

通信行业

高频 PCB 产业东移，上游 PTFE 迎来风口

分析师：许兴军



SAC 执证号：S0260514050002



021-60750532



xuxingjun@gf.com.cn

分析师：张晓飞



SAC 执证号：S0260519010005



SFC CE.no: BND704

010-59136696



zhangxiaofei@gf.com.cn

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

核心观点：

● 5G 基站建设催生 PTFE 用量需求

5G 时代，基站架构由 4G 方案（天馈系统+RRU+BBU）向 5G 天馈一体化方案（AAU+DU+CU）演化。由于天线系统集成度要求变高，5G 基站 AAU 中以高频 PCB 取代 4G 传统馈电网络。随着 5G 频谱逐渐向高频段延伸，催生大量高频 PCB 的用量需求，5G 基站 PCB 所用基材高频覆铜板将有望逐步实现对传统 FR-4 覆铜板的替代。

● 国产替代：海外巨头长期占据，本土企业有望突破

高频 PCB 产业链下游基站端的硬件架构升级，向中游的高频覆铜板、上游原材料铜箔、玻璃纤维布、包括 PTFE 在内的特殊树脂及其他化工材料传导增量需求。海外企业长期占据 PCB 产业链上游 PTFE 材料和中游高频覆铜板市场。目前，中国大陆地区 PCB 产业已占半壁江山，PCB 产业东移趋势持续，国内 PCB 上游厂商进军高频覆铜板及 PTFE 领域，与海外企业的差距逐步缩小，有望在 5G 建设中逐步实现国产替代。

● 5G 引领高频覆铜板崛起，PTFE 用量同步攀升

5G 时代，PCB 产业链下游基站端建设催生大量高频覆铜板需求，将同步推动 PTFE 材料量价齐升。从“量”角度看，我们预测 5G 基站是 4G 基站数量的 1.3 至 1.5 倍，5G 时代高频 PCB 成为馈电网络，新增高频覆铜板的用量叠加天线振子需求。从“价”角度看，我们预测国内 5G 建设高峰期对于高频覆铜板的需求量有望达到 13 亿元/年，以国产价格及 10mil 规格测算，到 2025 年 5G 基站 AAU 中 PTFE 的增量市场空间超过 23 亿元，高峰期超过 5 亿元/年。

● 建议关注 5G 建设推进为高频 PCB 产业链带来的投资机会：

我们建议关注，掌握上游 PTFE 材料稀缺研发技术的沃特股份，持续关注中游高频覆铜板领域的生益科技、华正新材，受益于 PCB 产业持续东移趋势的鹏鼎控股、沪电股份、深南电路。

● 风险提示

5G 商用不及预期的风险；行业景气度下滑的风险；新品研发进度不及预期的风险；产品价格下滑的风险；新技术渗透低于预期的风险。

相关研究：

通信行业：回首十载潮汐更迭，后望 5G 山雨欲来

2019-03-19

5G 系列报告：天线&OGM:5G 天线量价齐升，新兴 OGM 模式崛起

2019-03-11

5G 系列报告三：介质滤波器：市场空间有望倍增，行业格局面临重塑

2019-03-08

识别风险，发现价值

请务必阅读末页的免责声明

本报告联系人：谢淑颖 0755-82792502 xieshuying@gf.com.cn

重点公司估值和财务分析表

股票简称	股票代码	货币	最新	最近	评级	合理价值 (元/股)	EPS(元)		PE(x)		EV/EBITDA(x)		ROE(%)	
			收盘价	报告日期			2019E	2020E	2019E	2020E	2019E	2020E	2019E	2020E
鹏鼎控股	002938	RMB	29.34	2019/4/1	买入	33.50	1.34	1.60	21.90	18.34	9.24	11.73	14.8%	15.0%

数据来源: Wind、广发证券发展研究中心

备注: 表中估值指标按照最新收盘价计算

目录索引

研究逻辑	5
一、5G 基站建设催生 PTFE 用量需求	6
1.1 架构升级+高频趋势，高频 PCB 催生基站端 PTFE 材料需求	6
1.2 5G 基站建设推进，高频覆铜板将有望逐步取代传统 FR-4 覆铜板	7
二、国产替代：海外巨头长期占据，本土企业有望突破	8
2.1 海外企业长期占据产业链上游 PTFE、中游高频覆铜板市场	8
2.2 本土厂商积极布局研发扩产，进口替代大幕开启	9
三、5G 引领高频覆铜板崛起，PTFE 用量同步攀升	14
3.1“量”：高频驱动基站规模扩张，基站结构变化带来 PTFE 新增需求	14
3.2“价”：高频覆铜板价值量提升，PTFE 市场空间广阔	16
投资建议	17
风险提示	18

图表索引

图 1: 5G 基站引入 AAU+CU+DU 架构	6
图 2: 高频 PCB 板成为 5G 基站 AAU 集成天线的馈电网络	6
图 3: 不同类型 PCB 材料传导产业链	7
图 4: 高频高速覆铜板结构	7
图 5: PCB 基材的分类	8
图 6: 2016 年全球 PTFE CCL (高频覆铜板) 市占率	9
图 7: 高频 PCB 产业链不同环节主要参与企业	9
图 8: PCB 产业东移趋势 (左轴: 产值, 右轴: YOY, 占比)	10
图 9: 中国大陆地区 PCB 产业已占半壁江山 (左轴: 产值, 右轴: 占比)	10
图 10: 中国大陆产值占比逐渐提升	10
图 11: 内资 PCB 厂商或将引领大陆下一轮增长	10
图 12: 通信设备的 PCB 需求占比	11
图 13: 多层板加工难度较高	11
图 14: 沪电股份和深南电路对华为销售额 (亿元, 左轴) 和占比 (右轴)	11
图 15: 中国大陆覆铜板进出口均价 (美元/kg)	13
图 16: 中国大陆覆铜板进出口情况	13
图 17: 生益科技和华正新材研发投入 (亿元, 左轴) 和占收入比例 (右轴)	13
图 18: 从 4G 基站数到 5G 基站建设推演 (万座)	14
图 19: 基站天线变化	15
图 20: 移动基站结构变化	15
图 21: 4G 基站结构	15
图 22: 5G 基站结构的变化	15
表 1: 全球覆铜板分类产值	12
表 2: 全球刚性覆铜板的产值和产量	12
表 3: 生益科技高频高速覆铜板系列	13
表 4: 国内 5G 基站 PTFE 需求量预判	16
表 5: 国内 5G 基站高频覆铜板市场空间预判	17
表 6: 国内 5G 基站 PTFE 市场空间预判	17
表 7: 产业链海外公司估值	18

