

掘金高频覆铜板基材新蓝海

电子

覆铜板行业稳健成长，我国高附加值产品稀缺，正值进口替代黄金时期

2017 年全球刚性覆铜板总产值 121 亿美元，同比增长 19%，预计未来几年，在细分行业结构性增长带动下，刚性覆铜板市场规模将保持稳健增长。覆铜板行业工艺及资金壁垒高，全球竞争格局稳定，特殊基板为海外垄断，中国大陆覆铜板整体附加值较低，正值高端化突破黄金时期，进口替代空间大。

高频通信对于覆铜板材料提出新需求，PTFE 与碳氢系应用前景优
通信高频化趋势明显，传统基材传输损耗大，无法满足高频电路电性能要求。考虑到高频基材的低电气损耗及易加工性要求，高频电路用基板材料未来将不仅局限于热塑性 PTFE 材料，通过不断研究和改进，碳氢系树脂、聚苯醚等树脂多样化将成为演变趋势。近年国内企业生益科技、华正新材、中英科技、泰州旺灵等持续进行高频覆铜板的研发和生产，加速突破多种材料路线，市场需求起量后进口替代有望加速。

车载毫米波雷达、5G 基站天线、物联网等带来高频基材新需求

2017 年高频与高速基材合计市场规模仅数十亿，保守预计 2018-2025 年高频基材累计需求即达千亿级别（其中车载毫米波雷达、物联网应用等超过 600 亿，国内 5G 基站天线约 338 亿）。且其市场需求增长节奏确立：（1）5G 商用前夜，汽车辅助驾驶系统的渗透带动汽车雷达出货量提升，将持续推动低损耗及超低损耗高频电路基材需求；（2）2019 年国内及全球 5G 建设投资周期拉开后，高频基材主要战场将转变为 5G 通信基站天线应用，数百亿市场需求有望伴随国内 5G 建设周期迎来渐进式爆发增长；（3）5G 商用将真正开启万物互联，全球消费电子及可预见的 5G 无线连接物联网设备持续带来高频材料需求。

投资建议

我们认为率先布局高频基材的厂商有望以先发优势分享高频基板行业快速发展期的科技红利，而在众多试图掘金 5G 高频基材蓝海市场的厂商中，研发实力、产品性能、客户资源尤为关键。高端基材需求不断增长的同时，预计普通基材的市场规模也将持续扩增，规模优势显著的厂商持续受益。同时，积极布局高频基材加工环节的 PCB 厂家同样有望实现快速增长。此外建议关注高频覆铜板环节相关厂商的技术迭代进度及收购兼并的可能。**重点推荐生益科技、深南电路、沪电股份、景旺电子、胜宏科技等。**

相关公司盈利预测与估值表（2018.8.9 收盘价）

公司	股价 (元)	归母净利润(百万元)				摊薄eps				PE				评级
		17A	18E	19E	20E	17A	18E	19E	20E	17A	18E	19E	20E	
生益科技	10.59	1075	1215	1620	1803	0.74	0.57	0.77	0.85	14	19	14	12	买入
沪电股份	4.76	204	323	444	589	0.12	0.19	0.26	0.34	40	25	18	14	买入
深南电路	63.62	448	579	824	1181	1.60	2.07	2.94	4.22	40	31	22	15	增持
景旺电子	54.34	660	814	1096	1412	1.62	2.00	2.69	3.46	34	27	20	16	增持
胜宏科技	14.80	282	465	695	976	0.66	0.60	0.90	1.27	22	25	16	12	增持
华正新材	14.66	94	104	118	136	0.71	0.79	0.90	1.04	21	18	16	14	增持

风险提示 5G 商用不达预期、新材料技术迭代

维持

买入

黄瑜

huangyu@csc.com.cn

执业证书编号：S1440517100001

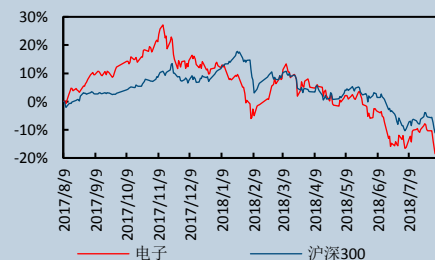
马红丽

mahongli@csc.com.cn

执业证书编号：S1440517100002

发布日期：2018 年 08 月 10 日

市场表现



相关研究报告

- 18.08.07 深南电路 (002916.SZ): 业绩符合预期, 期待 IC 封装基板及 5G 通信板放量 20180807
- 18.07.25 生益科技 (600183.SH): Q2 收入端超预期, 坚定看好高频高速材料发展前景 20180725
- 18.05.03 景旺电子 (603228.SH): 18Q1 业绩符合预期, 年内营收规模有望逐季提升 20180503
- 18.04.03 景旺电子 (603228.SH): 17 年业绩符合预期, 制造升级及技术创新进一步深化 20180403
- 18.03.30 生益科技 (600183.SH): 17 年业绩符合预期, 18 年稳中有增, 迎接 5G 时代高增长 20180330

目录

一、覆铜板行业下游应用广阔，新增需求层出不穷.....	7
1.1、覆铜板是 PCB 制造主要原材料，成本占比高.....	7
1.2、下游应用广阔，多个领域呈现快速增长.....	8
二、覆铜板行业格局稳定，我国高附加值产品进口替代空间大.....	12
2.1、覆铜板行业工艺及资金壁垒高，全球竞争格局稳定.....	12
2.2、大陆覆铜板整体附加值低，特殊基板为海外垄断，进口替代空间大.....	13
三、高频通信对覆铜板材料提出新需求，PTFE 与碳氢系材料应用前景优.....	16
3.1、通信高频化趋势明显，传统基材损耗大，无法满足高频电性能要求.....	16
3.2、PTFE 热塑性与碳氢类热固性材料介电性能优，国内企业加速突破.....	19
四、车载毫米波雷达、5G 基站天线、物联网应用带来高频基材新需求.....	24
4.1、当前高频基材主要用于毫米波雷达，汽车智能化升级带动需求持续增长.....	25
4.2、2019 年国内 5G 投资周期开启，基站天线带来高频基材需求渐进式爆发.....	29
4.3、5G 开启万物互联，物联网应用场景催生智能硬件高频基材需求.....	36
4.4、2018-2025 年高频基材市场累计需求规模保守预计接近千亿.....	44
五、投资建议与相关标的.....	50
5.1、生益科技.....	51
5.2、华正新材.....	55
5.3、中英科技（未上市）.....	57
5.4、泰州旺灵（未上市）.....	58
5.5、高斯贝尔.....	58
关注高频基材加工环节（PCB）龙头及潜在进入者.....	59
5.6、深南电路.....	59
5.7、沪电股份.....	60
5.8、景旺电子.....	60
5.9、胜宏科技.....	61
附录 1：高频覆铜板龙头罗杰斯对标研究.....	62
附录 2：毫米波电路对于高频覆铜板的具体参数要求.....	69
风险分析.....	73

图目录

图 1：玻璃纤维布基覆铜板剖面图.....	7
图 2：覆铜板三大原材料占比.....	7
图 3：2014-2016 年世运电路覆铜板及半固化片占直接原材料成本平均比重.....	8
图 4：2014-2016 年广东骏亚覆铜板及半固化片占直接原材料成本平均比重.....	8
图 5：覆铜板及 PCB 产业链上下游.....	9
图 6：新能源汽车三大系统带来电子设备增量需求.....	10
图 7：2020 年我国新能源汽车销量有望达 230 万辆.....	10

图 8: 1950-2030 汽车电子成本占比变化预测	10
图 9: 不同车型的汽车电子成本占整车比例.....	10
图 10: 2017-2020 年全球物联网整体市场规模变化 (万亿美元, %).....	11
图 11: 物联网架构及市场规模预测	11
图 12: 覆铜板的生产工艺流程	12
图 13: 2010 年以来我国覆铜板的视同进出口平均价格 (美元/千克)	14
图 14: 频段定义及应用	16
图 15: 覆铜板材料分级	17
图 16: 常见的四层混合介质微波和带状线传输布层 (调整 PCB 介质布层)	19
图 17: 按损耗因子 (Df) 分类的 PCB 材料	20
图 18: 近年进入毫米波电子电路应用市场的非 PTFE 类材料品种品牌及主要性能	22
图 19: 高频线路板材料演变趋势	23
图 20: 2017 年 ACS 事业部下游市场收入占比	25
图 21: ACS 事业部按细分领域收入增速	25
图 22: 自动驾驶等级	25
图 23: 智能驾驶在中国乘用车的渗透率快速提升.....	26
图 24: 中国 ADAS 市场规模持续增加.....	26
图 25: 车用雷达传感器出货量预测	27
图 26: PTFE 高频线路板-77GHz 雷达 PCB (76*63*0.8mm)	27
图 27: 预计中国车联网渗透率持续提升 (%)	29
图 28: 中国车联网用户规模预测 (万户)	29
图 29: 高频基材在基站中的应用	30
图 30: 小基站系统架构	31
图 31: 基站天线演变趋势	31
图 32: 基站天线点阵式矩阵结构, 天线数量大大增加.....	32
图 33: 传统 3G/4G 基站分布式架构.....	32
图 34: 华为 AAU 的有源天线解决方案	33
图 35: Pre-5G 天线阵子 (PCB) 示意图.....	33
图 36: 物联网层级架构图	37
图 37: 2025 年 9 个主要物联网应用及预估市场价值	37
图 38: 5G 支持物联网的扩展升级.....	38
图 39: 新消费群体对于 5G 的期望大多符合 5G 技术承诺.....	38
图 40: 2017 年 7 月每种流量套餐的月度流量使用量——移动和 Wi-Fi (GB)	38
图 41: 2017-2023 年联网设备数量 (亿台)	39
图 42: 2016 年知名模块厂商收入规模 (亿元)	39
图 43: 无线通信模块分类	39
图 44: 小米智能插座采用美满科技 Marvell EZ-Connect 无线物联网平台芯片解决方案	40
图 45: Renesas 的 V2X 模块图.....	40
图 46: 高通 2.4G/5G 可定制 QCA9880 无线模块.....	40
图 47: PI 软板与 LCP 软板的剖面结构	42
图 48: 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.....	42

图 49: 公司 2016 年按地区出货量占比 (%)	47
图 50: 公司主营业务收入占比 (百万美元)	47
图 51: Park 电化学公司总收入及电路板基材收入占比	48
图 52: Park 电化学公司收入按地区分布	48
图 53: Park 电化学公司电子材料技术路线	48
图 54: Park 电化学公司印刷线路板基材收入下游领域分布	48
图 55: 未来高频覆铜板需求增加的同时普通基材需求规模也将扩大.....	50
图 56: 公司近年分产品产量	51
图 57: 公司近年分产品销量	51
图 58: 近年公司研发费用占营收的比重维持在 4%以上.....	52
图 59: 公司近年分产品营业收入 (万元)	56
图 60: 公司近年毛利率及净利率变化	56
图 61: 公司各产品占营收的比重	57
图 62: 公司高频覆铜板毛利率及综合毛利率	57
图 63: 泰州旺灵 PTFE 类基材.....	58
图 64: 公司 PCB 产品重点应用领域	60
图 65: 公司下游应用领域占比	63
图 66: 公司主营业务收入占比 (百万美元)	63
图 67: 2016 年公司地区出货量占比 (%)	63
图 68: 公司近年收入及净利润 (百万美元, %)	63
图 69: 2016 年公司客户收入分布	64
图 70: 2016 年公司前十大客户收入分布	64
图 71: 公司毛利率与净利率近年稳定提升	64
图 72: 公司三大业务板块营业利润率近年稳中有升.....	64
图 73: 近三年销售及一般管理费用、研发费用占比 (%)	65
图 74: 内生与外延并重, 公司成长前景良好	66
图 75: 2017 年 H1 ACS 事业部下游市场收入占比.....	67
图 76: ACS 事业部按细分领域收入同比增速 (%)	67
图 77: 汽车安全及互联带来更多高频基材需求	68
图 78: 5G 部署将带来高频基材新增长.....	68
图 79: 罗杰斯近年股价走势及 PE (ttm) 水平.....	68
图 80: ED 铜、压延铜生产方式.....	69
图 81: 导体损耗和介质损耗是微带线电路设计中最主要的两种损耗.....	70
图 82: 材料介电常数越大, 电磁波传输速度越慢.....	70
图 83: Dk 的变化对电路性能有显著的影响	70
图 84: Dk 随频率变化是材料固有属性	71
图 85: 不同材料的 TCDk 性能对比	71
图 86: 材料介电常数越大, 电磁波在介质中传输速度越慢.....	72
图 87: 使用不同材料混压来降低成本	73

表目录

表 1: 覆铜板基本分类	7
表 1: 覆铜板基本分类 (续表)	8
表 2: 全球刚性覆铜板产值和产量	9
表 3: 覆铜板行业前十名厂商市占率 (百万美金, %)	13
表 4: 全球刚性覆铜板主要厂商	13
表 5: 2018 年 1-3 月我国覆铜板进出口量及价格	14
表 6: 2016 与 2017 年全球刚性覆铜板不同种类产值	14
表 7: 高频基材与高速基材应用场景对比	17
表 8: 传统 PCB 基材材料性能无法满足先进电子设备要求	18
表 9: 部分树脂改性及玻纤改性材料	19
表 10: 典型商用薄型高频基材	20
表 11: 典型商用薄型半固化片	21
表 12: 部分印刷板常用基材树脂的介电性能 (低频测试频率, 1MHz)	21
表 13: 高频基材价格远高于普通 FR-4	23
表 14: 2018-2025 年车载毫米波雷达、5G 基站天线及物联网应用带来高频基材的需求量测算	24
表 15: ADAS 不同类型传感器对比	26
表 16: 2018-2025 年全球车载毫米波雷达高频基材市场空间测算	27
表 16: 2018-2025 年全球车载毫米波雷达高频基材市场空间测算 (续表)	28
表 17: 若干厂商推出的适用于汽车防撞雷达用高频基材的型号及性能 (不完全统计)	28
表 19: 移动通信发展历程	29
表 20: 4G 和 5G 基站中天线高频 PCB 总需求面积	34
表 21: 4G 和 5G 基站中天线高频 CCL 需求规模总量	35
表 22: 2018-2025 年 5G 基站天线对于高频 PCB 及覆铜板基材需求量	35
表 22: 2018-2025 年 5G 基站天线对于高频 PCB 及覆铜板基材需求量 (续表)	36
表 23: 2018-2025 年全球 5G 物联网设备无线连接模块对于高频基材需求	41
表 24: 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	42
表 25: 2018-2025 年消费电子及 5G 物联网设备天线对于高频基材需求	43
表 26: 2018-2025 年全球消费电子及物联网应用合计带来高频基材的需求量测算	43
表 27: 网络应用演示实例及其支持技术	44
表 28: 2011-2016 年全球刚性覆铜板不同种类产值	45
表 29: 2015-2018 年国内高频 PTFE 类 CCL 市场规模	45
表 30: 2015-2018 年全球高频高速 CCL 市场规模	46
表 31: 罗杰斯公司主要业务线	47
表 32: 2018-2025 年车载毫米波雷达、5G 基站天线及物联网应用带来高频基材的需求量测算	49
表 33: 公司特种 (高频) 覆铜板项目投资收益率及净利率	53
表 34: 生益科技部分高频高速覆铜板产品及其竞品	54
表 35: 公司可转债募集资金投产项目	54
表 36: 2018-2020 年公司收入及毛利率预测	55
表 37: 华正新材主要高频高速覆铜板产品	56

表 38: 中英科技主要高频高速覆铜板产品.....	57
表 39: 泰州旺灵主要高频高速覆铜板产品.....	58
表 40: 公司的高频覆铜板产品及性能	59
表 41: 公司的高频覆铜板产能规划	59
表 42: 罗杰斯公司主要业务线	62
表 43: 罗杰斯高频高速覆铜板主要应用市场.....	66
表 44: 罗杰斯高频高速覆铜板主要应用市场(续)	67
表 45: 不同材料电学性能及制造难度对比.....	72

一、覆铜板行业下游应用广阔，新增需求层出不穷

1.1、覆铜板是 PCB 制造主要原材料，成本占比高

覆铜板种类繁多，铜箔、玻纤布及树脂为三大主要原材料

覆铜板（Copper Clad Laminate），简称 CCL，是由石油木浆纸或者玻纤布等作增强材料，浸以树脂，单面或者双面覆以铜箔，经热压而成的一种板状材料。覆铜板上游原材料主要包括铜箔、玻璃纤维布、树脂等材料，普通型覆铜板中铜箔、玻纤布和树脂三大原材料比重各约三分之一。

图 1：玻璃纤维布基覆铜板剖面图

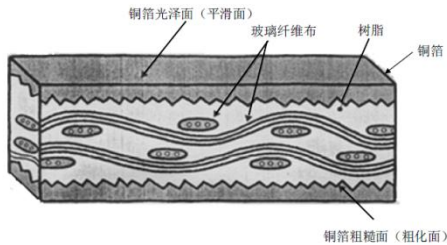
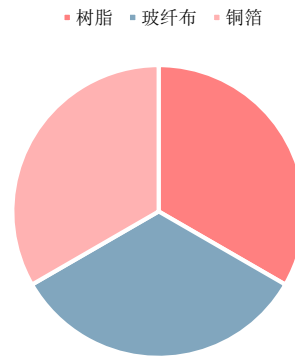


图 2：覆铜板三大原材料占比



资料来源：公司招股说明书，中信建投证券研究发展部

资料来源：FOXCONN，中信建投证券研究发展部

按照构造和结构分类，覆铜板可分为刚性覆铜板、挠性覆铜板及特殊材料基覆铜板三大类。刚性 CCL 是指不易弯曲，并具有一定硬度和韧度的覆铜板。复合基 CCL 一般指由两种以上的补强材料（一般为纸、玻纤布或玻璃毡）与树脂经压合制成的一种刚性覆铜板。挠性 CCL 是用具有可挠性补强材料（薄膜）覆以电解铜箔或压延铜箔制成，其优点是可以弯曲，便于电器部件的组装。

表 1：覆铜板基本分类

按照结构、构造分类	按照基材分类	用途
刚性 CCL	纸基 CCL	通讯设备、家用电器、电子玩具、计算机周边设备等产品
	玻纤布基 CCL	计算机、游戏机、打印机、通讯设备、移动电话基站设备等产品
	复合基 CCL-环氧树脂类	电子产品、家用电器
	复合基 CCL-聚酯树脂类	通讯设备
挠性 CCL	聚酯树脂 CCL	汽车电子、办公自动化设备等领域
	聚酰亚胺 CCL	手机、数码相机、摄像机、笔记本电脑等便携式电子设备，汽车电子、办公自动化设备、仪器仪表、医疗器械、航空航天、国防等领域

资料来源：上市公司公告，中信建投证券研究发展部

表 1：覆铜板基本分类（续表）

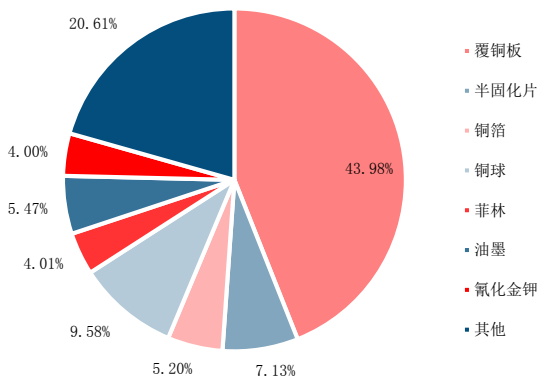
按照结构、构造分类	按照基材分类	用途
特殊材料基 CCL	金属类基板	在大功率集成电路、汽车和摩托车、办公自动化、大功率电器设备和电源设备等领域
	陶瓷类基板	在大功率多芯片组件、高频开关电源、变频器、调速电极以及汽车、航天等领域
	耐热热塑性基板	无线网络、卫星通讯、移动电话接收基站等领域

资料来源：上市公司公告、中信建投证券研究发展部

覆铜板是 PCB 制造主要原材料，成本占比高

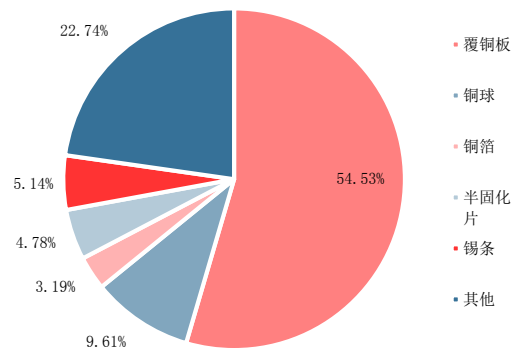
覆铜板是制造印刷线路板（PCB）极其重要的基础材料，对于 PCB 板的性能、加工性、成本等方面影响较大。根据 PCB 行业部分上市公司公开数据，覆铜板及半固化片（覆铜板的半成品）占 PCB 直接原材料成本比重约 30%-60%。

图 3：2014-2016 年世运电路覆铜板及半固化片占直接原材料成本平均比重



资料来源：公司招股说明书，中信建投证券研究发展部

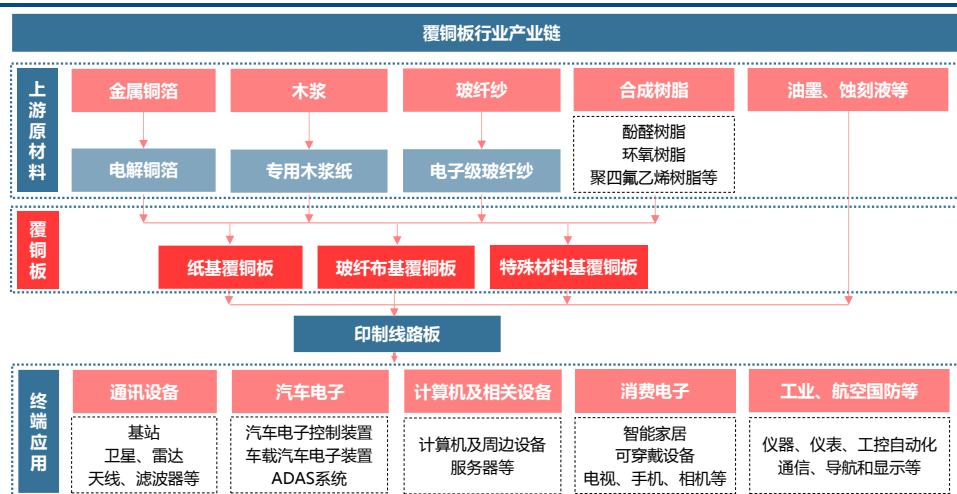
图 4：2014-2016 年广东骏亚覆铜板及半固化片占直接原材料成本平均比重



资料来源：公司招股说明书，中信建投证券研究发展部

1.2、下游应用广阔，多个领域呈现快速增长

从产业链结构看，覆铜板的下游印刷线路板（PCB）的应用领域相当广泛，包括计算机、通信终端、消费电子、汽车电子、工业控制、医疗仪器、国防、航空航天等。

图 5：覆铜板及 PCB 产业链上下游


资料来源：上市公司招股说明书，中信建投证券研究发展部

根据 2018 年 6 月 Prismark 公司发布的数据，2017 年全球刚性覆铜板总产值 121 亿美元，同比增长 19%，其中，中国大陆总产值 80 亿美元，全球第一，同比增长 22%。预计未来在细分行业结构性增长带动下，刚性覆铜板市场规模将保持稳健增长。

表 2：全球刚性覆铜板产值和产量

地区	产值（百万美元）			产量（百万平方米）		
	2016 年	2017 年	增长率	2016 年	2017 年	增长率
美洲	306	313	2.3%	8.9	8.8	-1.1%
欧洲	218	229	4.9%	8.5	8.6	1.2%
日本	538	574	6.7%	19.6	20.4	4.1%
中国大陆	6614	8037	21.5%	410.4	445.5	8.6%
亚洲其他（除中国大陆和日本）	2512	2986	18.9%	129.5	141.0	8.9%
合计	10189	12139	19.1%	576.9	624.3	8.2%

资料来源：Prismark、中信建投证券研究发展部

细分领域出现结构性增长机会，带来覆铜板及印刷线路板（PCB）需求提升：新能源汽车带来增量需求、汽车电子渗透率持续提升、4G 及 5G 建设周期拉动、物联网新智能设备兴起等，总体来看，PCB 整体市场需求呈现结构性快速增长趋势，覆铜板市场需求未来几年有望保持景气。

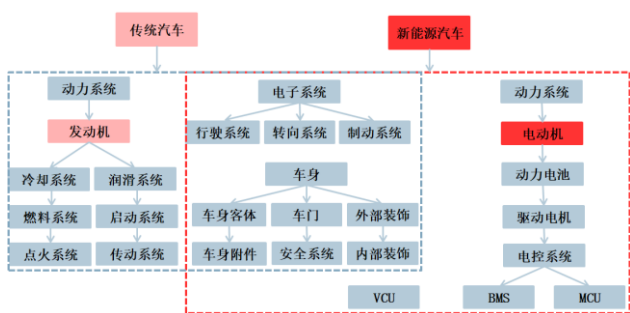
■ 新能源汽车带来增量需求

新能源汽车的平台架构有别于传统燃油汽车，其中，整车控制器（VCU）、电机控制器（MCU）和电池管理系统（BMS）是最重要的核心技术，对整车的动力性、经济性、可靠性和安全性等有着重要影响，也是新能源汽车特有的电子单元。

新能源汽车在全球范围内已进入快速发展期，全球大车企多由过去的观望和谨慎投入转向战略性投入，2017

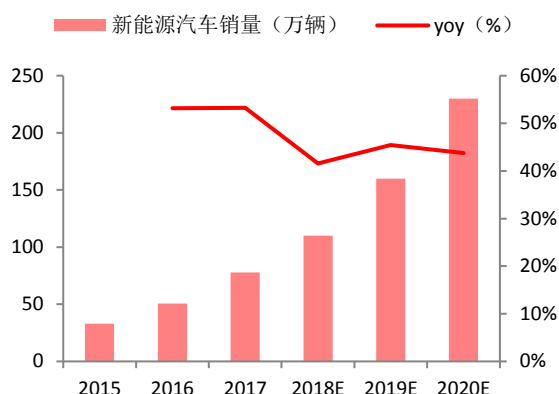
年初，各国主要汽车生产厂商陆续发布了未来在新能源汽车领域的发展规划，据中国工业报报道，到 2025 年，各车企在新能源汽车领域的规划销量合计将达到 570 万-820 万辆。作为战略性新兴产业之一，2017 年我国新能源汽车产销量分别达到 79.4 万辆、77.7 万辆，同比分别增长 53.8%、53.3%，市场占比 2.7%，比上年提高 0.9 个百分点。根据国务院发布的《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》，到 2020 年我国将形成新能源汽车 200 万辆的产销量规模，达到累计 500 万辆产销量的目标，预计新能源汽车的发展将推动 PCB 增量需求。

图 6：新能源汽车三大系统带来电子设备增量需求



资料来源：高工锂电，中信建投证券研究发展部

图 7：2020 年我国新能源汽车销量有望达 230 万辆



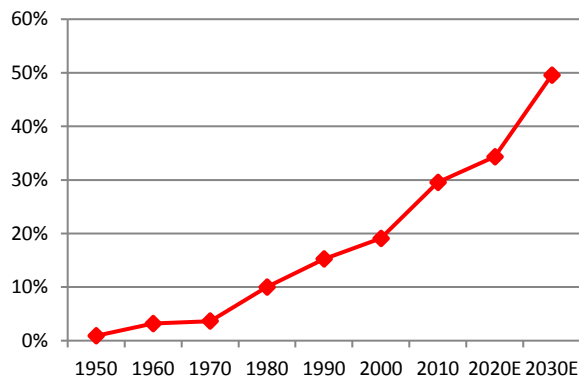
资料来源：智研咨询，中信建投证券研究发展部

■ 汽车电子渗透率持续提升

在联网、娱乐、节能及安全等四大发展趋势的驱动下，未来汽车电子化程度将越来越高，更高的电子设备渗透率持续催生 PCB 需求。

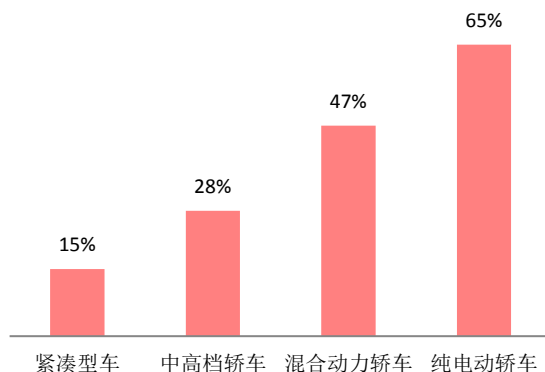
根据产业信息网整理的的数据，单台汽车中电子零部件的成本占比自 1950 年的 1%左右持续提升；台湾车辆研究测试中心预计，未来汽车电子占整辆汽车的产值比重将超过 40%，全球汽车电子产值将从 2013 年的 1975 亿美元增长到 2019 年的 3011 亿美元。

