP 纤维的抗弯曲性使得其强度保持率高于其他超强纤维，因此可用于需反复弯曲的产品中；第四，LCP 纤维还具有良好的阻燃性、耐热性、耐酸性及减振性，这也与其树脂及薄膜形态下的性质相同。

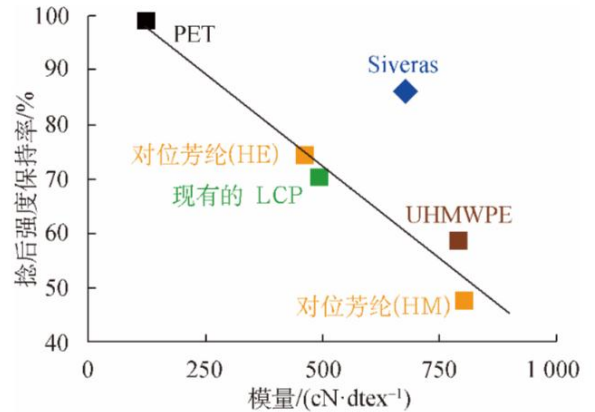
图表 26: 各超强纤维的蠕变特性



来源：CKNI，国金证券研究所

注：Siveras 是一种 LCP 纤维产品，UHMWPE 是超高分子量聚乙烯

图表 27: 捻度系数 80 且经加工的超强纤维的强度保持率

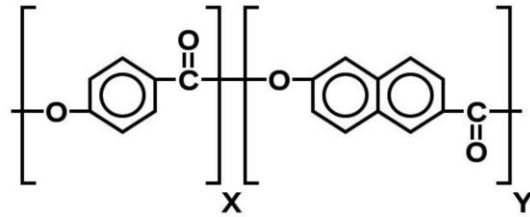


来源：CKNI，国金证券研究所

##### 4.2、研发生产不断推进，新型产品接连问世

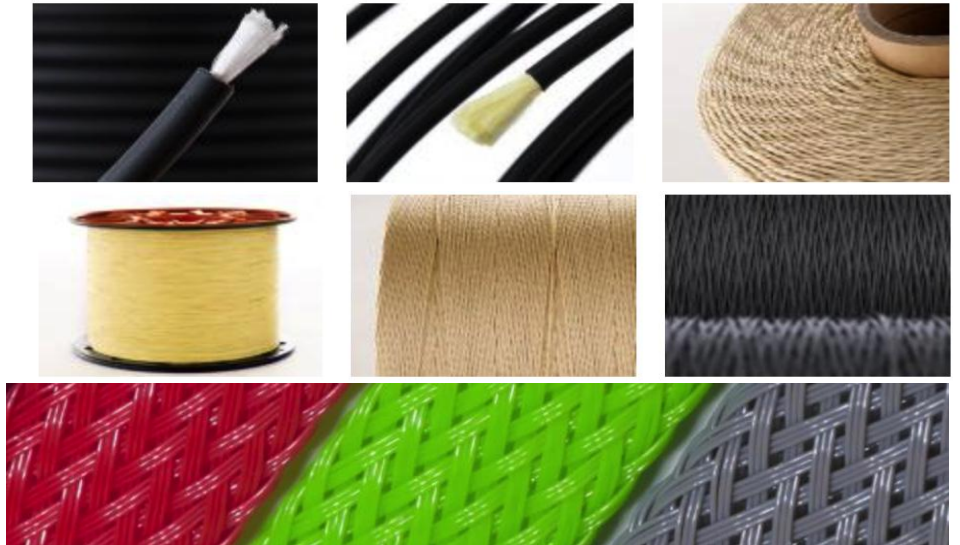
- Fiber-Line 公司通过熔融挤出工艺从液晶聚合物中纺出芳族聚酯，生产出一种 LCP 纤维产品。该生产过程使分子沿纤维轴进行取向，从而得到具有高韧性的 LCP 纤维，其具有高度的耐磨性、阻燃性、耐化学性（酸、碱、有机溶剂）及较低的纱线磨损度。