研究逻辑

5G时代，基站架构由4G方案（天馈系统+RRU+BBU）向5G天馈一体化方案（AAU+DU+CU）演化。由于天线系统集成度要求变高，5G基站AAU中以高频PCB取代4G传统馈电网络。随着5G频谱逐渐向高频段延伸，为减少电路损耗、保持电气性能稳定性，催生大量高频PCB的用量需求。5G基站PCB所用基材高频覆铜板将有望逐步实现对传统FR-4覆铜板的替代。

高频PCB产业链下游基站端的硬件架构升级，向中游的高频覆铜板、上游原材料铜箔、玻璃纤维布、包括PTFE在内的特殊树脂及其他化工材料传导增量需求。

海外企业长期占据PCB产业链上游PTFE材料和中游高频覆铜板市场。在上游原材料领域，PTFE材料的供应大多来源于海外企业，国内特殊树脂产业发展进程相对缓慢。在中游高频覆铜板领域，供应商主要为美、日头部企业。

中国大陆地区PCB产业已占半壁江山，PCB产业东移趋势持续，未来中国大陆占比还将继续提升。目前，国内PCB上游厂商积极布局高频覆铜板及PTFE领域，技术实力不断进步，与海外企业的差距逐步缩小，有望在5G建设中凭借性价比优势，改变现有格局，抢占更多市场份额。

PTFE作为高频覆铜板的主流方案，在5G基站建设周期中将实现量价齐升。

从“量”角度看：我们预测5G基站规模将超过500万座，是4G基站数量的1.3至1.5倍。5G时代高频PCB成为馈电网络，新增高频覆铜板的用量，叠加天线振子需求，5G AAU中3个扇面高频覆铜板的用量高达1.875 m²。以10mil规格测算，高峰期PTFE需求量超过1300吨。

从“价”角度看：我们预测5G时代国内5G基站AAU新增高频覆铜板的市场空间达56亿元，建设高峰期对于高频覆铜板的需求量有望达到13亿元/年。以国产PTFE的价格及10mil规格测算，到2025年5G基站AAU中PTFE的增量市场空间超过23亿元，高峰期超过5亿元/年。

建议关注5G建设推进为高频PCB产业链带来的投资机会：

- ✓ 在上游PTFE领域，国内PTFE等特殊树脂供应长期由海外巨头掌握，国内特殊树脂产业的发展进程缓慢，掌握PTFE材料研发技术的企业具有稀缺性。**相关标的：沃特股份（收购德清科赛51%股权，积极布局PTFE产线，是国内唯一可供高频PCB用PTFE的企业）。**
- ✓ 在中游覆铜板领域，高频覆铜板市场以海外厂商为主，目前大陆覆铜板厂商持续关注。**相关标的：生益科技（高频高速产品体系已经逐步成型，陆续推出多款PTFE覆铜板和碳氢覆铜板）、华正新材。**
- ✓ 在下游PCB领域，中国大陆地区PCB产业已占半壁江山，PCB产业东移趋势持续。随着中国大陆PCB厂商技术实力进步，将逐步缩小与境外企业的差距。**相关标的：鹏鼎控股、沪电股份、深南电路。**

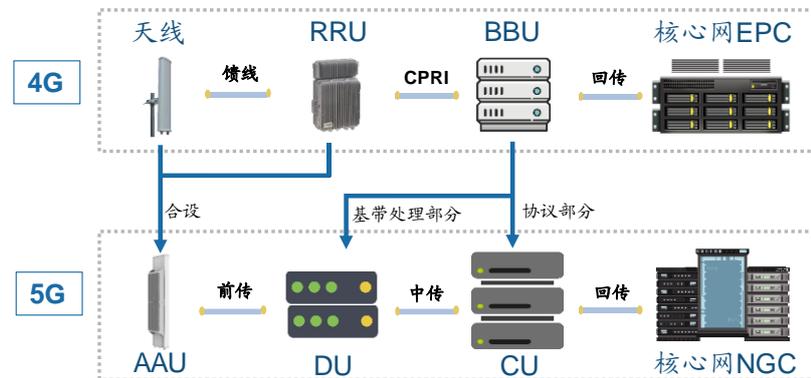
风险提示：5G商用不及预期的风险；行业景气度下滑的风险；新品研发进度不及预期的风险；产品价格下滑的风险；新技术渗透低于预期的风险。

一、5G 基站建设催生 PTFE 用量需求

1.1 架构升级+高频趋势，高频 PCB 催生基站端 PTFE 材料需求

基站硬件架构变迁，5G基站AAU高频PCB替代传统馈电网络。随着5G时代Massive MIMO技术的应用，基站的硬件架构出现显著变化，由4G基站(天馈系统+RRU+BBU)结构向5G基站(AAU+DU+CU)转变。考虑到5G对天线的集成度要求显著变高，AAU需要在更小的尺寸内集成更多的组件，5G基站AAU中以高频PCB取代4G传统馈电网络。

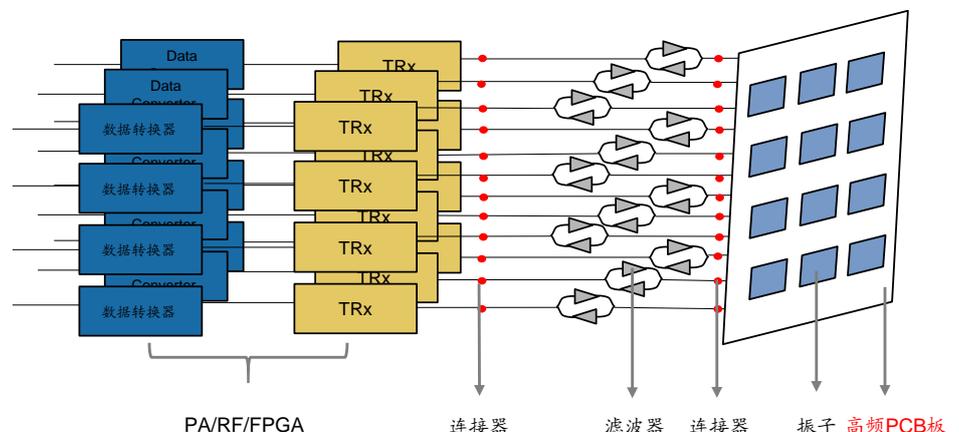
图1：5G基站引入AAU+CU+DU架构



数据来源：广发证券发展研究中心

5G频段向高频延伸，对高频覆铜板的需求增加。5G时代频谱规划向高频段延伸，PCB根据商业场景的需求引入高频高速电路专用材料，以减少电路在相对高的频率下信号的损耗，同时在更宽的带宽下保持电气性能的稳定性的需求显著增加。

