

2018年07月15日

通信

5G 系列报告之七: 5G 促进 PCB/覆铜板产业升级, 核心资产价值重估

■十年一遇的代际升级, 5G 带来 PCB/覆铜板需求量和附加值双提升。中国 IMT-2020 (5G) 推进组提出了 5G “五大关键技术”, 无线接入网器件产业链生态发生较大变化, 其中 1) 5G 射频将引入 Massive MIMO (大规模天线阵列) 技术, 而 5G 基站数量较 4G 大幅增长, 我们测算移动通信基站天线产值的 2/3 将转移至 PCB 板产业链, 因此我们预估仅是用于 5G 基站天线的高频 PCB/覆铜板价值量将是 4G 的 10 倍以上。2) 5G 网络将承载更大的带宽流量, 路由器、交换机、IDC 等设备投资加大, 高速 PCB/覆铜板的需求量也将会大幅增加。除了需求用量提升外, 高性能的设备将采用附加值更高的高频 (天线用) 高速 (IDC/基站用) 板材料, 带来 PCB/覆铜板产业链附加值和用量双提升。

■5G 通信设备将是 PCB 行业未来 3 年的核心驱动力。PCB 产业已进入成熟期, 传统应用市场已经饱和, 成长性关键要看下游新兴的细分领域。Prismark 认为, 汽车和通信设备将接棒消费电子, 成为未来 5 年行业增长的新引擎。无论汽车电子 (人命关天) 还是通信设备 (单设备价值大, 牵涉广), 厂商都会直接对设备上游材料进行认证。汽车智能驾驶和新能源车市场近年增长迅猛, 但汽车板市场的认证门槛更高, 特别是 ADAS、能源管理等高附加值的核心器件, 中国大陆厂商在短期内难以突破。相对而言, 我国通信领域的下游设备商在 5G 时代已经实现从跟随者到领先者的转变, 深南电路、沪电股份等已经占据 4G 设备商 PCB 采购市场的主要份额; 5G 有望实现上游更高端的高频/高速板材料的国产化替代。我们认为, 通信 PCB 将是未来 3 年内行业成长的核心推动力。

■5G 带来高端材料国产化机遇, 从周期走向成长。覆铜板是 PCB 制造的主要材料。覆铜板产品有传统产品和中高端产品之分。传统产品主要为环氧树脂玻纤布产品 (FR-4 和改性 FR-4) 和简单的复合材料 (CEM-1、CEM-3), 这类产品产量最大, 但附加值低, 目前产能基本已从欧美日向中国大陆转移; 中国大陆覆铜板产值已占全球 65%, 内资厂商市占率进一步提升是大趋势。与此同时, 高附加值的特殊材料覆铜板仍被罗杰斯、泰康利、松下等外资厂垄断。特殊材料覆铜板一般是指使用按照一定配方比例的特殊树脂填料制作的覆铜板, 主要填充材料包括聚四氟乙烯 PTFE (毫米波雷达和极高频通信)、碳氢化合物 (6GHz 以下基站射频)、PPE/CE (高速多层板) 等。特殊材料覆铜板附加值高, 单价数倍于传统 FR-4 产品, 因此基本不受原料周期性波动的影响。由于在未来 5G 和汽车电子中需求大增, 因此高端厂商可以分享下游新兴领域成长的红利。在 5G 时代, 具有高端产品生产能力的国内公司, 有望逐步突破外资垄断, 淡化原有周期属性, 迎来业绩和估值的双提升。

■5G 设备 PCB 的蛋糕分享将由“工艺+材料”决定。上游高端材料固然很重要, 但工艺和设计对 PCB 成品的最终性能影响很大, “工艺+材料”将分享 5G 带来的行业附加值。5G 高频/高速板需要在设计过程中进行阻抗控制, 需要通过高超的工艺实现。5G 设备 PCB 的性能要求极高, 一般对层数、面积 (大面积, 小厚径比)、钻孔精度 (小孔径、板件对位)、导线 (线宽、线距) 等有更高的要求, 因此在 PCB 加工过程中需要更高的工艺配合。目前深南电路和沪电股份的 PCB 加工技术已经在全球领先, 其中加工层数最高可达 100 层, 最小孔径低至 0.1mm。

■独家配方来自于超前布局, “闭门苦练”方得绝世武功: 高频/高速覆铜板核心门槛

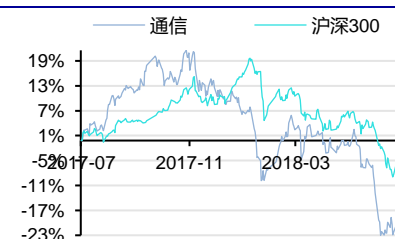
行业深度分析

证券研究报告

投资评级 领先大市-A
维持评级

首选股票	目标价	评级
600183 生益科技	11.34	买入-A
002463 沪电股份	7.00	买入-A
002916 深南电路	98.00	买入-A

行业表现



资料来源: Wind 资讯

%	1M	3M	12M
相对收益	3.89	5.52	4.11
绝对收益	-3.06	-4.26	-1.57

夏庐生 分析师
SAC 执业证书编号: S1450517020003
xials@essence.com.cn
021-35082732

彭虎 分析师
SAC 执业证书编号: S1450517120001
penghu@essence.com.cn

胡又文 分析师
SAC 执业证书编号: S1450511050001
huyw@essence.com.cn
021-35082010

孙远峰 分析师
SAC 执业证书编号: S1450517020001
sunyf@essence.com.cn
010-83321079

杨臻 报告联系人
yangzhen@essence.com.cn

相关报告

5G 系列报告之六: 新空口、新格局, Massive MIMO 重构天线产业链

2018-07-13

5G 热点问题详解系列之五: 5G 基站 CU-DU 到底是分离还是会合设

2018-07-13

5G 热点问题详解系列之四: 为什么 5G 基站会用 64 通道天线? 2018-07-09
运营商加大 5G 战略布局, 云计算有望推动人工智能革命 2018-07-09

5G 热点问题详解系列之三: 5G 频谱, 你想知道的都在这里 2018-07-04

来自于配方、认证和工艺，要掌握独门配方需要时间投入和付出大量的沉没成本。罗杰斯（NYSE: ROG）是当之无愧的覆铜板材料之王，其拳头产品占据着基站射频材料主要份额，并拥有最全面的树脂配方体系。罗杰斯通过两大战略建立自身的技术壁垒：1、基础领域的研究超前布局，即使没有市场需求。2、精准并购细分领域的尖端企业，不断丰富自身的配方体系。目前国内企业中，生益科技是最早布局特殊覆铜板的厂商，2005 年公司就开始了碳氢树脂产品 S7436 的研发，2014 年与日本中兴化成合作，引入 PTFE 配方，并推出产品 GF 系列。目前公司已经具备比拟外资的研发能力，其高端产品已经进入深南电路的采购序列，我们看好公司在 5G 时代率先打破国外厂商垄断。

■ **投资建议：**PCB/覆铜板产业链是我们 5G 投资主线之一。对于中国内资企业，在传统领域将**逐步提升市占率**，充分受益于阶段性的景气周期。同时，随着 5G 通信设备的更新换代与材料国产化替代，**行业将实现从周期向成长的逻辑转换**。我们建议把握产业链相关核心资产——生益科技（高频覆铜板）、沪电股份和深南电路（通信 PCB）。5G 开启跨时代盛宴，随着全球 5G 标准推出，我们预计 2019 年国内 5G 网络建设将展开，PCB/覆铜板产业链的投资机会值得提前布局。