图表 28: LCP 纤维 (VECTRAN®) 化学结构式



来源: Fiber-Line 官网, 国金证券研究所

图表 29: VECTRAN® (一种 LCP 纤维产品) 产品外观



来源: Fiber-Line 官网, 国金证券研究所

- 2017 年, 日本东丽公司宣布已研发出 LCP 纤维产品 Siveras, 已于当年组织量产, 并在 2018 年开始销售。东丽公司发布的 LCP 纤维产品采用该公司 LCP 树脂原料, 融合先进的聚合技术和纤维制作技术, 强度达 20cN/dtex 以上, 弹性模量达 500cN/dtex 以上, 并且具有尺寸稳定性好、在水中可以保持高强度的特点。其产品不仅适用于船缆、渔网、水产养殖用品等, 因其还具有耐热、耐酸、减振、不易断等特点, 也广泛运用在产业资材领域。未来随着更多规格长丝的推出, LCP 纤维将具有更多的性能, 应用场景也有望实现更多领域的突破。

图表 30: LCP 纤维用途

产品用途	产品性质
绳索组件及性能增强涂料	可增加强度, 增强耐化学性、耐磨性及抗疲劳性
贯穿式千斤顶材料	具有高强度直径比, 即使低于冰点温度, 撕裂绳也可以撕破各种厚的护套材料和护套
皮带和软管增强纱工业用纱	具有高强度、低拉伸性和出色的抗疲劳性能, 用于皮带和软管增强可平放或扭曲, 减轻假捻影响
PCB 线路板材料	高频条件下具有较低的介电损耗, 扩大 PCB 板的频率使用范围

来源: CKNI, 国金证券研究所

## 五、投资建议

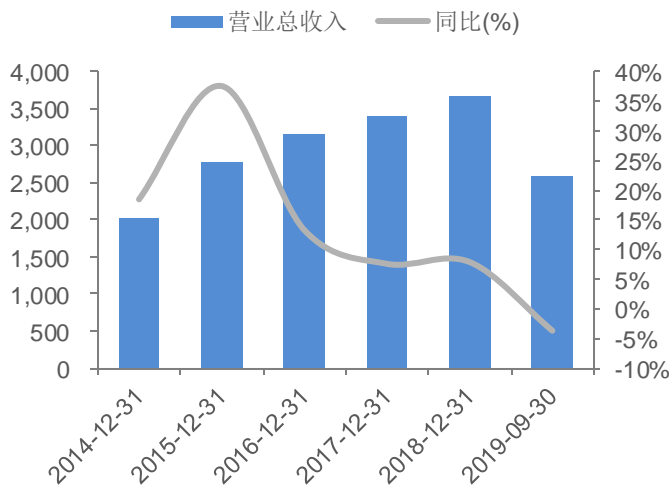
- 随着 5G 商用的普及, 对于 5G 材料的研究热度不断升温, LCP 材料因其低介电损耗的优质特性带动 LCP 在 5G 高频信号传输的应用场景中加速应用, 预计 LCP 材料在 5G 天线中的渗透率不断提升。此外, LCP 材料具有

良好的挠性方便其组合设计，满足电子产品小型化的趋势要求，良好的机械性能将有望拓展 LCP 在工程领域的应用空间。LCP 作为一种新型材料，其应用场景有望得到不断拓宽，在此背景下，我们建议重点关注最早进入 LCP 研发领域的普利特（2007 年布局 LCP 材料研发，具备 LCP 产能 2500 吨，已建立了从树脂聚合到复合改性的一系列完整的研发与批量化生产体系），关注金发科技（具备 LCP 聚合产能 3000 吨，产品与应用端评估良好），关注沃特股份（2014 年收购韩国三星精密 LCP 全部业务，已建成 3000 吨 LCP 生产线）