图 8：1950-2030 汽车电子成本占比变化预测



资料来源：中国产业信息网，中信建投证券研究发展部

图 9：不同车型的汽车电子成本占整车比例



资料来源：智研咨询，中信建投证券研究发展部

■ 4G 网络完善覆盖，5G 商用建设周期到来

过去几年，三大运营商全力推进 4G 网络基础设施建设，基本实现全国城市、县城的连续覆盖，发达乡镇、农村数据业务热点覆盖。

后 4G 时代，运营商为改善室内深度覆盖、增加网络容量、提升用户感知，将会继续加大基础设施建设，大规模部署小型基站，例如 Micro(微蜂窝)、Pico(微微蜂窝)、femto(家庭基站)、Relay(中继站)等，以提供成本更低、速度更快、质量更优的精细化 4G 网络。

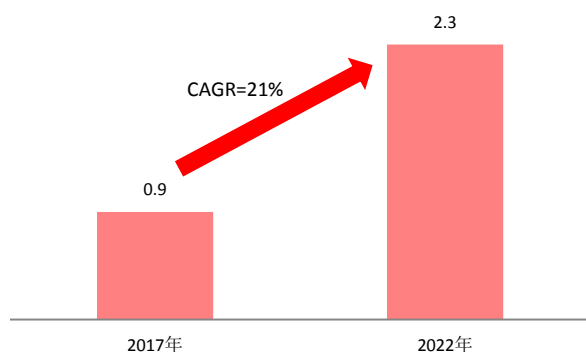
伴随 5G 商用渐行渐近，5G 网络设备数量将会迎来爆炸性增长。时间点上，预计中国将在 2019 年进入 5G 商用阶段，美国则更快，近日美国通信巨头 AT&T 宣布，计划 2018 年向美国超过 12 个城市推出智能手机 5G 无线通信服务，成为首家大规模推广商用 5G 移动服务的运营商。从 3G 到 4G 再到 5G，波长更短，基站建设更加密集，我们判断 5G 宏基站数量是 4G 基站的 1.5 倍，新增小基站则更加密集。5G 基站数量的大幅增加和基站前传网络的需求也将会带来大量 PCB 需求。

■ 物联网智能设备兴起

全球物联网技术创新近年空前活跃，物联网 MCU、窄带物联网芯片、新型传感器等新技术新产品层出不穷，有力推动物联网的应用普及。中国工信部预测，2016 年全球物联网市场近 700 亿美元，同比增长 21%，预计 2018 年市场规模有望超过千亿美元；Gartner 预计，到 2021 年，全球联网设备将达到 280 亿台，其中 160 亿台与物联网有关。

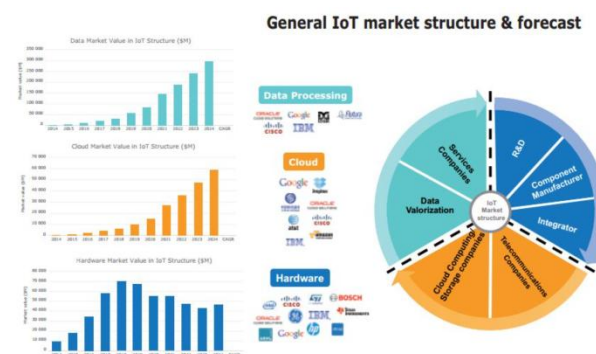
物联网技术与基础软硬件、移动互联网等技术全方位融合，将开启全球智能电子产品创新浪潮，新型智能终端、智能可穿戴设备、智能家居等率先快速发展，将成为信息产业新的增长点，带动底层基础电子基材的应用需求。

图 10：2017-2020 年全球物联网整体市场规模变化（万亿美元，%）



资料来源：前瞻产业研究院，中信建投证券研究发展部

图 11：物联网架构及市场规模预测



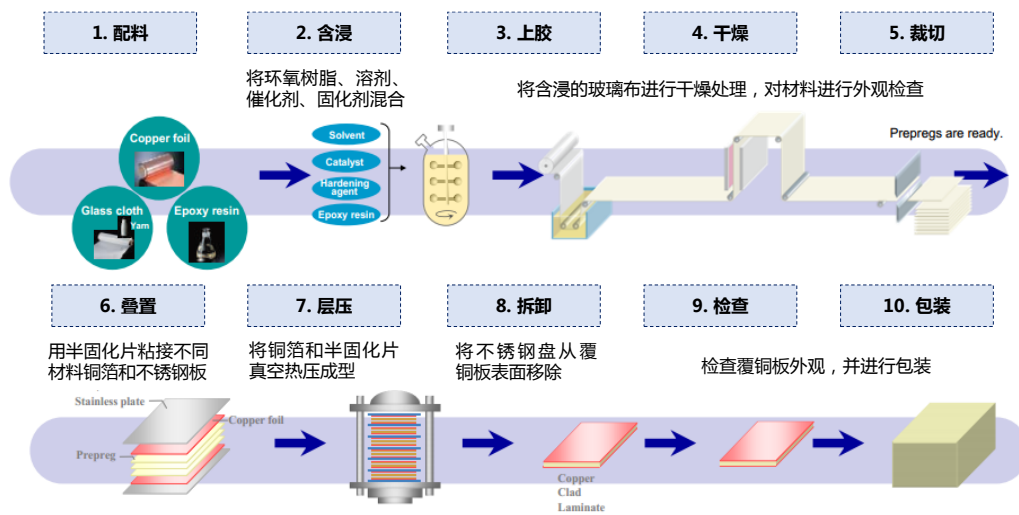
资料来源：Gartner，中信建投证券研究发展部

二、覆铜板行业格局稳定，我国高附加值产品进口替代空间大

2.1、覆铜板行业工艺及资金壁垒高，全球竞争格局稳定

覆铜板整个生产工艺流程涵盖配料、含浸、分捆、熟压、组合、检查和包装等环节，最重要的制造环节包含调胶→上胶→裁切→叠置→组合→热压成型→检验等流程（上胶前属于未固化，上胶后烘干属于半固化片，固化程度约 50%，热压成型后完全固化）。虽然不同类型的覆铜板共享一些基础工艺，但技术稳定性较高的产品需根据原材料材质、精度、结构、客户指定的其他专门要求来确定不同的生产工艺，厂家需要具备较高的技术水平才能完成高技术含量产品的生产。

图 12：覆铜板的生产工艺流程



资料来源：Panasonic、中信建投证券研究发展部

覆铜板企业通常投资规模较大，以生产覆铜板的重要生产设备压机为例，一台压机的价格在 1200 万元以上，构建完整的生产线需要较大规模的资金投入，且随着产品更新换代速度加快、质量标准提高以及安全及环保标准提高，企业在生产工艺设备、安全及环保设备、研发设施以及人员储备方面的投资也会逐步增加。

由于上述资金与工艺壁垒以及产品的非定制化属性，覆铜板行业集中度高，企业规模相对较大，全球已经形成相对集中和稳定的格局。从全球排名和市场份额来看，领先厂商近几年排名变化较小，2017 年建滔化工集团以 16.65 亿美元继续排名全球第一，占全球份额为 14%，生益科技以 15.15 亿美元排名全球第二，占全球份额为 12%，南亚塑胶以 14.72 亿美元排名全球第三，占全球份额为 12%。行业前 10 大合计份额 70% 以上。

表 3：覆铜板行业前十名厂商市占率（百万美金，%）

排名	2013	份额	2014	份额	2015	份额	2016	份额	2017	份额
1	建滔化工 (1345)	14.2%	建滔化工 (1330)	13.5%	建滔化工 (1345)	14%	建滔化工 (1411)	14%	建滔化工 (1665)	14%
2	生益科技 (989)	10.4%	生益科技 (1087)	11%	生益科技 (1087)	12%	生益科技 (1183)	12%	生益科技 (1515)	12%
3	南亚塑胶 (960)	10%	南亚塑胶 (1073)	10.9%	南亚塑胶 (976)	10.5%	南亚塑胶 (1127)	11%	南亚塑胶 (1472)	12%
4	松下电工 (784)	8.3%	松下电工 (803)	8.1%	松下电工 (734)	8%	松下电工 (823)	8%	松下电工 (945)	8%
5	联茂电子 (591)	6.2%	联茂电子 (651)	6.6%	台光电子 (633)	7%	台光电子 (657)	6%	台光电子 (740)	6%
6	台光电子 (543)	5.7%	台光电子 (630)	6.4%	联茂电子 (523)	6%	联茂电子 (610)	6%	联茂电子 (696)	6%
7	Isola (540)	5.7%	Isola (523)	5.3%	金安国纪 (411)	4%	金安国纪 (464)	5%	金安国纪 (533)	4%
8	斗山电子 (435)	4.6%	斗山电子 (433)	4.4%	Isola (417)	4%	斗山电子 (400)	4%	台耀科技 (473)	4%
9	金安国纪 (389)	4.1%	金安国纪 (375)	3.8%	斗山电子 (349)	4%	Isola (382)	4%	斗山电子 (460)	4%
10	日立化成 (364)	3.8%	台耀科技 (358)	3.6%	台耀科技 (347)	4%	日立化成 (358)	3%	日立化成 (425)	4%

资料来源：公开资料、中信建投证券研究发展部

表 4：全球刚性覆铜板主要厂商

国家/地区	覆铜板公司
中国大陆	建滔、生益、联茂、日立化成、Isola、松下电工、住友电木、南亚塑胶、台耀、台光、金安国纪、山东金宝、腾辉、上海南亚等
日本	日立化成、松下电工、住友电木、三菱瓦斯等
中国台湾	南亚塑胶、台光、长春、联茂、Isola、松下电工、台耀等
韩国	斗山、LG 等
美国	Isola、Park Nelco、罗杰斯等
欧洲	Isola、松下电工、Park Nelco 等
新加坡	Isola、Park Nelco 等
马来西亚	Isola、住友电木等
泰国	松下电工等

资料来源：Prismark、中信建投证券研究发展部

2.2、大陆覆铜板整体附加值低，特殊基板为海外垄断，进口替代空间大

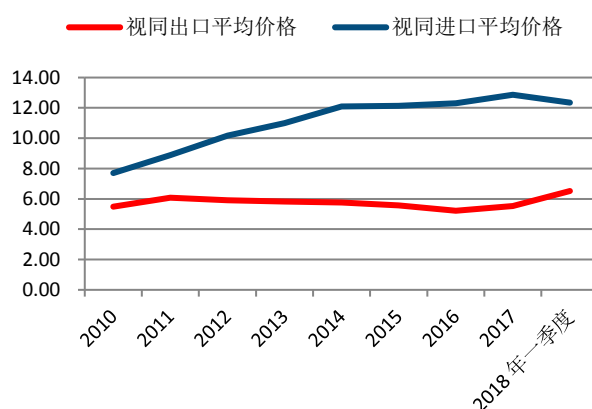
全球覆铜板行业已形成多极化发展阶段，美、欧、中、日、台、韩企业在不同档次产品市场上的份额分割存在较大差异，中、台、韩的内资 CCL 企业覆铜板产品以中、低端产品为主，以规模及成本优势侵蚀日、美、欧同行的中低端产品市场份额，但高端 CCL 市场仍由日、欧、美企业占据。相比之下，中国大陆覆铜板整体附加值较低，正值高端化突破黄金时期，进口替代空间大。

从 2018 年 1-3 月我国大陆地区覆铜板进出口数据来看，2018 年第一季度我国覆铜板出口量依然超过进口量，但出口总额低于进口总额，视同进口价仍然约是视同出口价的 2 倍多，总体贸易逆差 1.15 亿美元，说明进口产品附加值更高，国内该品类供应稀缺。

表 5：2018 年 1-3 月我国覆铜板进出口量及价格

月份	出口量 (万吨)	出口额 (亿美元)	进口量(万吨)	进口额 (亿美元)	贸易逆差 (亿美元)
1	0.8078	0.5164	0.9103	0.9995	0.4831
2	0.6461	0.4275	0.6313	0.7779	0.3504
3	0.9716	0.6369	0.6749	0.9571	0.3202
1-3 月合计	2.4255	1.5808	2.2164	2.7345	1.1537
同比增长(%)	3.72	4.93	9.81	8.00	12.50

资料来源：CCLA、中信建投证券研究发展部

图 13：2010 年以来我国覆铜板的视同进出口平均价格（美元/千克）


资料来源：根据国家有关统计部门的数据整理、中信建投证券研究发展部

根据 Prismark 统计数据，2016 年全球刚性覆铜板总产值约 101 亿美元（65%分布于中国大陆地区），其中，2012-2016 年特殊基板（封装基板及高频/高速板）产值年均复合增速 8%，复合基板产值年均复合增速 10%，其他类型覆铜板产值年均复合增速略有下滑。

表 6：2016 与 2017 年全球刚性覆铜板不同种类产值

产值（百万美元）	2016	2017	2017/2016 (%)
纸基板	636	731	15%
复合基板	875	1066	22%
FR-4	4005	4904	22%
高 Tg FR-4	1054	1087	3%
无卤板	1686	2102	25%
特殊基板及其他	1932	2249	16%
合计	10188	12139	19%

资料来源：Prismark、中信建投证券研究发展部

特殊覆铜板主要是高频/高速板和封装基板，具体包括 BT/环氧玻璃纤维布板、改性 FR-4(低 CTE 和低 Dk/Df)、PPO 改性环氧板、类 BT 板、PTFE 板、PI/玻璃纤维布板，应用于 IC 载板、高速数字、射频无线 (RF wireless)、太空、测试等领域。需要指出的是，Prismark 对于特殊基板的统计数据局限于历史经验，我们认为，未来几年在 5G、汽车自动驾驶、物联网等行业带动下，高频/高速等特殊基板市场需求将迅速扩大，发展前景良好。

当前特殊覆铜板为海外企业所垄断，该领域主要生产厂家包括三菱瓦斯、日立化成、罗杰斯、Isola、Nelco、松下电工、斗山电子、Taconic、南亚塑胶等。近年，国内覆铜板企业生益科技、中英科技、泰州旺灵、华正新材等在高频/高速材料领域获得较大突破，部分产品可与 Rogers (主打高频)、松下 (主打高速) 等同类产品媲美，未来在行业需求向上的背景下，进口替代空间巨大。

三、高频通信对覆铜板材料提出新需求，PTFE 与碳氢系材料应用前景优

（本章涉及技术参数较多，详细原理解释请参照“附录 2”章节）

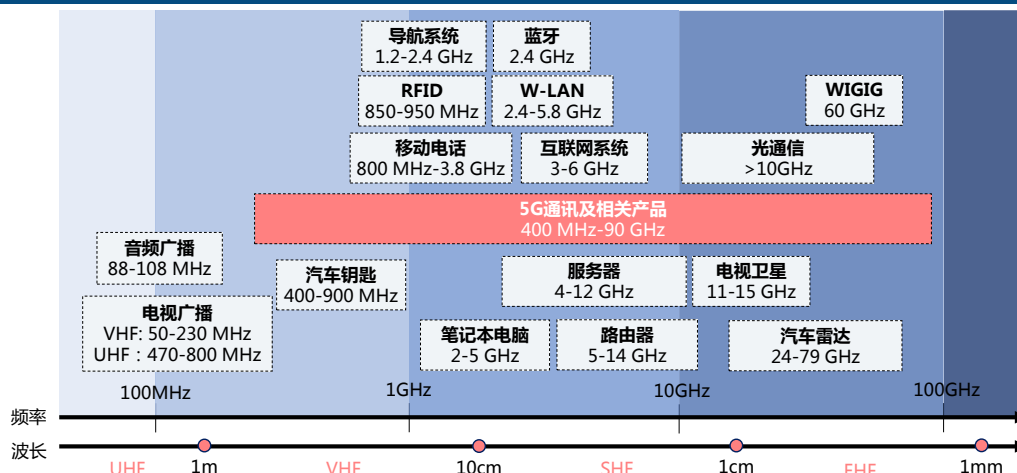
3.1、通信高频化趋势明显，传统基材损耗大，无法满足高频电性能要求

通信高频化趋势明显，高频线路板应用场景多

随着电子信息技术的进一步发展以及人们使用要求的日益提高，低频率无线电波(3kHz-300MHz)日益拥挤，迫使通信传输向更高频率发展，移动通信行业从 1G、2G 逐步发展至目前的 3G、4G 以及未来的 5G，正是通信行业从低频向高频发展的显著代表。高频信号的频段相对于一般的低频信号更为宽广，能够同时完成数以千万计的电话、电视等相关信息的传输，并不受任何干扰，高频通信业务的发展极大改善了居民的生活质量并改变了大众的生活方式。

IPC-2252 标准中定义大于 300MHz（波长小于 1m）的频率范围为“高频”，对应电磁波谱中的微波波段（频率在 300MHz-3000GHz，波长为 0.1mm-1m，微波波段又可细分为分米波（0.3-3GHz）、厘米波（3-30GHz）、毫米波（30-300GHz）和亚毫米波（300-3000GHz），其频率带宽和通信容量是普通无线电波的一万倍。

图 14：频段定义及应用



资料来源：Panasonic、中信建投证券研究发展部

用于高频信号传输的印制电路板称为高频微波印制板，也称为高频印制板、高频板、射频微波印制板等。印刷电路板行业的“高频”是指用分布式元件描述电路和器件互连的频率范围，通常定义为频率在 1GHz 以上，也采用趋高（≈1GHz）、高频（1-3GHz）、超高频（≥5GHz）的分类。

高频微波印制板一般可分为两大类：一类是高频信号传输类电子产品，应用于雷达、广播电视和通讯（移动电话、微波通讯、光纤通讯）等；另一类是高速逻辑信号传输类的电子产品，应用于电脑、电器、通讯等产品。

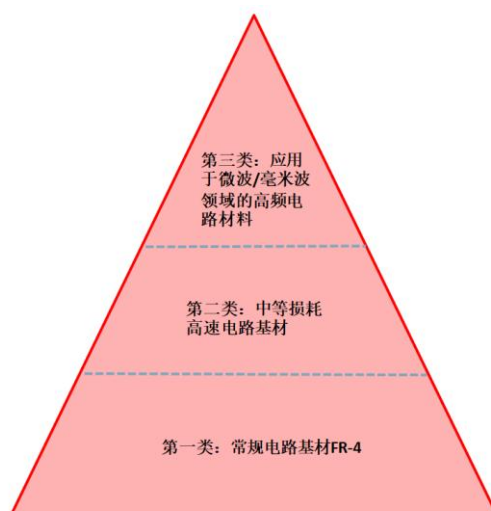
这里解释下高频电路与高速电路的区别与联系：一般而言，随着信号频率的升高，周期的减小，会迫使通过提高信号传输速度的方式来减小电压跳变时的信号上升时间与下降时间，以满足越来越高的信号采样时钟频率，保证信号时序的有效性和信号的完整性。简单来说，即信号频率的升高必然迫使信号速度的提高，高频电路的进化导致了高速电路，但高速信号不一定是高频信号，因此，**高频电路是高速电路的充分不必要条件**。在对于信号完整性要求更高的领域通常采用高速覆铜板，工作频率通常在 5GHz 以下，应用领域主要包括服务器、路由器、高端数据存储设备等，对于高速覆铜板的介电性能要求相对更低。

表 7：高频基材与高速基材应用场景对比

应用场景		特点描述
高频基材	通信基站天线，卫星天线，微波天线，功率放大器	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 由于高频板对加工性能要求很高，高频 PCB 板一般是 2-4 层板； ✓ 高频基材对于材料的介电常数 Dk 和 Df 都要求越低越好
高速基材	通信基站中的背板、基带处理单元（BBU）、射频拉远模块（RRU）等，高端服务器、高端路由器、转换器、高端数据存储设备等	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 由于材料加固性较好，高速 PCB 层数较高，可达 20-50 层及以上； ✓ 高速基材对于材料的介质损耗 Df 要求越低越好，Dk 要求没那么苛刻

资料来源：行业调研、中信建投证券研究发展部

本文研究重点为 5GHz 以上高频线路板基材，这类材料处于覆铜板行业金字塔的顶端，行业门槛最高，且在未来万物互联时代应用空间最大。中间层为用于高速信号传输的高速材料，亦有一定壁垒。最底层为一般的常规电路基材。

图 15：覆铜板材料分级


资料来源：《5G 和物联网应用中高频线路层压板的机遇》、中信建投证券研究发展部

传统基板材料传输损耗大，无法满足高频信号传输质量要求

基板材料对于 PCB 印制线路板的性能、质量、制造中的加工性、制造成本等至关重要，低频电子传统 PCB 基材多采用酚醛树脂和环氧树脂，目前应用最广泛的产品是玻璃纤维环氧树脂 FR-4，但在高频电路中，传统 PCB 基材的树脂基体、填料和纤维增强等各组分的化学机构和物理结构所决定的材料的介电性能无法满足高频信号传输质量要求，信号会因传输损耗过大而产生“失真”现象。

表 8：传统 PCB 基材材料性能无法满足先进电子设备要求

基材树脂	介电常数 Dk	损耗因子 Df	热膨胀系数 CTE (ppm/°C)		吸水率 (%)	Tg/°C
	1 MHz		X, Y 轴	Z 轴		
先进电子设备要求	<3.5	<0.01	<15	<60	<2.0	≥180
酚醛树脂	5.5	0.04	-	-	2.5	120
环氧树脂 (Epoxy)	4.7	0.02	16	60	2.2	130
酚醛环氧树脂	4.4	0.05	-	-	2.3	130
多功能团环氧	4.2	0.015	14	50	1.5	180

资料来源：公开资料、中信建投证券研究发展部（详细参数定义请参见报告附录）

为了满足高频电路需求，目前覆铜板厂商对于基板材料主要从以下三个角度进行改进：

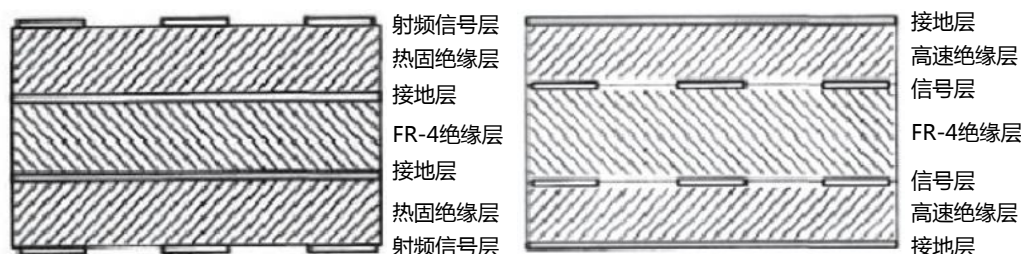
- **树脂改性：**采取极性更低、介电常数 (Dk) /损耗因子 (Df) 更小的树脂体系，如进行环氧树脂的改性（聚苯醚改性环氧树脂、氰酸酯改性环氧树脂）或换用其他树脂（聚四氟乙烯 PTFE、聚苯醚 PPO 和改性聚苯醚、氰酸酯树脂 CE）。
- **玻璃纤维改性：**玻纤增强材料是复合材料中力学强度的主要承担者，一般来说其介电常数高于树脂基体，又在复合材料中占有较高的体积含量，因此是决定复合材料介电性能的主要因素。目前，世界各国生产的玻璃纤维织物组成大体相同，其基础成分都是 SiO₂、Al₂O₃、CaO 三元系统。目前常用的是无碱玻纤 E 玻纤，其介电常数为 7.2@1MHz，不能满足高频电路的要求，除了 E 玻纤外，还有介电性能优秀的 D 玻纤 (Dk=4.7@1MHz) 和 Q 玻纤 (Dk=3.9@1MHz)，但是它们的加工难度和成本较高，单独使用并不合适，业内考虑通过对不同品种的玻纤合理进行混杂、选配实现介电性能、加工性能与成本之间的平衡。
- **调整 PCB 介质布层：**除了对基板本身材料的改性外，还可以通过调整多层介质的分布来提高基板的介电性能，即仅在影响高频信号传输的介质层采用低 Dk/Df 的高频材料。且由于高频基材价格远高于常规 FR-4 基材，高频基材和常规基材的混压叠层结构可以有效降低成本。如图四层混合介质布线方法可以很好地控制阻抗，信号损失约为 FR-4 的 10%，信号传播速度比 FR-4 快 10%，可以使总成本降低 25%。

表 9：部分树脂改性及玻纤改性材料

设计理念		典型产品	主要生产 厂家	Dk		Df		
				1MHz	1GHz	1MHz	1GHz	
树脂改性	热塑性	聚苯醚 PPO (PPE) / 环氧树脂 Epoxy	Getek	Isola	3.9	3.8	0.009	0.009
		聚四氟乙烯/陶瓷填料 PTFE/Ceramic	RO3000	Rogers	-	3.0	-	0.0016
	热固性	聚酰亚胺 (PI)	N7000-2HT	Nelco	-	3.8	-	0.014
		Anhydride/环氧树脂 Epoxy	FR-408	Isola	3.8	3.7	0.01	0.01
		氰酸酯树脂 CE/环氧 树脂 Epoxy	N4000-13	Nelco	-	3.7	-	0.009
	氰酸酯树脂 CE	N80000	Nelco	-	3.7	-	0.011	
	碳氢化合物/陶瓷填料 Hydrocarbon/Ceramic	RO4350B	Rogers	-	3.48	-	0.0037	
玻纤改性		NE-Glass	N4000-13SI	Nelco	-	3.5	-	0.009
		Q-Glass	N8176-Q	Nelco	-	3.2	-	0.005

资料来源：公开资料、中信建投证券研究发展部

图 16：常见的四层混合介质微波和带状线传输布层（调整 PCB 介质布层）

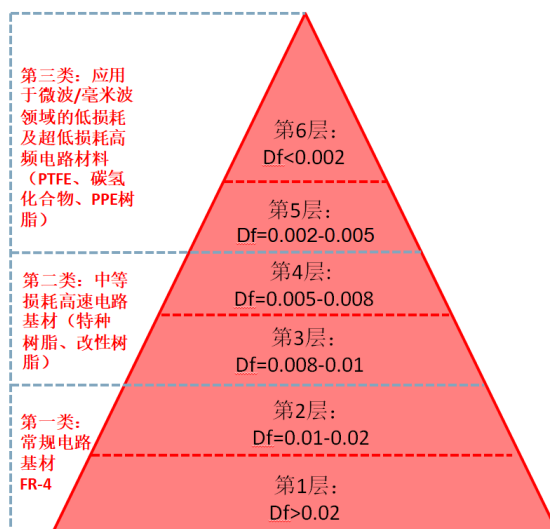


资料来源：公开资料、中信建投证券研究发展部

3.2、PTFE 热塑性与碳氢类热固性材料介电性能优，国内企业加速突破

在实际覆铜板材料选型中，最常见的一类是 FR-4，其成本低、易加工、具有可靠的机械性能，多用于多层 PCB 板电路，但该类材料性能存在较大的不一致性，损耗因子 Df 的变化从 0.01-0.02 以上（对应下图中第 1 层和第 2 层的材料）；第二类是特种树脂材料，特种树脂与环氧树脂混合能够对板材损耗实现一定程度的改善，这类主要用于高达 10Gbps 的高速数字应用（对应下图中第 3 层和第 4 层材料）；第三类定义为高频材料，它们的 Df 均小于 0.005（对应下图中第 5 层和第 6 层材料）。

图 17：按损耗因子（Df）分类的 PCB 材料



资料来源：《5G 和物联网应用中高频线路层压板的机遇》、中信建投证券研究发展部

高频印刷板基材可分为有机基板和陶瓷基板两大类，其中，陶瓷基板在需要满足耐超高温、耐超低温及耐辐射等极端环境要求时才会考虑选用，有机基板相对具有更好的设计性和相对较低的加工难度和成本，并可以实现高密度布线，将是高频基材主流方向。

PTFE 热塑性材料与碳氢类热固性材料皆具高频应用前景

目前商业化的有机高频基板大致包括 PTFE /陶瓷填料基材、烃类热/陶瓷材料基材、热性工程塑料/陶瓷填料基材、LCP 基材等（不排除未来出现更合适的新型复合材料的可能）。这几类材料在 10GHz 测试频率下的电性能表现符合需求：

表 10：典型商用薄型高频基材

材料类型	陶瓷填料/PTFE 热塑性材料	陶瓷填料/烃类热固材料	陶瓷填料/某些热性工程塑料	液晶聚合物 LCP
Dk @ 10GHz	3.00	3.48	3.3-3.60	2.90
Df @ 10GHz	0.0013	0.0037	0.003	0.002
可选厚度/ μm	125,250	75,101,168,253,338	25-125	25,50,100
玻纤增强	无	有	有/无	无