■ **风险提示：**5G 商用进度不及预期。

内容目录

1. 基站结构的变化，带来射频侧 PCB 价值量增长	7
1.1. 5G 基站结构出现明显变化，射频高频材料用量大幅增加	7
1.2. 5G 基站（宏基站）覆盖密度有望至少达到 4G 的 1.5 倍	9
1.3. 5G 技术演进，射频侧 PCB 空间测算	11
2. “电子系统之母”——PCB 产业	13
2.1. 产能逐步转向国内，中国有望逐步实现高端替代	15
2.2. 行业结构：内资 PCB 厂仍然中低端聚集，通信板有望率先实现高端突破	17
2.3. 上游：覆铜板材料分享 5G 行业附加值	20
2.4. 下游应用广泛，核心看 5G 基建带来的弹性	21
3. 高频/高速覆铜板——5G 时代国产替代的成长逻辑	26
3.1. 覆铜板的分类——复合及特殊基板空间最大，有望实现国产替代	26
3.2. 中国覆铜板市场：5G 带来的高端国产化机遇，从周期走向成长	30
3.3. 传统覆铜板：涨价基础仍然未变，周期性景气周期持续	33
3.3.1. 传统 FR-4 覆铜板：上游铜箔、树脂、基材成本占比大，行业周期属性明显	34
3.3.2. 环保趋严+供给侧改革，行业门槛提高，优胜劣汰加速	36
3.3.3. 覆铜板集中度高于下游，覆铜板涨价并非简单的成本传导	38
4. 高频高速 PCB 工艺要求提高，工艺+材料将瓜分 5G 天线主要附加值	42
4.1. 高频高速材料研究要超前布局，“闭门苦练”方得绝世武功	44
4.2. 高频/高速产品盈利能力远高于传统板材	47
4.3. 5G 附加值将由掌握“材料技术”和“核心工艺”的公司共同分享	48
4.4. 5G 基站大容量、多通道要求，对背板、高速多层板的要求提升	51
5. 5G 投资时钟——基站射频前端率先敲响	54
5.1. 罗杰斯：基础研究提前+细分领域并购，打造电子材料王国	56
5.2. 沪电股份：4G 周期蛰伏，5G 拐点将至	58
5.3. 生益科技：覆铜板龙头，引领 5G 高阶材料国产化突破	59
5.4. 深南电路：通信 PCB 龙头之一，布局封装基板和电子装联	61

图表目录

图 1: 4G 基站架构图——职责分明的天线、RRU、BBU	7
图 2: 5G RAN 功能模块重构示意图	8
图 3: MIMO 技术的历史演变	8
图 5: Pre-5G 天线相对于 4G 天线在传输容量上的提升	8
图 6: 有源天线系统的结构图	8
图 7: 移动通信基站的天线阵列演化将带来高频材料需求大幅增加	9
图 8: 随着频段变化，运营商建网的资本开支将大幅增加	10
图 9: 6GHz 以下频谱资源稀缺，5G 将需考虑毫米波频段	11
图 10: 不同频段基站对应的覆盖范围	12
图 11: 5G 有源天线的结构图：天线振子将集成在一张 PCB 板上	12
图 12: 4G 时代，深南电路 PCB 板的销售单价（元/平方米）——对主要通信设备商，每平方米 3000 元左右	13
图 13: 国内和全球 AAU 高频 PCB 市场规模测算	13
图 14: PCB 行业按照商业模式分类	15
图 15: 中国 PCB 产值增速高于全球	16

图 16: PCB 产业链及上下游	20
图 17: 深南电路主要成本和毛利占收入的比例 (亿元)	21
图 18: 三家主要刚性 PCB 公司原材料拆分	21
图 19: 各公司原材料成本占收入的比例 (样本报告期)	21
图 20: 深南电路 PCB 产品和各类覆铜板 (采购) 的平均单价 (元/平方米)	21
图 21: Prismark 对 PCB 下游应用市场增长率及预测	22
图 22: PCB 产值: 按照下游应用领域分 (亿美元)	23
图 23: 通信领域 PCB 占其总用量的比例: HDI、挠性板、封装基板更多用于移动终端	24
图 24: 前十大 PCB 厂商专注的细分领域	25
图 25: 2017 年我国本土内资 PCB 上市公司营业收入和毛利率对比	26
图 26: PCB 用覆铜板及铜箔目前仍处于“逆差”状态	27
图 27: 覆铜板的生产流程	27
图 28: 玻璃纤维布基覆铜板剖面图	28
图 29: 2014~2015 年中国大陆各类基材覆铜板的总产能	31
图 30: 中国覆铜板平均单价远低于全球其他国家 (美元/平方米)	32
图 31: 全球主要国家覆铜板产量 (百万平方米)	32
图 32: 深南电路 PCB 产品和各类覆铜板 (采购) 的平均单价 (元/平方米)	33
图 33: 海关总署统计的覆铜板进出口价格及增速	33
图 34: 主要 4 类原材料的价格	36
图 35: 2013 年后全球其他地区铜箔产能收缩明显 (产能-万吨)	36
图 36: 生益科技 2012 年后毛利率逐年提高 (%)	39
图 37: 国内主要覆铜板企业毛利率随原材料提价而上升	39
图 38: PCB 下游应用分散, 覆铜板的需求对价格缺乏弹性, 覆铜板涨价幅度大于铜箔涨价幅度	40
图 39: 2016 年 PCB 龙头的市场占有份额	41
图 40: 2016 年覆铜板龙头的市场占有份额	41
图 41: 覆铜板 TOP 1-5 市占率已经超过了 50%	41
图 42: 2016 年铜箔龙头的市场占有份额	41
图 43: NTI-100 统计的 PCB 行业集中度, 龙头总份额有所下滑	42
图 44: 相对于纯 PTFE, 罗杰斯 RO3000 系列的两款陶瓷填料的 PTFE 产品热稳定性得到改进	45
图 45: 特殊覆铜板的进入门槛	45
图 46: 罗杰斯在亚太地区的销售量已经超过北美及欧洲之和 (单位: 百万美元)	46
图 47: 世界 PTFE-CCL 主要企业的市场占有率 (2013 内圈/2016 年外圈)	46
图 48: 主流覆铜板厂商的毛利率逐步提升, 罗杰斯高于中国覆铜板厂商	48
图 49: 高多层 PCB 对通孔、埋孔的板间对位精确精度的要求很高	48
图 50: 一般 PCB 结构: 多层内层芯料 (覆铜板) 通过半固化片粘合, 然后再覆盖外层铜箔	48
图 51: PCB 的制作过程中的核心工序	49
图 52: PCB 不同工艺因素对高速高频性能 (阻抗值) 的影响	50
图 53: PCB 的内层蚀刻通过菲林曝光显影, 再通过药水蚀刻得以实现	50
图 54: 主要 PCB 厂商研发费用的占比	50
图 55: 深南电路 PCB 毛利水平与沪电对比 (%)	51
图 56: 沪电股份和深南电路对华为的销售额 (亿元)	51
图 57: 背板和中间背板的示意图	54
图 58: 通信背板与单板的组装示意图	54

图 59: 在 3G~4G 周期, 天线、滤波器等厂商的业绩变化.....	55
图 60: 2010-2016 年我国基站天线市场规模和增速.....	56
图 61: 2009-2016 年天线和射频器件厂商毛利率	56
图 62: 罗杰斯的估值概况	56
图 63: 电子材料王国: 罗杰斯的三大业务 ACS、PES、EMS.....	57
图 64: 罗杰斯目前的主要产品系列	57
图 66: 公司前五大客户的销售额及增速	59
图 67: 公司对前五大客户销售在收入中的占比: 前三大大幅提高	59
图 68: 沪利微电近年净利润及增速 (万元)	59
图 69: 黄石沪士电子目前仍处于亏损状态 (万元)	59
图 70: 覆铜板进入涨价周期, 公司毛利与成本同步上升.....	60
图 71: 公司毛利与成本同步上升 (分业务, 百万元)	60
图 72: 生益科技高频高速产品体系 (右上角表示低介电常数及低介电损耗)	61
表 2: 2G~4G 阶段中国移动、中国电信和中国联通的频谱汇总.....	10
表 3: 主要国家 5G 频谱规划	11
表 4: PCB 主要分类	14
表 5: PCB 行业全球分布特点.....	16
表 6: 2007~2015 年产业链涉及政策: 环保、HDI、高频板、高频、高导热、高尺寸稳定性等是政策重点支持领域	17
表 7: 2013~2016 年 NTI 全球百强 PCB 企业排行榜中的中国企业 (单位: 百万美元)	18
表 8: 2016 年 NTI 百强中各国企业的占比	19
表 9: 近三年来 PCB 企业在 A 股市场上市融资的案例	19
表 10: 2016 年在中国设厂的 PCB 前十大厂商及排名 (CPCA 口径)	20
表 11: 2015 年 NTI 统计的汽车 PCB 厂商前十名	22
表 12: 全球各种类型 PCB 的产值占比: 多层板占主导, 柔性板发展最快	23
表 13: PCB 下游应用对 PCB 的需求量评级 (○越多, 应用需求越大)	24
表 14: NTI-100 全球 PCB 制造企业百强排行榜变化 (单位: 百万美元)	25
表 15: 覆铜板按照不同性质的分类	28
表 16: 覆铜板市场上常用分类.....	29
表 17: 全球不同基材刚性覆铜板市场变化 (百万美元)	29
表 18: 全球主要特殊覆铜板公司的特殊材料板材型号	30
表 19: 2014 年各国在不同基材 PCB 的产值 (单位: 百万美元)	31
表 20: 覆铜板生产企业分类情况	32
表 21: 2007~2016 年全球刚性覆铜板公司排名 (单位: 百万美元)	34
表 22: 生益科技营业成本分拆表, 铜箔占比持续提高 (亿元)	35
表 23: 电子产品环保要求逐步提高	37
表 24: 2016~2017 年部分覆铜板厂商提价情况	38
表 25: 生益科技毛利率对覆铜板价格上涨的敏感度高于铜箔采购成本上涨	40
表 26: 为满足高频/高速性能而开发的覆铜板材料, 可加工性能各有差异.....	43
表 27: 各类填充材料的介电性能对比.....	43
表 28: 各类填充材料指标对比.....	43
表 29: 各企业间在典型中、高端六类产品的市场占有率及技术水平 (*多表示该领域能力强)	44
表 30: 深南电路对各家覆铜板厂商的采购: 生益科技已经跻身下游特殊板的供应序列	47