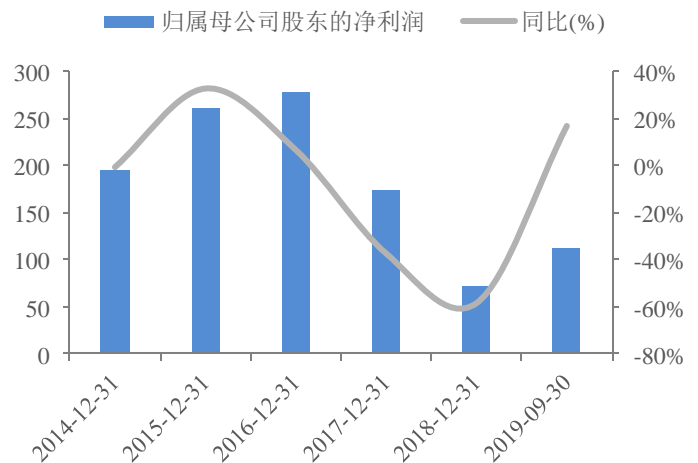
**普利特：改性塑料头部企业，自主研发 LCP，有望在高端领域放量**

- **改性塑料头部企业，原材料价格回落，业绩逐步进入拐点。**公司主营业务是汽车改性塑料，在供给侧改革和环保政策双重作用下，主要原材料 PP/PE 价格在过去两年中在比较高的水平，未来伴随着烯烃的大量投产，原材料价格将逐步下行周期，公司的成本端有望进一步下降；同时，汽车行业正在迎来边际改善，静待汽车行业需求拐点为改性塑料行业的需求带来改善。
- **LCP 自主研发，欲乘 5G 之东风。**公司于 2007 年布局 LCP 材料开发，当下已经拥有了对热塑性液晶高分子（TLCP）技术的完全自主知识产权，并且针对 TLCP 材料建立了从树脂聚合到复合改性的一系列完整的研发与批量化生产体系，累计 TLCP 年产能 2500 吨/年。一方面，伴随着 5G 时代的到来，公司所拥有的 TLCP 树脂材料可充分满足 5G 手机天线的应用，另外，LCP 作为一种新型材料，未来应用场景不断加速，公司 LCP 业务想象空间巨大。
- **外延增长，进入光稳定剂行业。**公司拟收购杭州帝盛进入光稳定剂行业，杭州帝盛是一家专注于光稳定剂的生产与销售的企业，主要从事光稳定剂的生产，拥有先进的技术，其工艺技术获得韩国松原的认可，和韩国松原是长期合作伙伴关系。目前主要制造工厂集中在江苏启东、浙江萧山和福建南平，普利特收购帝盛有利于其产业结构的升级和技术水平的提升，且伴随着福建南平 15000 吨产能建设及投产，公司的业绩有望迎来增长。