资料来源：《高频印制板基材发展概况和选型探讨》，中信建投证券研究发展部

表 11：典型商用薄型半固化片

材料类型	陶瓷填料 /PTFE	陶瓷填料 /烃类热固材料	无填料 LCP	改性环氧	无填料 CTFE	无填料 FEP	BT/环氧/PTFE
Dk @ 10GHz	2.6	3.52	2.9	3.0	2.3	2.1	2.6
Dk @ 10GHz	0.003	0.004	0.002	0.022	0.003	0.001	0.004
可选厚度/ μm	20-56	102	25,50	12,25	38	25,50	38,51,57,86
玻纤增强	无	有	无	无	无	无	无
加工温度/ $^{\circ}\text{C}$	371	177	200-285	177-200	218	296	182

资料来源：《高频印制板基材发展概况和选型探讨》，中信建投证券研究发展部

表 12：部分印刷板常用基材树脂的介电性能（低频测试频率，1MHz）

	PTFE	EP	PI	LCP	CE	BT	PPO
Dk	2.1	4.0-4.5	3.0-3.5	2.9	2.7-3.2	3.7-4.1	2.4-2.7
Df	0.0004	0.018-0.022	0.005-0.01	0.002	0.005-0.009	0.007-0.009	0.0007-0.001

资料来源：《高频印制板基材发展概况和选型探讨》，中信建投证券研究发展部

- **PTFE 树脂**：由于分子结构对称，在电场中极化程度小，具有最优异的介电性能，但尺寸稳定性低、加工困难、粘结性能差，目前含陶瓷填料或玻璃布增强的 PTFE 在对于介电性能要求较高的基站天线、毫米波雷达等领域应用较为普遍。
- **热性工程塑料**：热性工程塑料中聚苯醚 PPE/PPO 树脂具有高玻璃转化温度 (T_g)，低吸湿率和尺寸稳定性好的优点，但由于热塑性树脂存在耐热性不好、耐卤代烃和芳香烃等溶剂较差、无法成膜等缺陷，需要引入其它的热固性树脂或引入可交联的活性基团改性为热固性 PPE/PPO 树脂，属于较具潜力的高频高速基材。
- **陶瓷充填的烃类 (Hydro-Carbon) 热固性材料**：刚性好、易加工、制造成本低，目前更多应用于对介电性能要求次之的场景，如高速电路。
- **液晶聚合物 LCP**：主要用于移动终端的挠性覆铜板基材，在 4G/5G 高频传输需求下，未来有望取代目前普遍使用的 PI 软性板材。其分子结构中因具有较多的芳香环状结构，刚性较好，不需要添加陶瓷填料和其他增强纤维相即可制成薄型基材，因此其介电性能也较好。另一方面，LCP 基板在 XY 轴方向的热膨胀系数 CTE 与铜箔的热膨胀系数匹配，但 Z 轴的热膨胀系数相对较大 ($150\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$)，因此尺寸稳定性差，一般仅提供小于等于 0.2mm 的单层厚度，其次，高度取向的 LCP 分子有“自增强”效应，其强度可达到 200Mpa，基板可以做得很薄，以上两种特质使得 LCP 基板极为适合系统级封装 SoP 的高密度互联和小型化趋势，目前受限于高昂的材料价格。

但高频材料的选择，不仅要考虑损耗，还要考虑材料本身的可加工性，因为高温处理通常是高频线路板加工制造的重要环节。按照加工性能分，以上复合材料可分为热塑性与热固性两大类。

- ◇ **热塑性材料**通常是刚性或呈现硬化状态，但随着温度升高接近熔点材料会慢慢变软。热塑性材料可用填料来做增强，如玻璃纤维或陶瓷材料。
- ◇ **热固性材料**变硬的过程是热化学反应的结果，例如，将两种环氧树脂混合在一起时会发生化学反应，材料会变硬。热固性材料开始时是软的或液态的，所以可以通过一个与填充材料的简单混合达到增强的目的。但一旦硬化或固化，热固性材料通常比热塑性材料更硬，且硬化过程是不可逆的热化学反应过程。

热塑性材料与热固性材料相比，通常具有较低的电气损耗，另外，随着时间推移和温度不断升高，热塑性材料电性能变化相对于热固性材料要小，但热塑性材料机械加工性没有热固性材料好。

用于刚性覆铜板的 PTFE 材料属于热塑性材料，优势是比热固性材料电气损耗更低，但仍存在价格偏高、加工较难的问题，因此用于此类基材设计、制造的高频基板主流是单双面板。业内在致力于提高 PTFE 材料的可加工性之外，同样致力于毫米波用高频基板材料树脂的多样化开发，其中一个重要方向就是机械性、可加工性更好的热固性材料的推进，典型代表是碳氢系材料、热固性 PPE/PPO 树脂（改性），若此类材料的电气损耗可以进一步降低，在高频领域也将具备应用前景，目前已有部分非 PTFE 材料进入毫米波电子电路领域。除此之外，混合树脂基材也是一个开发方向。

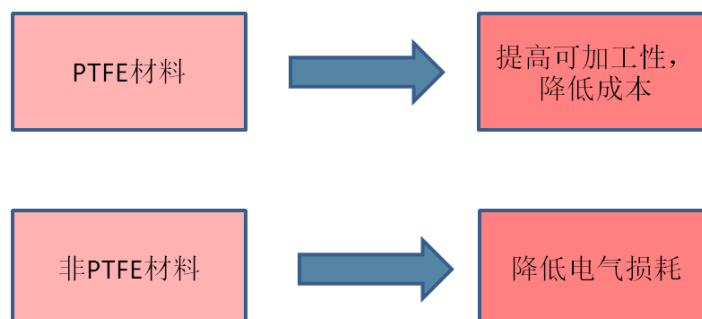
图 18：近年进入毫米波电子电路应用市场的非 PTFE 类材料品种品牌及主要性能

品种牌号	生产厂家	主体树脂	主要性能			
			$D_k(10\text{ GHz})$	$D_f(10\text{ GHz})$	$T_g(\text{DMA})(^\circ\text{C})$	Z轴CTE($\times 10^{-6}/^\circ\text{C}, \alpha 1$)
Rogers	RO 4725JXRTM	碳氢化	2.55±0.05	0.0026	>280	<30
	RO4730JXRTM	合物	3.00±0.05	0.0027	>280	<30
松下	R-5785(N)(MEG7) (Low-Dkglass型) R-5785 (MEG7)	聚苯醚	3.3(10 GHz)	0.002(10 GHz)	210	<42
		(PPE)	3.4(1 GHz)	0.001(1 GHz)		
			3.6(10 GHz)	0.003(10 GHz)	210	<42
			3.6(1 GHz)	0.0015(1 GHz)		
台燿科技	Thunderclad 3 (TU-933)	碳氢化 合物	3.4	0.0025	220	<35
台光电材	EM-888K	同上	3.2	0.006	210	<55
ISOLA	Astra®MT	同上	3.00	<0.0017	200	44.7
生益科技	S7136H		3.42±0.05	0.003	>280	—
	ANT300	非PTFE	3.15±0.05	0.0031	200	<35

注：表中所列性能数据，引自各厂家公开宣传的说明书。

资料来源：《基板材料在车载毫米波雷达中应用及技术进展》、中信建投证券研究发展部

综合以上，我们认为，高频电路用基板材料未来将不仅局限于热塑性 PTFE 材料，通过不断研究和改进，碳氢系树脂、聚苯醚等树脂多样化成为演变趋势。

图 19：高频线路板材料演变趋势


资料来源：中信建投证券研究发展部

海外厂商掌握高频基材核心技术，国内企业局部突破实现进口替代

在高频通信材料及其制品发展史中有相当长的一段时期里，仅有罗杰斯及其收购的 Arlon、Taconic、Nelco、Isola、Polyflon 等少数厂商完全掌握了该类产品相关的核心技术，因产品技术含量高、市场供给相对有限，龙头厂商具备极强定价能力，目前高频材料价格显著高于普通 FR-4。

表 13：高频基材价格远高于普通 FR-4

产品型号	厂家	产品尺寸	小量单价（含 17%税）
RT/duroid 5880（PTFE/玻璃纤维）	罗杰斯	18"X24" HH/HH 0400+-0015/DI	¥8917
RO3003（PTFE/陶瓷层压板）	罗杰斯	24"X18" H1/H1 0100+-0007/DI	¥2160
RO4350B（碳氢化合物/陶瓷层压板）	罗杰斯	24"X18" 5E/5E 0040+-0007/DI	¥551
普通 FR-4	¥150-200（一般 40"x48"大小）		

资料来源：世强元件电商，中信建投证券研究发展部

近年，国内少数企业生益科技、中英科技、泰州旺灵等持续进行高频覆铜板的研发和生产，并不断以中低端高频材料为突破口，逐渐实现进口替代，例如，生益科技已量产的**电子级玻璃纤维布增强无机陶瓷填料碳氢类高频基材 S7136H**在性能参数上可对标 **Rogers RO4350B**，**电子级玻璃纤维布增强 PTFE 无填料基材 SCGA-500 GF77G**可对标 **Rogers RO3003C** 等。

与国外进口产品相比，国内产品质量、性能稳定且具有显著的价格优势、地理优势和服务优势，能够及时响应需求快速供货，本土化的采购需求将为国内高频通信材料企业带来巨大的进口替代机遇。

四、车载毫米波雷达、5G 基站天线、物联网应用带来高频基材新需求

高频基材是高频通信行业发展的基础材料，3G、4G 网络建设时期，通信基站的建设数量快速增长，基站天线及功放系统的出货量同步上升，催生了适用于 1.8-3GHz 的中等损耗高频/高速电路基材的市场需求，而低损耗（Df: 0.003-0.005）和超低损耗（Df: 0.001-0.003）的高频基材近年的商业化应用领域主要以汽车电子毫米波雷达为主。

在汽车自动化、电动化、娱乐化、联网化趋势下，辅助驾驶系统渗透率逐步提升，汽车雷达出货量年年提升，将持续带动超高频电路基材需求，这是具备相关产品量产能力的供应商在当前及 5G 规模投资周期到来之前的主要“小蓝海”市场，我们预计 2018 年全球汽车毫米波雷达带来的高频覆铜板基材需求规模约 4.9 亿元人民币，2018-2025 年合计累计需求规模约 165 亿元。

随着 2019 年国内及全球 5G 建设投资周期的到来，低损耗及超低损耗基材的主要战场将转变为 5G 通信基站，其中，又以 5G 毫米波基站天线应用为主。目前业内普遍认为，与 4G 脉冲式的巨额投资相比，5G 投资周期将更长，持续 5 年以上，且呈现渐进式节奏。我们预计 2018-2025 年仅国内 5G 基站天线对于高频覆铜板的需求价值量将高达 225~451 亿元，相较于 4G 基站天线的需求价值量会有巨量提升。

更长远看，5G 商用将真正开启万物互联，预计 2018-2025 年消费电子及可预见的 5G 无线连接物联网设备将合计带来 445 亿高频材料需求，一半以上将来自于软板高频材料。（具体测算详见后续章节）

表 14：2018-2025 年车载毫米波雷达、5G 基站天线及物联网应用带来高频基材的需求量测算

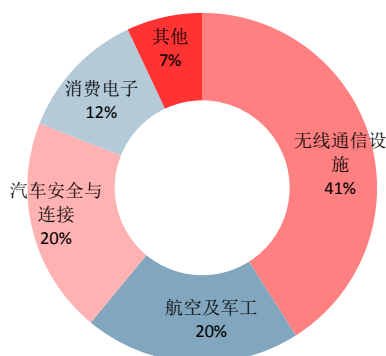
需求价值量（单位：亿元）		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	累计
国内	5G 基站天线高频 CCL	3.5	10.8	22.1	52.77	76.23	74.7	60.2	37.8	338.1
全球	车载毫米波雷达高频 CCL	4.85	8.37	13.23	19.66	27.89	29.70	30.43	31.34	165.5
	5G 无线连接设备高频 CCL	0.64	2.64	9.82	16.14	22.29	26.70	31.53	37.29	147.05
	消费电子及 5G 物联网设备天线高频材料	7.49	12.00	21.96	30.19	39.19	49.38	61.12	76.77	298.1

资料来源：中信建投证券研究发展部

事实上，高频覆铜板龙头罗杰斯近两年的业绩表现一定程度上印证我们对于高频基材市场增长将以汽车毫米波雷达先行这一节奏的判断。

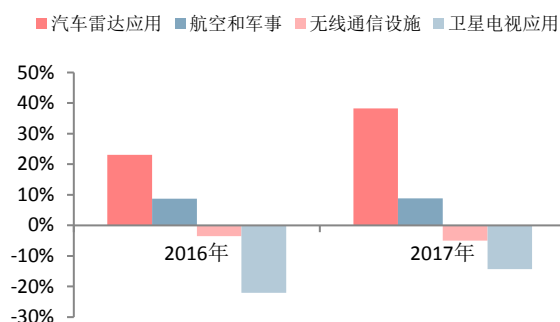
罗杰斯专门从事高频覆铜板业务的事业部为 ACS 先进互联事业部，在 ACS 部门 2016 年与 2017 年的收入来源中，汽车雷达应用市场的收入增速最快，2017 年分别同比增长 23%、48%，航空和军事维持约 9% 的平稳增速，4G LTE 无线通信设施及卫星电视应用市场的收入增速则同比衰退，基于在 2G/3G/4G 通信设施领域的既有龙头优势，公司高频基材业务板块有望受益于 5G 建设周期的到来。

图 20：2017 年 ACS 事业部下游市场收入占比



资料来源：罗杰斯官网，中信建投证券研究发展部

图 21：ACS 事业部按细分领域收入增速



资料来源：罗杰斯官网，中信建投证券研究发展部

4.1、当前高频基材主要用于毫米波雷达，汽车智能化升级带动需求持续增长

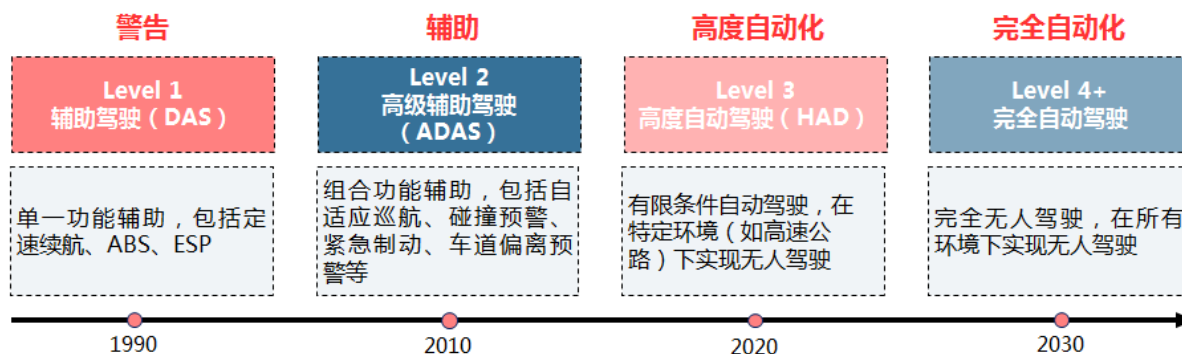
低损耗及超低损耗 PCB 板目前主要应用于汽车自动驾驶系统及车载通信领域（安全及连接），细分产品包括自适应巡航控制系统（ACC）、天线放大器、自动收费标签、盲点检测、碰撞避免及缓解、GPS 导航、卫星和数字广播/电视天线、后方交叉交通警报、远程信息处理技术、V2X 天线等。

在汽车自动化、电动化、娱乐化、联网化等发展趋势下，高频基材的市场需求在当下及未来几年有望持续增长，为相关厂商带来发展机遇。

自动驾驶大势所趋，毫米波雷达传感器用量提升带来高频材料需求

汽车发展的终极目标为无人驾驶，ADAS 即先进驾驶辅助系统又称主动安全系统，根据美国汽车工程师协会的分级及定义，随着自动驾驶等级的提升，驾驶主体与监控主体逐渐由人变为自动驾驶系统。目前的 ADAS 仍属于辅助驾驶阶段，处于 2-3 级之间，在驾驶过程中主要起到提供信息、预警的作用，在有限的范围内对车辆行驶进行控制。

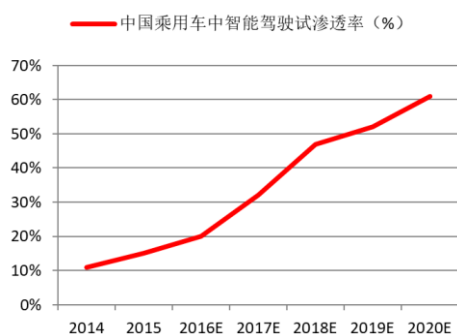
图 22：自动驾驶等级



资料来源：NHTSA、36 氪研究院、中信建投证券研究发展部

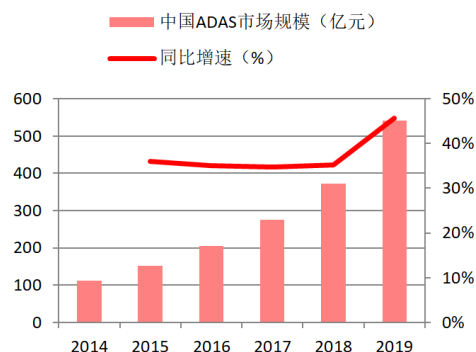
鉴于 ADAS 在保证行车安全、防止交通事故上起到突出的作用，汽车厂商越来越多的引入 ADAS 功能。根据汽车工业协会的数据，2015 年 ADAS 渗透率为 15%(单车具备任何一种 ADAS 功能即算)，预计这一比重将在 2019 年超过 50%，呈快速上升趋势。

图 23：智能驾驶在中国乘用车的渗透率快速提升



资料来源：中国产业信息网，中信建投证券研究发展部

图 24：中国 ADAS 市场规模持续增加



资料来源：中国产业信息网，中信建投证券研究发展部

ADAS 内每一类子系统在运作时需要进行信息的搜集、处理与判断，并在判断完毕后系统给予车体指令，使汽车进行不同动作等各阶段，因此，ADAS 方案实现过程中，雷达、超音波、影像等传感器，以及 MCU 或影像处理 IC 等处理器，成为最主要的电子元件。毫米波雷达与普通车载传感器相比，具有探测性能稳定、探测距离长，不易受雨雪大雾天气影响等优点，能够快速感知 300 米范围内物体距离、速度、方位角等信息，市场普及程度有望持续提升。

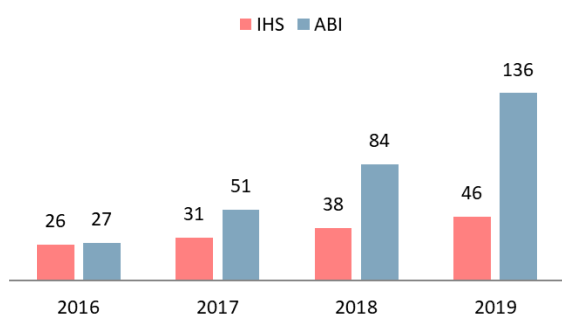
汽车毫米波雷达工作频段为 21.65-26.65GHz 和 76-81GHz，比较常见的汽车毫米波雷达工作频率在 24GHz、77GHz、79GHz 这三个频段附近，相比于 24GHz 雷达，77/79GHz 雷达的波长更小，虽然绕射能力比 24GHz 雷达要弱，但是其检测精度更高，对于检测精度精益求精的自动驾驶而言更具优势，供应链体系成熟后有望成为主流选择，同时，由于 77/79GHz 雷达波长更小，天线可以做得更短，体积可以更小，线路板的面积也相对较小。77/79GHz 车载毫米波雷达线路板多为多层板 (4 L-6 L) 结构设计，这为过去多用于单双面高频 PCB 上的高频基板材料带来了性能新需求的巨大挑战。预计未来随着 77/79GHz 车载毫米波雷达占比的提升，相应高频 PCB 及 CCL 附加值随之提升。

表 15：ADAS 不同类型传感器对比

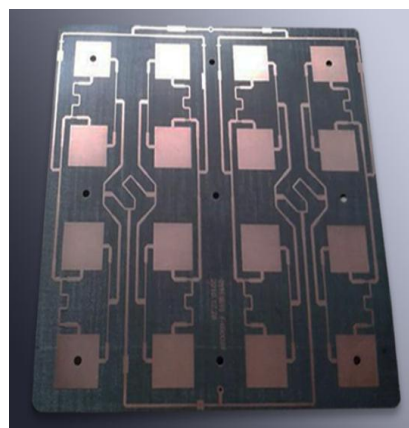
类型	优点	缺点	成本
摄像头	成本低，判断准确且范围大，安全防振，重量轻，防水性好	易受到雨雪雾烟的影响，需要复杂的算法支持工作	Monieye 600-700 元 Mobileye 300-400 元
激光雷达	解析度高，测距精度高；抗有源干扰能力强；探测性能好；不受光线影响，可全天候进行侦测任务；测速范围大，可达每小时 200 公里	在雨、雪、雾等条件下，感测距离受影响；价格高；信息流庞大，需要专业处理器处理；采集图像易失真	Velodyne 16 线-8000 美元 32 线-3 万美元 64 线-8 万美元
毫米波雷达	体积小、重量轻、空间分辨率高；穿透雾、烟、灰尘的能力强，可全天候工作；可直接测量速度和距离，300 米测量范围	易受雨雾影响；器件昂贵；无法大批量生产；发射功率低，波导器件损耗大	125-150 美元 国内价格高于 500 元人民币

资料来源：电子发烧友，中信建投证券研究所整理

根据 ABI 的预测数据,全球毫米波雷达出货量将由 2017 年的 5100 万颗增长到 2019 年的 1.36 亿颗,2016-2019 年复合增速 71%。随着 ADAS 系统在新车中的逐渐渗透,我们未来几年车载毫米波雷达出货量将快速增长。一般支持 ADAS 功能的汽车至少会用到 2-3 个毫米波雷达,而诸如奥迪 A4、奔驰 S 级等中高档汽车则已配备了 5-7 个毫米波雷达,搭配 5-7 块高频 PCB 板。

图 25: 车用雷达传感器出货量预测


资料来源: IHS、ABI, 中信建投证券研究发展部

图 26: PTFE 高频线路板-77GHz 雷达 PCB (76*63*0.8mm)


资料来源: 南航电路, 中信建投证券研究发展部

毫米波雷达性能对基板材料尤为敏感,覆铜板材料的变化会影响到雷达的分辨率、信噪比、电路一致性等参数,其产品往往需要通过终端产品的可靠性测试认证,预计车载毫米波雷达出货量的快速提升将推动低损耗及超低损耗高频覆铜板市场需求。通过测算,我们预计 2018 年毫米波雷达用高频覆铜板的的市场需求规模为 5 亿元左右,2018-2025 年全球车载毫米波雷达对于高频覆铜板合计需求价值 165 亿元。

表 16: 2018-2025 年全球车载毫米波雷达高频基材市场空间测算

	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	合计
新车销量 (万台)	99709	10220	10476	10738	11006	11281	11563	11852	87106.5
yoy (%)	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	/
新车 ADAS 渗透率 (%)	30%	33%	36%	39%	42%	45%	48%	52%	/
单车车载毫米波雷达个数 (个)	3	4	5	6	7	7	7	7	/
车载毫米波雷达总个数 (万个)	8973.77	13490.6	18856.1	25125.8	32357.5	35535.5	38852.1	43142	216333
单个车载毫米波雷达 PCB 面积 (平方米)	0.0036	0.00342	0.00325	0.00309	0.00293	0.00279	0.00265	0.00251	/
车载毫米波雷达 PCB 合计面积 (万平方米)	32.30	46.14	61.26	77.55	94.88	98.99	102.82	108.46	622.402
车载毫米波雷达 PCB 单平米价格 (元/m ²)	3000	3300	3600	3900	4200	4000	3700	3400	/
车载毫米波雷达 PCB 总价值量 (亿元)	9.69	15.23	22.05	30.25	39.85	39.60	38.04	36.88	231.58

表 16：2018-2025 年全球车载毫米波雷达高频基材市场空间测算（续表）

	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	合计
车载毫米波雷达高频 CCL 在 PCB 中价值量占比 (%)	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	/
车载毫米波雷达高频 CCL 总价值量 (亿元)	4.85	8.37	13.23	19.66	27.89	29.70	30.43	31.34	165.481

资料来源：中信建投证券研究发展部

表 17：若干厂商推出的适用于汽车防撞雷达用高频基材的型号及性能（不完全统计）

	厂家	型号	材料结构	Dk@10GHz	Df@10GHz	TcDk (ppm/°C)
对应 24GHz 系统的高频微波基材	Rogers	RO4835	碳氢化合物+陶瓷/+玻纤布	3.48±0.05	0.0037	+50
	Taconic	TLF-35A	PTFE+陶瓷/+玻纤布	3.5	0.0016	-
	生益科技	S7136H	碳氢树脂+填料/+玻纤布	3.42±0.05	0.0030	-
	南亚	NPLD5	碳氢化合物+陶瓷/+玻纤布	3.6	0.0035	-
对应 77 或 79GHz 系统的高频微波基材	Rogers	RO3003	PTFE+陶瓷	3.00±0.05	0.0010	-3
	Taconic	TSM-DS3	PTFE+陶瓷+玻纤 (<5%)	3	0.0011	+5.4
		TAL-28	PTFE+纳米填料/+玻纤 (<5%)	2.8	0.0012	+2.24
	Isola	Astra MT	碳氢树脂+玻纤布	3	<0.002	-
	Panasonic	MEG7	PPE+Low Dk 玻纤布	3.3	-	-
生益科技	GF77G	PTFE+玻纤布	2.28±0.04	0.0012	-	

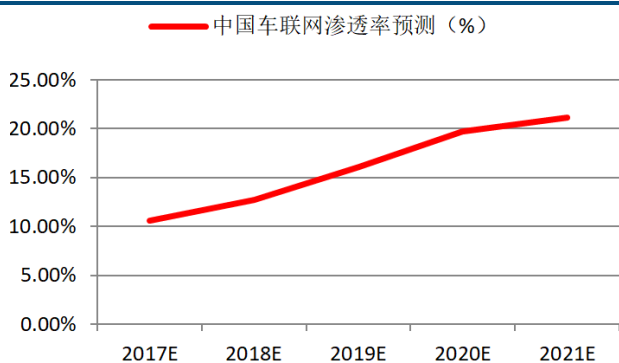
资料来源：中信建投证券研究发展部

车联网为高频基材带来大量商业化机会

车联网基于远程通信技术构建汽车与互联网的链接，使车载终端通过 4G/5G 等通信技术与互联网进行无线连接，使车联网用户具有智能信息服务、应用管理和控制功能等。通过无线通讯和信息交换的大系统网络，实现智能化交通管理、智能动态信息服务和车辆智能化控制的一体化网络，是物联网技术在交通系统领域的重要应用。

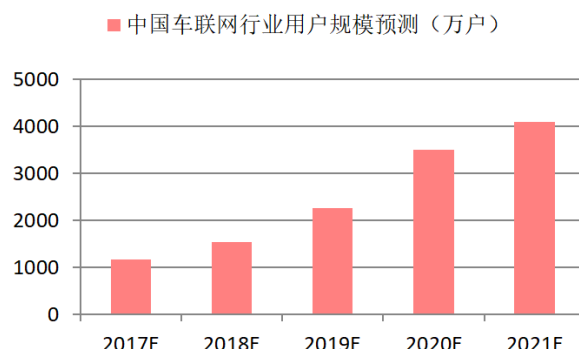
目前，车联网仅是车上有通信装置的车载导航娱乐系统，车辆能够通过公网和车辆后台进行通讯，获得导航等初级服务。未来有望通过无线短程通讯技术，实现车与道路的信息交互，以获知周边车辆速度、位置信息等微环境信息，预测事故概率，提高行车安全性及交通效率。根据中国产业信息网统计数据，预计 2017 年我国车联网行业用户规模将达到 1164 万户，2017-2021 年均复合增长率约为 34.87%，2021 年用户规模将达到 4097 万户；而 2017 年我国车联网行业渗透率将达到 10.6%，2017-2021 年均复合增长率约为 19.59%，2021 年渗透率将达到 21.1%。

图 27：预计中国车联网渗透率持续提升（%）



资料来源：中国产业信息网，中信建投证券研究发展部

图 28：中国车联网用户规模预测（万户）



资料来源：中国产业信息网，中信建投证券研究发展部

中国的 4G 网络覆盖已经日趋完善，汽车运营商纷纷联合车载终端商不断推出车联网产品，但依然满足不了海量数据传输量和速度的需求。伴随 5G 技术的商业化的来临，车联网技术有望进一步落地，数据传输率和速度大幅提升，未来，车联网在 5G 时代的高频化发展也将为高频通信材料带来大量商业机会（此部分市场空间测算包含在物联网部分，此处不再赘述）。