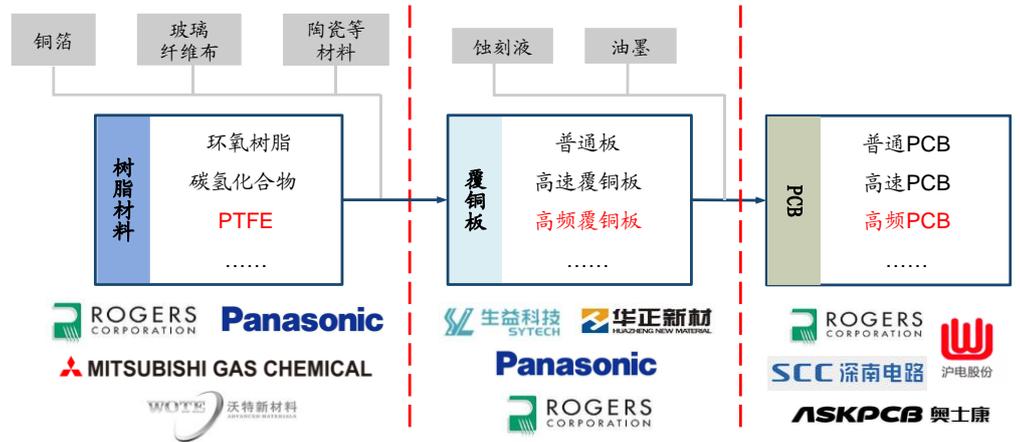
图2：高频PCB板成为5G基站AAU集成天线的馈电网络



数据来源：CNKI，广发证券发展研究中心

高频覆铜板是高频PCB制造的核心材料，基站端应用催生上游PTFE新增需求。高频覆铜板的原材料主要包括铜箔、玻璃纤维布、包括PTFE在内的特殊树脂及其他化工材料。聚四氟乙烯（PTFE）作为高频高速覆铜板中主流的特殊树脂填充材料，将在基站端产生大量新增需求。

图3：不同类型PCB材料传导产业链



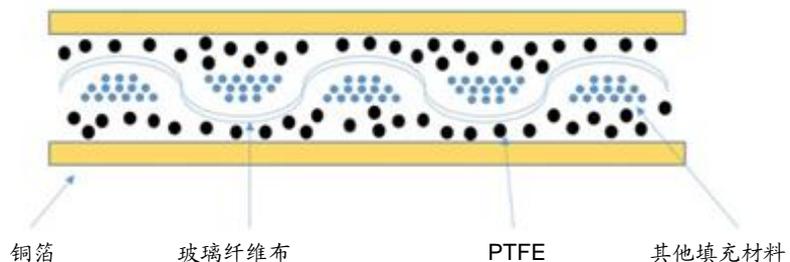
数据来源：中英科技招股书，广发证券发展研究中心

1.2 5G 基站建设推进，高频覆铜板将有望逐步取代传统 FR-4 覆铜板

高频覆铜板是指将增强材料（玻璃纤维布、纸基等）浸泡树脂加工，在一面或两面覆以铜箔，经加热后压合而成的一种板状材料，专门用于高频PCB的制造。在结构上，覆铜板主要由铜箔、玻璃纤维布、特殊树脂等材料构成：

- 铜箔是最主要的成分，起导电和散热作用，约占覆铜板成本的30%-50%。
- 玻璃纤维布是增强材料，用于绝缘和增加强度，约占覆铜板成本的25%-40%。
- 特殊树脂作为填充材料，负责粘合和提升板材性能，在普通覆铜板中约占总成本的20%-40%，在高频覆铜板中PTFE的成本占比约为40%。

图4：高频高速覆铜板结构



数据来源：中英科技招股书，广发证券发展研究中心

高频覆铜板的核心要求是低介电常数（DK）和低介电损耗因子（Df）。高速和高

高频覆铜板是在玻璃纤维布基CCL的基础上，通过使用不同类型的树脂实现的，其核心要求是低介电常数（Dk）和低介电损耗因子（Df）：介电常数（Dk）越小越稳定，高频高速性能越优；介质损耗（Df）越小越稳定，高频高速性能越优。根据Dk与Df两个参数将覆铜板划分为六层，其中应用于微波与毫米波频段的基材主要采用低介电常数树脂（PTFE、碳氢化合物以及PPE树脂），介电损耗Df<0.005。

目前高频覆铜板的主流方案是采用PTFE。一般而言，降低Dk和Df值可通过树脂材料、基板材料及基板树脂含量来解决。目前PCB中广泛使用的大多为环氧树脂玻璃布基CCL（FR-4），但是Df值在0.01以上，而PTFE的Df值在0.002以下，是高频材料的主流形式。

5G基站PCB所用基材高频覆铜板将有望逐步实现对传统FR-4覆铜板的替代。传统的通信业务中，主要使用FR-4覆铜板，高频覆铜板在上世纪主要用于军工、卫星导航等特殊领域。在3G通信业务兴起后，由于FR-4覆铜板的介质损耗大，基站中电磁信号传输精度较高的部件逐步转向采用高频覆铜板；4G通信中，基站天线的PCB振子、天线馈电系统、功率放大器、滤波器等成为高频覆铜板市场需求的最主要部分；而5G基站的PCB中，高频覆铜板将有望实现对FR-4覆铜板的替代。

图5: PCB基材的分类

基材用树脂	基材损耗正切Df	
PTFE、碳氢化合物树脂、PPE树脂	微波/毫米波领域应用 高频电路基材	Df < 0.002
		Df = 0.002 to 0.005
特殊树脂、环氧改性特殊树脂	中等损耗 高速电路基材	Df = 0.005 to 0.008
		Df = 0.008 to 0.01
环氧树脂	常规电路 基材	Df = 0.01 to 0.02
		Df > 0.02

数据来源：Prismark，中英科技招股说明书，深南电路招股说明书，广发证券发展研究中心

二、国产替代：海外巨头长期占据，本土企业有望突破

2.1 海外企业长期占据产业链上游PTFE、中游高频覆铜板市场

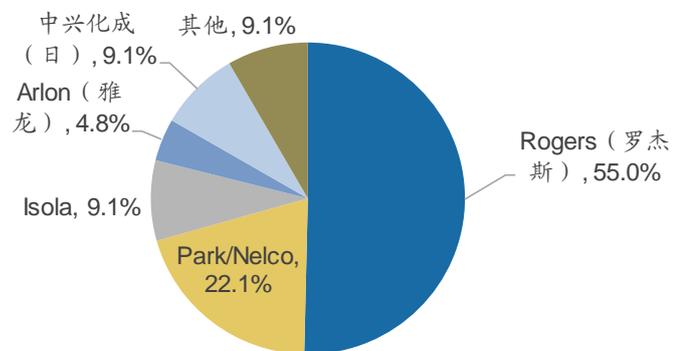
在上游原材料领域，电解铜箔行业集中度较高，PTFE市场主要玩家为海外企业。

- **铜箔：资本和技术壁垒明显，Top10厂商占据超70%份额。**PCB生产采用的铜箔主要采用电解法制成，电解铜箔的工艺流程较长、加工要求严格，历经数次整合后行业集中度较高，全球前十大铜箔生产商占据了超过70%的市场份额。目前主要的供应商包括中国台湾的南亚塑料、长春石化、安徽铜冠、建滔化工，日本的三井金属、福田金属和韩国的日进金属等。