表 31: 高多层高频高速 PCB 板的工艺难度	49
表 32: 2016 年深南电路的刚性 PCB 工艺指标, 在通信板领域与沪电股份各有千秋	51
表 33: 通信设备领域 PCB 的应用场景	52
表 34: PTFE 材料的优点和缺点	52
表 35: 各类可用作高速材料的树脂性能对比	53
表 36: 市场上主要高速覆铜板厂商及型号	53
表 37: 深南电路对各家覆铜板厂商的采购情况: 生益进入特殊、高速板供应体系	60

印制电路板（PCB）产业链是我们重点推荐的 5G 投资主线之一。PCB 发明于 20 世纪 30 年代，主要为了替代当时原始的铜线连接方式，以适应越来越复杂的电子线路，经过近百年的发展，PCB 现在几乎已应用在所有电子产品中，从简单的空调遥控到复杂的卫星通信、相控阵雷达。

PCB 传统的下游领域已经趋于饱和，而近年的增长点消费电子板驱动力逐步衰减。根据 Prismark 的统计，目前全球 PCB 行业 2016 年产值已经达到近 600 亿美元，近五年增速均不超过 3%，2016 年甚至略微下滑了 2.02%。Prismark 预计通信领域和汽车电子将会接棒，成为行业增长的新引擎。

5G 通信是 PCB 行业未来 5 年最核心的驱动力。在通信技术演进中，中国通信技术从 3G 落后、4G 跟随，到 5G 将实现全面反超。目前，中国已经拥有全球最优秀的通信设备厂商（华为、中兴），中国的运营商在行业中也已占据重要的标准话语权，因此，在 5G 最核心的无线射频器件（PCB、滤波器、PA）领域，中国企业将在 5G 时代有机会实现高端产品国产化。

新能源车及智能驾驶普及是汽车行业未来一大趋势，因此，汽车线路板的市场空间巨大，但新能源车渗透率增长比较平稳，汽车电子系统也不像通信设备具有周期性地迭代更新机会；而且，相对于通信设备行业，汽车供应链更封闭，对质量安全问题零容忍，即使是台湾 PCB 龙头敬腾，要进博世的供应链也需要 3 年的产品认证周期，内资企业中只有生益科技、沪电股份能够在非核心器件产品获得认证，而附加值较高的 ADAS、能源管理等器件仍是美日台厂商的天下，因此汽车线路板短期内需求不会有井喷式的增长。

根据 Prismark 的统计，中国大陆 PCB 行业产值占全球的 50%，但内资厂商的市占率却只有 15.6%，很大一部分蛋糕被外资分割。PCB 的上游覆铜板和铜箔行业，大量中高端原材料仍需依赖进口，每年净进口金额都在 10 亿美元以上。

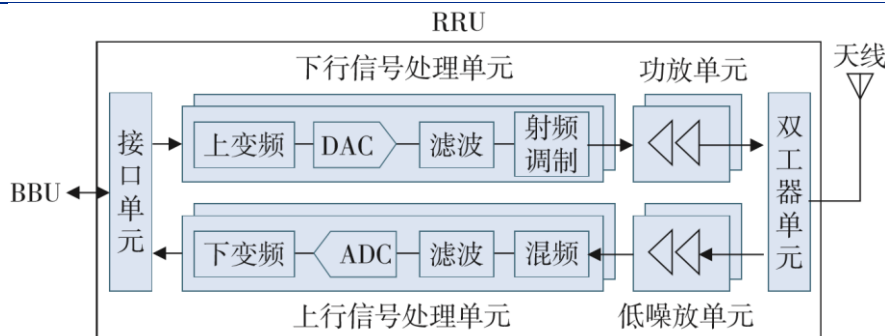
我们认为，未来 5 年通信设备用高频板将会最先打开市场缺口，率先实现进口替代。目前，5G 基站射频前端的投资机会最清晰，未来“工艺+材料”将会分享行业附加值，如生益科技、沪电股份、深南电路等公司将是 A 股 PCB 行业的核心资产，值得重点关注。

1. 基站结构的变化，带来射频侧 PCB 价值量增长

1.1. 5G 基站结构出现明显变化，射频高频材料用量大幅增加

在基站射频侧，PCB 用量的变化需要从基站的构造变化说起。在 4G 时代，一个标准的宏基站主要由基带处理单元 BBU（Base Band Unit）、射频处理单元 RRU（Remote Radio Unit）和天线三个部分组成。

图 1：4G 基站架构图——职责分明的天线、RRU、BBU

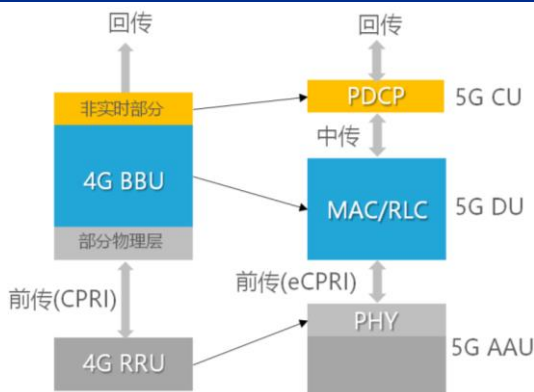


资料来源：中国联通网络技术研究院、安信证券研究中心

到了 5G 时代，网络容量要求较 4G 有很大的提高，Massive MIMO（大规模天线）是 5G 的关键技术之一。由于 Massive MIMO 的应用，5G 基站软件和硬件架构出现了显著变化：

- ✓ **BBU: 3GPP 提出面向 5G 的无线接入网重构方案**，将 BBU 拆分为 CU-DU 两级架构。其中 DU（Distributed Unit）是分布单元，负责满足实时性需求，同时具有部分底层基带协议处理功能；CU（Centralized Unit）是中央单元，具有非实时的无线高层协议处理功能（可能云化）。
- ✓ **RRU+天线→AAU 的转变**：在目前广泛应用的分布式基站中，RRU 与 BBU 分离并通过馈线与天线相连。Massive MIMO 技术需要将天线变成一体化有源天线 AAU（Active Antenna Unit）。AAU 集成了 RRU 与天线的功能，数字接口独立控制每个天线振子，成为主动式天线阵列。由于射频单元不再需要馈线和 RRU 相连，而是直接用光纤连接 BBU，此前令人困扰的馈电损耗趋于零。同时，天线的部署变得更加容易，可以安装在诸如路灯、电线杆等场合，减少站点租赁和运营成本。