4.2、2019 年国内 5G 投资周期开启，基站天线带来高频基材需求渐进式爆发

移动通信行业是高频通信最重要、市场规模最大的应用领域，自上世纪 80 年代以来，全球移动通信网络的技术已经走过了第一代模拟技术（1G）、第二代数字技术（2G）和第三代宽带数字技术（3G），目前正处在第四代移动通信技术（4G）高速普及并正在研究第五代移动通信技术（5G）的阶段。

表 19：移动通信发展历程

技术代际	国内商业运营时间	代表性制式	中心频率 (GHz)	技术特点	主要性能
1G	1987 年	TACS	0.9	模拟移动通信系统	蜂窝网络布局，实现大区域覆盖，支持移动终端跨区切换，实现移动幻境下不间断通信
2G	1993 年	GSM/CDMA	0.8/0.9/1.8	数字移动通信系统	支持短信等非语音通信业务，频谱利用率大大高于 1G
3G	2009 年	CAMA2000/ WCDMA/ TD-SCDMA	1.9/2.1	数字移动通信系统	支持高速度数据传输，能将无线通信与国际互联网等多媒体通信相结合为用户提供语音通信、文本信息、图像、音乐、视频、网页浏览等服务
4G	2013 年	TD-LTE/ FDD-LTE	2.1/2.6	高速数据传输数字移动通信系统	比 3G 更高的数据传输速度，更低的时延和更高的频谱利用率，能给用户带来更好的无限多媒体服务体验

资料来源：GSMA 移动智库、中信建投证券研究发展部

移动通信每一代革新，都实现了更快的传输率、更宽的网络频谱和更高的通信质量，并促使移动通信设备投资的快速增长。其中，移动通信基站中的天线系统、功放系统都须用到高频通信材料。

图 29：高频基材在基站中的应用

无源器件															有源器件		
天线								室分元器件							信号发射段		
基站天线			RFID天线		卫星天线	微波天线		功率分配器件		频率分配器件		射频连接器件			功率放大器件		
馈电网络	移相器	移相器	NFC抗金属标签	信号覆盖天线	C Ku Ka波段	小型化微波天线	特殊用途天线	功分器	耦合器	双工器	合路器	接头	衰减器	负载	功放	LNA	塔放
PTFE 碳氢	低 PIM 低损耗	较高一致性的 FR-4	高磁导率软性材料	PTFE 碳氢 FR-4	FR-4 碳氢	高K 低损耗材料	PTFE 碳氢	碳氢陶瓷	碳氢陶瓷	碳氢陶瓷	碳氢陶瓷	PTFE 陶瓷	PTFE 陶瓷	PTFE 陶瓷	碳氢	较低损耗 FR-4 碳氢	碳氢

资料来源：中信建投证券研究发展部（注：一般情况下，需能（电）源的器件叫有源器件，无需能（电）源的器件就是无源器件）

5G 基站及单基站天线数量将大幅提升，催生低损耗及超低损耗高频基材巨大需求

5G 传输速度可达 10Gbps，比 4G 网络的传输速度快十倍到百倍，可解决海量无线通信需求，将实现真正的“万物互联”。目前，欧洲、美国、韩国、中国等国家及地区已经启动了第五代移动通信技术（5G）的标准制定，有望在 2020 年左右实现规模商用。

5G 相比 4G 具有更高的峰值速率和更低的延迟，在技术上主要体现在毫米波、小基站、Massive MIMO 多天线技术、束波成型技术等。由于上述技术的应用，5G 时代的通信设备对通信材料的要求更高，需求量也将更大。

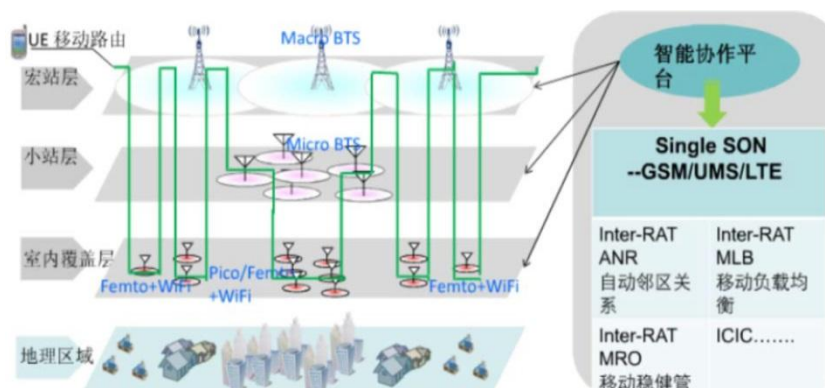
➤ 毫米波技术对于高频通信材料性能要求更高

在工作频段上，5G 除了使用传统的 6GHz 以下频段外，还增加了毫米波（26.5-300GHz）应用，通过增加频谱带宽方式来提升速率。但毫米波最大的缺点就是穿透力差、衰减大，为了克服上述缺点，5G 通信设备对高频通信材料的性能要求将会更加严苛，能够在控制介电损耗最小化的情况下保持介电常数的稳定优质，是高频段工作的重要基础。预计 5G 毫米波的应用将加大高性能超高频通信材料的需求。

➤ 5G 基站建设数量大幅增加，带动超高频基材及普通基材需求

当前业界开展研究的 5G 典型候选频段为 6GHz 以上高频频段，高频段意味着覆盖半径更小，单基站的覆盖半径将减小到 20m-50m，未来 5G 移动通信将不再依赖大型基站的布建架构，而是使用大量的小型基站实现密集覆盖。根据工信部数据，2017 年 12 月我国 4G 基站数量约 328 万个，预计我国 5G 宏建站密度将是 4G 基站的 1.5 倍，总数或将达到 450-500 万个。全球小基站数量则更多，ABI Research 研究数据表明，目前全球的小基站数量不到 300 万个（不含宏基站），到 2020 年将突破 870 万个。5G 基站建设数量的提升将带动基站功放和天线市场规模的快速增长，低损耗及超低损耗高频覆铜板需求随之增加，同时，普通覆铜板的市场需求也将受益于基站建设数量的增加。

图 30：小基站系统架构

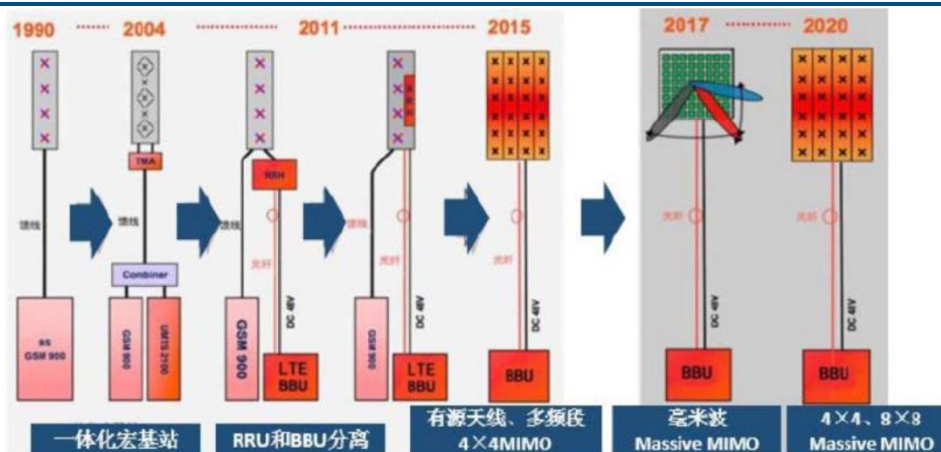


资料来源：中英科技招股说明书、中信建投证券研究发展部

➤ **Massive MIMO 技术应用下大规模天线阵列带来超高频覆铜板用量增加**

从基站结构来看，移动通信基站天线正在经历一体化宏基站天线、基带处理单元（BBU）和射频拉远模块（RRU）分离、MIMO 天线、有源天线、Massive MIMO 等发展演化。

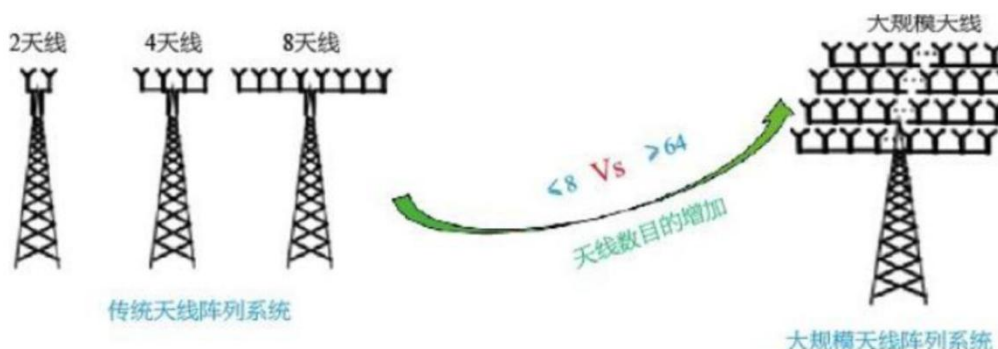
图 31：基站天线演变趋势



资料来源：中英科技招股说明书、中信建投证券研究发展部

5G 通过采用 Massive MIMO 技术形成大规模的天线阵列，使基站可以同时向更多用户发送和接受信号，从而将移动网络的容量提升数十倍或更大。未来随着 Massive MIMO 技术的引入，基站侧天线单元数量可以达到 32/64/128/256 根或更多，单基站天线数量的大幅增加将带动单个基站中超高频覆铜板的需求量大幅提升。

图 32：基站天线点阵式矩阵结构，天线数量大大增加



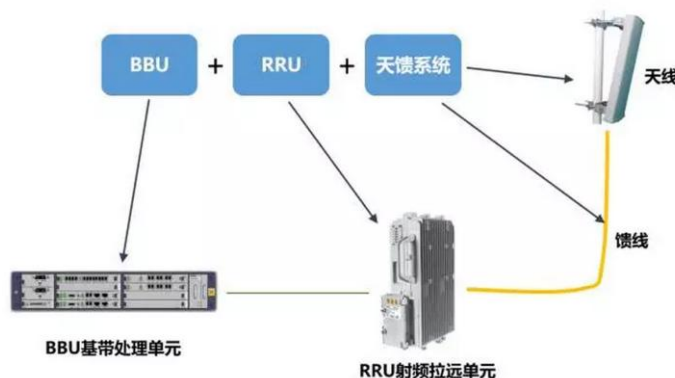
资料来源：互联网、中信建投证券研究发展部

5G 基站天线高频基材量价齐升，需求量将实现量级的飞跃

1、5G 基站架构改变，天线超高频基材量价齐升

5G 核心网技术融合后，基站架构相较于 4G 基站将会发生重大变化。传统 3G/4G 基站通常是基带处理单元（BBU）、射频拉远单元（RRU）和天馈系统三者独立。

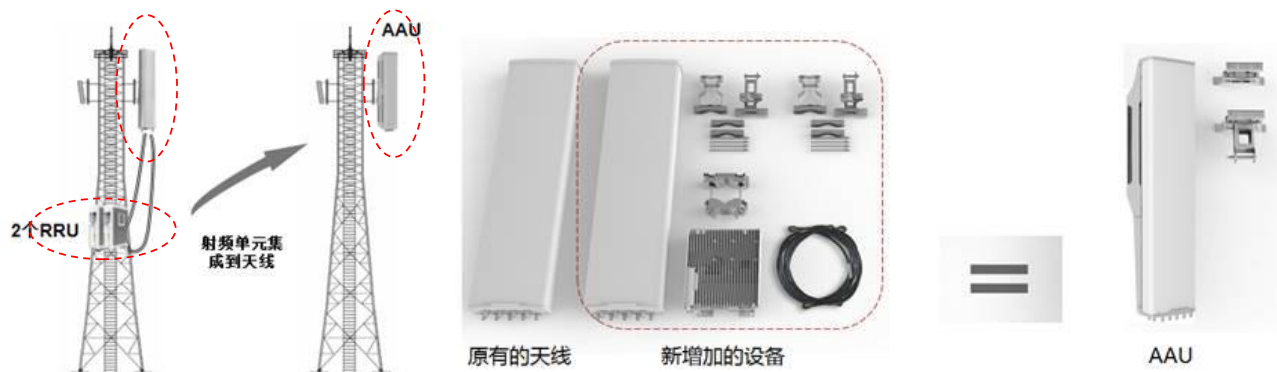
图 33：传统 3G/4G 基站分布式架构



资料来源：鲜枣课堂、中信建投证券研究发展部

Massive MIMO 技术下的 5G 基站若继续采用传统天线架构，则每个收发单元都要馈线，基站侧将承受巨大的压力。将 RRU 与天线集成在一起的 AAU 有源天线可以减少馈线，一定程度上减少损耗，有望成为主流选择，高度集成的 AAU 将替换传统大量的零散部件，PCB 的使用量及材料性能要求随之发生变化。

图 34：华为 AAU 的有源天线解决方案



资料来源：华为、中信建投证券研究发展部

结合产业链调研信息，我们认为，5G 基站相比于 4G 基站对于 PCB 板及高频/高速材料的需求变化如下：

- **天线：**超低损耗及低损耗高频基材主要应用于基站天线，5G 天线对于超低损耗及低损耗高频基材的性能和使用面积都有大幅提升。

4G 频段在 1.8GHz-2.7GHz 之间，目前 8 端口 4G 天线一般用到 4 块并列的双层 PCB 板，对于 PCB 材料性能要求不高，中等损耗即可，尺寸约 $1150\text{mm} \times 39\text{mm} \times 4 = 0.1794$ 平方米。

5G Massive MIMO 天线设备复杂程度提升了很多，可能更多采用有源天线的方式（天线与 RRU 集成为 AAU，再用光纤连接 AAU 到 BBU），例如，一根 5G MIMO 天线可能有 128 个单元，每个单元后面连接一个小的 RRU，每个小的 RRU 都有功放、滤波、T/R 模块等，然后通过电源和控制模块来控制各个小的 RRU 的收发来形成波束。总的来说，5G Massive MIMO 天线将包含天线阵子、滤波器、T/R 模块、控制模块、电源模块，其中，用到 PCB 板的部分主要是高频交流板（起到校准和公分作用）和天线阵子，高频交流板必须采用高频线路板，一般是双面板或四层板，辐射单元天线阵子的制造目前有两种路径：金属浇筑（铝合金）或 PCB，金属浇筑的精度和一致性没有 PCB 好，适合 3.5GHz 以下低频段，而 3.5GHz 及以上业内倾向于使用 PCB 阵子（2.7GHz-3.5GHz 以内的天线阵子如果采用 PCB 方案，可采用性能好价格更便宜的高速板替代高频板，但 3.5GHz 以上需要高频基材）。以 64 通道天线来看，天线阵子面积和高频交流板面积大致相当，约为 $0.70 \times 0.37 = 0.259$ 平方米，因此 5G MIMO 天线的超高频 PCB 使用面积约为 0.518 平方米，且对于材料性能要求高，一般采用超低损耗及低损耗板材。

图 35：Pre-5G 天线阵子（PCB）示意图



资料来源：互联网图片、中信建投证券研究发展部

- **射频拉远单元 RRU**（将接收自/发送给基带处理单元的数字/模拟信号进行 D/A、A/D、数字上/下变频、射频信号调制解调，然后将这些要发送/接收到的射频模拟信号进行功率放大/低噪声放大，最终经由滤波器元件传送至天馈系统进行发射）：5G 基站的 RRU 所使用的 PCB 板数量和 4G 一致，但尺寸相较于 4G 的 RRU PCB 接近翻倍。4G 基站 RRU 一般采用 FR4 与高频材料的混压材料以节约成本，5G 基站 RRU 可采用中等损耗的高速材料满足需求。
- **基带处理单元 BBU**（主要完成基带信号和射频信号的调制解调、数据处理、合分路等功能）：4G 机房会被沿用，BBU 的尺寸和数量变化不大。4G 基站的 BBU 一般采用 FR-4 材料，5G 基站 BBU 可采用高速材料。同时，因 5G 基站 BBU 数据处理能力的需求也大幅提升，PCB 板的层数由 18-20 层增加到 20-30 层，以提高信号承载容量。
- **OTN 传输网络**：背板上可有 16/32/64 个槽位，5G OTN 传输设备的单板和背板的尺寸都不会发生变化，但单板的数量会有变化，一般用高速材料即可。4G 传输设备采用 FR4，5G OTN 传输设备可采用高速材料满足信号处理需求，相应 PCB 板的层数也会增加。

综上，5G 基站对于 PCB 及高频材料的需求发生了深刻变化，超高频基材需求主要来自于基站天线，将呈现量价齐升的局面，一方面是量的提升：5G Massive MIMO 天线架构发生改变，单面天线的 PCB 面积较 4G 基站天线大幅提升，且 5G 基站建设数量约为 4G 基站数量的 1.5 倍，基站和天线数量都有较大增量；另一方面是价的提升：目前国内主流的 4G 频段在 1.8GHz-2.7GHz 之间，5G 频段又被划分为低频段（6GHz 以下）和高频段（20GHz 以上），4G 频段还可以考虑用性能较高的高速板或者普通 FR4 与高频材料的混压板来替代高频板需求，从而降低成本，但 5G 频段不管是低频段还是高频段都会产生电磁损耗的增加，5G 频段下不仅天线阵子更适合采用 PCB 制造方式，且对于介电性能表现优良的超高频板需求大大增加，板材的单价会有所提升。

2、国内 5G 基站天线对于超高频基材需求总量及需求节奏测算：

根据以上关于高频材料需求的定性分析，我们测算国内 5G 宏基站及小基站天线对于高频 PCB 的累计需求面积有望达 1300 万平方米，是 4G 基站天线高频 PCB 需求面积的 6 倍；对于高频 PCB 的累计需求价值量有望高达 308~617 亿元（5G 基材性能标准尚未确定，假设 5G 基站天线 PCB 单平方米价格 3000~6000 元），是 4G 基站天线高频 PCB 需求规模的 8~15 倍：

表 20：4G 和 5G 基站中天线高频 PCB 总需求面积

	4G 基站	5G 基站	净增加
基站数量（站）	宏基站 400 万站	宏基站 450 万站，小基站 260 万站	-
单基站天线数量	3 面	宏基站 5 面（考虑复用），小基站 1 面	-
天线 PCB 面积（平方米）	$1.150m \times 0.039m \times 4 = 0.1794m^2$	$0.7m \times 0.37m \times 2 = 0.518 m^2$ （3.5GHz 64 通道 5G MIMO 天线）	-
单价（元/平方米）	1900 元（采用中等损耗高频高速材料）	假设 2018 年 3000~6000 元（采用低损耗及超低损耗高频材料）	-
基站天线高频 PCB 总需求面积（万平方米）	$400 \times 3 \times 0.1794 = 215.28$	$(450 \times 5 + 260) \times 0.518 = 1300.18$	1085
基站天线高频 PCB 总价值量（亿元）	$400 \times 3 \times 0.1794 \times 1900 / 10000 = 40.90$	308.4~616.7	267.5~575.8

资料来源：中信建投证券研究发展部（注：总量测算未考虑每年价格下幅）

在 4G 基站天线领域，目前市场相关高频覆铜板采购价格占天线高频 PCB 售价的比重约为 60%（此为关键数据，来自产业链调研，一般通信类 PCB 中覆铜板的采购价格占 PCB 售价的比重约 17%），考虑到基站天线领域下游客户群体的产业链地位及招投标商业模式的特殊性、高频 PCB 及 CCL 产品技术门槛，预计 5G 基站天线端高频覆铜板在 PCB 中的价值量占比在 5G 基站建设展开前几年会呈现逐步提升态势，假设 60%-80%。据此，大致测算国内 5G 宏基站及小基站天线对于高频覆铜板的累计需求规模有望高达 225~451 亿元，相较于 4G 基站天线的需求价值量同比增加 9~18 倍。

表 21：4G 和 5G 基站中天线高频 CCL 需求规模总量

	4G 基站	5G 基站	净增加
基站天线高频 PCB 需求规模（万元）	409032	3900540~7801080	3251508~7392048
基站天线 PCB 中高频 CCL 价值在占比（%）	60%	60%~80%	/
基站天线高频 CCL 需求规模（亿元）	24.54	225.4~450.8	200.86~426.26

资料来源：中信建投证券研究发展部（注：总量测算未考虑每年价格下幅）

预计 2018-2025 年国内 5G 宏基站建设总量 450 万站，小基站建设总量 260 万站，根据每年模拟的基站投资建设进度，测算 5G 宏基站和小基站天线对于高频 PCB 及覆铜板基材的需求节奏如下（5G 基材性能标准尚未确定，分别假设 2018 年 5G 基站天线 PCB 单平方米价格 3000、4500、6000 元，往后每年降价 5%），

表 22：2018-2025 年 5G 基站天线对于高频 PCB 及覆铜板基材需求量

	2018E	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	累计
5G 宏基站建设量（万个）	450	15	30	60	90	100	90	60	450
5G 小基站建设量（万个）				52	52	52	52	52	260
高频 CCL 采购价占 PCB 售价比例（%）	60%	65%	70%	75%	80%	75%	70%	66%	/
基站天线 PCB 合计面积（万平方米）	13.0	38.9	77.7	182.3	260.0	285.9	260.0	182.3	1300.2
1、假设单平方米基站天线 PCB 价格（元/平方米）	3000	2850	2707.5	2572.1	2443.5	2321.3	2205.3	2095.0	/

表 22：2018-2025 年 5G 基站天线对于高频 PCB 及覆铜板基材需求量（续表）

	2018E	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	累计
--高频 PCB 价值量（亿元）	3.9	11.1	21.0	46.9	63.5	66.4	57.3	38.2	308.4
--高频 CCL 需求价值量（亿元）	2.3	7.2	14.7	35.2	50.8	49.8	40.1	25.2	225.4
2、假设单平米基站天线 PCB 价格（元/平米）	4500	4275	4061	3858	3665	3482	3308	3143	/
--高频 PCB 价值量（亿元）	5.8	16.6	31.6	70.3	95.3	99.6	86.0	57.3	462.5
--高频 CCL 需求价值量（亿元）	3.5	10.8	22.1	52.8	76.2	74.7	60.2	37.8	338.1
3、假设单平米基站天线 PCB 价格（元/平米）	6000	5700	5415	5144.3	4887.0	4642.7	4410.6	4190.0	/
--高频 PCB 价值量（亿元）	7.8	22.1	42.1	93.8	127.1	132.8	114.7	76.4	616.7
--高频 CCL 需求价值量（亿元）	4.7	14.4	29.5	70.3	101.7	99.6	80.3	50.4	450.8
以上三种假设平均值									
高频 PCB 价值量（亿元）	5.8	16.6	31.6	70.3	95.3	99.6	86	57.3	462.5
高频 CCL 需求价值量（亿元）	3.5	10.8	22.1	52.8	76.2	74.7	60.2	37.8	338.1

资料来源：中信建投证券研究发展部

4.3、5G 开启万物互联，物联网应用场景催生智能硬件高频基材需求

物联网为信息产业下一个风口，发展空间巨大

根据工信部发布的《物联网白皮书》定义，物联网是通信网和互联网的拓展应用和网络延伸，它利用感知技术与智能装置对物理世界进行感知识别，通过网络传输互联，进行计算、处理和知识挖掘，实现人与物、物与物信息交互和无缝链接，达到对物理世界实时控制、精确管理和科学决策目的。

物联网将智能感知、识别技术、网络通信与普适计算等技术融合起来，被认为是继计算机、互联网、智能手机之后世界信息产业发展的下一个风口。随着基础设施的不断发展和完善，物联网在安防、物流、交通等各行业的应用有望继续渗透普及，并与数据分析结合不断提升智能化程度，市场空间巨大，而且物物互联将带来难以估量的价值。根据全球移动通信系统协会（GSMA）发布的报告《Spectrum for the Internet of Things》，2015 年全球物联网规模为 0.89 万亿美元，预计到 2020 年全球物联网市场规模将达到 1.9 万亿美元，2015-2020 年年均

复合增长率为 16.38%。麦肯锡咨询在其发布的报告《The Internet of Things: Mapping the Value beyond the Hype》中预测 2025 年全球物联网市场规模有成长至 3.9-11.1 万亿美元 的潜力。

图 36：物联网层级架构图



资料来源：中国报告网，中信建投证券研究发展部

图 37：2025 年 9 个主要物联网应用及预估市场价值



资料来源：中国报告网，中信建投证券研究发展部

物联网设备快速增长，5G 移动连接占比提升催生高频基材需求

物联网层级架构分为感知层、网络层、应用层，智能终端为物联网底层感知层入口，随着终端成本的不断降低以及创新应用的不断涌现，物联网硬件设备正在加速发展。物联网智能硬件连接方式可分为短程段和广域段两大类。

- ✓ **短程段**主要由通过非授权无线技术相连接的设备组成，范围一般不超过 100 米，如 Wi-Fi、Bluetooth 和 Zigbee。此外，短程物联网中还包括通过固定线路局域网和电力线技术相连接的设备。
- ✓ **广域段**由使用蜂窝通信技术与非授权低功耗技术组成。蜂窝通信技术也即 2G/3G/4G/5G 连接技术，非授权低功耗技术即 LPWA 技术（Low Power Wide Area，低功耗广域通信技术），具体包括 NB-IOT（Cat-NB1）、LTE-M（eMTC，Cat-M1）、LoRa、Sigfox 等。

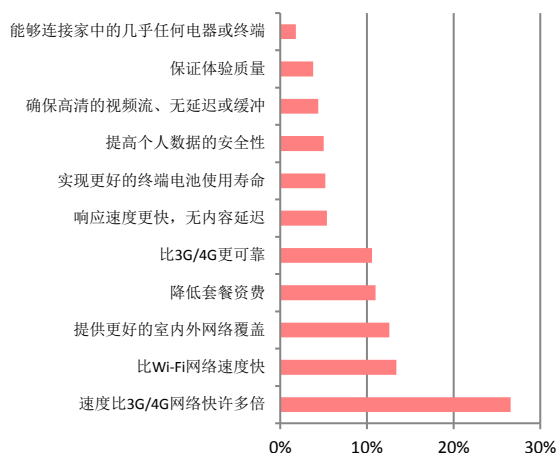
在蜂窝通信技术中，5G 网络具有三大特点：极高的速率，极大的容量，极低的时延。相对 4G 网络，传输速率提升 10~100 倍，峰值传输速率达到 10Gbit/s，端到端时延达到 ms 级，连接设备密度增加 10~100 倍，流量密度提升 1000 倍，频谱效率提升 5~10 倍，能够在 500km/h 的速度下保证用户体验，因此能够满足拥有较高要求的新颖物联网服务，5G 的商用部署将提供对物联网至关重要的功能，如 5G 网络切片、以及连接比目前多数倍的终端的能力等，从而支持物联网的扩展升级。

图 38：5G 支持物联网的扩展升级



资料来源：中国产业信息网，中信建投证券研究发展部

图 39：新消费群体对于 5G 的期望大多符合 5G 技术承诺



资料来源：爱立信消费者研究室，中信建投证券研究发展部

此外，通过终端测量采集的智能手机用户数据揭示了最新的移动流量使用情况的发展趋势：

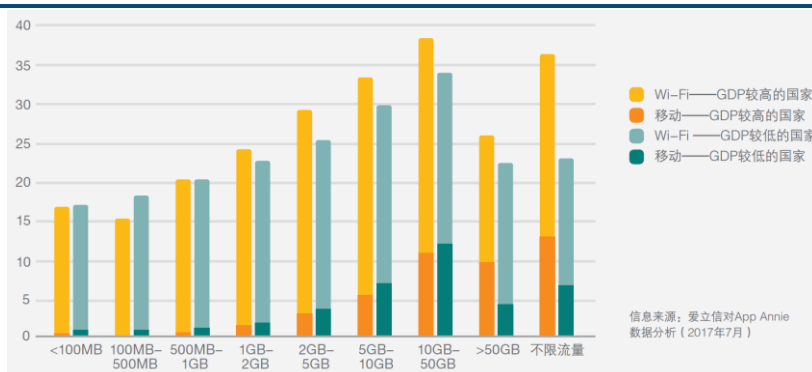
(1) 较大数据流量套餐吸引的客户会越来越多，去年，6%至7%的用户已从较小的流量套餐迁移到了5GB以上的流量包，这一趋势与客户对流量的需求不断增加、运营商争相提供最具吸引力的流量套餐及智能手机功能不断丰富、网络性能日益提升密切相关。