- **PTFE：高频覆铜板的PTFE等供给大多来源于海外企业，国内特殊树脂产业的发展进程缓慢。**国内高频覆铜板的供应长期由海外巨头掌握，PTFE等特殊树脂供应也大多来源于海外企业，国内特殊树脂产业的发展进程缓慢。目前主要的供应商包括日本的三菱瓦斯、松下电工、日立化成和美国的罗杰斯、泰康利、伊索拉。目前国内相关企业有沃特股份，可生产高频用PTFE材料。

在中游高频覆铜板领域，主要由美、日头部企业占据，全球PTFE CCL前五大厂商占比高达90%。海外企业主要瞄准高端市场（VL-L、UL-L等级），近年接连推出了高频、低传输损耗覆铜板新品种，目前技术水平远超国内公司和台资企业。台资覆铜板企业的知名度高过内资企业，但产品大多面向Mid-L、L-L级市场，对应VL-L、UL-L等级市场的高频覆铜板大多处于试验和评估阶段。目前全球领先的高频覆铜板供应商主要有美国的三巨头罗杰斯、泰康利、伊索拉和日本的松下电工、日立化成。

图6：2016年全球PTFE CCL（高频覆铜板）市占率



数据来源：Prismark，广发证券发展研究中心

图7：高频PCB产业链不同环节主要参与企业



数据来源：《覆铜板资讯》，广发证券发展研究中心

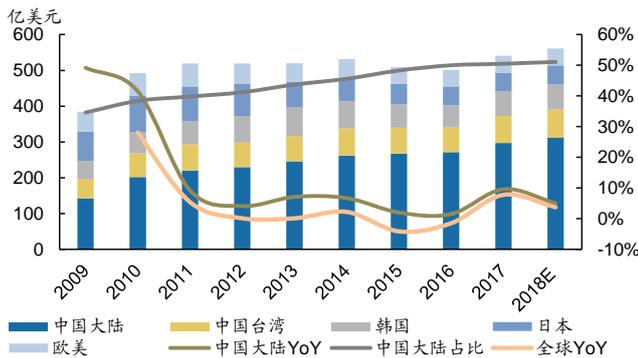
2.2 本土厂商积极布局研发扩产，进口替代大幕开启

PCB产业东移趋势持续，内资厂商积极配合5G相关研发与扩产

中国大陆地区PCB产业已占半壁江山。根据市场调研机构Prismark的数据，2017年中国大陆的PCB产量占据了全球PCB产量的50%以上，已然成为PCB行业的半壁江山，并且美、日、欧等地区的PCB产业规模还在缩减当中，中国大陆凭借较低的人力成本，政府招商引资鼓励政策，未来中国大陆占比还将继续提升。

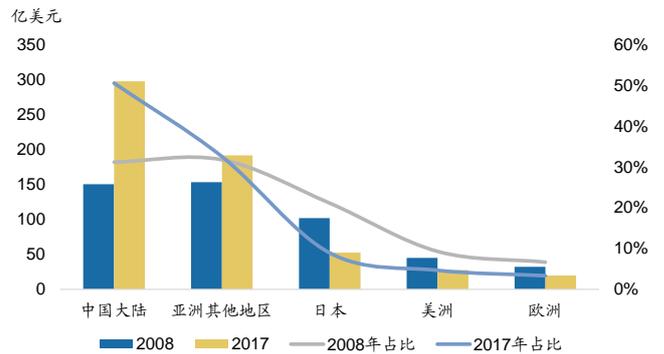
PCB产业东移趋势持续。随着中国大陆PCB厂商技术实力进步，将逐步缩小与境外企业的差距；从PCB厂商的扩产节奏来看，未来1~3年大部分的产能释放将主要由内资厂商所带来，中国台湾PCB企业在这次扩产过程中扩充的产能相对来说较少，内资龙头厂商或将引领中国大陆PCB产值增长。

图8: PCB产业东移趋势 (左轴: 产值, 右轴: YOY, 占比)



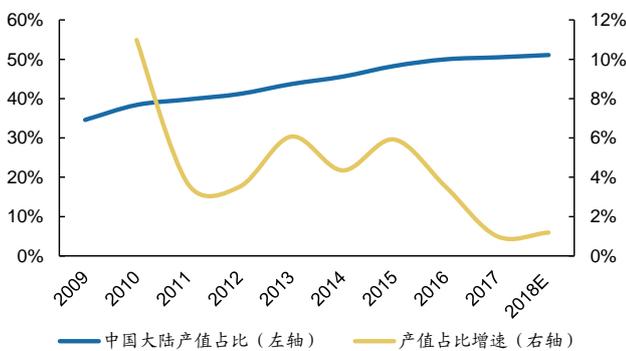
数据来源: Prismark, 健鼎科技, 广发证券发展研究中心

图9: 中国大陆地区PCB产业已占半壁江山 (左轴: 产值, 右轴: 占比)