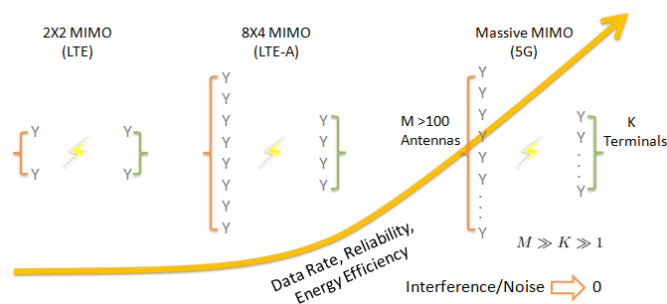
图 2：5G RAN 功能模块重构示意图



资料来源：中国电信

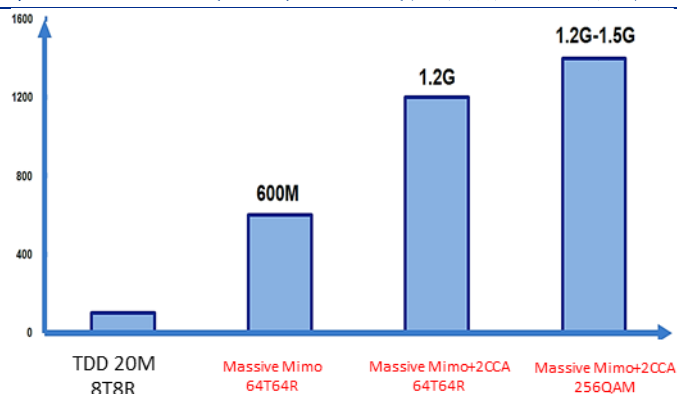
图 3：MIMO 技术的历史演变

From 2X2 MIMO to Massive MIMO



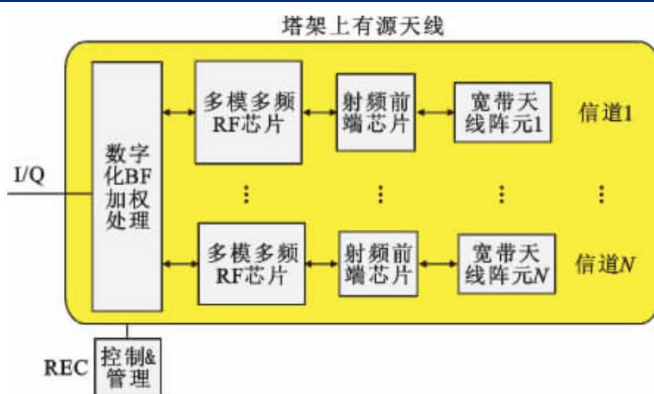
资料来源：天线产业联盟

图 4：Pre-5G 天线相对于 4G 天线在传输容量上的提升



资料来源：中兴通讯、安信证券研究中心

图 5：有源天线系统的结构图

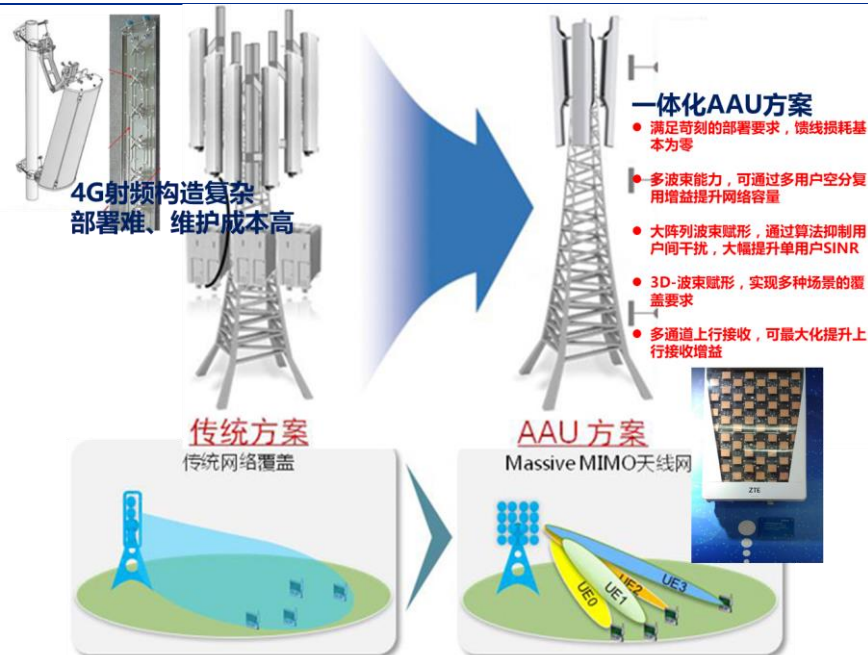


资料来源：CNKI、安信证券研究中心

为了应对上述架构改变，基站天线的材料需求发生了明显的变化：1) 考虑到 5G 对天线系统的集成度提出了更高的要求。AAU 射频板需要在更小的尺寸内集成更多的组件。在这种情况下，为满足隔离的需求，需要采用更多层的印刷电路板技术。2) 5G 工作频段更高，发射功率更大，对于 PCB 上游覆铜板材料的传输损耗和散热性能要求更高，材料要求更高；3) 单站 PCB 用量大幅提升，5G 基站数量增加，带来 PCB 需求量的提升；4) AAU 的下游客户

将更多由以往的运营商转变为设备商，与设备商合作更紧密的上游厂商有望获得更多市场份额。

图 6：移动通信基站的天线阵列演化将带来高频材料需求大幅增加



资料来源：中国联通网络技术研究院、安信证券研究中心

1.2. 5G 基站（宏基站）覆盖密度有望至少达到 4G 的 1.5 倍

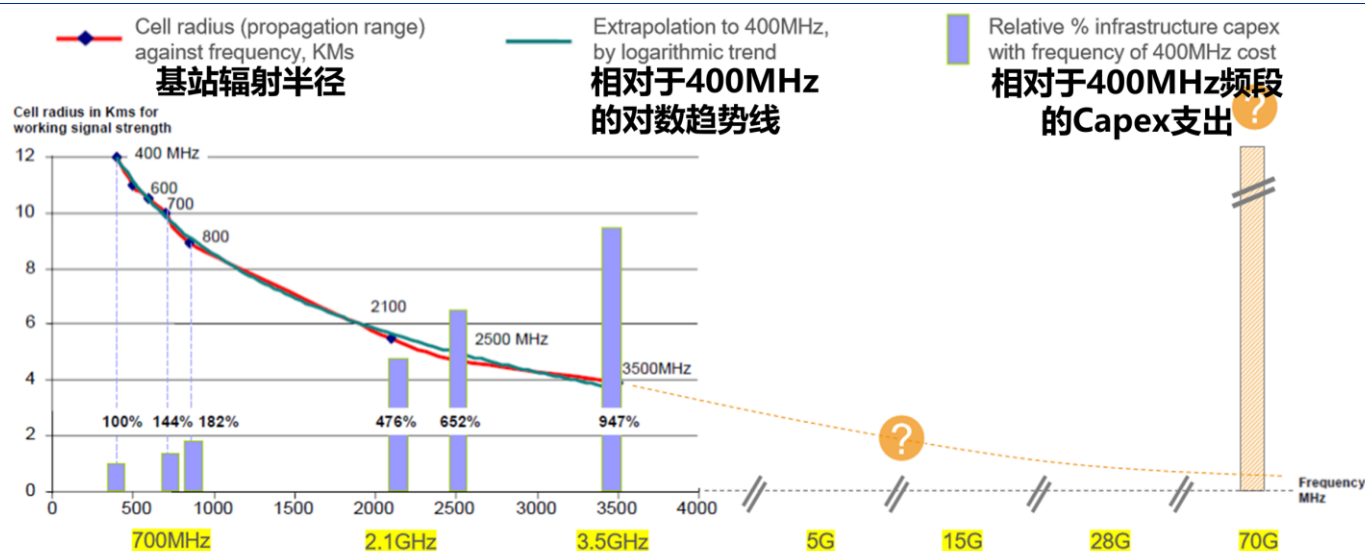
除了基站架构的巨大变化，5G 基站（宏基站）覆盖密度有望至少达到 4G 的 1.5 倍，我国 5G 基站（宏基站）总量或将达到 600 万个。在无线通信领域，低频频率覆盖特性好，但是带宽有限；高频频率带宽容量大，但是在空气中衰减较大，且绕射能力较弱，同样的功率下覆盖范围变小了。移动通信从 2G 升级至 3G 和 4G，通信频段也从 800MHz、900MHz 提高至 1.8GHz、2.1GHz 和 2.5GHz，基站覆盖范围持续缩小（蜂窝小区的半径缩小），意味着要达到同样的覆盖范围，基站的密度必然会大幅增加，运营商建站的资本开支也将相应增长。