(2) 流量需求的两极——每月低于100MB的低流量套餐和每月高于50GB的套餐（包括不限量套餐）都有稳定的用户群，分别占用户总数的1%和7%。这些客户群可能有特定的要求：一个是对价格敏感、更愿意使用小型流量包的客户群，另一个客户群则愿意付费全方位使用。这突出表明运营商需要提供多种数据流量套餐才能满足客户的不同需求。

(3) 消费者拥有的移动套餐越大，他们切换到Wi-Fi的倾向就越小。对于小流量套餐（低于100MB）而言，只有约5%的流量经由移动网络。对于不限量套餐，这一比例可达到35%。由于感觉无限制，不限流量用户总体消费的数据更多，经由移动网络的流量的占比也更大。

预计5G流量使用将延续4G流量数据的使用趋势，伴随技术的成熟，未来运营商套餐资费下调后，消费者对于5G移动数据的使用意愿将越来越强。

图 40：2017年7月每种流量套餐的月度流量使用量——移动和Wi-Fi (GB)

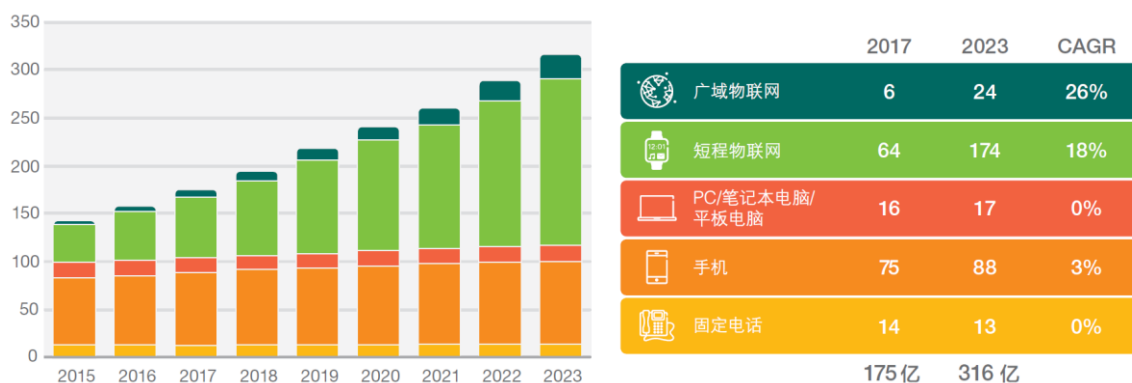


资料来源：爱立信、中信建投证券研究发展部

目前，广域领域的主导技术是 GSM/GPRS，基于上述分析，5G 能够更加快速、经济高效地引进和提供物联网服务，判断 5G 商用部署后，5G 移动连接方式在物联网连接方式中的占比将逐渐提升。爱立信预计到 2023 年，蜂窝物联网连接将主要由 4G LTE 和 5G 提供。其中大多数连接将经由 LTE 网络，而 5G 技术将支持新的物联网应用，尤其是需要关键通信的应用。

爱立信《移动市场报告》预计，到 2023 年所有联网设备数量有望超过 300 亿台，其中约 200 亿台将与物联网有关。联网的物联网终端设备包括联网的汽车、机器、仪表、传感器、POS 机、消费类电子产品（包括智能电视、数字媒体盒、蓝光播放器、游戏机、及音频/视频(AV)接收器等）及可穿戴设备。2017-2023 年，由于新应用的增多，终端价格的下降，联网的物联网终端将实现 19% 的复合增速。2023 年，在约 200 亿台物联网联网设备中，广域物联网终端约 24 亿台，其中，蜂窝物联网设备将达到 18 亿台，占到广域物联网设备总数的 75%。

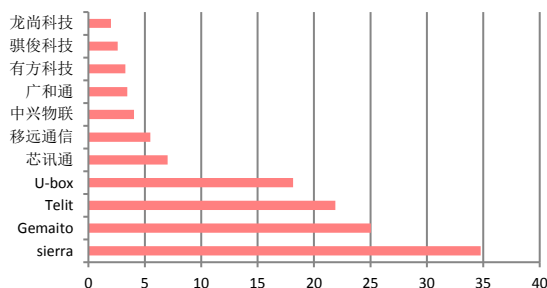
图 41：2017-2023 年联网设备数量（亿台）



资料来源：《移动市场报告》、中信建投证券研究发展部

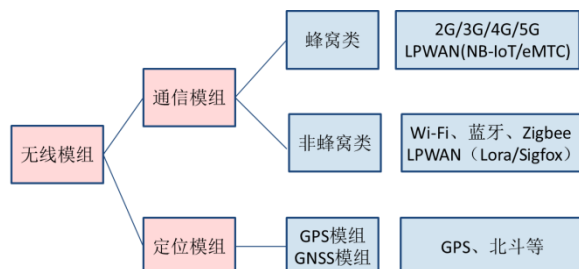
拆解目前市场上部分智能硬件不难发现，相较于普通智能硬件，物联网终端设备必不可少的是无线连接模块，它是连接物联网感知层和网络层的关键环节，属于底层硬件环节，无线通信模块与物联网终端存在一一对应的关系（通常情况下，每增加一个终端，就需要 1-2 个无线模组）。从产业链上看，无线通信模块的上游是基带芯片、存储芯片、射频芯片等原材料，标准化程度较高，下游为各个细分应用领域，极其分散，往往通过中间经销代销环节流向各个领域。

图 42：2016 年知名模块厂商收入规模（亿元）



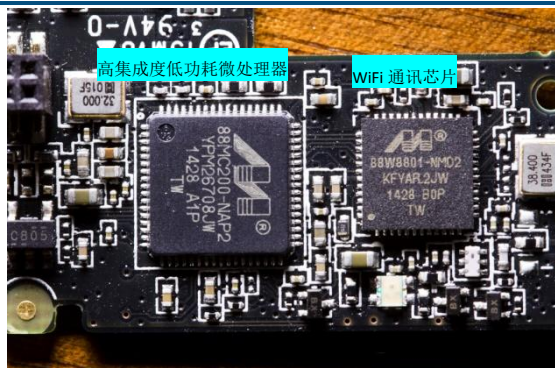
资料来源：前瞻经济学人，中信建投证券研究发展部

图 43：无线通信模块分类



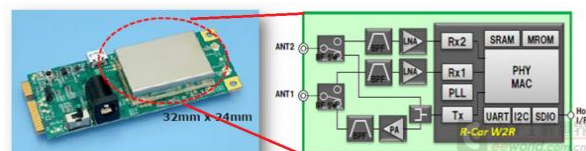
资料来源：全球物联网观察，中信建投证券研究发展部

图 44：小米智能插座采用美满科技 Marvell EZ-Connect 无线物联网平台芯片解决方案



资料来源：雷科技，中信建投证券研究发展部

图 45：Renesas 的 V2X 模块图



资料来源：电子工程世界，中信建投证券研究发展部

未来 5 到 10 年内，随着接入物联网设备数量的显著增加以及 5G 移动连接占比的提升，5G 无线通信模块的需求将随之上升，从 PCB 的角度来看，随着频率的提高，选择合适的低损耗、电气性能优的高频材料成为必须。

图 46：高通 2.4G/5G 可定制 QCA9880 无线模块



资料来源：阿里巴巴，中信建投证券研究发展部

物联网 5G 无线连接终端及消费电子高频基材需求市场测算

► 物联网 5G 无线连接模块端（硬板高频材料为主）：

基于爱立信对于未来几年物联网设备数量的预测，我们对于广域物联网中 5G 连接设备数量预测如下，从而测算出此类设备的 5G 无线连接模块带来高频材料需求在 2025 年有望达到 37 亿元。

表 23：2018-2025 年全球 5G 物联网设备无线连接模块对于高频基材需求

	2017	2018E	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	CAGR
广域物联网设备（亿台）	6.00	7.56	9.53	12.00	15.12	19.05	24.01	30.25	38.12	26%
--蜂窝物联网设备占广域物联网比例（%）	83%	84%	84%	85%	86%	87%	88%	89%	90%	
--蜂窝物联网设备（亿台）	5.0	6.3	8.0	10.2	13.0	16.6	21.1	26.9	34.3	
--5G 连接设备占蜂窝物联网设备比例（%）		3%	10%	30%	40%	45%	50%	55%	60%	
--5G 连接设备数量（亿台）		0.19	0.80	3.06	5.20	7.46	10.56	14.81	20.58	
--5G 连接设备占广域物联网比例（%）		3%	8%	26%	34%	39%	44%	49%	54%	
5G 无线连接模块 PCB 面积（平方毫米）		2667	2540	2413	2292	2178	2069	1965	1867	
5G 无线连接模块 PCB 总面积（平方米）		50507	203238	738517	1192540	1624577	2185523	2910379	3843127	
高频 PCB 单价（元/平方米）		2100	2000	1900	1805	1715	1629	1548	1470	
5G 无线连接设备高频 PCB 价值量（亿元）		1.1	4.1	14.0	21.5	27.9	35.6	45.0	56.5	
高频 CCL 采购价占 PCB 售价比例（%）		60%	65%	70%	75%	80%	75%	70%	66%	
高频 CCL 需求规模（亿元）		0.64	2.64	9.82	16.14	22.29	26.70	31.53	37.29	
短程物联网（亿台）	64.00	75.52	89.11	105.15	124.08	146.42	172.77	203.87	240.57	18%
PC/笔记本电脑/平板电脑（亿台）	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	0%
手机（亿台）	75.00	77.25	79.57	81.95	84.41	86.95	89.55	92.24	95.01	3%
固定电话（亿台）	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	0%

资料来源：中信建投证券研究发展部

➤ 5G 无线连接物联网设备及消费电子天线端（软板高频材料为主）：

智能手机等消费电子（手机、PC/笔记本电脑/平板电脑）在高频高速及小型化趋势下，5G 时代带来的变革主要体验在射频天线端。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。

传统软板 FPC 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，已经无法适应高频高速趋势。

图 47：PI 软板与 LCP 软板的剖面结构

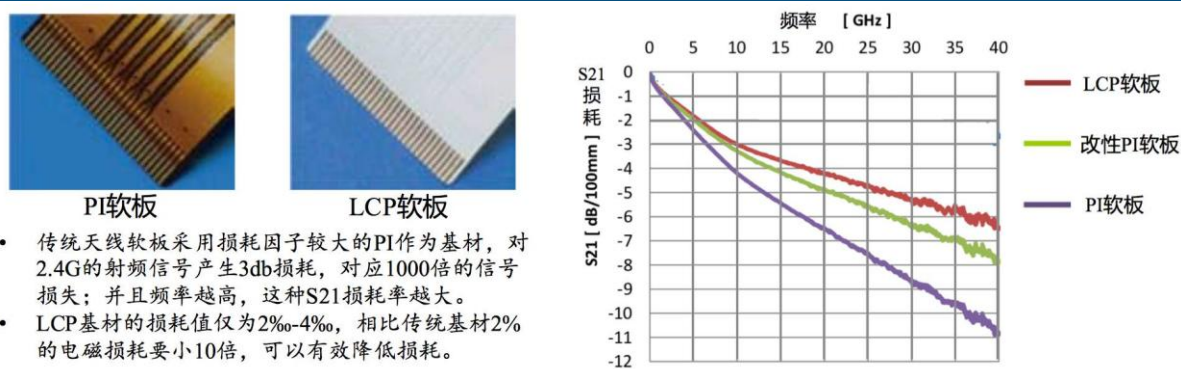


资料来源：住友电工，松下电工，中信建投证券研究发展部

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 成为新的软板天线工艺。

图 48：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



资料来源：藤仓电子，中信建投证券研究发展部

表 24：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

2017 年苹果 iPhone X 首度使用 LCP（液晶聚合物）天线替代 PI 材料 FPC 天线，用于提高天线的高频高速性能并减小空间占用，我们预计随着 5G 商用，LCP 材料在手机、笔记本电脑等消费电子天线的应用将得以普及。

iPhone X 的单根 LCP 天线价值约为 4-5 美元，LCP 天线价值主要在软板环节，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%，预计三根 LCP 天线的 LCP 高频材料价值大约 0.53 美金，约合 3.4 元人民币。

预计伴随 5G 商用的到来，LCP 高频材料在消费电子（手机、PC/笔记本电脑/平板电脑）及物联网终端天线的渗透率将逐步提升，预计到 2025 年，消费电子及 5G 物联网设备天线对于高频基材需求将达 77 亿元。

表 25：2018-2025 年消费电子及 5G 物联网设备天线对于高频基材需求

	2017	2018E	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
全球智能手机出货量（百万部）	1462	1493	1540	1591	1640	1679	1712	1747	1782
手机高频天线渗透率（%）	6%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	50%
1、手机高频天线数量（亿只）	0.88	1.49	2.31	3.18	4.1	5.04	5.99	6.98	8.91
PC/笔记本电脑/平板电脑（亿台）	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
PC/笔记本电脑/平板电脑中高频天线渗透率（%）	3%	4%	5%	8%	10%	15%	20%	25%	28%
2、PC/笔记本电脑/平板电脑中高频天线数量（亿只）	0.48	0.64	0.8	1.28	1.6	2.4	3.2	4	4.48
3、5G 无线连接设备高频天线数量（亿只）	\	0.19	0.80	3.06	5.20	7.46	10.56	14.81	20.58
以上三项高频天线合计数量（亿只）	1.36	2.32	3.91	7.52	10.9	14.9	19.75	25.79	33.97
单根天线高频材料单价（元）	3.40	3.23	3.07	2.92	2.77	2.63	2.50	2.37	2.26
高频天线材料需求规模（亿元）	4.62	7.49	12.00	21.96	30.19	39.19	49.38	61.12	76.77

资料来源：中信建投证券研究发展部（保守假设一部设备搭载一根天线，实际会更多）

根据以上两项测算，2018-2025 年全球消费电子及可预见的 5G 无线连接物联网设备将合计带来 445 亿高频材料需求。

表 26：2018-2025 年全球消费电子及物联网应用合计带来高频基材的需求量测算

需求价值量 (单位：亿元)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	累计
全球 5G 无线连接设备高频材料	0.64	2.64	9.82	16.14	22.29	26.70	31.53	37.29	147.05
全球消费电子及 5G 物联网设备天线高频材料	7.49	12.00	21.96	30.19	39.19	49.38	61.12	76.77	298.1
以上两项高频 CCL 需求价值量合计	8.13	14.64	31.78	46.33	61.48	76.08	92.65	114.06	445.15

资料来源：中信建投证券研究发展部

物联网应用场景扩展，智能硬件类型及商业模式创新无限

网络的不断发展演进将满足来自许多不同行业应用场景的不同连接需求，这些需求涉及移动性、数据传输效率、延迟、可扩展性、安全性、可靠性、可用性及终端规模等方面。相比于 4G 网络，5G 网络的潜在优势已在市场上产生巨大的期望，随着 5G 网络投入商用，一系列新的行业和企业应用将应运而生，除汽车、制造业、能源和公共事业以及医疗卫生等行业之外的更多应用场景将会被构建，最终，为消费者提供服务的载体类型也会更加丰富，并不局限于手机、可穿戴、AR、VR 等多元终端形式。

表 27：网络应用演示实例及其支持技术

	当前服务	向 5G 演进	5G 体验
增强型移动宽带	网络浏览、社交媒体、音乐、视频	固网无线接入、互动现场音乐会和体育赛事	4K/8K 视频、移动 AR/VR 游戏、沉浸式媒体
汽车	Wi-Fi 热点、按需 GPS 地图数据、无线软件升级	预测性车辆维护，采集实时流量、天气、泊车和匹配服务的传感器数据	自动驾驶控制，合作式避碰，发现道路上的弱势群体
制造业	互联商品，企业间和企业内通信	协同机器人，分布式控制系统，远程质量检测	机器人遥控，为培训、维护、建造和修理提供增强现实支持
能源和公共事业	智能抄表，动态和双向电网	分布式能源管理，配电自动化	电网边缘发电控制，虚拟电厂，实时负载均衡
医疗卫生	远程病人监护，互联救护车，电子病历	远程手术，增强现实辅助医疗	精密医学，远程机器人手术，救护车无人机
网络技术	<ul style="list-style-type: none"> > 多标准网络 > Cat-M1/NB-IoT > 云优化型网络功能 > VNF 协调 	<ul style="list-style-type: none"> > 千兆级 LTE(TDD, FDD, LAA) > 大规模天线 > 网络切片 > 动态业务编排 > 预测性分析 	<ul style="list-style-type: none"> > 5G 新空口(NR) > 虚拟 RAN > 联合网络切片 > 分布式云 > 实时机器学习/人工智能

资料来源：爱立信、中信建投证券研究发展部

4. 4、2018-2025 年高频基材市场累计需求规模保守预计接近千亿

2015-2018 年国内高频微波基板材料需求小幅增长

聚四氟乙烯（PTFE）树脂型覆铜板是目前高频微波基板材料最主要的品种。过去，我国高频微波基板材料（主要是指 PTFE 型 CCL）市场由少数美资企业长期垄断，其中美国基板材料供应厂商 Rogers 公司最为受益。在近几年时间内，这种外资垄断局面逐渐被打破，形成由外资、内资企业共同参与的国内 PTFE 型高频微波基板材料市场竞争格局。

2014 年，4G 产品刺激国内外高频微波基板材料市场出现了爆发式的增长，2015 年下半年开始，为争夺中低端微波射频 CCL 市场，部分企业掀起压价潮，在此风潮席卷下国内部分企业的高频微波基板材料利润空间遭

到大幅压缩。根据在 EDI CNO China 2016 展会获取的调研信息，2015 年我国国内 PTFE 类 CCL 市场需求规模约为 25 亿元人民币，相比 2014 年略有小增。具体来看，美国罗杰斯因价格战影响及收购 Arlon 后产品结构调整，2015 年在国内的高频微波基板材料的产品销售额同比 2014 年有所小幅缩减，美国 Taconic 公司（该企业只生产 PTFE 类高频微波基板材料）2015 年高频微波基板材料销售额同比 14 年约有 10% 的增长，而国内内资企业的高频微波基材市场占有率进一步提升。国内产销 PTFE 型基板材料的规模较大的两家内资企业中英科技、泰州旺灵，根据我们的调研信息，中英科技 2017 年上半年销售额 7352 万元，全年营业额 1.5 亿左右（中英科技 2017 年年产能 21.5 万张，PTFE+玻纤布增强。官方数据），泰州旺灵 2017 年全年销售额 1 亿元左右（泰州旺灵年产能 20 万平米，售价约 300 元/公斤，按一平米约两公斤换算，平均单价约 500 元-600 元/平米。业内调研数据）。

Prismark 预计 2016 年全球“特殊基板及其他”品类的市场规模约 22.55 亿美元，2012-2016 年年均复合增速约 8%，预计这一增速在 2016-2018 年亦即 5G 市场需求起量之前将维持稳定。2015、2016 年国内 PTFE 类高频微波基板占全球特殊基板总规模的比例分别约 18.56%、19%，由此我们预计 2018 年国内 PTFE 类 CCL 市场规模约 34 亿元人民币，2015-2018 年国内 PTFE 类 CCL 总体市场规模复合增速约为 11%。

表 28：2011-2016 年全球刚性覆铜板不同种类产值

产值（百万美元）	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2012-2016 年 CAGR(%)
纸基板	841	759	745	659	606	636	-5%
复合基板	536	577	599	792	756	875	10%
FR-4	4510	4284	4085	4167	3839	4005	-2%
高 Tg FR-4	1229	1142	1121	1057	954	1055	-3%
无卤板	1369	1428	1467	1533	1149	1297	-1%
特殊基板及其他	1505	1362	1469	1668	2072	2255	8%
合计	9990	9552	9486	9876	9376	10123	0%

资料来源：Prismark、中信建投证券研究发展部

表 29：2015-2018 年国内高频 PTFE 类 CCL 市场规模

	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年 E
全球特殊基板产值（亿美元）	20.72	22.55	24.47	26.50
全球特殊基板产值（亿元 rmb）	134.68	146.58	159.03	172.23
国内高频 PTFE 类 ccl 市场规模占比（%）	18.56%	19.00%	19.50%	20.00%
国内高频 PTFE 类 ccl 市场规模（亿元 rmb）	25.0	27.8	31.0	34.4
同比增速（%）	/	11.40%	11.36%	11.08%

资料来源：中信建投证券研究发展部

从龙头公司经营情况反推 2017 年全球高频/高速覆铜板市场规模约 83 亿元

全球高频微波基板主要厂家包括海外的 Rogers Corporation（龙头，尤其 2015 年收购 Arlon 之后）、Taconic（只生产 PTFE 类高频微波基板材料，主要针对天线 PTFE 基板，天线基板市占率曾达到 80%）、Park Nelco（美国 Park 公司的电子材料品牌，Park 公司准备出售电路板业务，业务核心聚焦航空航天材料及零组件组装）、Isola（Isola 的投资重点放在汽车雷达上，份额并不多，而且在高端领域没有 PTFE 材料）、日本 Chukoh（中兴化成，已将 PTFE 类 CCL 全部生产线卖给国内生益科技）。

国内本土厂家主要包括生益科技（已经具备热塑性-PTFE 体系及热固性-碳氢体系两大高频基板生产能力）、中英科技（PTFE 材料出货较多，从产品稳定性还有设备来看，未来生益科技量产后优势可能会降低）、睿龙（采购很多进口设备，针对军用市场）、泰州旺灵、国能新材料、华正新材、高斯贝尔等。

因高频微波基板目前主要还是由美资企业占据较大市场份额，我们从 Rogers 及 Park/Nelco 经营数据可大致得知其所从事的高频/高速覆铜板全球市场规模，这些海外公司大约 30%-50% 的产品销往中国大陆。

表 30：2015-2018 年全球高频高速 CCL 市场规模

	2015 年	2016 年	2017 年
Rogers 先进互联材料收入（百万美元）	268	278	301
Rogers 先进互联材料市占率（%）	25.0%	24.0%	23.5%
Park/Nelco 高性能 CCL 收入（百万美元）	116.29	99.24	76.73
Park/Nelco 高性能 CCL 市占率（%）	10.8%	8.6%	6.0%
全球高频高速 CCL 市场规模（百万美元）	1072.00	1158.33	1280.85
全球高频高速 CCL 市场规模（亿元 rmb）	69.68	75.29	83.26
同比增速（%）	/	8%	11%

资料来源：中信建投证券研究发展部（注：此处所指高频高速 CCL 的种类范围大于 PTFE 类 CCL）

■ Rogers Corporation:

罗杰斯公司 Rogers Corporation（NYSE:ROG）创立于 1832 年，总部位于美国康涅狄格州，在美国、中国、德国、比利时、匈牙利和韩国都设有制造工厂，合资公司和销售办公室遍布全球，全职雇员 3400 多人。

罗杰斯拥有三大业务线先进互联解决方案(ACS)、高弹体材料解决方案(EMS)和电力电子解决方案(PES)。ACS 事业部主要提供有线和无线通信用高频高速线路板材，目前主要有 RO3000、RO4000、RT/duroid®、AD 和 CLTE 系列，其中又以 RO3000、RO4000 最具代表性。

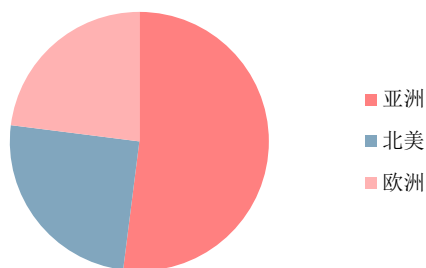
表 31：罗杰斯公司主要业务线

业务部门	关键产品/品牌	应用领域
先进互联解决方案 (ACS)	RT/duroid® 高频层压板, RO4000® 高频线路板材料, RO3000® 高频层压板, TMM® 热固性微波材料等	主要应用于无线基站、航空和国防、汽车、高速电子等领域
高弹体材料解决方案 (EMS)	PORON® 微孔聚氨酯, BISCO® 硅胶, eSORBA® 聚氨酯, R/bak® 薄胶带等	主要应用于智能电力管理装置、铁路、风力发电、发电、国防和航空等领域
电力电子解决方案 (PES)	curamik® 直接敷铜板 (Direct bonded copper substrates) (用于电子学封装的一种陶瓷/金属化合物基板), RO-LINX® 层压母线排等	主要应用于密封, 缓冲, 能量管理, 冲击保护, 研磨等领域

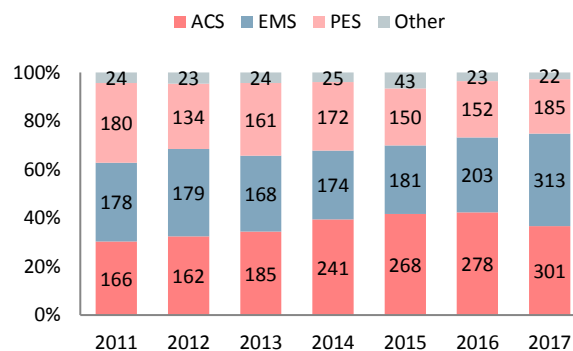
资料来源: 公司官网、中信建投证券研究发展部

先进互联事业部 (ACS) 目前是罗杰斯收入占比最大的业务线, 2017 年, 罗杰斯实现总营业收入 8.21 亿美元, 同比增长 25%, 净利润 8046 万美元, 同比增长 67%, 其中, **ACS 业务公司实现营收 3.01 亿美元**, 同比增长 8%, 下游 ADAS 自动驾驶行业是 ACS 业务部收入增长主要驱动因素, 此外在航空航天和军事业务上也有小幅增长。

罗杰斯生产的高频高速覆铜板全球市占率 20% 以上, 其中 PTFE 类 CCL 市占率 20-30% (调研数据), 我们了解到罗杰斯份额具体在电路板功放比较强, 可能九成以上, 但在天线及高速数字方面比较弱。2016-2017 年, 公司总收入中约有 50% 来自于亚洲地区。

图 49：公司 2016 年按地区出货量占比 (%)


资料来源: 2017 Investor Presentation, 中信建投证券研究发展部

图 50：公司主营业务收入占比 (百万美元)


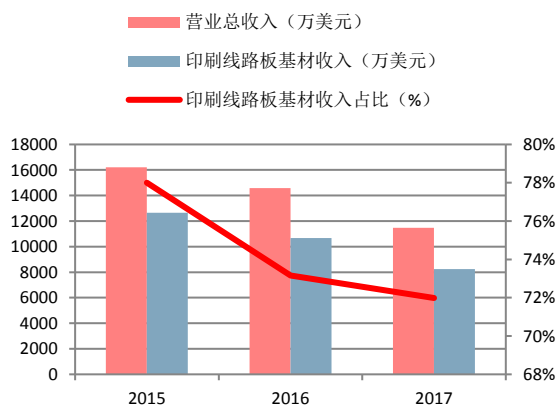
资料来源: Rogers 财报, 中信建投证券研究发展部

■ Park Electrochemical Corp.:

美国 Park 电化学公司成立于 1954 年, 是全球领先的先进材料公司, 现拥有电子材料与航空航天两大业务线, 其中, 电子材料业务线提供 Nelco 品牌的数字电路印刷板材料及 RF/微波印刷电路材料, 航空航天业务线主要提供先进复合材料及航空航天零组件组装等。

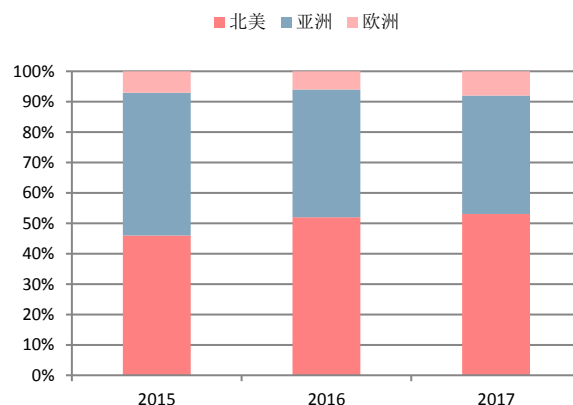
2015-2017 年 Park 电化学公司总营业收入分别为 1.62/1.46/1.15 亿美元，2017 年 40%的营业额来自于亚洲地区，其中，印刷电路板基材收入占比约 72%（8250 万美元），印刷电路板基材的下游应用领域以通信基础设施（高性能交换机、路由器、高端服务器及存储阵列等）、基站（天线、滤波、功放等）、企业级应用（服务器及存储阵列、云服务器及存储阵列、超级计算机等）、半导体（测试设备、烧入板）、航空及军工（导航、雷达、航空等）及其他（医疗、工业等）为主，2017 年 48%的收入来自于通信基础设施。