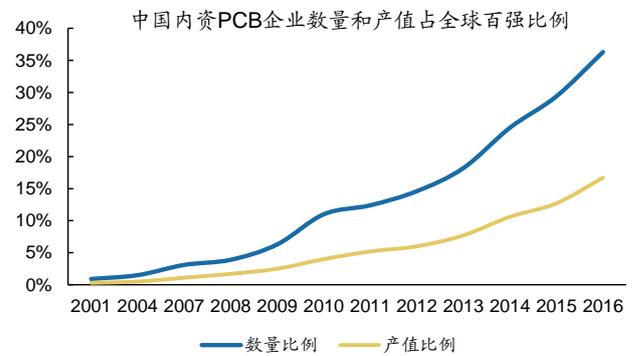
数据来源: 中国产业信息网, 广发证券发展研究中心

图10: 中国大陆产值占比逐渐提升



数据来源: 健鼎科技, 广发证券发展研究中心

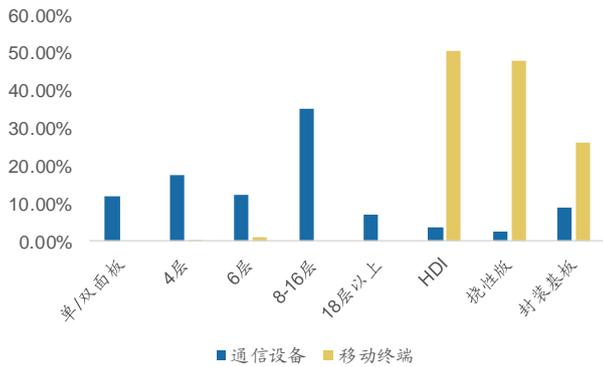
图11: 内资PCB厂商或将引领大陆下一轮增长



数据来源: 《印制电路信息》2018年第5期 杨宏强著, 广发证券发展研究中心

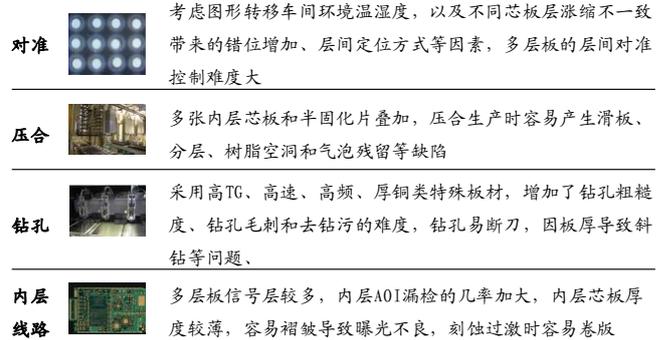
通信设备对于PCB加工企业的技术要求较高。刚性板领域，通信设备的PCB需求主要以高多层板为主（8-16层板占比约为35.18%），在对准、压合、钻孔、内层线路等多方面体现出加工难度较高，对于PCB加工企业的技术要求较高。

图12: 通信设备的PCB需求占比



数据来源: 深南电路招股说明书, 广发证券发展研究中心

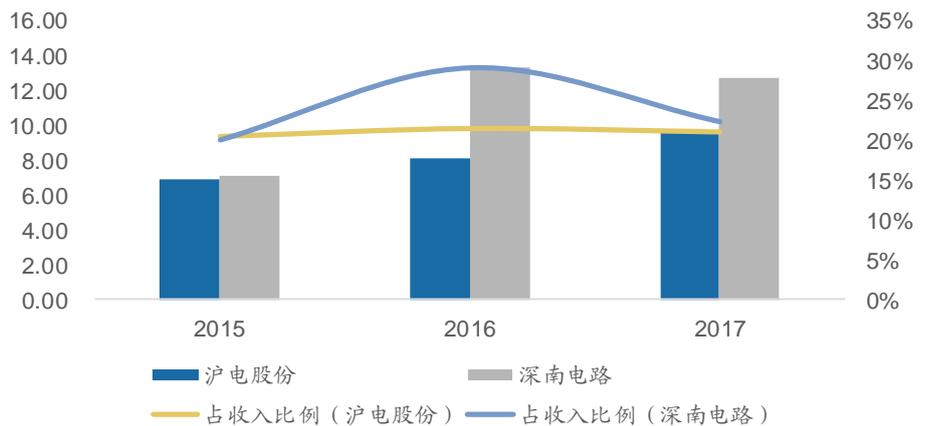
图13: 多层板加工难度较高



数据来源: 中国产业信息网, 广发证券发展研究中心

内资龙头厂商积极配合5G相关产品的研发与扩产, 有望充分受益。4G时代, 以深南电路和沪电股份为代表的PCB厂商已为华为、中兴等客户提供通信板, 5G带来PCB需求量大幅增加, 内资龙头厂商也配合积极研发与扩产, 有望充分受益。

图14: 沪电股份和深南电路对华为销售额 (亿元, 左轴) 和占比 (右轴)



数据来源: Wind, 广发证券发展研究中心

中国大陆覆铜板公司有望获得PCB本土厂商认可, 抢占高频覆铜板市场

根据Prismark的分类, 高频覆铜板属于刚性覆铜板中的特殊覆铜板类。2017年, 全球刚性覆铜板市场总产值为101亿美元, 其中特殊覆铜板市场总产值约为22亿美元。根据我们的测算, 5G高峰期国内宏基站数量约115万; 单个宏基站AAU覆铜板价值量为2175元, 因此, 5G仅考虑宏基站AAU的覆铜板的需求量约20亿元, 约等于2017年全球特殊覆铜板市场的1/6, 如果考虑到全球5G基站数量、DU、CU、馈电网络以及背板的需求, 以及小基站和剩余部分4G基站的建设, 则用量将更大。

表1: 全球覆铜板分类产值

产值 (百万美元)	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2017增长率
纸基覆铜板	841	759	745	659	606	636	731	14.9%
复合基覆铜板	536	577	599	792	756	875	1066	21.8%
普通FR-4覆铜板	4510	4284	4085	4167	3869	4005	4904	22.4%
高Tg FR-4覆铜板	1229	1142	1121	1057	954	1054	1087	3.1%
无卤覆铜板	1369	1428	1467	1533	1149	1686	2102	24.7%
特殊基板及其他	1505	1362	1469	1655	2072	1932	2249	16.4%
合计	9990	9552	9486	9863	9406	10188	12139	19.1%

数据来源: Prismaark, 广发证券发展研究中心

覆铜板行业集中度高, 中国大陆产值占全球**66%**。根据Prismaark的统计, 中国大陆厂商建滔、生益分别占据全球刚性覆铜板前二, 2017年全球刚性覆铜板产值为121亿美元, 其中中国大陆产值达到80亿美元, 占全球的**66%**, 但单价远低于美洲、欧洲、日本地区。

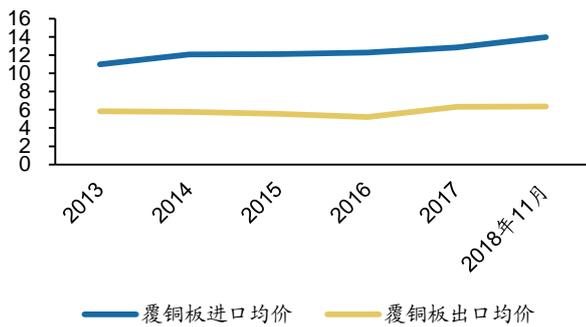
表2: 全球刚性覆铜板的产值和产量

地区	产值 (百万美元)			产量 (百万平方米)			单价 (美元/平方米)	
	2016	2017	增长率	2016	2017	增长率	2016	2017
美洲	306	313	2.30%	8.9	8.8	-1.10%	34.4	35.6
欧洲	218	229	5.00%	8.5	8.6	1.20%	25.6	26.6
日本	538	574	6.70%	19.6	20.4	4.10%	27.4	28.1
中国大陆	6614	8037	21.50%	410.4	445.5	8.60%	16.1	18.0
亚洲其他	2512	2986	18.90%	129.5	141	8.90%	19.4	21.2
合计	10189	12139	19.10%	576.9	624.3	8.20%	17.7	19.4