表 1: 2G~4G 阶段中国移动、中国电信和中国联通的频谱汇总

		中国移动	中国电信	中国联通
2G	上行	890-909 MHz	825-840MHz	909-915MHz
	下行	1710-1725 MHz	870-885MHz	1745-1755MHz
		935-954 MHz		954-960MHz
3G	上行	1805-1820MHz		1840-1850MHz
	下行	1880-1900MHz	1920-1935MHz	1940-1955MHz
		2010-2025MHz	2110-2125MHz	2130-2145MHz
4G	TD-LTE	1880-1900MHz	2370-2390MHz	2300-2320MHz
		2320-2370MHz	2635-2655MHz	2555-2575MHz
		2575-2635MHz		
4G	FD-LTE 上行	-	1755-1785MHz	1955-1980MHz
	下行	-	1850-1880MHz	2145-2170MHz

资料来源：工信部、安信证券研究中心

图 7: 随着频段变化, 运营商建网的资本开支将大幅增加



资料来源：SCF Associates、Robin Partners 分析、安信证券研究中心

进入 5G 时代, 低频通信有限的带宽资源已经难以满足 5G 系统大容量的要求。为实现系统容量的提升, 各国频谱规划都在向更高的频段 (3GHz 以上) 延伸。5G 网络建设需要高低频协调发展, 宏蜂窝小区分裂和宏微蜂窝多层网成为移动通信网络结构的两大演进趋势。ITU 提出的 5G 另一项关键技术——超密集组网, 需要在室内和室外热点区域密集部署发射功率小、覆盖范围小的小基站。5G 在 2020 年正式商用后, 载波聚合、C-RAN 网络架构以及毫米波等技术逐渐成熟, 更成熟的 5G 小基站建设方案将会出现, 带来小基站的规模爆发。

表 2: 主要国家 5G 频谱规划

国家	低段频谱	中段频谱	高段频谱
中国		3.3-3.4GHz (室内); 3.4-3.6GHz; 4.8-5GHz	24.75-27.5GHz; 37-42.5GHz 征求意见 27.5-28.35GHz; 37-38.6GHz; 38.6-40GHz; 64-71GHz
美国			一阶段: 27.5-28.5GHz 二阶段: 26.5-27.5GHz; 28.5-29.5GHz
韩国		一阶段: 3.4-3.7GHz	
日本		3.6-4.2GHz; 4.4-4.9GHz 3.4-3.8GHz	27.5-29.5GHz
欧盟	700MHz	2020 年前主要频段	24.25-27.5GHz 5G 先行频段
德国	2GHz	3.4-3.7GHz 国家用途 3.7-3.8GHz 区域使用	已被占用
英国	700MHz	3.4-3.8GHz	26GHz

资料来源: TDIA (2017 年 10 月)、安信证券研究中心

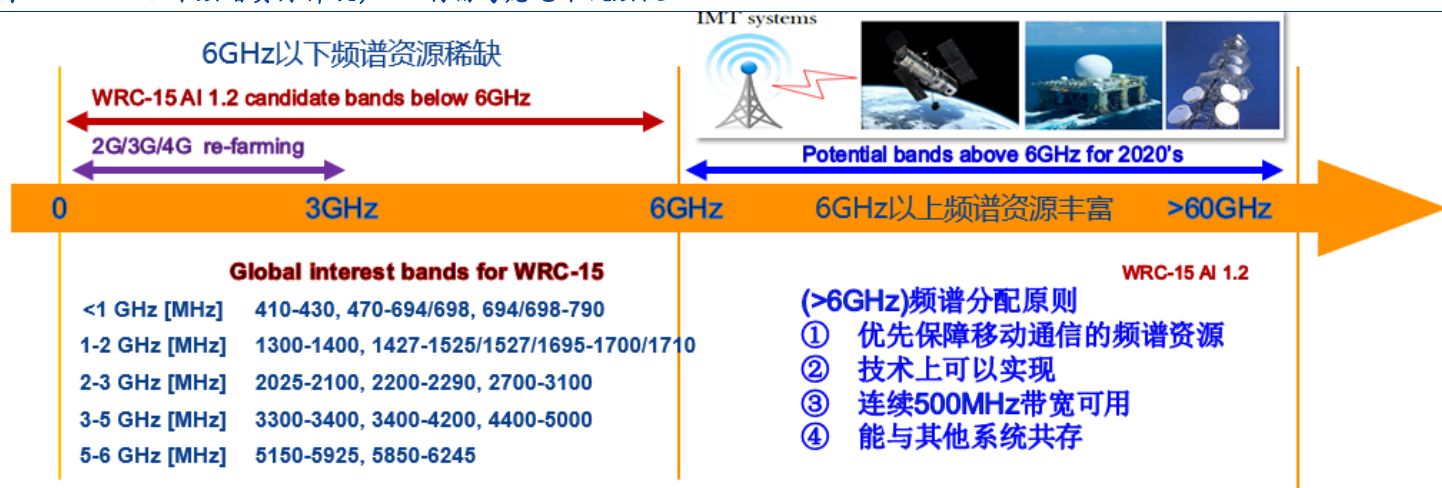
根据中国联通预测,5G 建站密度将至少达到 4G 的 1.5 倍。而在 2020 年 5G 正式商用之前,我国 4G 基站(宏基站)总量有望达到 400 万个。因此,我们预计未来我国 5G 基站(宏基站)总数或将达到 600 万个。此外,根据工信部最新公布的数据,截止 2017 年 6 月,我国 4G 基站(宏基站)数量为 299 万个,占全球 4G 基站(宏基站)数量的 60%,我们假设 5G 时代中国将进一步领先全球,中国 5G 基站(宏基站)占全球 5G 基站(宏基站)总量的 70%,全球 5G 基站(宏基站)数量有望达到 840 万个。

5G 基站架构的重大变化和建站数量的大幅增加均将带动相关领域的投资机会。关于 5G 传输网架构变化、Massive MIMO 技术应用以及 5G 产业链投资时钟,请详见我们 5G 系列深度报告。

1.3. 5G 技术演进, 射频侧 PCB 空间测算

一般大家将工作频率在 1GHz 以上的射频电路称为高频电路。在 2000 年初,仅有军工航天及卫星通信需要 1GHz 以上的信号,大部分无线通信频段集中在 100MHz 左右,高频材料需求有限。随着 2G~4G 的推进、LAN 及汽车电子系统等应用的出现,高频段的应用场景大幅增加。

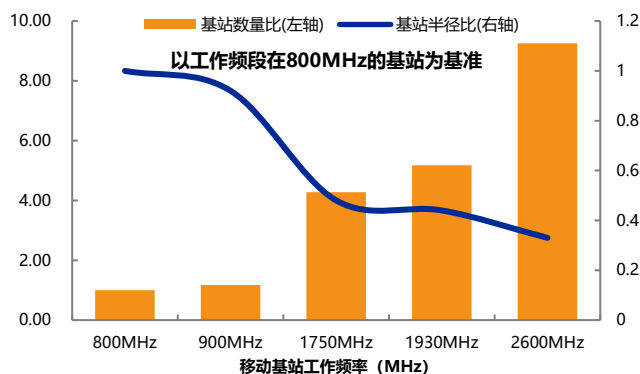
图 8: 6GHz 以下频谱资源稀缺, 5G 将需考虑毫米波频段



资料来源: 安信证券研究中心整理

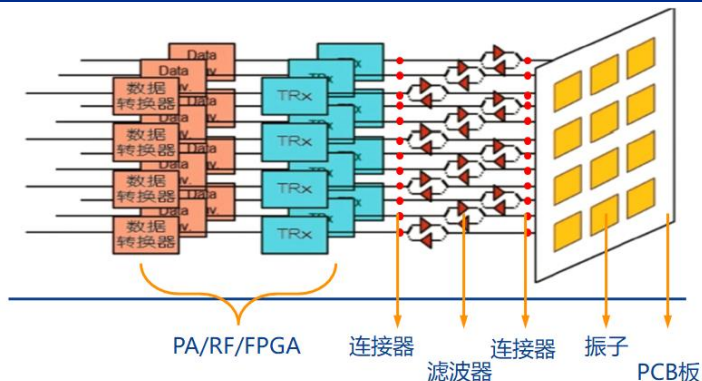
原来 4G 基站的高频覆铜板材料一般用在 RRU 上面。如上文所述, 5G 的天线 (AAU) 变革, 天线有源化使得基站侧从原来的天线+RRU+BBU 变成了 AAU+BBU (CU/DU), 对 PCB 和 高频微波板材需求大幅增长。