图 51: Park 电化学公司总收入及电路板基材收入占比



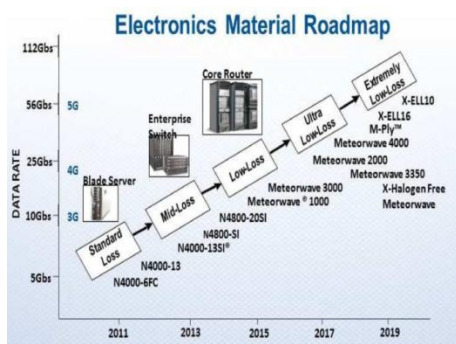
资料来源: 2015-2017 年报, 中信建投证券研究发展部

图 52: Park 电化学公司收入按地区分布



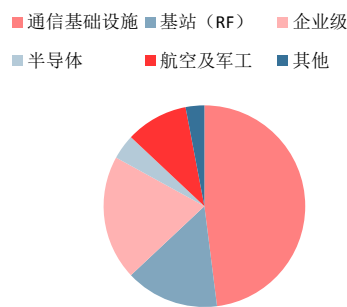
资料来源: 2015-2017 年报, 中信建投证券研究发展部

图 53: Park 电化学公司电子材料技术路线



资料来源: 2017 年投资者交流 ppt, 中信建投证券研究发展部

图 54: Park 电化学公司印刷电路板基材收入下游领域分布



资料来源: 2017 年报, 中信建投证券研究发展部

Park 电化学公司印刷电路板基材收入中高性能线路板材料占比高达 93%，这些高性能线路板材料（非 FR-4 线路板材料）主要是用于数字及 RF/微波领域的高速、低损耗基材，具体包括用于高导热及可靠性领域的 APPE 材料、BT 材料、聚酰亚胺材料，和用于频率高达 79GHz 的 RF/微波射频领域的氰酸酯树脂材料、石英增强材料、PTFE 及改性环氧树脂材料，我们预计 Park 电化学公司印刷电路板基材全球市占率。

Park 电化学公司在高性能线路板领域具备很强的技术积累和优势，但似乎不善于市场公关和拓展，此前一直专注于与 PCB 板厂的直接合作，忽视与品牌 OEM 厂的合作，不利于推进其创新型产品，出于产业聚焦的考虑，Park 电化学公司正计划将其电子部品业务出售，从而聚焦于正处于快速扩张阶段的航空航天业务板块。

■ Taconic:

美国 Taconic 公司成立于 1961 年，自成立以来，Taconic 一直是铁氟龙（Teflon）产品行业的全球主导公司，其 PTFE 制品出口到大约四十个国家。Taconic 主要产品分为工业用 PTFE 材料和高性能绝缘 PTFE 材料。（Taconic 目前为私有企业，我们访谈一位来自美国竞争对手的员工预计 Taconic 收入不到 1000 万美金，该数据仅作参考）

- ✓ 工业用材料主要是特种纤维织布、压力感应胶带、工程传输带和硅橡胶涂层产品，食品产业用材料为各食品科研院所、食品零售业、食品加工业和服务业提供各类纤维织布及延伸产品。
- ✓ 高性能绝缘材料为微波/射频（RF）和高速数字信号处理市场提供 PTFE/编织型玻璃纤维织布的板材，此材料可运用于 LNAs, LNBs, PCS/PCN 天线系统中、全球定位系统（GPS）和 UMTS 的天线系统中，以及功率放大器，无源器件，防撞雷达系统，航空助导遥控技术和相控阵雷达系统中。根据调研信息，Taconic 的高频微波基板全球市占率约 10%。

保守预计，2018-2025 年国内 5G 基站天线高频基材累计需求 338 亿，全球车载毫米波雷达、物联网应用累计需求 611 亿

综合以上分析，我们认为高频基材在 5G 时代将迎来黄金发展机遇。预计 2018-2025 年，国内 5G 基站天线高频基材累计需求 338 亿，而全球车载毫米波雷达、物联网应用累计需求将达 611 亿。

需要指出的是，以上预测仅为基于当下认知的预测，历史经验来看，在手机领域，智能手机替换传统功能手机实现总量的飞跃，近年为了实现 5G 与 AI 的结合从而带给消费者更优的体验，OLED 触摸屏、3D 摄像头等创新应用正在替代老的应用，从而在手机存量市场中不断创造增量空间；汽车领域，汽车的电动化、智能化、网联化、共享化推动汽车电子渗透率不断提升，并加速了跨行业、跨领域的融合，当前，整个汽车产业链正发生剧变和重构。

物联网时代，WCDMA/HSPA 覆盖 25 亿人口历时长达 8 年，LTE 达到这一水平只用了 5 年时间，预计 5G 的普及速度将会更快。5G 开启真正的万物互联，未来，不仅传统行业的商业模式会发生改变与重构，更多行业和企业应用将逐步诞生，催生更多智能装备和设备的创新，从而带来高频材料的新需求。因此，凡是影响生活行为的产品升级，当下市场规模都是新市场规模的起点，基于可预见范围内的预测，会显著低估高频板的市场空间。

表 32：2018-2025 年车载毫米波雷达、5G 基站天线及物联网应用带来高频基材的需求量测算

需求价值量（单位：亿元）	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	累计
国内 5G 基站天线高频 CCL（仅国内）	3.5	10.8	22.1	52.77	76.23	74.7	60.2	37.8	338.1
全球 车载毫米波雷达高频 CCL	4.85	8.37	13.23	19.66	27.89	29.70	30.43	31.34	165.5
全球 5G 无线连接设备高频 CCL	0.64	2.64	9.82	16.14	22.29	26.70	31.53	37.29	147.05
全球 消费电子及 5G 物联网设备天线高频材料	7.49	12.00	21.96	30.19	39.19	49.38	61.12	76.77	298.1

资料来源：中信建投证券研究发展部

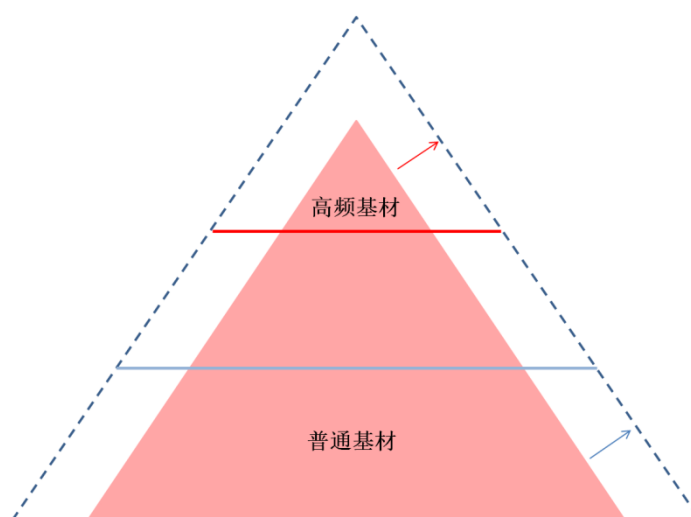
五、投资建议与相关标的

随着高频通信行业的发展，传统电路板基材损耗大，无法满足高频电路性能要求，高频基材成为本土厂商加速技术突破实现进口替代的黄金领域。PTFE、碳氢化合物等树脂多样化成为高频基材演变趋势，近年高频基材的商业化应用领域主要以汽车电子毫米波雷达为主，汽车辅助驾驶系统的持续渗透带动汽车毫米波雷达出货量年年提升，低损耗高频电路基材需求稳定增长，为具备相关产品量产能力的供应商带来 5G 前夜“小蓝海”市场；2019-2023 年国内及全球 5G 建设投资周期拉开后，低损耗及超低损耗基材的主要战场将转变为 5G 通信基站，其中，又以 5G 毫米波基站天线应用为主，市场需求有望跟随 5G 建设周期迎来渐进式爆发增长；更长远来看，5G 商用将真正开启万物互联，全球消费电子及可预见的 5G 无线连接物联网设备将持续带来高频材料需求。

我们认为，率先布局高频基材的厂商有望以先发优势分享高频基板行业快速发展期的科技红利，而在众多试图掘金 5G 高频基材蓝海市场的厂商中，高频业务布局的潜力与优劣与厂商的研发实力、产品性能及客户资源和供应链导入情况息息相关。此外，覆铜板市场呈金字塔式结构，高端产品占据金字塔尖的位置，未来，高端产品需求在 5G 通信、智能汽车、卫星导航、物联网等领域带动下不断增长的同时，预计普通产品的市场规模也将持续扩增，规模优势显著的厂商将持续受益。建议关注生益科技（600183.SH）、华正新材（603186.SH）等。

同时，具备高频基材加工能力的 PCB 厂家亦受益行业需求带动，未来销量、产能利用率提升预计将带来业绩弹性体现。建议关注深南电路（002916.SZ）、沪电股份（002463.SZ）、景旺电子（603228.SH）、胜宏科技（300476.SZ）等。

图 55：未来高频覆铜板需求增加的同时普通基材需求规模也将扩大



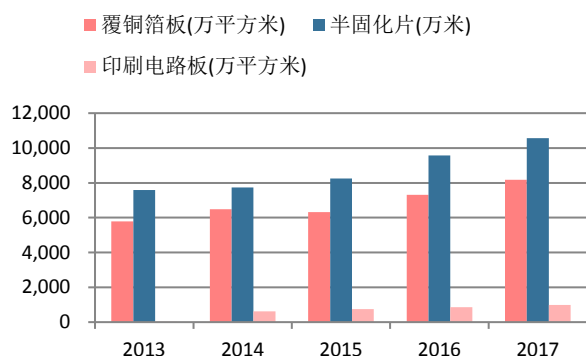
资料来源：中信建投证券研究发展部

5.1、生益科技

生益科技成立于 1985 年，成立 30 多年以来，公司以建成“国内品种最多、规格最齐、技术领先、产量最大、设备最先进的覆铜板生产基地”为战略目标，以“成为中国领先的电子材料制造供应商”为愿景，在技术、质量、成本、品牌、规模等方面已形成竞争优势。

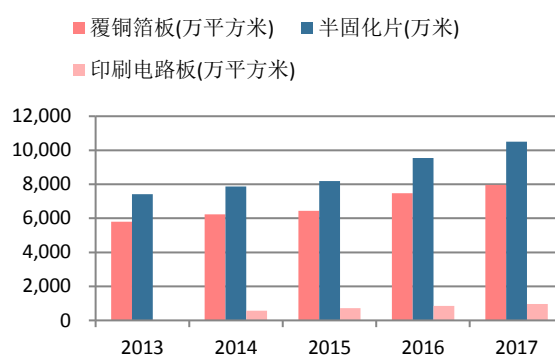
公司是国内市占率第一、全球第二的覆铜板和粘结片生产商，2017 年实现收入 108 亿，同比增长 26%，生产各类覆铜板 8183 万平方米，同比增长 11.94%，粘结片 10568 万米，同比增长 10.45%，印制电路板 987 万平方英尺，同比增长 14.42%；销售各类覆铜板 7970 万平方米，同比增长 6.61%，粘结片 10505.43 万米，同比增长 10.04%，印制电路板 971.91 万平方英尺，比上年同期增长 14.22%。

图 56：公司近年分产品产量



资料来源：wind，中信建投证券研究发展部

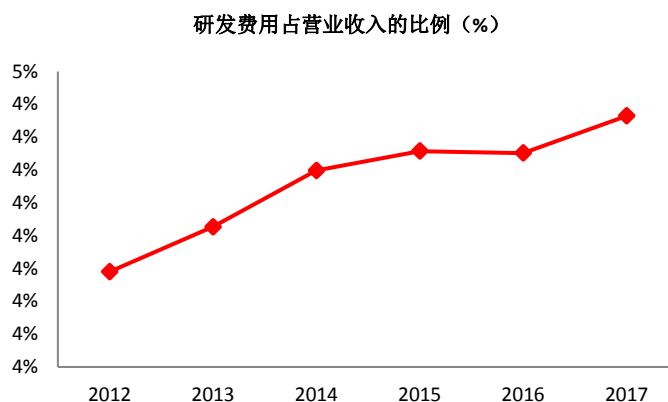
图 57：公司近年分产品销量



资料来源：wind，中信建投证券研究发展部

作为国内同类企业其中规模最大、具有较强竞争力的企业，公司自主研发能力强，产品种类完备、质量优良，近年在持续扩张普通通用型覆铜板产品的同时，不断布局高频高速特种基材，未来在 5G 通信、汽车电子、卫星通信等市场需求暴增的产业环境下，有望最大受益。

- ✓ **自主研发能力强。**公司注重研发投入，公司及子公司目前共拥有专利技术 770 项，正在申请的专利技术共 394 项。在覆铜板领域，公司拥有国内领先的核心生产技术，如填料的分散技术、树脂对玻纤的浸润技术、粘结片树脂含量均匀性控制技术、薄型粘结片的生产技术、RTO 的调节技术、板材厚度控制技术。公司是东莞市唯一一家拥有国家级企业研究开发中心的企业，2017-2018 年，公司获评国家发改委评审的优秀国家企业技术中心。

图 58：近年公司研发费用占营收的比重维持在 4%以上


资料来源：Wind、中信建投证券研究发展部

- ✓ **产品种类齐全、品质优良。**经过三十多年的发展，公司共开发了双氰胺固化 FR-4、无铅兼容 FR-4、无卤无铅兼容 FR-4、复合基材环氧覆铜板（CEM-1 和 CEM-3）、涂树脂铜箔（RCC）、环氧玻纤布基不流动粘结片、有胶型挠性覆铜板、无胶型挠性覆铜板、铝基覆铜板、铜基覆铜板、特殊粘结片、覆盖膜、叠层母排绝缘胶膜等多个系列、近百个品种的产品，是国内产品品种规格最为齐全、生产规模最大的覆铜板生产企业。得益于公司完备的质量管理体系，公司产品技术含量高、质量优良，品质稳定，产品全部达到或超过美国 IPC 标准，并直接或间接获得西门子、索尼、三星、华为、中兴、联想、格力、Bosch 等企业的认证，同时还获得了美国 UL 认证、德国 VDE 认证、日本 JET 认证、英国 BSI 认证以及终端客户 SONY 绿色环保认证等。
- ✓ **客户群体优质。**公司生产的基础材料广泛用于家电、手机、汽车、电脑、航空航天工业、通讯设备以及各种中高档电子产品中，主导产品已获得华为、中兴、H3C、博世、大陆电子、联想、烽火、大唐、诺基亚、西门子、索尼、三星、格力、飞利浦等国际知名企业的认证，拥有较大的竞争优势，产品销美洲、欧洲、韩国、日本、东南亚等世界多个国家和地区。

依托公司自身优势，公司不断以自主研发及外部引入合作的方式实现在高频基材等特种板材领域的技术突破和产业化，近两年进展加速，未来发展潜力巨大。

- 2016 年 8 月公司公告：基于行业发展趋势和国家的整体战略要求，公司作为国家电子电路基材行业的领军企业，拟设立公司生产特种覆铜板，介入特种覆铜板（高频）领域，项目投资总额为 25332 万。根据公司公告的特种覆铜板项目可行性分析报告的相关内容，该高频覆铜板项目投入产出比约 19.6%，产品净利率高达 20.7%（未扣税）。（注：项目可行性分析报中项目细节与实际项目产能规模及收入贡献有所不同，公司最终在江苏省南通市设立江苏生益特种材料有限公司作为项目实施主体，注册资金 2 亿元，项目规模达 150 万平方米高频通信基板及 50 万平米商品粘结片，且根据市场需求及土地资源可能会有后续扩产计划）。

表 33：公司特种（高频）覆铜板项目投资收益率及净利率

名称	描述
项目投入金额	2.5332 亿元
项目总产能	项目分两期建设，一期总产能为 PTFE 4.4 万平方米/月、碳氢板材 4.4 万平方米/月、碳氢粘结片 4 万米/月；二期总产能为 PTFE 4.4 万平方米/月
项目建设建设期	2 年，投产后第一年达到生产能力的 50%，第二年达到生产能力的 80%，第三年达到生产能力的 100%
预计销售收入	24000 万元/年（不含税）（板材以特种覆铜板 0.76mm 1/1 36"*48"的系列产品为标准计算板）
预计年利润总额	5855 万元
预计年净利润	4976 万元
投资收益率（年净利润/投资总额）	19.6%
净利率	20.7%

资料来源：公司公告、中信建投证券研究发展部

- 2017 年 6 月，公司与中兴化成工业株式会社在日本东京签订了关于生产氟树脂覆铜板相关技术的框架协议，由中兴化成向生益科技转让 PTFE 相关产品的完整配方、全流程生产工艺、专用设备技术、原材料厂家信息和相关商标。

中兴化成成立于 1963 年，是世界著名的氟相关产品的高端技术制造企业，拥有超过五十年的专业经验，掌握氟树脂加工技术，在系列氟树脂覆铜板的技术研发和生产制造领域具有强大的实力。公司与中兴化成已进行了多年的生产和销售合作，在相互了解、信任的基础上，中兴化成向公司转让有关氟树脂覆铜板相关产品的设计原理、完整配方、全流程生产、工艺制造技术。公司将在自身多年研究的基础上，进一步在设备、配方等方面进行提升改进，并继续在中兴化成的指导下生产供应氟树脂覆铜板系列产品，推进相关产品在国内的产业化。

- 2017 年 12 月，由广东生益科技股份有限公司投资的江苏生益特种材料有限公司奠基仪式在南通通州国家级高新技术开发区隆重举行。江苏生益特种材料有限公司是生益集团首个为某一类产品开创立的公司，坐落于江苏省南通高新区，总占地面积 90 亩，注册资本 2 亿元整。特种材料扩产项目共分两期进行，建成后，将成为年产 150 万平方米高频通信基板及 50 万米商品粘结片生产基地，若项目顺利推进，第一期有望在 2018 年 11 月投产。
- 2018 年 3 月，特种覆铜板市场开拓工作取得重大进展，公司拟对江苏特种材料有限公司增资 3 亿元。生益特种覆铜板项目经过前期筹备，1 月下旬正式开工，目前进入打桩基建阶段，预计 2019 年形成量产。

目前公司已突破 PTFE 系和碳氢树脂系高频基材两大产品线，品质性能对标海外龙头，在国内具有领先优势。

表 34：生益科技部分高频高速覆铜板产品及其竞品

产品品类	产品型号	介电常数	损耗因子	简要描述	典型竞争产品
生益科技 高频基材	SCGA-500 GF220	2.20	0.0009	PTFE 无填料材质、玻璃布增强	RO5880、TLY-5
	SCGA-500 GF255	2.55	0.0014	PTFE 无填料材质、玻璃布增强	RO4725JXR、AD255、TLX-8
	SCGA-500 GF265	2.65	0.0017	PTFE 无填料材质、玻璃布增强	TLX-6
	SCGA-500 GF300	3.0	0.0023	PTFE 无填料材质、玻璃布增强	AD300C、RF30
	SCGA-500 GF77G	2.41	0.0012	PTFE 无填料材质、玻璃布增强	RO3003C
	S7136H	3.42	0.003	非 PTFE 体系、玻璃布增强	RO4350B
	LNB33	3.3	0.0035	非 PTFE 体系、玻璃布增强	RO4233、IS680-338
	Acrowave300	3.0	0.0031	非 PTFE 体系、玻璃布增强	RO4730G3、AD300C
	Acrowave338	3.38	0.0035	非 PTFE 体系、玻璃布增强	RO4003C、RO4534
	Acrowave350	3.5	0.0035	非 PTFE 体系、玻璃布增强	RO4350B、RO4835、RO4535
	MmWave	3.0	0.0020	非 PTFE 体系、玻璃布增强	RO003C

资料来源：公司官网、中信建投证券研究发展部

随着高频材料的放量和市场导入，公司经营规模及盈利能力有望大幅提升，同样重要的是，虽然生益科技在普通通用型板材 FR-4 领域有着相当高的市场影响力（2017 年全球市场占有率约 12%，仅次于建滔化工），但更多是以规模优势取胜，总体议价能力不强，高频材料技术壁垒高、产品附加值高，产品市场供给相对有限，在市场需求爆发初期率先实现规模化量产并顺利导入客户能够实质性提升公司的产业地位，提高产品定价能力，从而带来估值溢价。

除特种覆铜板外，公司传统产品也具有清晰的扩产规划，持续扩大普通产品的市场占有率：2017 年公司发布可转债募集资金不超过 18 亿元，用于高导热与高密度印制线路板用覆铜板产业化项目（二期）及年产 3000 万平方米覆铜板及 5600 万平米商品粘结片建设项目，分别将于 2019 年 3 月、2019 年 11 月陆续投产。

表 35：公司可转债募集资金投产项目

项目	投资总额	项目设计产能	年净利润
高导热与高密度印制线路板用覆铜板产业化项目（二期）	101199 万元	年产 600 万张复合基材环氧覆铜板（CEM-1）、300 万张复合基材环氧覆铜板（CEM-3）、120 万张阻燃型环氧玻纤布覆铜板（FR-4）和 300 万平米商品粘结片	8549.00 万元
年产 3000 万平方米覆铜板及 5600 万平米商品粘结片建设项目	212200 万元	分两期建设，包括阻燃型环氧玻璃布覆铜板（FR-4）、无卤 FR-4 与商品粘结片，可实现年产覆铜板 3000 万平方米和年产商品粘结片 5600 万平米，主要应用领域为汽车、智能终端、可穿戴设备、服务器等高频高速产品应用领域	26239.00 万元

资料来源：公司公告、中信建投证券研究发展部

综合公司特种高频覆铜板与普通覆铜板产品的扩产计划及盈利情况，我们对公司未来 3 年的收入及毛利率预测如下：

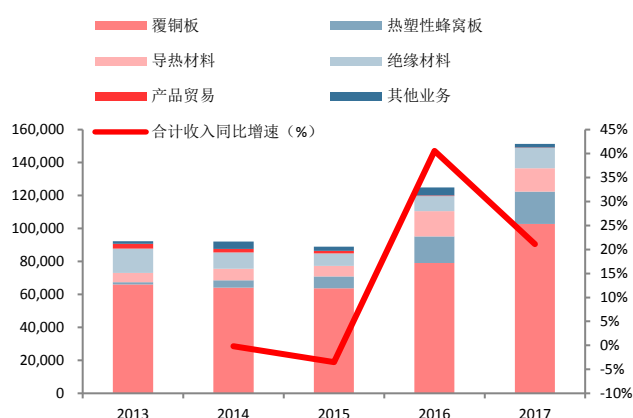
表 36：2018-2020 年公司收入及毛利率预测

		2017	2018E	2019E	2020E
普通覆铜板和 粘结片	收入（百万元）	8945	10925	12017.10309	13544.03
	Yoy（%）	28%	22%	10%	13%
	毛利率（%）	19.9%	19.50%	19.30%	19.00%
特种覆铜板和 粘结片	单价（元/张）			800	600
	销量（百万张）			1.5	3
	收入（百万元）			1200	1800
	Yoy（%）			/	50%
	毛利率（%）			40%	35%
PCB	收入（百万元）	1673	1871.1	2058.21	2305.195
	Yoy（%）	17%	12%	10%	12%
	毛利率（%）	24.5%	25%	25%	25%
其他	收入（百万元）	134	100	100	100
	Yoy（%）	22%	-25%	0%	0%
	毛利率（%）	88%	88%	88%	88%
合计	收入（百万元）	10752	12896.1	15375.31309	17749.23
	Yoy（%）	26%	20%	19%	15%
	毛利率（%）	21.47%	20.83%	22.13%	21.83%
特种覆铜板及粘结片收入贡献（%）				8%	10%

资料来源：Wind、中信建投证券研究发展部

5.2、华正新材

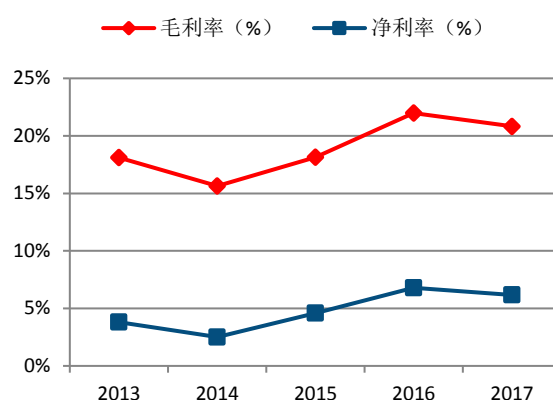
公司成立于 2003 年，主营覆铜板、导热材料、绝缘材料、热塑性蜂窝板等复合材料及制品，其中覆铜板产品的收入占比 70-80%。主要产品包括：全系列 FR-4、CEM-3 覆铜板、各式半固化片、LED 应用高导热材料、GPO-3 等绝缘材料及热塑性蜂窝等复合材料。公司 2017 年营业收入 15 亿，同比增长 21%，归母净利润 9360 万，同比增长 10%，综合毛利率 20.82%，净利率 6.18%。2017 年公司生产覆铜板 799.84 万张，外协加工 119.20 万张，合计 919.04 万张，同比增加 3.76%；销售覆铜板 909.04 万张，同比增加 2.12%，覆铜板营业收入 102745.11 万，同比增加 29.92%

图 59：公司近年分产品营业收入（万元）


资料来源: Wind、中信建投证券研究发展部

目前公司覆铜板整体产能规模较小，但在中高端覆铜板产品的研发与制造领域进展较快，主要包括高毛利率的铝基板、无卤板、无铅板、高频、高速板、超薄覆铜板等。

在高频覆铜板领域，公司已具备 H5220、H5255、H5265、H5300 四款玻纤增强型 PTFE 系列基材量产能力，产品介电性能优良，可用于基站天线、雷达系统等领域。高速材料领域，H175HF、H180HF、H185H 等已完成开发并投入市场。

图 60：公司近年毛利率及净利率变化


资料来源: Wind、中信建投证券研究发展部

表 37：华正新材主要高频高速覆铜板产品

产品品类	产品型号	树脂体系	Dk	Df	应用领域
高频材料	H5220	PTFE	2.20@10GHz	0.0009@10GHz	基站天线，机载、地面和水面雷达系统
	H5255	PTFE	2.55@10 GHz	0.0018@10 GHz	基站天线、机载、地面和水面雷达系统
	H5265	PTFE	2.65@10 GHz	0.0020@10 GHz	基站天线、机载、地面和水面雷达系统
	H5300	PTFE	2.97@10 GHz	0.0020@10 GHz	基站天线、机载、地面和水面雷达系统
高速材料	H380	改良环氧树脂	3.8@1GHz	0.009@1GHz	背板、卡板、高频服务器、交换机、基站产品、通讯设备
	H175HF	改良环氧树脂	4.3@1GHz	0.012@1GHz	背板、卡板、高频服务器、交换机、基站产品、通讯设备

资料来源: 公司官网产品展示、中信建投证券研究发展部

2018 年 2 月，公司公告在临安青山湖生产基地投资建设的一期项目“年产 450 万平方米高频、高速、高密度及多层印制电路用覆铜板项目”生产线于近期正式全面投产，此项目为以自有资金加银行贷款 2.3 亿元投资建设。经过前期和终端客户的合作、开发，该项目生产的频、高速及高多层印制电路用覆铜板部分产品已通过部分知名企业的终端技术认证，具备批量供货资格，后续高频高速产品放量有望增厚公司业绩：

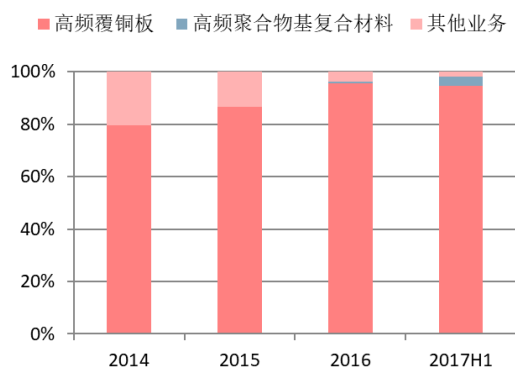
- ✓ 高频板材：公司生产的适用于 4G/5G 等通信领域的 PTFE 高频覆铜板目前已通过京信通信系统控股有限公司（02342.HK）下属公司京信通信技术（广州）有限公司的技术认证，并进入了其供应商名录体系，双方已于近日签署了相关的合作框架协议；
- ✓ 高速板材：公司生产的其中一款通讯用覆铜板已通过国内知名大型通讯公司的技术认证，并进入其材料库。

5.3、中英科技（未上市）

公司成立于 2006 年，2006 年成立时从事 FR4，为增强公司的竞争力和持续盈利能力，公司从 2008 年开始研发以高频覆铜板为核心产品的高频通信材料及其制品。通过持续研发，2012 年起，公司自主研发的高频覆铜板陆续通过京信、通宇通讯等国内一流通信设备生产商的质量认证，进入其采购目录。此后，公司的主营业务由 FR-4 覆铜板的生产、研发和销售逐渐转型升级为高频通信材料及其制品的生产、研发和销售。