图表 31：普利特营业收入及变化（百万元）



图表 32：普利特归母净利润及变化（百万元）



来源：Wind，国金证券研究所

来源：Wind，国金证券研究所

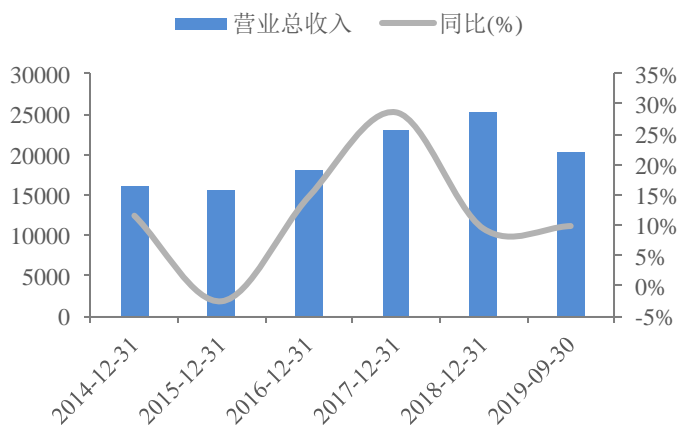
**金发科技：改性塑料龙头企业，高性能材料不断丰富**

- 公司是国内改性塑料的龙头企业，主要产品包括改性塑料、完全生物降解塑料、高性能碳纤维及复合材料、特种工程塑料和环保高性能再生塑料等五大类。其中在改性塑料板块，公司是亚太地区规模最大、产品种类最为齐全的改性塑料生产企业；在完全生物降解塑料、特种工程塑料和热塑性复合材料板块，公司的产品和质量达到国际领先水平。

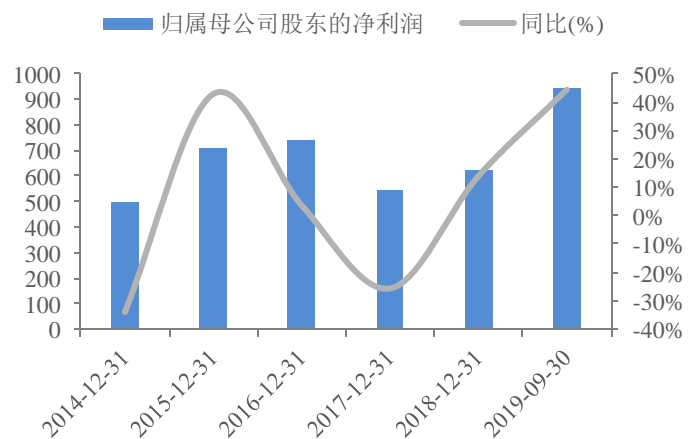


- **收购宁波海越，打通一体化产业链。**公司 2019 年 5 月完成对宁波海越全资收购，6 月 27 日，“宁波海越新材料有限公司”更名为“宁波金发新材料有限公司”，于 6 月 1 日起纳入公司合并财务报表范围。宁波金发拥有 60 万吨 PDH 产能，目前最主要的产品是丙烯、异辛烷、甲乙酮等，公司未来将打通丙烯-聚丙烯-改性塑料全产业链并扩大产能，有助于公司长远稳健发展。
- 公司全资子公司珠海万通特种工程塑料有限公司的年产 1000 吨 LCP 聚合装置于 2014 年初投产。此外，自 2016 年 1 月开始建设的年产 3000 吨 LCP 聚合装置。产品系列上，公司开发出了低熔点高强度 LCP 和超高耐热 LCP，并顺利产业化，至此形成了从 I 型到 III 型全系列热致液晶聚合物材料，成功开发了薄膜级 LCP，在应用端评估表现良好。