图 9: 不同频段基站对应的覆盖范围



资料来源: CNKI、安信证券研究中心

图 10: 5G 有源天线的结构图: 天线振子将集成在一张 PCB 板上



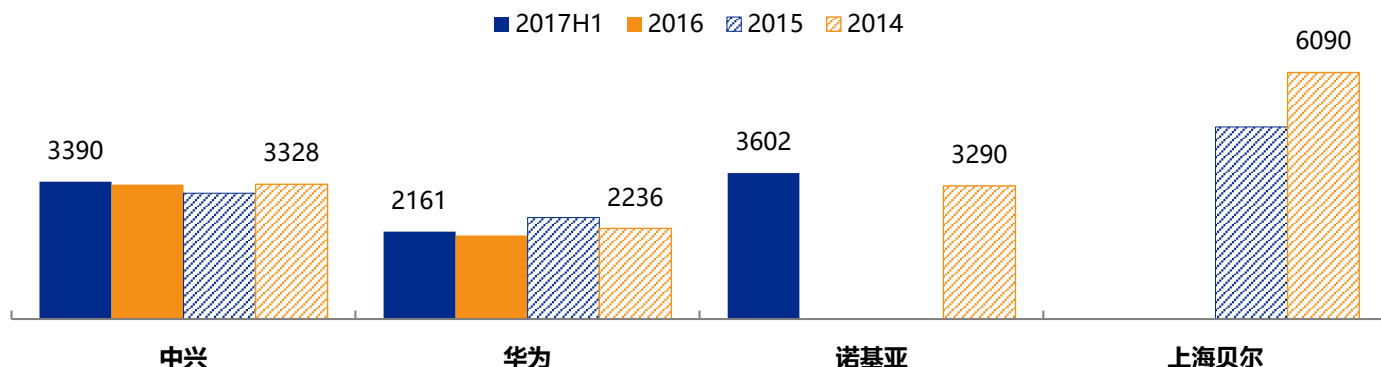
资料来源: CNKI、安信证券研究中心

在 AAU 方案中, 每个天线振子背后将直接连接分布式的微型收发单元阵列 (micro-radio)。微型收发单元阵列中集成了原来在 4G RRU 中的功能, 即数字信号处理模块 (DSP)、数模 (DAC) /模数 (ADC) 转换器、放大器 (PA)、低噪声放大器 (LNA)、滤波器 (Filter) 和双工器 (Duplexer) 等, 这些器件将和天线一起集成在 PCB 板上。

同时, 天线振子阵列的分布需要符合一定的规范, 目前振元间距基本上分为小间距与大间距两种。小间距一般选取横向 0.5 倍波长, 大间距则一般选取横向 4~10 倍波长。若采取 0.5 倍波长方案, 则在 2GHz 的频率下每个振子横向需要相隔 7.5cm, 2GHz 更高频段则较之缩短。因此, 5G 天线数量增多意味着 PCB 板的面积将比以往 4G LTE RRU 使用时大幅增加。

- **4G:** 基站 RRU 和天线分离, RRU 里主要安装 PA (功率放大器)、滤波器。其中 PA 需使用到一部分高频 PCB 材料 (基站其余 PCB 材料以 FR-4 为主)。FDD 制式的 RRU 尺寸较小, 单基站使用约 500cm^2 高频 PCB 材料, TDD 制式则使用约 1000cm^2 高频 PCB 材料, **4G 单基站平均高频 PCB 用量约为 750cm^2 。**
- **5G:** 按照主流方案, RRU 和天线将集成为 AAU (有源天线), 频段上升将带来高频 PCB 材料应用的增加。因此, 对于 PCB 加工企业, 加工难度和工艺要求将大幅增加。5G 基站天线采用 Massive MIMO 技术带来器件数量的大幅提升, 相应地带来 PCB 使用面积的增加, 我们预计单基站 AAU 使用高频 PCB 材料的表面积约为 4000cm^2 , **而单基站高频 PCB 材料总用量或将达到 8000cm^2 。**频段上升将带来 AAU 高频材料的应用增加, 未来可能改用普通材料和高频材料混压的 PCB 板, 或者使用纯高频材料的 PCB 板。

图 11：4G 时代，深南电路 PCB 板的销售单价（元/平方米）——对主要通信设备商，每平方米 3000 元左右



资料来源：深南电路、安信证券研究中心测算

在 5G 时代，天线的附加值向 PCB 板和覆铜板转移。在 4G 时代，天线的单体价值量约为 2000 元。到了 5G 时代，由于 Massive MIMO（大规模天线技术）和波束成形技术的应用，128 通道天线通过 64 个天线振子实现（64T64R，一个天线振子对应 2 个通道），天线单体价值量变为 640 元（64 个×10 元/个振子=640 元）。相比于 4G，天线的附加值将转移至安装天线振子的 PCB 板。4G 时代末期，设备商对射频 PCB 的采购价格最低至 2000 元/平方米。我们预计 5G PCB 在高频材料和加工过程的附加值都会增大，射频前端 PCB 价格至少将超过 3000 元/平方米，即是 4G 的 1.5 倍。

按照 5G 建设高峰期每年 280 万个基站的规模测算，射频前端高频 PCB 市场规模的峰值有望达到每年 288 亿元。假设 4G 及 5G 建设高峰期，宏基站年建造总量分别为 230 万和 280 万个，那么我们预测 5G 仅仅在射频侧，PCB 的市场规模可以达到 288 亿一年，5G 时代高频 PCB 板及覆铜板的市场规模都将是 4G 的 10 倍以上。

图 12：国内和全球 AAU 高频 PCB 市场规模测算

射频用高频材料市场空间		=		基站数/年		×		单基站该材料使用面积		×		ASP	
4G	全球基站 (万站/年)	TDD每基站 高频PCB需求 (cm ²)	FDD每基站 高频PCB需求 (cm ²)	平均每基站 高频PCB需求 (cm ²)	每基站扇区 数量 (个)	合计 (cm ²)	损耗率	每基站实际需求 (cm ²)	ASP (元/cm ²)	总计/亿元			
	230	1000	500	750	3	2250	30%	3214	0.3	22.2			
5G	全球基站 (万站/年)	每基站天线板 高频PCB需求 (cm ²)	每基站其他高频PCB需求 (cm ²)	平均每基站 高频PCB需求 (cm ²)	每基站扇区 数量 (个)	合计 (cm ²)	损耗率	每基站实际需求 (cm ²)	ASP (元/cm ²)	总计/亿元			
	280	4000	2000	2000	3	24000	30%	34286	0.3	288.0			

资料来源：安信证券研究中心测算

2. “电子系统之母”——PCB 产业

PCB 即印刷电路板 (Printed Circuit Board)，是指在基材上按照预先设计好的形成点之间连接和印刷元件的基板。PCB 的功能是让电子元器件按照预定电路连接(就是关键互连件)。

- ✓ 在 20 世纪初期，由于 FM 收音机和电器工业开始普及，电路越来越复杂，原来用铜线点对点连接的方式已经难以适应。
- ✓ 1925 年，美国工程师 Charles Ducas 成功在绝缘的基板上印刷出线路图案，再以电镀方式实施立体配线。1936 年，英国 Eisler 博士制造出第一块实用的“印刷”电路板，他提出的铜箔腐蚀法成为后来应用最广泛的 PCB 布线技术，因此 Eisler 博士被称为 PCB 之父。早期的 PCB 材料厂商都是从造纸、纺织业逐步向覆铜板绝缘材料转型的（如罗杰斯）。
- ✓ 1943 年，美军将印制电路板技术大量应用于军用电台，并成为 VT 引信中的关键部件（无线近炸引信，是美国太平洋海战中碾轧日军的优势技术之一）。其中，罗杰斯 49 年推出了用于引信和制导部件的 RT/duriod® 绝缘产品。50 年代后，由于电视机等消费电子产品普及，民用领域使用 玻璃纤维布增强型的环氧树脂（FR-4） 电路板出现，替代原来的纸基板。
- ✓ 到了 70 年代，PCB 开始使用 电镀钻孔 的方式进行不同层之间互连，2 层以上的多层电路板成为可能，PCB 开始向高多层数发展。另外，插入式安装技术（TMT）逐步被 表面安装技术（SMT） 替代。现代印制电路板技术基本成型，从此 PCB 工艺开始向 高密度化、细线化、小孔化、轻薄化发展，挠性板技术也开始出现。