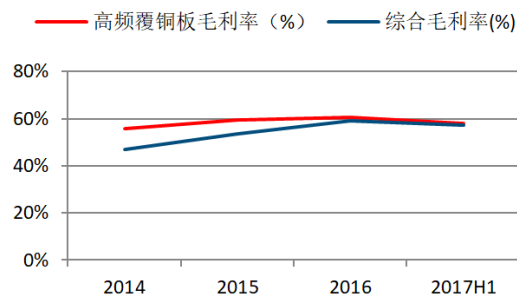
2014-2016 年，公司高频覆铜板收入比重从 80% 提升至 95%，2016 年公司新开发量产新品高频聚合物基复合材料，2014-2016 年公司营业收入分别为 8795.01 万元、9285.82 万元、11423.83 万元，综合毛利率分别为 46.90%、53.50%、59.11%，销售净利率分别为 15.75%、23.22%、29.79%，可见高频覆铜板盈利能力远高于普通覆铜板产品。

图 61：公司各产品占营收的比重



资料来源：Wind、中信建投证券研究发展部

图 62：公司高频覆铜板毛利率及综合毛利率



资料来源：Wind、中信建投证券研究发展部

公司生产的高频覆铜板主要以聚四氟乙烯（PTFE）为填充材料，以玻璃纤维布为增强材料。目前高频覆铜板年产能 21.2 万张，主要产品型号为 D 型与 CA 型（代号）。

表 38：中英科技主要高频高速覆铜板产品

产品型号	Dk	Df	材质
ZYF-D	2.14-2.65	0.0005	PTFE+玻璃布
ZYF-CA	2.55	0.0012	PTFE+玻璃布+陶瓷

资料来源：招股说明书、中信建投证券研究发展部

根据此前招股说明书披露，公司正在研发的高频覆铜板产品主要为 6000 型和 8000 型产品，该系列产品拥有优异的电性能及更加广泛的应用，8000 型产品主要应用于移动通信基站、汽车雷达和传感器、无线射频识别、卫星的高频头等领域；6000 型产品主要应用于汽车雷达、全球定位卫星天线、移动通信系统等领域。

5.4、泰州旺灵（未上市）

泰州市旺灵绝缘材料厂成立于 1984 年，是国内较早从事高频微波印制电路板研发、生产的企业之一，公司现有工程技术人员 86 人，其中具有高级职称人员 15 人。公司主导产品有聚四氟乙烯玻璃布覆铜箔板、陶瓷填充聚四氟乙烯玻璃布覆铜箔板系列、微波复合介质基片系列、微波多层板等，覆铜箔板年产能 136 万平方米、微波复合介质基片年产能 5 万平方米，产品广泛应用于航天、航空、卫星通讯、导航、雷达、电子对抗、3G 通信、北斗卫星系统等领域，特别是在国内航天、航空等军工领域有着较好的知名度和市场认可度。

公司 PTFE 材料产品种类丰富、性能优异，能与 Rogers 公司 RT/duroid 6006\6010\TMM10 等产品媲美。

表 39：泰州旺灵主要高频高速覆铜板产品

产品型号	Dk	Df	材质
F4BM-2-A	2.55@10G	0.0015	PTFE+玻璃布
F4BK-1/2	2.2@10G	0.0015	PTFE+玻璃布
F4BME-2-A	2.55@10G	0.0007	PTFE+玻璃布+陶瓷
TF-1/2	3.0@10G	0.001	PTFE+陶瓷
F4B-1/AI	3.7@1G	0.0015	金属基 PTFE

资料来源：公司官网、中信建投证券研究发展部

图 63：泰州旺灵 PTFE 类基材



资料来源：公司官网、中信建投证券研究发展部

5.5、高斯贝尔

公司成立于 2001 年 8 月，自成立以来一直从事数字电视软硬件产品的研发、生产、销售，是数字电视行业内以制造起家、坚持走自主化和国产化发展道路、具备丰富的研发设计、质量与成本控制、系统工程建设与技术服务经验的面向全球数字电视市场的产品制造商、系统集成商与技术服务商，综合实力在国内位居前列。预计 2017 年实现营业收入 10.8 亿元，归母净利润 1850 万元。

为满足自身产品采购需求，公司自主研发高频覆铜板，14年实现突破，公司生产的高频覆铜板以玻璃纤维布为基础添加高介电 PTFE 或碳氢复合材料，使用高分子聚合物层压而成。高频电气性能(高介电常数，低介质损耗)和机械稳定性(低膨胀系数和优异的尺寸稳定性)良，产品可广泛应用于 GHz 以上无线通信、微波组件、卫星广播&通信、军事雷达等高频通信领域，目前产品主要销往卫星电视终端厂商和军工领域，电信客户也在测试。

表 40：公司的高频覆铜板产品及性能

高频覆铜板产品系列		Dk@10GHz	Df@10GHz
碳氢化合物系列	GT3150	3.5±0.05	0.004
	GT1650	6.5±0.05	0.004
PTFE 系列	GT1350	3.5±0.05	0.004
	GT 1300	3.0±0.05	0.003
	GT 1265	2.65±0.05	0.003
	GT 1220	2.2±0.05	0.0025
	GT 1020	10.2±0.05	0.0045

资料来源：公司官网、中信建投证券研究发展部

公司目前已获得 2.1 亿元工业强基项目资金支持进行高频覆铜板扩产，项目分 3 年完成，规划产能 150 万平米，预计贡献 9000 万元净利润，增量业绩弹性较大。（从具体产品性能参数来看，公司生产的高频覆铜板产品与罗杰斯、生益科技等产品仍有差距，因此产品售价及利润率或相对较低）

表 41：公司的高频覆铜板产能规划

	2018	2019	2020
产量（万平方米）	20	75	150
单价（元/平方米）	500	400	300
贡献收入（亿元）	1	3	4.5
净利率（%）	25%	20%	20%
净利润（万元）	2500	6000	9000

资料来源：公司官网、中信建投证券研究发展部

关注高频基材加工环节（PCB）龙头及潜在进入者

5.6、深南电路

公司为国内 PCB 行业龙头，中国封装基板领域先行者，电子装联制造先进企业，现有印制电路板、封装基板及电子装联三项业务，形成业界独特的“3-In-One”业务布局。

公司技术实力领先，PCB 产品定位高中端，下游应用以通信设备为核心，重点布局航空航天和工控医疗等领域，并逐步加大对 5G、新能源汽车、物联网等相关产品技术的研发与投入；同时，公司不断加强专业化、自动化工厂的建设。经过多年积累，公司在通信背板等各种高中端 PCB 加工工艺方面具备领先的综合技术能力，牢牢树立了 PCB 技术行业领先地位，并已与一大批全球领先企业建立了长期、稳定的合作关系，如华为、中兴、诺基亚等。

公司正积极配合客户开发下一代 5G 无线通信基站用 PCB 产品，为下一代通信网络及设备提供高速、大容量解决方案，同时积极开拓汽车电子市场，导入毫米波雷达板等产品。未来几年有望率先以过硬的技术与产品实力、深厚的客户资源优势等受益 5G 通讯板、汽车电子等高频市场起量。

图 64：公司 PCB 产品重点应用领域

应用领域	主要设备	相关PCB产品	特征描述
通信	无线网	通信基站	金属基、大尺寸、高多层、高频材料及混压
	传输网	OTN传输设备、微波传输设备	高速材料、大尺寸、高多层、高密度、多种背钻、刚挠结合、高频材料及混压
	数据通信	路由器、交换机、服务/存储设备	高速材料、大尺寸、高多层、高密度、多种背钻、刚挠结合
	固网宽带	OLT、ONU等光纤到户设备	背板、高速多层板 多层板、刚挠结合
航空航天	航电、机电系统	高速多层板	高可靠性、多层板、刚挠结合
工控医疗	工控、医疗系统		高可靠性、多层板、刚挠结合

资料来源：公司财报、中信建投证券研究发展部

5.7、沪电股份

公司主导产品为 14-28 层企业通讯市场板、中高阶汽车板，并以办公及工业设备板等为有力补充，可广泛应用于通讯设备、汽车、办公及工业设备、射频等多个领域。目前公司已在技术、质量、成本、品牌、规模等方面形成竞争优势，居行业领先地位，连续多年入选行业研究机构 N.T.Information 发布的世界 PCB 制造企业百强以及中国印制电路行业协会（CPCA）发布的中国 PCB 百强企业，并被 CPCA 评为优秀民族品牌企业。

企业通讯市场板历来是公司优势产品，凭借在该领域长期累积的相对竞争优势，公司产品市占率稳步提升，2017 年企业通讯市场板业务在整体需求疲软的市场环境下仍然实现营业收入同比增长 22%。同时，随着产能利用率的提高、自动化生产线的调适、以及相应管理制度的优化，尤其是青淞厂生产效率和产品品质得到持续提升并带动成本降低的良性循环改善，企业通讯市场板整体盈利能力逐步恢复。以 5G 为代表的下一代通信网络，将会拉动全球企业通讯板市场需求，公司凭借既有产品、产线与客户优势有望率先受益。

汽车板方面，公司已具备中高端、安全性汽车板量产能力，如 24GHz 汽车主动测距雷达用 PCB 产品、新能源汽车电池管理系统（BMS）PCB 产品等，公司与德国 Schweizer 保持紧密合作，稳步推进 77Ghz 汽车主动测距雷达用 PCB 的开发工作，RF PCBs 方面的合作也在顺利推展。公司致力于中长期成为全球汽车板市场前 5 名的 PCB 供应商，预计汽车 PCB 板维持稳定增长。

5.8、景旺电子

经过 25 年发展，公司确立了以刚性电路板为基础、横向发展柔性电路板和金属基电路板的产品战略，目前拥有刚性板（PCB）、柔性板（FPC）和金属基板（MPCB）三条产品线，是目前国内行业产品线较齐全的厂家。公司将三类产品技术资源进行整合，相互促进，已开发出刚挠结合 PCB、高密度刚挠结合 PCB、金属基散热型刚挠结合 PCB 等产品的生产技术，可向汽车电子、工控电源、医疗器械、无线射频等高可靠性要求的产品领域提

供相应产品。

公司下游客户广泛分布在通讯设备、计算机及网络设备、消费电子、汽车电子、工业控制及医疗等行业。凭借良好的产品品质和服务水平，公司已积累一批优质客户，包括天马、信利、维沃（vivo）、海拉、华为、霍尼韦尔、Jabil、德尔福、西门子、法雷奥、德普特、深超光电等。

近年公司加大研发投入，开展了高密度多层柔性板、高精度指纹识别柔性板、77G 汽车雷达微波板、高频 5G 天线板、埋嵌铜块技术、双面凸台板、PCB 塞孔树脂等技术研发项目，对相关的产品和技术进行了重点开发和攻关。5G 通信技术发展将推动高频高速 PCB 的大量需求，同时对基础设施和终端产品的“轻、薄、短、小”等个性化需求将会提出更高的标准和要求。公司产品种类多样、应用领域广泛，积极突破 5G 高频天线板、毫米波汽车雷达板等高频 PCB 产品，FPC 产品则有望在 5G 物联网终端领域形成协同，有望以后发优势受益于市场需求拉动。

5.9、胜宏科技

公司高密度多层 VGA（显卡）PCB 市场份额全球第一，产品下游应用广泛，包括计算机、通信、消费电子、汽车电子、工业控制、医疗仪器、国防军工、航空航天等领域。经过多年发展，公司成为全球印制电路板制造百强企业，CPCA 副理事长单位，行业标准的制定单位之一，连续多年入围《中国印制电路行业百强企业》排行榜。

公司在业内领先布局工业 4.0 智能制造扩产项目，坚持绿色制造的同时，不断推进集自动化、信息化、数字化为一体的智慧绿色生态工厂，以减员增效为目标，大幅提升人均产值。作为高新技术企业，为取得技术领先的市场地位，公司持续加大研发投入，并取得了一定的研发成果，新增研发项目包括铁氟龙 PTFE 材料线路板关键工艺技术研发、十八层厚铜线圈电路板关键技术研发、LED 高阶 HDI 线路板关键工艺技术研发、高端高精度刚挠结合板工艺技术研发、不对称机械盲孔制作技术研究、新能源汽车动力电池用埋铜电路板关键工艺技术等，未来有望成为中高端 5G 通讯板后起之秀。

附录 1：高频覆铜板龙头罗杰斯对标研究

罗杰斯公司 Rogers Corporation (NYSE:ROG) 创立于 1832 年，总部位于美国康涅狄格州，在美国、中国、德国、比利时、匈牙利和韩国都设有制造工厂，合资公司和销售办公室遍布全球，全职雇员 3400 多人。

公司拥有 180 多年的材料科学和工艺经验，目前有三大核心产品体系：**先进互联解决方案 (ACS)**、**高弹体材料解决方案 (EMS)** 和 **电力电子解决方案 (PES)**：

- **ACS 事业部**主要提供有线和无线通信高频高速线路板材，是收入占比最大的业务线，公司生产的高频覆铜板产品在全球占据龙头地位(小信号处理等细分产品领域市占率超过 80%)，目前主要有 RO3000、RO4000、RT/duroid®、AD 和 CLTE 系列产品，其中 RO3000、RO4000 最具代表性。
- **EMS 事业部**主要提供应用于移动设备、机车内饰、工业设备和功能性服装中具有密封、振动管理和冲击保护作用的高弹体材料；
- **PES 事业部**主要从事应用于高效电机驱动、汽车电气化和可再生能源的电力电子解决方案。

表 42：罗杰斯公司主要业务线

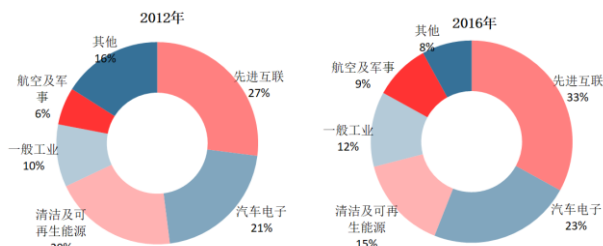
业务部门	关键产品/品牌	应用领域
先进互联解决方案 (ACS)	RT/duroid®高频层压板，RO4000®高频线路板材，RO3000®高频层压板，TMM®热固性微波材料等	主要应用于无线基站、航空和国防、汽车、高速电子等领域
高弹体材料解决方案 (EMS)	PORON®微孔聚氨酯，BISCO® 硅胶，eSORBA®聚氨酯，R/bak®薄胶带等	主要应用于智能电力管理装置、铁路、风力发电、发电、国防和航空等领域
电力电子解决方案 (PES)	curamik®直接敷铜板 (Direct bonded copper substrates) (用于电子学封装的一种陶瓷/金属化合物基板)，RO-LINX®层压母线排等	主要应用于密封，缓冲，能量管理，冲击保护，研磨等领域

资料来源：公司官网、中信建投证券研究发展部

公司产品广泛应用于通信设备、通信基础设施、电脑和办公设备、清洁能源、航空航天和防御等领域。目前下游应用市场收入占比最大的是无线连接和汽车电子，两项合计收入占比 50%以上。

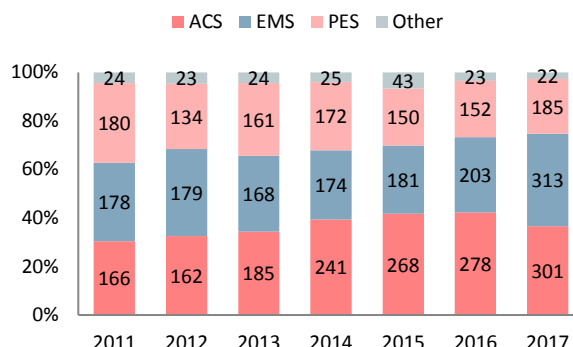
近年通过内生业务拓展和外延收购，公司 2012-2017 年收入复合增速达到 10.5%，其中，先进互联网解决方案业务收入增长最快，2012-2017 年复合增速达到 13.2%，占比由 2012 年的 32.5%提升至 2017 年的 36.7%；EMS 领域公司业绩相对比较稳定；PES 业务收入占比逐年萎缩。

图 65：公司下游应用领域占比



资料来源：Rogers 财报，中信建投证券研究发展部

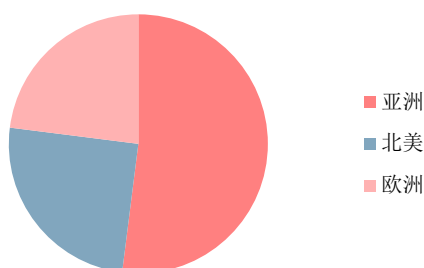
图 66：公司主营业务收入占比（百万美元）



资料来源：Rogers 财报，中信建投证券研究发展部

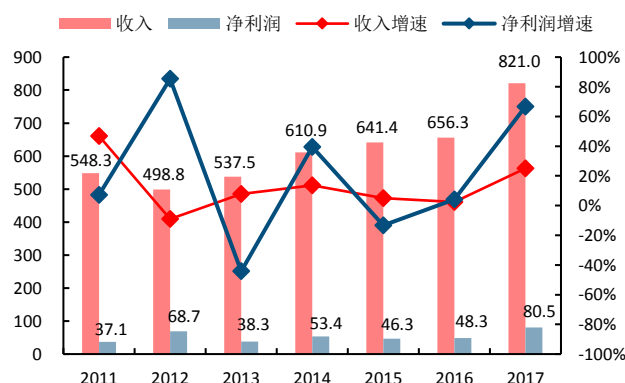
2017 年，公司实现营业收入 8.21 亿美元，同比增长 25%（内生 13%+外延 12%），净利润 8046 万美元，同比增长 67%。2017 年公司收入及利润预计较之前有较大幅度增长，一方面得益于下游汽车电子、5G 通信、消费电子等行业需求强劲，另一方面是公司通过兼并收购积极拓展业务领域，不断提高其市场地位。其中，ACS 业务公司实现营收 301 百万美元，同比增长 8%，下游 ADAS 自动驾驶行业是主要驱动因素，此外在航空航天和军事业务上也有小幅增长。EMS 业务继续专注于消费电子、汽车电子和工业电子几个领域，2017 年实现收入 313 百万美元，同比增长 54%，下游各应用市场需求都较为强劲。PES 业务实现营收 185 百万美元，同比增长 21%，可再生能源、电动汽车和冷却激光二极管是主要驱动力。公司预测到 2020 年将实现年收入 12 亿美元，保持 15% 的年均复合增速（内生 7-10%+外延 5-8%）。

图 67：2016 年公司地区出货量占比（%）



资料来源：2017Investor Presentation，中信建投证券研究发展部

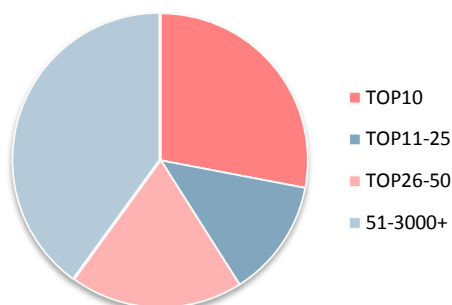
图 68：公司近年收入及净利润（百万美元，%）



资料来源：Rogers 财报，中信建投证券研究发展部

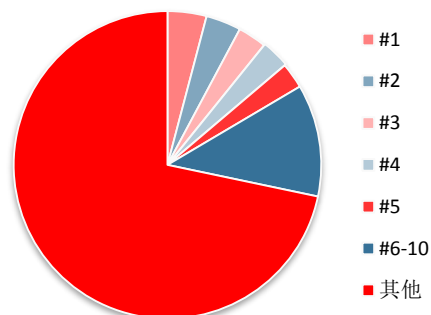
公司客户分布相对分散，预计收入受单一客户订单波动不大，2016 年第一大客户收入占比 4%，前十大客户收入合计占比 28%。

图 69：2016 年公司客户收入分布



资料来源：2017Investor Presentation，中信建投证券研究发展部

图 70：2016 年公司前十大客户收入分布

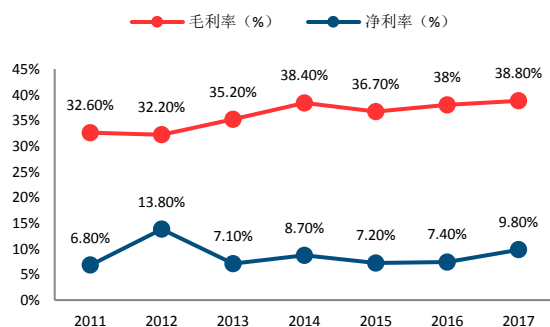


资料来源：2017Investor Presentation，中信建投证券研究发展部

公司盈利水平逐年改善，ACS 和 PES 产品线利润率提升最快

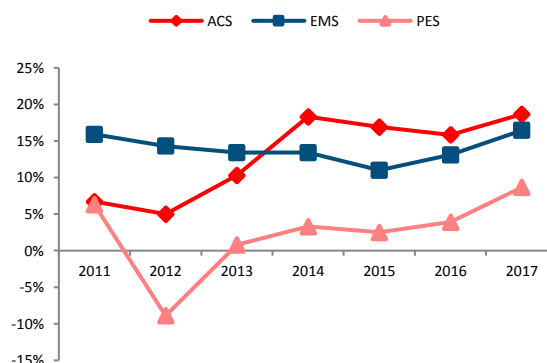
公司近年来毛利率和净利率一直呈上升趋势，2017 年公司毛利率提高 0.79 个百分点至 38.8%，创历史新高，净利率 9.8%。2017 年期间费用控制较好，销售及一般管理费用占营收比例降低，研发费用占比保持在 4% 左右。从各业务板块利润率情况来看，三大板块营业利润率持续提升，其中又以 ACS 和 PES 业务利润率提升最快。

图 71：公司毛利率与净利率近年稳定提升

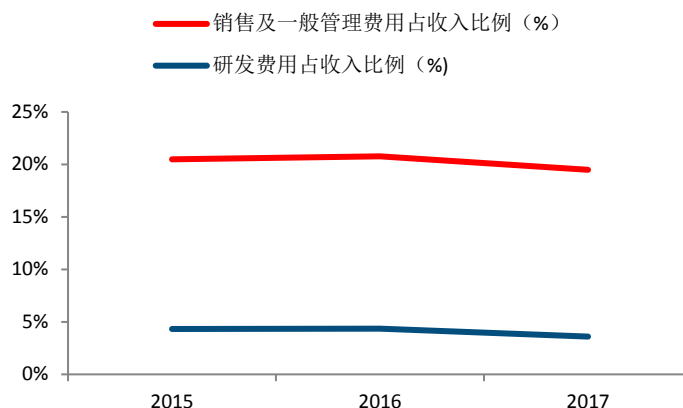


资料来源：Rogers 财报，中信建投证券研究发展部

图 72：公司三大业务板块营业利润率近年稳中有升



资料来源：Rogers 财报，中信建投证券研究发展部

图 73：近三年销售及一般管理费用、研发费用占比（%）


资料来源：公司官网、中信建投证券研究发展部

受益汽车与 5G、物联网市场驱动，公司未来成长前景良好

公司近年来业绩增长较快主要受汽车行业的驱动，其中混合动力模块、电动车电池、汽车电子、先进自动驾驶系统等产品的放量是业绩增长主要驱动因素。未来，先进互联市场将成为公司另一利基市场，尤其是以 4.5G/5G 无线基础设施建设，物联网，车载通信为代表。

通过内生增长，公司保持市场和技术的领先优势，为客户提供差异化产品、维持企业良好经营状态，同时，公司通过外延并购丰富产品线，巩固龙头地位。

2014 年 12 月，罗杰斯签署协议收购雅龙有限责任公司 (Arlon LLC)，2015 年 1 月以 1.58 亿美元的交易价格完成收购。一直以来，罗杰斯希望对现有的印刷电路材料和高性能泡沫业务进行补充，以提高自身在更广阔的市场范围和应用领域的的能力，此次收购为罗杰斯公司的印刷线路材料和高性能泡沫业务带来战略性补充，提升罗杰斯应对快速增长的市场的的能力。雅龙是高频电路材料和工程硅胶材料的全球领先制造商，其电路材料产品系列使得罗杰斯在快速增长的通讯基础设施、汽车、航空及国防领域如虎添翼；雅龙的硅胶产品为罗杰斯带来精密压延硅胶，织布上直接涂布硅胶和特殊挤出硅胶条，使罗杰斯在密封和绝缘应用中拥有更加多元化的产品，这些产品主要用于电子绝缘，广泛用于航空、铁路、发电、半导体、食品服务、医疗以及通用工业等范围广阔的高可靠性应用中。

根据财报披露，公司预计到 2020 年收入达到 12 亿美元，2017-2020 年收入规模实现复合增速 15%，其中内生增长 7-10%，外延业绩增长 5-8%。

图 74：内生与外延并重，公司成长前景良好



资料来源：公司财报、中信建投证券研究发展部

汽车安全与互联、无线通信基础设施建设是 ACS 先进互联事业部业绩增长的两大持续动力

公司 ACS 先进互联事业部主要提供高频线路板材，主要产品是高性能介质片，覆铜板和半固化片，主要产品型号包括 92ML™材料，AD 系列™层压板，CLTE 系列材料，CuClad®&IsoClad®层压板，DiClad®层压板，Kappa™ 438 层压板，RO1200™ 层压板材料，RO3000®层压板，RO4000®层压板，RT/duroid®层压板，TC 系列材料，TMM®层压板，XT/duroid®覆铜层压板，粘结片/半固化片，适用于恶劣环境下的 SYRON® 层压板等，下游应用领域主要包括无线基础设施、航空航天、国防安全、自动驾驶、消费电子及其他。

表 43：罗杰斯高频高速覆铜板主要应用市场

市场	描述	
无线基础设施	功率放大器	大功率功放是宏基站向远端移动设备使用者传送蜂窝信号过程中的一个核心元件，在不降低基站覆盖面积的同时，通过提高功率值可以提高数据率。高热导率和低介质损耗对于功率放大器不可或缺。
	天线	下一代天线趋势是研发应用于毫米波频段的 MIMO 天线技术，单频带无源天线向复杂的多频带/宽频带有源天线阵列发展，对基板材料要求越来越高。
	小基站/分布式天线系统	移动数据爆炸式的增长对网络致密度的需求通过小基站和分布式天线系统（DAS）来实现，尽管不如传统宏基站放大器和天线一样需要很高的性能要求，但仍需要高性价比，低损耗介质材料。
	微波回传	E 频段微波无线电工作于 77GHz，需要基于 PTFE 技术的具备极低损耗的电介质材料。

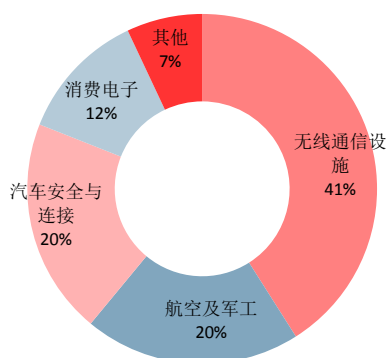
资料来源：Rogers、中信建投证券研究发展部

表 44：罗杰斯高频高速覆铜板主要应用市场 (续)

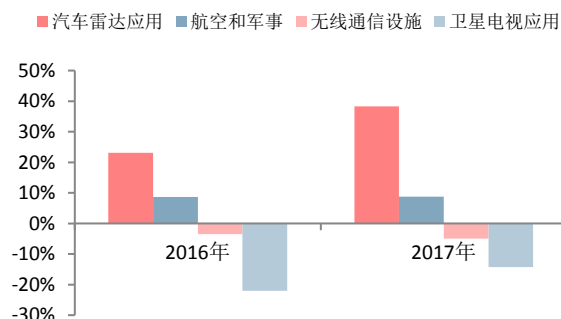
市场	描述
有线基础设施	IP 基础设施 个人消费者更快更多的数据需求驱使着服务供应商 IP 基础架构的信道速度已超过了 25Gbps，限制网络性能提高的一个因素是设备产品中使用的电路材料带来的信号衰减。
	测试和测量 自动测试仪器（ATE）是一个复杂的包含许多对待测设备执行测试的仪器的集成系统，低损耗和可控的介电常数可以帮助 ATE 系统和 DUT 接口卡设计者灵活快速并准确完成电子元件的测试。
	计算设备 随着网络基础设施速度持续增长，云计算资源正替代本地服务器或个人设备来运行处理器密集型应用程序。高速低损电路材料可以帮助计算系统增大数据吞吐和降低程序时延。
汽车	主动安全 由于 ADAS 系统中的雷达传感器使用频带较宽，频率范围覆盖 24 GHz、77 GHz 以及 79GHz，这对汽车设计者来说是一个挑战，要求较薄且低 Dk 和低损耗因子的层压板。
	车载资讯与娱乐系统 车载智能系统单元连接车辆与外部世界,这使车辆可以实现高速的互联网接入并连接到汽车制造商的娱乐和服务提供中心。高频材料保证了高品质的舒适、安全和娱乐功能，包括紧急呼叫、导航、视频音乐流以及卫星数字无线电。
高可靠性领域	天基系统 太空领域需要材料能承受宽工作温度范围同时提供稳定的电气性能，并在恶劣辐射真空条件下正常可靠工作。 天线系统、通信系统、雷达系统等。