数据来源: Prismaark, 广发证券发展研究中心

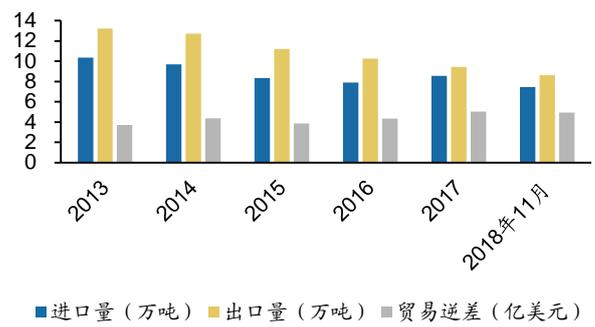
由于中国大陆的覆铜板主要是低附加值的普通覆铜板, 高端的高频覆铜板依然大量依赖进口。中国大陆是全球覆铜板最主要的出口国之一, 根据《中国覆铜板行业调查统计分析报告》数据, 2016年中国大陆覆铜板净出口2.37万吨。但由于中国大陆出口的覆铜板产品主要为低附加值的普通覆铜板产品, 而高端的高频覆铜板、封装基板等大量依赖进口, 中国大陆也一直处于贸易逆差状态, 且近年来呈不断扩大的趋势, 2016年贸易逆差高达4.26亿美元。2016年, 中国大陆出口覆铜板均价约6.28美元/kg, 进口均价为13.06美元/kg, 进口价格为出口价格的两倍。

图15: 中国大陆覆铜板进出口均价 (美元/kg)



数据来源: Wind, 广发证券发展研究中心

图16: 中国大陆覆铜板进出口情况



数据来源: Wind, 广发证券发展研究中心

大陆企业积极布局高频覆铜板及PTFE领域,有望逐步实现国产替代。随着本土PCB厂商的崛起,大陆覆铜板及PTFE企业在5G建设中凭借性价比优势,有望改变高频PCB产业链上游PTFE、中游高频覆铜板市场长期被海外企业占据的局面,抢占更多市场份额。

- 在上游PTFE领域,沃特股份收购德清科赛51%股权,积极布局PTFE产线,是国内唯一可供高频PCB用PTFE的企业。
- 在中游覆铜板领域,生益科技、华正新材等大陆覆铜板厂商持续关注,其中生益科技的高频高速产品体系已经逐步成型,陆续推出多款PTFE和碳氢覆铜板,公司每年研发费用也部分用于高频基材的研究。

表3: 生益科技高频高速覆铜板系列

产品名称	产品简要描述	Dk	Df
SCGA-500 GF220	天线射频电路用玻璃布增强 PTFE 覆铜板	2.20	0.0009
SCGA-500 GF225	天线射频电路用玻璃布增强 PTFE 覆铜板	2.55	0.0014
SCGA-500 GF265	天线射频电路用玻璃布增强 PTFE 覆铜板	2.65	0.0017
SCGA-500 GF300	天线射频电路用玻璃布增强 PTFE 覆铜板	3.00	0.0023
LNB33	高频头, 卫星天线电路用碳氢覆铜板	3.30	0.0025
S7136H	频射电路用碳氢陶瓷基填充覆铜板	3.42	0.0030

数据来源: 生益科技官网, 广发证券发展研究中心

图17: 生益科技和华正新材研发投入 (亿元, 左轴) 和占收入比例 (右轴)



数据来源: Wind, 广发证券发展研究中心

三、5G 引领高频覆铜板崛起，PTFE 用量同步攀升

3.1 “量”：高频驱动基站规模扩张，基站结构变化带来 PTFE 新增需求

高频推动5G基站数量大幅增长，Massive MIMO助力拓展网络容量。5G网络的基站建设是基于Massive MIMO、毫米波、超密集组网、新型多址、全频谱接入等关键技术的新架构，多重技术革新将重塑天线产业格局。

根据香农公式：信道容量=信道带宽*log₂(1+信号传输功率/高斯噪声功率)。

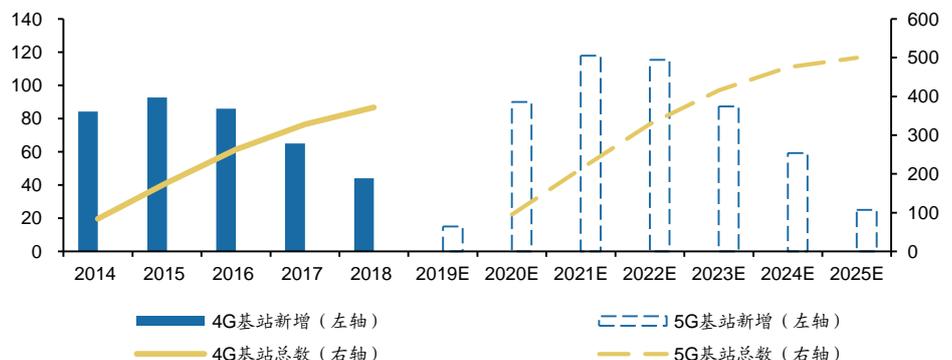
为满足5G网络的容量需求，同时受限于天线的发射功率，提高信道带宽是扩大5G网络容量的主要途径。拓展信道带宽的主要途径有：1) 扩大频谱资源范围；2) 提高频谱利用率；3) 抑制干扰。全频谱接入带来5G频段的提高，使基站数量成倍上涨，天线用量同步提升。Massive MIMO推动天线小型化、集成化，单基站天线数量远超4G。

- **毫米波技术扩大频谱范围。**为同时实现移动信号的无缝覆盖和传输速率的提升，5G将采用低频（6GHz以下）和高频（6GHz以上）的混合组网模式，丰富可利用的5G频谱资源。由于5G的核心频段高于4G，且毫米波的波长更是达到毫米量级，信号传输损耗衰减更快，覆盖能力减弱。相比于4G，5G无线通信信号覆盖相同的区域所需5G基站的数量将剧增。
- **Massive MIMO技术提高频谱利用率和抑制传输干扰。**基于空分复用和波束赋形的Massive MIMO技术可实现基站在同一时间和频率资源下与多位空间上分离的用户通信需求。各天线单元能自动调整幅度和相位，使信号精准聚焦，提升信号质量。基于同时同频，频谱资源可实现用户间的重复利用。大规模天线阵列作为Massive MIMO技术的硬件支持，单基站天线用量规模将大幅扩张。