PCB 逐步被应用在科研设备、医疗设备、航空航天、国防，以及后来的电子消费品、PC 等几乎一切电子产品领域，目前仍然没有替代品。由于 PCB 的可靠性直接影响设备整机的质量，因此 PCB 被称为“电子系统之母”。根据 Prismark 统计，2016 年全球 PCB 总产值达到 542 亿美元（约 3500 亿人民币），约占整个电子元器件总产值的 1/5~1/4。

PCB 按照产品属性有多种分类方式，一般有三种：以结构分类，以基材分类和以用途分类。若按照结构分类，PCB 可以划分为刚性板、挠性板（FPC）和刚挠结合板三种类型；按照所用芯板（覆铜板）的层数，又可以划分为单面板、双面板和多层板等。若按照基材分类，可以分为玻纤布基板、纸基板、金属基板、陶瓷基板等。若按照用途分（即根据下游应用），可以分为通信板、消费电路板、军工板等等。

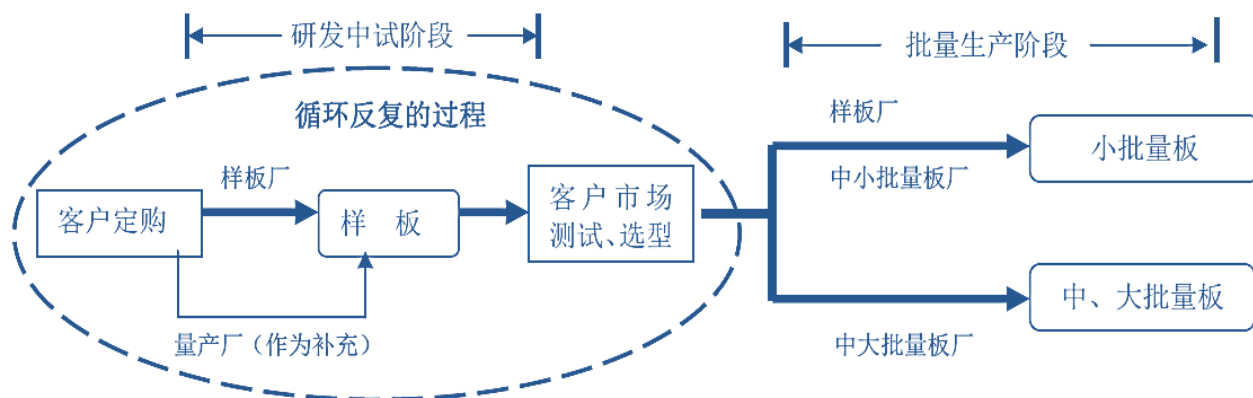
表 3：PCB 主要分类

产品种类	特征描述	主要应用	通用工艺
刚性板	单面板	仅一面导电图形	普通家电、遥控器和传真机等
	双面板	正反面都有导电图形	计算机周边产品和家用电器等
	普通多层板	4~20 层	4~8 层用于消费电子和低性能服务器；10 层以上用于高性能服务器和航空航天等
	背板	20 层以上，连接或插接多块单板	通信、服务/存储、航空、医疗等
	高速多层板	使用低介质损耗的高速材料压制	通信、服务/存储
	金属基板	使用金属基材	通信无线基站、微波通信等
	厚铜板	使用厚铜箔（铜厚在 3OZ 以上）	通信及医疗等设备电源
	高频微波板	使用特殊高频材料（如 PTFE）	通信基站、微波传输、卫星通信等
	HDI 板	孔径在 0.15mm 以下，高密度布线，在智能手机中替代了多层板	智能手机（最大）和消费电子
	封装基板	在 HDI 的基础上发展而来，搭载芯片，实现体积缩小功能	移动智能终端、服务/存储
挠性(FPC)	单双面板、多层板	柔性基材 PCB，轻薄可弯曲	智能机、平板电脑、可穿戴设备等
刚挠结合板	单双面板、多层板	兼具刚性板和挠性板特性	各电子领域均有使用

资料来源：深南电路等上市公司招股说明书、安信证券研究中心

在 PCB 加工行业中（中游），按照商业模式（订单模式）的不同也可以分为样板、小批量板和大批量板。样板以定制化生产为主，主要用于量产前的研发试验，样板单个订单生产面积一般在 5 平方米以下。产品定型后，再由小批量、大批量厂商生产，此后进入产品商业化、规模化量产的阶段。而小批量、大批量一般按照订单规模分，单个订单生产面积 5~20 平方米的为小批量板，20~50 平方米的为中等批量板，50 平方米以上则可称为大批量板。

图 13：PCB 行业按照商业模式分类



资料来源：兴森科技、安信证券研究中心

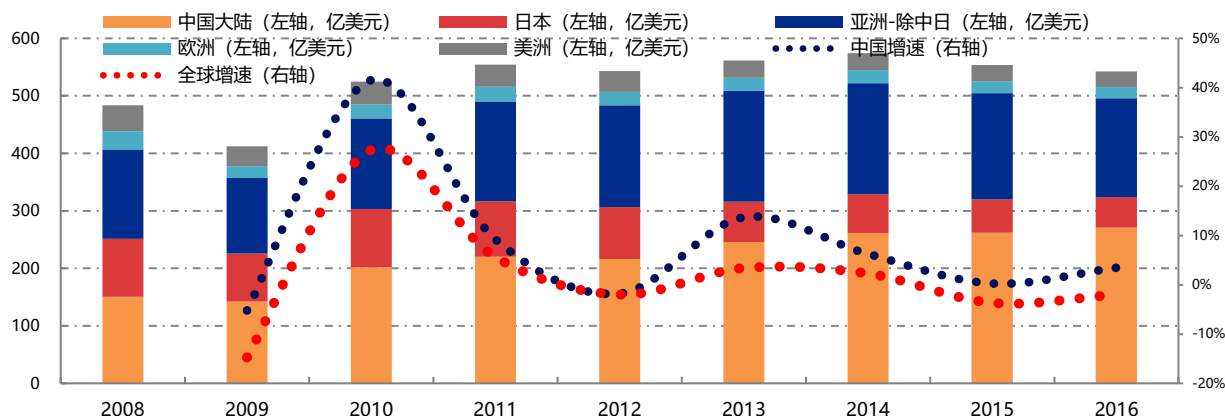
虽然大、小批量板和样板厂商都属于 PCB 厂商，但实际上各自的客户群体和能力侧重大不相同。目前，小批量、样板的龙头公司以兴森科技为代表。一般而言，样板、小批量公司毛利率高、市占率低，客户也比较分散，生产过程注重客户定制化和柔性管理。而大批量板公司则需要较高的自动化程度和较强的成本管控能力，大批量厂商的客户基本是下游汽车、消费电子和通信设备巨头，对认证、良率和交货时间的要求极高，相对而言门槛也较高。目前，大批量 PCB 龙头公司以台湾、日本企业为主，国内具有大批量生产能力的上市公司有深南电路、沪电股份、景旺电子等。

2.1. 产能逐步转向国内，中国有望逐步实现高端替代

目前，参与电路板行业竞争国家和地区包括美国、欧洲、日本、中国大陆、中国台湾、韩国等。PCB 产业出现后，最早由欧美国家主导，日本在二十世纪末加入了主导国行列，随后产能依次向韩国、台湾及中国大陆转移，进入了“亚洲主导”的时代。

欧、美、日地区的环保要求越来越苛刻，劳动力成本也越来越高，目前发达国家本土已经逐步退出中低端产品生产。中国 2000 年后逐步承接全球 PCB 产业转移，并发展成为全球最大的 PCB 产地，2016 年，中国大陆 PCB 产值占全球的 50%。

图 14：中国 PCB 产值增速高于全球



资料来源：Prismark、安信证券研究中心

2000 年以前，美国、欧洲和日本地区的 PCB 产值占据了全球 70% 以上。2006 年后，中国超越日本成为全球 PCB 行业最大的生产基地。2016 年，中国 PCB 总产值达到 271 亿美元，同比增长 3.45%。目前，亚洲地区 PCB 产值已经接近全球的 90%，尤其中国和东南亚地区增长最快。预计未来 5 年内，中国仍为 PCB 产值增长最快的区域，年复合增长率继续保持在 3.10% 左右，到了 2020 年，中国市场规模将达到 359 亿美元。