资料来源：Rogers、中信建投证券研究发展部

2017 年 ACS 事业部实现营业收入 3.01 亿美元，同比增长 8%，营业利润率提高 2.8 个百分点至 18.7%，从 2017 年上半年披露的数据来看，收入结构中 40% 左右来自于无线通信设施。在 ACS 部门 2016 年与 2017 年的收入来源中，汽车雷达应用市场的收入增速最快，2017 年分别同比增长 23%、48%，航空和军事维持约 9% 的平稳增速，4G LTE 无线通信设施及卫星电视应用市场的收入增速则同比衰退，基于在 2G/3G/4G 通信设施领域的既有龙头优势，公司高频基材业务板块有望受益于 5G 建设周期的到来，预计未来 5 年 ACS 产品线将会维持增长，其中增长最快的市场领域将是汽车安全与连接，及无线通讯基础设施建设。

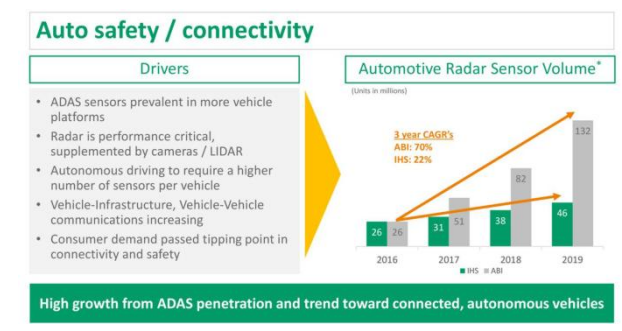
图 75：2017 年 H1 ACS 事业部下游市场收入占比


资料来源：罗杰斯官网，中信建投证券研究发展部

图 76：ACS 事业部按细分领域收入同比增速 (%)


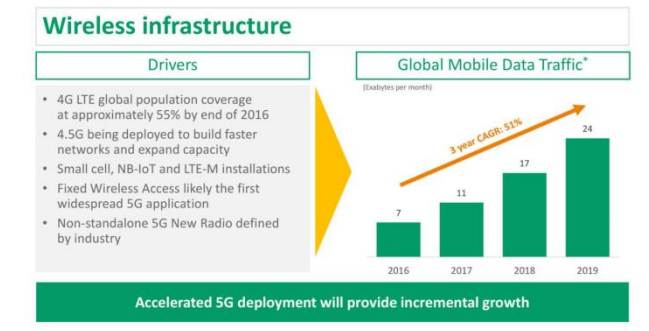
资料来源：罗杰斯官网，中信建投证券研究发展部

图 77：汽车安全及互联带来更多高频基材需求



资料来源: Rogers, 中信建投证券研究发展部

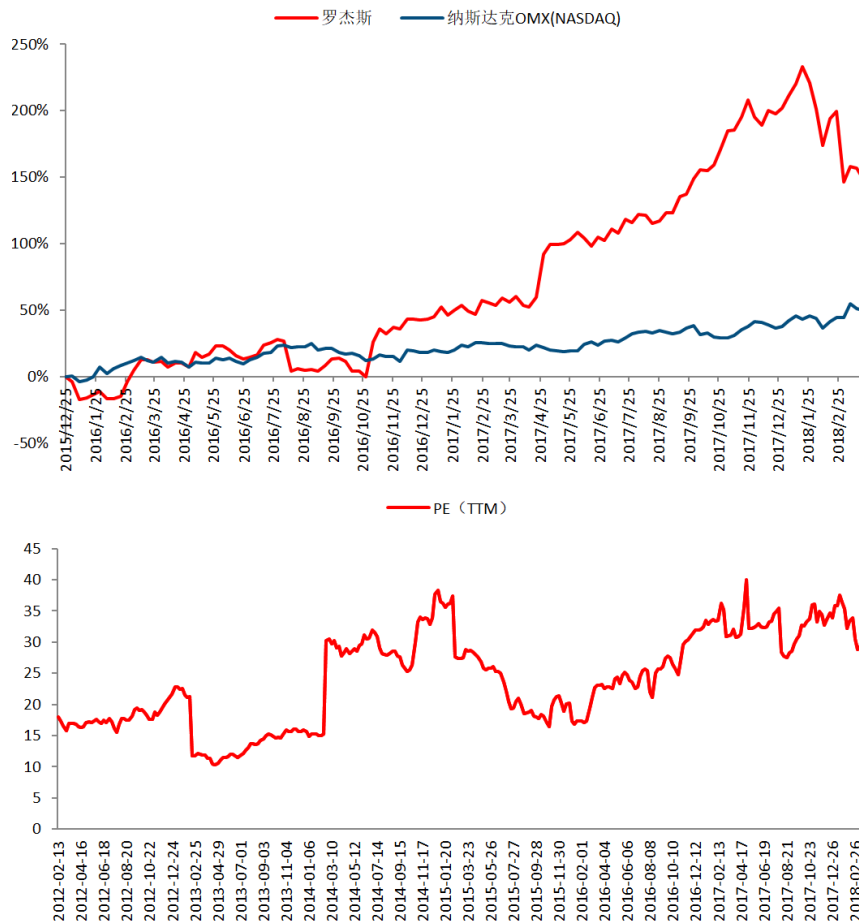
图 78：5G 部署将带来高频基材新增长



资料来源: Rogers, 中信建投证券研究发展部

得益于业绩的稳定增长、良好的成长前景，以及公司在高频覆铜板等产品在细分领域的龙头溢价，公司股价近年稳定上行，为投资者带来稳定回报。

图 79：罗杰斯近年股价走势及 PE (ttm) 水平



资料来源: Bloomberg, 中信建投证券研究发展部

附录 2：毫米波电路对于高频覆铜板的具体参数要求

毫米波电路的性能受到多方面因素影响，其中基板材料就是一个重要的影响因素，用于高频高速的印制板基材必须采用符合高频特性的基板材料。对于毫米波电路设计参数，需要重点关注以下两类参数：

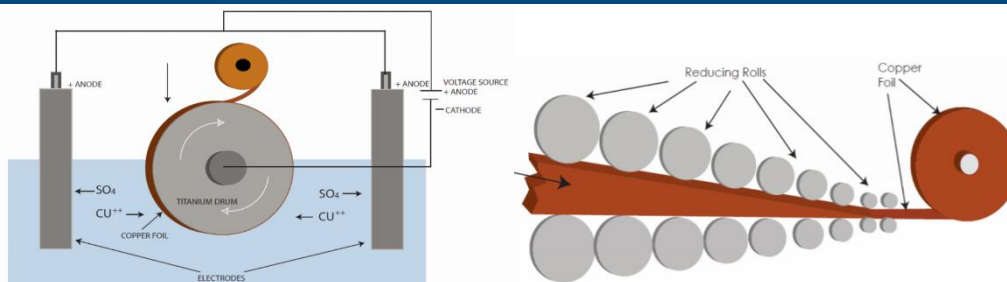
- ✓ 与电路性能相关指标：介电常数、损耗因子、铜箔表面粗糙度、吸水性、热稳定系数、玻璃纤维效应等。
- ✓ 与覆铜板实用性相关的指标：易加工性、成本、热膨胀系数、耐热性、产品一致性等。

总结需要重点关注以下参数细节，部分内容节选自自罗杰斯《影响毫米波电路 PCB 材料的几个关键性能指标》在线讲座（2017.12.13）

（1）铜箔类型：通常来说，铜箔表面越光滑，越有利于降低电路损耗，从而帮助降低毫米波电路的损耗，保持电路相位稳定性。基板材料可以使用的常见铜箔类型有：**标准电解铜（ED 铜）、反转铜（RTF 铜）和压延铜（RA 铜）。**

其中，ED 铜是使用点解沉积的方式生产的，在含有大量铜离子的溶液中，放有正电极，在钛鼓上连接有负电极，铜离子会随着电荷移动附着在钛鼓表面，在钛鼓上就能得到一卷卷铜箔，随后对铜箔沉积面进行一定的厚处理，就能使用了，通常具有较高的表面粗糙度，通常表面有凸起、凹坑；而 RT 铜，即反转铜，是将 ED 铜的钛鼓面经过一定处理得到的铜箔，相对 ED 铜来说具有更小的铜箔表面粗糙度，虽然表面也有凸起，相对 ED 好很多；压延铜的生产过程则是完全不同的，通过将很大一块铜块，用大小不同、间歇不同的滚轴进行碾压，形成 PCB 上可以使用的铜箔，其表面形态最为平整光滑，具有相对较小的铜箔表面粗糙度；

图 80：ED 铜、压延铜生产方式



资料来源：Rogers、中信建投证券研究发展部

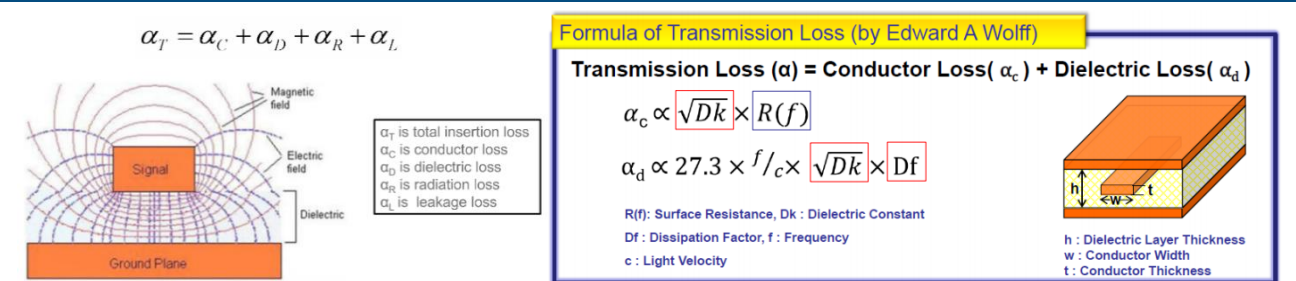
对铜箔表面粗糙度，常通过以下几个参数描述： R_a 值，表示铜箔表面粗糙度平均值，这个参数主要用做铜箔生产中的监控； R_z 值，表示铜箔表面粗糙度最大最小值差的平均值，通常会选取 10 个最大差值做平均，主要用做评估材料结合力的选择参数考虑； R_q 值，是某一区中铜箔表面粗糙度的均方根值，他考虑铜箔表面粗糙度对整个电路的插入损耗影响情况，常用在电路模型中，如经典的微带线模型。三个参数比较来看， R_q 值能准确反映实际电路中铜箔对电路性能的影响，因此在选择 PCB 材料时需要关注铜箔类型，以及这种铜箔类型所对应的粗糙度 R_q 值。

（2）损耗因子（Df）：在实际的电路设计中，尤其是毫米波电路设计，电路的插入损耗大小影响到整个电路的功率、效率和性能，传统微带线插入损耗主要包括：**导体损耗、介质损耗、辐射损耗和泄露损耗。**其中，介质损耗和导体损耗是最主要的两种损耗来源。电路的介质损耗与材料的损耗因子密切相关，通常选取损耗因

子越小的材料，信号传播损失越小，信号失真程度也越小，因此无论是高频还是低频电路板，都希望基板的损耗因子尽可能小。通常，Df 介于 0.01~0.005 电路板材适合上限为 10Gb/S 数字电路，Df 介于 0.005~0.003 电路板材适合上限为 25Gb/S 数字电路，Df 不超过 0.0015 的电路板材适合 50Gb/S 甚至更高速数字电路。电路的导体损耗与电流的趋肤深度、铜箔粗糙度密切相关，频率越高，趋肤深度越浅，当趋肤深度小于铜箔表面粗糙度时，会显著影响电路的导体损耗和波的传播。

对高频 PCB 材料通常材料的体电阻都非常高，MΩ 级，因此通常不存在泄露，泄露损耗可以被忽略。虽然在低频段通常只考虑导体损耗和介质损耗，辐射损耗常常被忽略。但在高频段，由于频率升高、波长变小，当电路尺寸和波长可以比拟时，会存在较大辐射，因此毫米波电路中辐射损耗不能忽略。由电磁场理论可以知道，当设计电路的线宽、厚度与所传输的电路波长接近的时候，如达到 1/2 或 1/4 波长，电路就极易产生谐振和杂散谐波，比较好的一个设计原则是使电路尺寸、厚度和线宽尺寸小于所传输信号的 1/8 波长。

图 81：导体损耗和介质损耗是微带线电路设计中最主要的两种损耗

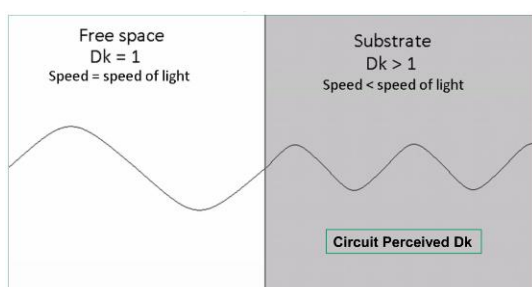


资料来源: Rogers、中信建投证券研究发展部

(3) 介电常数 Dk: 在高频电路中信号传播速度公式为: $V=K_1C/\epsilon^{1/2}$, 其中 V 为信号传播速度, K_1 为常数, C 为光速, ϵ 为基板材料的介电常数, 因此要想得到高信号传播速度, 基板的介电常数通常越小越好, 高介电常数容易造成信号传输延迟, 增加电路的寄生电容。

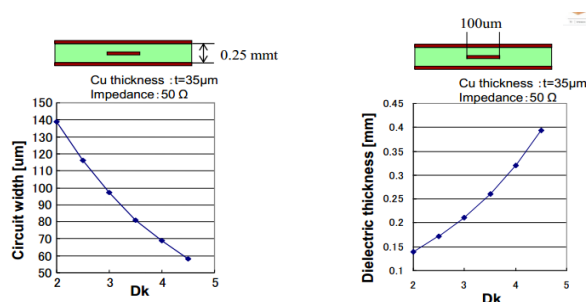
设计 Dk 和过程 Dk 是衡量介电常数常用的两个指标, 所谓的过程 Dk, 是指在覆铜板生产过程中, 仅有介质不含铜箔的介质 Dk; 而设计 Dk, 是用于电路设计和仿真时要用的真实 Dk 值, 是实际电路呈现出的等效 dk, 通常说某个具体点路的 Dk 也通常指的是设计 Dk。自由空间中的介电常数等于 1, 电磁场在自由空间中传播速率等于光速, 当某种介质的介电常数大于 1, 电磁场在这种大于 1 的介质中传输时, 其波的传播速度小于光速, 这种波速降低可以看作电路等效 dk 的增加; 因此在选择覆铜板材料时, 我们更应关注其设计 Dk 值的大小。

图 82：材料介电常数越大，电磁波传输速度越慢



资料来源: Rogers, 中信建投证券研究发展部

图 83：Dk 的变化对电路性能有显著的影响

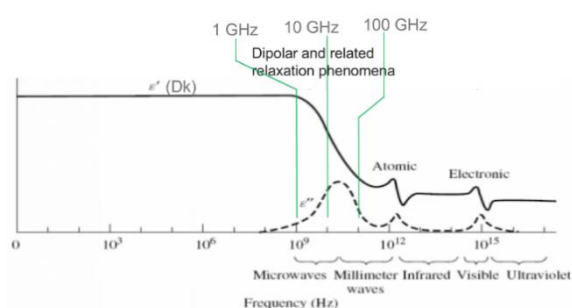


资料来源: Rogers, 中信建投证券研究发展部

(4) **Dk 和 Df 随频率和温度的稳定性**：毫米波电路设计中微波元器件之间的阻抗匹配是设计的重点和难点问题，阻抗匹配的好坏与电路损耗、增益、线性度等参数密切相关，因此在选择用于高频电路所用的基板时，需重点考察 Dk 和 Df 在频率、温湿度等条件下的性能。通常基板材料的 Df 受频率变化的影响要大于 Dk。

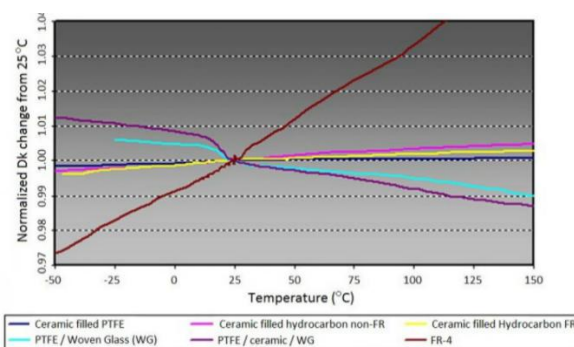
介电常数随频率变化是材料的固有属性，这种现象是由于材料中正负电荷在电场作用下产生极化，形成偶极距产生的。随频率增加，电场变化会越来越快，周期也会越来越短，某些偶极距的偏转就完全跟不上电场的变化而出现了停滞，从而造成这种材料的介电常数随着频率会越来越小。通常来说损耗越低的材料，介电常数随着频率的变化越来越小。基板材料介电常数的变化会使得模拟电路传输线特征阻抗、信号传输速率等参数发生较大的变化，从而造成电路相位的偏移、电路功能的错误；在数字电路应用时，特征阻抗的变化会使得信号上升、下降沿发生抖动。目前在设计时，通常需要材料的阻抗变化要小于±10%，在一些高端应用中需要小于±5%。

图 84：Dk 随频率变化是材料固有属性



资料来源：Rogers，中信建投证券研究发展部

图 85：不同材料的 TCDk 性能对比

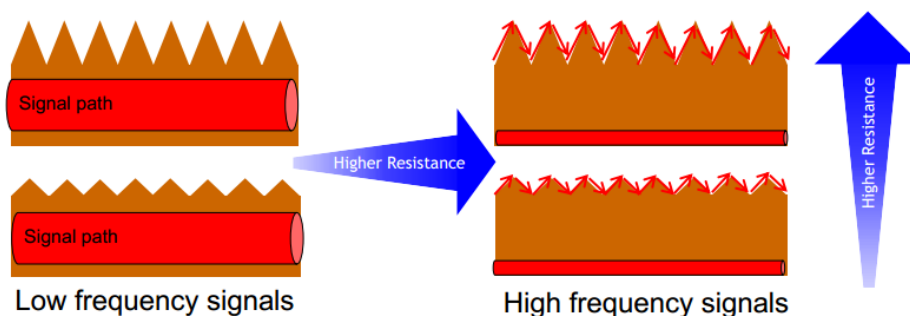


资料来源：Rogers，中信建投证券研究发展部

热稳定系数 TCDk，在环境经常变化的环境中需要特别注意，但常常被工程师忽略，TCDk 是所有材料都有的特性，描述了材料 Dk 值随温度的变化情况，单位是 ppm/°C，它的变化既有正向也有负向变化，该值越小越好，一个经验法则是，他的值小于 50 ppm/°C 时可以认为有非常好的介电常数热稳定系数。下图表示了不同材料 Dk 值在 -50°C 到 100°C 的变化情况，也就是其 TCDk 的变化情况。从图中可以看到，FR-4 的 TCDk 值变化很大，而对普通的陶瓷材料或者玻璃布增强的 PCB 材料，其 TCDk 值也相对比较大，在 1% 左右，而特殊陶瓷填充的碳氢材料或特殊陶瓷填充的 PTFE 材料，他们的 TCDk 值相对比较小。

(5) **铜箔表面粗糙度**：随着电路工作频率增加，信号波长越短，信号在导体间行进将只集中在导体的表面，即所谓的趋肤效应越明显。比如当信号工作频率为 1MHz 时，趋肤深度为 65μm，对电路性能影响较小，而当频率增加到 10GHz 时，趋肤深度仅为 700nm，此时微波信号必然会在导体的粗糙度尺寸范围内传输，趋肤效应会使得导体的等效阻抗增加，从而增加高频电路信号的损耗。因此，为避免电流趋肤效应引起的阻抗不匹配和信号损耗，信号传输导体表面越平坦越好。因此，在选择铜箔材料时，最好选择 R_q 值较小的标准 RTF 铜 RA 铜。

图 86：材料介电常数越大，电磁波在介质中传输速度越慢



资料来源：Isola、中信建投证券研究发展部

(6) 吸水性：通常我们希望材料的吸水性要尽可能低，水的介电常数是 0，基板吸水会升高其介电常数，从而导致阻抗变化，影响信号传输，这在潮湿度高的应用环境中尤其需要注意。多数材料吸水性在 1%左右，然而高频应用时，通常希望材料吸水性小于 0.25%。

(7) 热导率：随着微电子集成技术和组装技术高速发展，组装密度迅速提高，而电子设备工作频率急剧增加，电子设备所产生的热量也随之迅速积累、增加。为保证电子元器件在合适的环境温度下高可靠性地正常工作，对高频高速印制板材料的散热性能有了更高的要求，因此通常希望电路板的热导率尽可能高，而传统的大多数材料热导率相对都较低，如 FR-4 材料和 PTFE 两种材料热导率分别为 0.24W/m/K 和 0.2W/m/K，散热性能较差。一种解决办法是在高频基板材料中添加陶瓷填充物，这样可以使热导率有 2-3 倍的提升，如陶瓷填充的 PTFE 材料热导率可以达到 0.5W/m/K。

(8) 易加工性：对覆铜板制造商而言，材料的易加工性是一个非常重要的考虑因素。一般来说，在 PCB 的制造过程中，钻孔、镀通孔、多层覆铜板的组装是其中难度最大的环节。污染、毛刺和压裂是钻孔中常见的问题，其中污染对 PTFE 材料来说是致命的，因为对 PTFE 材料来说除污是很难操作的，而压裂对一些碳氢玻璃纤维材料来说也是很严重的问题。多层 PCB 的制造也非常具有挑战性，其中一个主要原因是，具有不同特性的材料通常被绑定在一起，在加工过程中由于热膨胀系数、硬度等参数不同，使得电路在电路板组装受热时存在可靠性的问题。此外，如果 PCB 需要进行焊接或其他形式的热暴露，就必须使用具有高回流（重熔）温度的粘接材料。一般情况下，电学性能较好的材料，热稳定性能通常都较差，因此需要多种材料混合使用。

表 45：不同材料电学性能及制造难度对比

材料种类	CTE(ppm/°C)	尺寸稳定性	电学性能	易制造性
高性能 FR-4	50	◇◇	◇	◇◇◇
无填充 PTFE	230	◇	◇◇◇	◇
PTFE+玻璃微纤维	220	◇	◇◇◇	◇
PTFE+玻纤布	200	◇	◇◇	◇
陶瓷填充 PTFE	25	◇◇◇	◇◇◇	◇◇
陶瓷填充 PTFE+玻纤布	50	◇◇	◇◇	◇◇
高频碳氢化合物	40	◇◇	◇◇	◇◇◇
陶瓷填充碳氢化合物	20	◇◇◇	◇◇	◇
陶瓷填充碳氢化合物+玻纤布	35	◇◇	◇◇	◇◇◇

资料来源：《高频高速高多层印制板制作技术研究》、中信建投证券研究发展部

其中，**热膨胀系数 CTE、玻璃转化温度 T_g 、热分解温度 T_d** 和热分层时间 T300 是与基板制造可靠性最为相关的四个参数。

对于 CTE 来说，z 轴方向的 CTE 值更为重要，CTE 值越低，尺寸稳定性越好，反之越差。此外，基材与铜箔的热膨胀系数要尽量一致，避免在冷热变化造成 PCB 形变、断孔等破坏性问题，而铜的热膨胀系数约为 17.5，比绝大多数基板材料都要低。

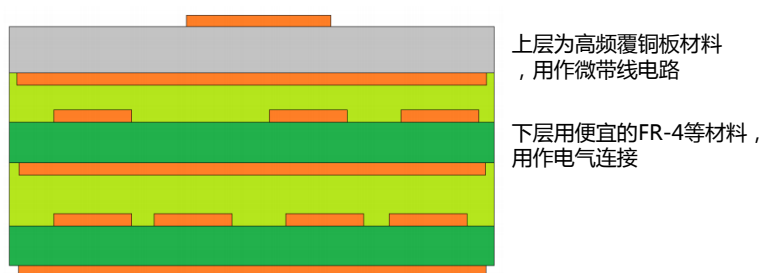
对于工程师而言， **T_g 是衡量、表征一些玻纤布基覆铜板（如 FR-4）耐热性的重要项目**。在 IPC-4101 标准中，对于玻纤布基各类覆铜板，规定了最低 T_g 指标值，或 T_g 的指标范围，这实际上是用 T_g 划分出各类型板的耐热性等级。例如： $T_g140^\circ\text{C}$ ， $T_g160^\circ\text{C}$ ， $T_g180^\circ\text{C}$ 等等。所以，对于高可靠性的设计，设计师倾向选择高 T_g 的板材。

热分解温度 T_d 是指高聚物开始分解的温度，对于覆铜板来说是指板材受热分解，当热失重达到 5% 时的温度。而热分层时间 T300，是指将覆铜板放在一定温度下，以恒定速率升温到设定温度 300°C ，在该温度下恒温，直至试样发生不可逆转的厚度变化，即分层时所经历的时间。 T_d 和 T300 的数值越高，PCB 的可靠性就越好，越能满足无铅工艺要求。特别是设计需要多次压合及多次无铅焊接要求的时候。自从欧盟实施 WEEE 和 RoHS 以来，标志着全球电子行业进入了无铅焊接时代，典型的无铅回流焊条件温度： $245\text{-}265^\circ\text{C}$ 、维持 1 分钟，维修焊接温度峰值将达到 300°C 、维持几秒钟。于是单纯衡量 T_g 已经不能满足无铅的需求，IPC 有了进一步更精确指标的需求，即无铅兼容 FR-4 要求 $T_d \geq 340^\circ\text{C}$ ， $T300 \geq 2\text{min}$ ， $Z\text{-CTE} \leq 3.5\%$ ($50\text{-}260^\circ\text{C}$)。

(9) 成本：在多层 PCB 设计时，信号传输层对基板材料的电学性能要求较高，而有的层对材料性能要求并不高。举例来说，最上两层通常用作微带线，对材料敏感度高，通常使用成本更高的高性能材料，而为了节约成本，在其它层使用更为便宜的 FR-4 材料，但不同材料层叠在一起又会给制造工艺带来一定困难。

(10) 其它要求：其他诸如硬度、铜箔剥离强度降低、尺寸稳定性、耐化学性、抗冲击强度等材料性能亦必须良好。

图 87：使用不同材料混压来降低成本



资料来源：Isola、中信建投证券研究发展部

风险提示

5G 商用不达预期、新材料技术迭代

分析师介绍

黄瑜：电子行业首席分析师，执业证书编号：S1440517100001。复旦大学硕士，7年电子行业研究经验。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。

马红丽：电子行业分析师，执业证书编号：S1440517100002。东南大学信息工程学士、应用经济学硕士。4年电子行业研究经验，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 010-85156405 jiangdongya@csc.com.cn

机构销售负责人

赵海兰 010-85130909 zhaohailan@csc.com.cn

保险组

张博 010-85130905 zhangbo@csc.com.cn

周瑞 010-85130749 zhourui@csc.com.cn

高思雨 gaosiyu@csc.com.cn

张勇 010-86451312 zhangyongzgs@csc.com.cn

张宇 010-86451497 zhangyuyf@csc.com.cn

北京公募组

黄玮 010-85130318 huangwei@csc.com.cn

朱燕 85156403 zhuyan@csc.com.cn

任师蕙 010-8515-9274 renshihui@csc.com.cn

黄杉 010-85156350 huangshan@csc.com.cn

王健 010-65608249 wangjianyf@csc.com.cn

杨济谦 yangjiqian@csc.com.cn

私募业务组

李静 010-85130595 lijing@csc.com.cn

赵倩 010-85159313 zhaoqian@csc.com.cn

上海地区销售经理

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

戴悦放 021-68821617 daiyuefang@csc.com.cn

李祉瑶 010-85130464 lizhiyao@csc.com.cn

翁起帆 wengqifan@csc.com.cn

李星星 lixingxing@csc.com.cn

范亚楠 fanyanan@csc.com.cn

李绮绮 liqiqi@csc.com.cn

薛姣 xuejiao@csc.com.cn

许敏 xuminzgs@csc.com.cn

王罡 wanggangbj@csc.com.cn

深广地区销售经理

胡倩 0755-23953981 huqian@csc.com.cn

许舒枫 0755-23953843 xushufeng@csc.com.cn

程一天 chengyitian@csc.com.cn

曹莹 caoyingzgs@csc.com.cn

张苗苗 020-38381071 zhangmiaomiao@csc.com.cn

廖成涛 0755-22663051 liaochengtao@csc.com.cn

陈培楷 020-38381989 chenpeikai@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