5G基站数量：5G基站规模将超过500万座，是4G基站数量的1.3至1.5倍

现实的5G建设中，运营商将采用SA和NSA混合的方案，我们预测5G基站总数将达到4G基站数的1.3至1.5倍，根据工信部的数据，截至2018年底，我国4G基站数达到372万座，我们预测5G基站总数将超过500万座。

图18：从4G基站数到5G基站建设推演（万座）



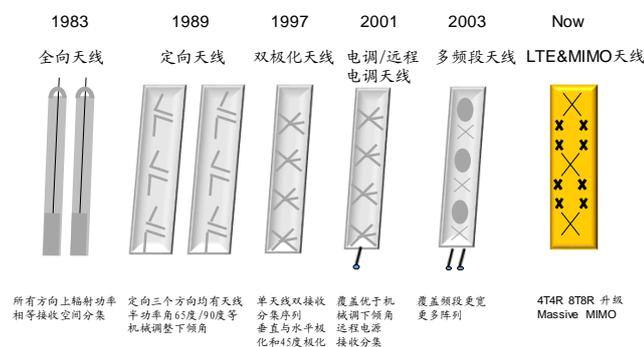
数据来源：三大运营商财报，广发证券发展研究中心

5G时代Massive MIMO技术的应用，驱动基站结构升级。通信基站天线经历了一体化宏基站天线、基带处理单元和射频拉远模块分离、MIMO天线、有源天线、Massive MIMO等发展阶段，传统的TDD网络的的天线基本上是2天线、4天线或8天线，而Massive MIMO的通道数达到64/128/256个。随着Massive MIMO技术的应用，5G基站的软件和硬件架构出现了显著变化：

- **4G基站（天馈系统+RRU+BBU）**：标准的宏基站通常包括BBU（主要负责信号调制）、RRU（主要负责射频处理）、馈线（连接RRU和天线）和天线（主要负责线缆上导行波和空气中空间波之间的转换）。
- **5G基站（AAU+CU+DU）**：AAU是有源天线单元，负责射频处理功能与天线收发空间波的功能，由原天馈系统和RRU合设组成；CU是中央单元，由原BBU中的非实时部分分割出来，负责处理高层协议功能并集中管理多个DU；DU是分布式接入单元，负责处理物理层协议和实时服务，由原BBU的实时功能分割出来。

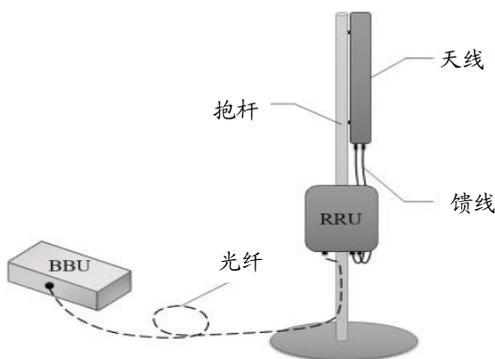
考虑到5G对天线的集成度要求显著提高，有源天线AAU需要在更小的尺寸内集成更多的组件，需要采用更多层的印刷电路板技术。高频覆铜板作为5G基站AAU中重要的馈电网络桥梁，基站数量的增加将同比促进高频覆铜板用量攀升。PTFE作为高频覆铜板制造过程中的填充材料，其用量将同步攀升。

图19：基站天线变化



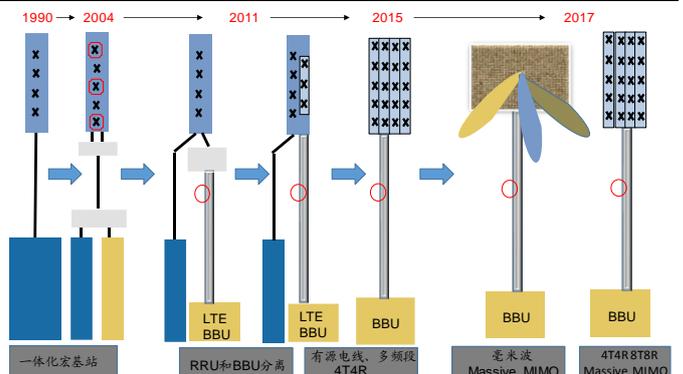
数据来源：中国联通网络技术研究院，广发证券发展研究中心

图21：4G基站结构



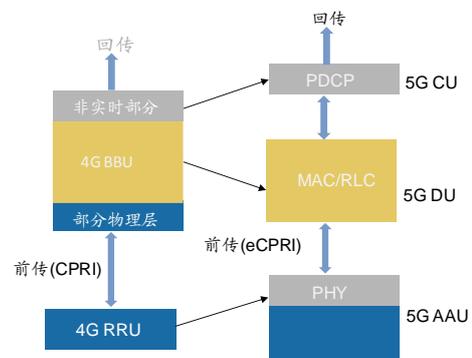
数据来源：中英科技招股说明书，广发证券发展研究中心

图20：移动基站结构变化



数据来源：GSMA，中英科技招股说明书，广发证券发展研究中心

图22：5G基站结构的变化



数据来源：中国IDC圈，广发证券发展研究中心

5G时代基站AAU 新增高频覆铜板及对应填充材料PTFE用量:

- **4G时代不需要高频覆铜板。**4G基站中RRU和天馈系统分离，RRU中数字电路和射频所用PCB并非高频PCB，制作PCB的覆铜板也只是普通的覆铜板。因此，4G基站中没有高频覆铜板的用量需求。
- **5G时代高频PCB成为馈电网络，新增高频覆铜板的用量。**5G基站AAU中天线振子+馈电网络的高频PCB面积约为0.5m²。考虑到高频覆铜板制成PCB的过程中会有损耗，假设损耗率为20%，得出5G AAU中3个扇面高频覆铜板的用量为1.875 m²。

特殊树脂PTFE作为高频PCB制作的填充材料，我们对时间推移下5G基站建设中PTFE的需求面积和重量进行了测算：

表4：国内5G基站PTFE需求量预判

	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
新建基站(万)	15.0	80.0	118.0	115.5	87.4	59.1	25.0
单个基站天线扇面(个)	3	3	3	3	3	3	3
密度							
5mil 规格(g/m ²)	300	300	300	300	300	300	300
10mil 规格(g/m ²)	600	600	600	600	600	600	600
20mil 规格(g/m ²)	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
面积							
单扇区面积(m ²)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
单基站3个扇区覆铜板面积/m ² (考虑20%的损耗率)	1.875	1.875	1.875	1.875	1.875	1.875	1.875
新建基站覆铜板总面积/万m ²	28	150	221	216	164	111	47
国内5G基站PTFE需求(吨)							
5mil 规格(吨)	84	450	664	649	491	333	141
10mil 规格(吨)	169	900	1328	1299	983	665	282
20mil 规格(吨)	338	1800	2655	2598	1966	1331	563