图表 33：金发科技营业收入及变化（百万元）



图表 34：金发科技归母净利润及变化（百万元）



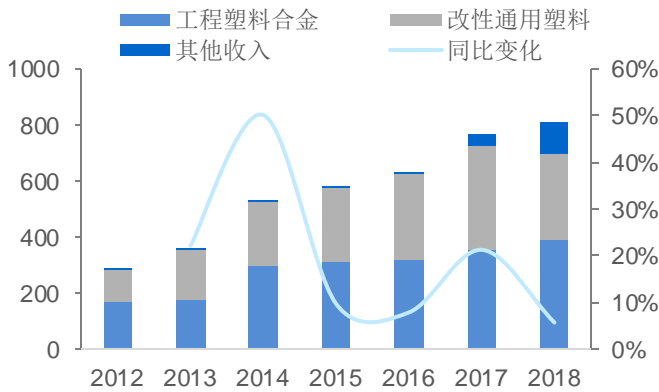
来源：Wind，国金证券研究所

来源：Wind，国金证券研究所

### 沃特股份：改性塑料多元化布局，5G 高频材料不断丰富

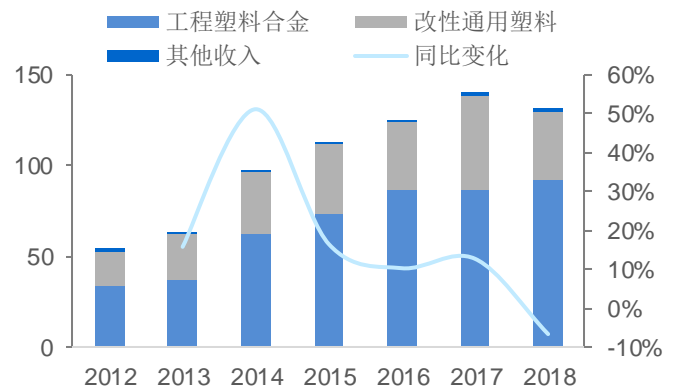
- **改性塑料多元产品布局，增强下游客户粘性。**公司主要进行三类产品布局，改性通用塑料、改性工程塑料和特种工程塑料，产品种类复杂多样，产品性能不断提升，产品附加值也逐渐增长。下游应用领域对于塑料产品的需求较为多样，单一终端产品的塑料材料需求涵盖多个种类，公司进行改性塑料多样化布局，形成多品类，多型号产品的综合供应体系，为下游客户提供全方位的产品设计和一站式的原料供应，扩大公司产品的应用空间，同时可以增加客户粘性，降低客户产品认证成本，面向同一客户由单品种—>多品种—>多系列逐渐拓展，逐步扩大公司的发展空间。
- **引进三星 LCP 产线，实现 LCP 产品快速布局。**2014 年公司从三星购进全套 LCP 产线的生产设备及 155 项无形资产和 7 项商标，聘用原三星精密化学的相关核心人员负责产线的生产和研发，同时公司与南方科技大学合作开展 LCP 材料的研发及产业化推广工作。通过全方位的产线引进和产品技术研发，公司快速实现 LCP 产品快速布局。公司凭借本土优势，有望快速抢占市场，实现高端产品的国产替代。
- **收购德清科赛 51% 股权，不断丰富 5G 高频材料业务。**2019 年公司收购德清科赛 51% 股权，开始切入含氟高分子材料领域。德清科赛是国内最早开展相关材料研究的企业之一，已经在高频设备用薄膜领域形成量产。通过收购公司将在含氟高分子树脂和 LCP 树脂领域形成双向协同布局，丰富高频材料产品，瞄准 5G 市场，提供综合材料解决方案。

图表 35: 沃特股份营业收入变化 (百万元)



来源: Wind, 国金证券研究所

图表 36: 沃特股份分产品营业利润 (百万元)



来源: Wind, 国金证券研究所

## 六、风险提示

**5G 推广不及预期:** 当前 LCP 的主要应用场景在于手机天线, 若 5G 推广不及预期, 5G 手机出货量增速放缓, 手机天线对于 LCP 的需求量不及预期。

**LCP 材料研发进度缓慢:** 当前 LCP 材料单价较高, 若 LCP 研发进度缓慢, 无法实现大规模生产, 高额的成本将制约 LCP 大规模使用。

**LCP 应用场景推广不及预期:** LCP 因为其优良的性能可以满足某些领域对材料的要求, 但某些领域材料更新换代速度较慢, 这也将制约 LCP 的推广。

**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，任何机构和个人均不得以任何方式对本报告的任何部分制作任何形式的复制、转发、转载、引用、修改、仿制、刊发，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。

本报告中的信息、意见等均仅供参考，不作为或被视为出售及购买证券或其他投资标的邀请或要约。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。证券研究报告是用于服务具备专业知识的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。国金证券建议获取报告人员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，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

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。

根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告仅供国金证券股份有限公司客户中风险评级高于 C3 级（含 C3 级）的投资者使用；非国金证券 C3 级以上（含 C3 级）的投资者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。

此报告仅限于中国大陆使用。

**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 7GH