数据来源：广发证券发展研究中心

3.2 “价”：高频覆铜板价值量提升，PTFE 市场空间广阔

国内5G基站AAU中高频覆铜板的价值量有望达到56亿元。5G基站数量和单个基站所用高频PCB面板增加，将带来高频覆铜板需求增加，这里我们仅考虑AAU的高频覆铜板需求量。馈线网络和天线振子所用高频/高速覆铜板考虑到进口替代带来的单价下降至600元/平米，3个扇区AAU所用高频/高速覆铜板的价值量约为1125元。

总体而言，我们假设国内5G基站数量是4G的1.3倍，即500万座，我们预测5G时代国内5G基站AAU新增高频/高速覆铜板的价值量达到56亿元，建设高峰期对于AAU高频/高速覆铜板的需求量有望达到13亿元/年。

表5: 国内5G基站高频覆铜板市场空间预判

	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
新建基站(万)	15.0	80.0	118.0	115.5	87.4	59.1	25.0
单个基站天线扇面(个)	3	3	3	3	3	3	3
5G 基站 AAU 高频覆铜板							
面积(m ²)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
3个扇区覆铜板面积/万 m ²	28.1	150.0	221.3	216.5	163.8	110.9	46.9
ASP(元/m ²)	600	600	600	600	600	600	600
国内 5G 基站高频覆铜板市场规模(亿元)	1.7	9.0	13.3	13.0	9.8	6.7	2.8

数据来源: 广发证券发展研究中心

PTFE作为高频覆铜板的填充材料, 5G时代PTFE的新增市场空间超过23亿元。当前市场PTFE的国产和进口价格差异显著, 国产PTFE价格约为每吨40万, 而进口则高达每吨80万。我们以国产PTFE的价格和10mil规格测算, 到2025年5G基站AAU中PTFE的增量市场空间超过23亿元, 高峰期超过5亿元/年。并且, 我们只测算了AAU中PTFE的用量, 加上DU、CU中需求, PTFE的市场空间更加庞大。随着5G网络建设的不断推进, 沃特股份等PTFE材料生产商将有望迎来业绩的大幅提升。

表6: 国内5G基站PTFE市场空间预判

	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
新建基站(万)	15.0	80.0	118.0	115.5	87.4	59.1	25.0
需求量							
5mil 规格(吨)	84	450	664	649	491	333	141
10mil 规格(吨)	169	900	1328	1299	983	665	282
20mil 规格(吨)	338	1800	2655	2598	1966	1331	563
单价							
单价(万/吨)_国产	40	40	40	40	40	40	40
单价(万/吨)_进口	80	80	80	80	80	80	80
基站端 PTFE 市场空间(亿)_国产							
5mil 规格	0.34	1.80	2.66	2.60	1.97	1.33	0.56
10mil 规格	0.68	3.60	5.31	5.20	3.93	2.66	1.13
20mil 规格	1.35	7.20	10.62	10.39	7.86	5.32	2.25

数据来源: 广发证券发展研究中心

投资建议

建议关注5G建设推进为高频PCB产业链带来的投资机会:

- ✓ 在上游PTFE领域, 国内PTFE等特殊树脂供应长期由海外巨头掌握, 国内特殊树脂产业的发展进程缓慢, 掌握PTFE材料研发技术的企业具有稀缺性。**相关标的: 沃特股份(收购德清科赛51%股权, 积极布局PTFE产线, 是国内唯一**

可供高频PCB用PTFE的企业)。

- ✓ 在中游覆铜板领域，高频覆铜板市场以海外厂商为主，目前大陆覆铜板厂商持续关注。相关标的：生益科技（高频高速产品体系已经逐步成型，陆续推出多款PTFE和碳氢覆铜板）、华正新材。
- ✓ 在下游PCB领域，中国大陆地区PCB产业已占半壁江山，PCB产业东移趋势持续。随着中国大陆PCB厂商技术实力进步，将逐步缩小与境外企业的差距。相关标的：鹏鼎控股、沪电股份、深南电路。

表7：产业链海外公司估值

公司名称	股票代码	相关业务	单位	PE		EV/EBITDA	
				2019E	2020E	2019E	2020E
建滔集团	00148.HK	铜箔/覆铜板	RMB	6.25	5.68	5.34	5.01
罗杰斯	ROG.N	PTFE/高频覆铜板	RMB	27.38	22.30	14.45	13.35
日立化成	4217.T	PTFE/高频覆铜板	RMB	18.06	16.08	7.30	6.74
三菱瓦斯	4182.T	PTFE	RMB	6.33	8.37	5.52	6.08
三井金属	5706.T	铜箔	RMB	29.47	10.01	8.35	6.44

数据来源：Bloomberg，广发证券发展研究中心

备注：以2019年4月29日当期汇率计算

风险提示

5G商用不及预期的风险；行业景气度下滑的风险；新品研发进度不及预期的风险；产品价格下滑的风险；新技术渗透低于预期的风险。

广发证券电子元器件和半导体研究小组

许兴军：资深分析师，浙江大学系统科学与工程学士，浙江大学系统分析与集成硕士，2012年加入广发证券发展研究中心。
谢淑颖：研究助理，厦门大学电子工程学士、上海财经大学金融硕士，2018年加入广发证券发展研究中心。
滕春晓：研究助理，南京大学工业工程学士，上海交通大学工业工程硕士，2017年加入广发证券发展研究中心。

广发证券—行业投资评级说明

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

广发证券—公司投资评级说明

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

联系我们

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

法律主体声明

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

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

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

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

重要声明

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

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

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

本报告仅面向经广发证券授权使用的客户/特定合作机构发送，不对外公开发布，只有接收人才可以使用，且对于接收人而言具有保密性

务。广发证券并不因相关人员通过其他途径收到或阅读本报告而视其为广发证券的客户。在特定国家或地区传播或者发布本报告可能违反当地法律，广发证券并未采取任何行动以允许于该等国家或地区传播或者分销本报告。

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

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

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

本研究报告可能包括和/或描述/呈列期货合约价格的事实历史信息（“信息”）。请注意此信息仅供用作组成我们的研究方法/分析中的部分论点/依据/证据，以支持我们对所述相关行业/公司的观点的结论。在任何情况下，它并不（明示或暗示）与香港证监会第5类受规管活动（就期货合约提供意见）有关联或构成此活动。

权益披露

(1)广发证券（香港）跟本研究报告所述公司在过去12个月内并没有任何投资银行业务的关系。

版权声明

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