表 4：PCB 行业全球分布特点

国家	特点	在该地区设厂供应覆铜板的企业
中国大陆	成长迅速，产值世界第一，产能集中在华东和华南	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
台湾	产能向大陆转移，朝高端产品发展，4~6 层板产能过剩	南亚塑胶、台光、长春、联茂、Isola、松下电工、台耀
日本	高端产品世界第一，大型企业内部 PCB 部门	日立化成、松下电工、住友电木、三菱瓦斯
韩国	产业链完善，配套能力强，急于进入中国市场	斗山、LG
北美	缩减产能，保留航天、军事等高端 PCB 产品	Isola、Park Nelco、罗杰斯
马来西亚	因为日本的转厂效应强劲投资而持续成长	Isola、住友电木
泰国	主要接受日本软板厂产业转移，旗胜 (Nippon Mektron) 与藤仓 (Fujikura) 占比较大	松下电工
欧洲	制造成本高，产能转移，环保规定严格	Isola、松下电工、Park

资料来源：景旺电子招股说明书等、安信证券研究中心

早在 1956 年，国家就将印制电路及其基材列入公布的全国自然科学和社会科学十二年长期规划中。当时的电子部第 10 研究所，北京的电子部第 15 研究所，上海的无线电研究所开展了早期研究。在改革开放早期，中国大陆的 PCB 生产商也主要是台湾、美国及日本投资者在中国设立的合资或外资公司。2004 年后，中国大陆逐步成为全球 PCB 主导国，政府的产业政策逐步向环保、HDI、高频板、高频、高导热、高尺寸稳定性 PCB 板倾斜。

- ✓ 根据我国信息产业部《信息产业科技发展“十一五”规划和 2020 年中长期规划纲要》，印刷电路板（特别是多层、柔性、柔刚结合和绿色环保印刷线路板技术）是我国电子信息产业未来 5~15 年重点发展的 15 个领域之一。
- ✓ 国务院制订的《国家重点支持的高新技术领域目录》载明，将“刚挠结合板”和“HDI 高密度积层板”技术等列为国家重点支持的高新技术领域。
- ✓ 发改委制订的《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录（2016 版）》载明，将“高密度互连印刷电路板”、“柔性多层印刷电路板”等新型元器件列入战略性新兴产业重点产

品和指导目录。

表 5：2007~2015 年产业链涉及政策：环保、HDI、高频板、高频、高导热、高尺寸稳定性等是政策重点支持领域

年份	政府单位	文件	内容
2005	国务院	《工业产品生产许可证管理条例》	印刷电路板生产不实行生产许可证制度。
2005	发改委	《产业结构调整指导目录（2005 年本）》	新型电子元器件，高密度和柔性电路板等制造属鼓励类产业。
2006	多部委	《电子信息产品污染控制管理办法》	控制和减少电子信息产品废气后对环境造成的污染，促进生产和销售低污染电子信息产品。
2007	工信部	《信息产业科技发展“十一五”规划和 2020 年中长期规划纲要》	印制电路板（特别是多层、柔性、柔刚结合和绿色环保印制线路板技术）是我国电子信息产业未来 10 年重点发展的 15 个领域之一。
2008	环保部	《清洁生产标准-印刷电路板制造业》	为印刷电路板制造业开展清洁生产提供技术支持和导向，制订了标准。
2009	国家税务总局	《关于提高轻纺、电子信息等商品出口退税率的公告》	“有衬背的精炼铜制印刷电路用覆铜板”的出口退税率提高到 17%；商品半固化片由原 5%提高到 13%。
2009	国务院	《电子信息产业调整和振兴规划》	包括高频频率器件、新型印刷电路板等产品的研发生产能力，初步形成完整配套、相互支撑的电子元器件产业体系。
2010	国务院	《国务院关于加快培育和战略性新兴产业的决定》	培育新一代信息技术，主要聚集在下一代通信网络、物联网、三网融合、新型显示、高性能集成电路和高端软件等范畴。
2011	工信部	《产业结构调整指导目录》	将“高密度互连印刷电路板”、“柔性多层印刷电路板”高频板、高频、高导热、高尺寸稳定性等一系列新产品。
2013	发改委	《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录（2016 版）》	将“新型电子元器件制造”列为信息产业行业鼓励类项目。
2013	发改委	《产业结构调整指导目录》（2013 年修正）	将新型电子元器件（高密度印刷电路板和柔性电路板等）制造列为信息产业行业鼓励类项目。
2015	商务部	《外商投资产业指导目录（2015 年修订）》	将“高密度多层印刷电路板和柔性电路板”等新型电子元器件制造列入鼓励发展的重点行业。
2015	工信部	《开展 2015 年工业强基专项行动的通知》	有“关键基础材料工程化、产业化重点支持航空航天用高温合金和记忆合金、核用高纯硼酸、聚四氟乙烯纤维及滤料、高频覆铜板、片式电容器用介质材料”等方向，提升材料保障能力。
2016	国家科技部和商务部	《国家重点支持的高新技术领域》	刚挠结合板和 HDI 高密度积层板技术等列入国家重点支持的高新技术领域。
2016	发改委及财政部	《鼓励进口技术和产品目录（2016 年版）》	高密度印刷电路板和柔性电路板等制造业（C27）列为鼓励发展的重点行业。

资料来源：各部委官网总结、安信证券研究中心

虽然中国发展成为全球最大的 PCB 市场，中国大陆产能则仍然以低技术、低附加值的产品为主。根据 Prismark 统计，2016 年中国大陆在 4 层板、6 层板及 8 至 16 层板市场的产值占比分别为 19.1%、13.5%和 10.4%，IC 载板、18 层及以上高层板销量占比较小，分别只有 2.7%和 1.2%。HDI 板和柔性板的市场占比分别为 16.5%、17.1%。目前，中国大陆产业优胜劣汰正在加速，中国大陆 PCB 产业将进入升级过程，未来可以关注我国在高附加值的 HDI 板、封装基板、挠性板等产品的销售占比。

高端、尖端产品仍集中在日本、日韩和欧美地区。从技术水平角度看，日本仍然是全球最大的高端 PCB 生产国，强项包括高阶 HDI 板、封装基板、高层挠性板；美国仍然保留了高复杂性 PCB 的研发和生产，产品以高端多层板为主，主要应用于美国本土的军事、航空、通信等领域；韩国和台湾地区也逐步加入附加值较高的封装基板和 HDI 板等领域竞争行列。

2.2. 行业结构：内资 PCB 厂仍然中低端聚集，通信板有望率先实现高端突破

根据 NTI 估计，2016 年全球 PCB 企业数量达到 2800 家之多，中国大陆的企业占了其中一半，再加上本土原材料供应商、专用设备制造商则达到 2300 家之多。但据 NTI 的统计，世界排名前十的厂商中数量最多的为台资企业，而大陆 PCB 厂商总数虽多，但规模小、集中度较低。

Prismark 统计的中国 PCB 市场产值刚好占全球的 50%，但大陆内资企业在全世界的占有率仅达到 15.6%，说明外资（合资）在华的厂商占据着大陆市场的主要份额。中国作为 PCB 第一大国，PCB 的原料铜箔和覆铜板仍然处于“逆差”状态，每年净进口金额在 10 亿美元以上，说明高端材料仍然依赖进口。

表 6：2013~2016 年 NTI 全球百强 PCB 企业排行榜中的中国企业（单位：百万美元）

排名	供应商	2013 营收	2014 营收	2015 营收	2016 营收	业务范围	证券代码
10	建滔化工	922	972	881	980	PCB	0148.HK
21	沪士电子	658	669	671	723	通信/汽车 PCB	002463.SZ
24	深南电路	425	530	535	693	高多层板	002916.SZ
32	景旺电子	301	380	404	495	PCB、金属板、FPC	603228.SH
35	兴森科技	203	265	319	443	PCB	002436.SZ
36	依顿电子	450	460	441	442	PCB	603328.SH
38	方正科技	380	414	367	413	HDI、高多层板	600601.SH
45	崇达技术	203	253	265	339	PCB	002815.SZ
48	超声电子	302	310	302	324	HDI	000823.SZ
49	五洲电路		323	323	323	HDI、FPC	
52	东莞红板	203	201	258	301	PCB	
53	信达电子	230	252	278	290	PCB	
57	生益电子	197	196	220	260	高多层板	600183.SH
62	香港世运	188	193	202	243	PCB	603920.SH
64	深联电路	140	187	205	225	HDI、FPC、R-FPCB	
66	博敏电子	159	168	170	204	PCB	603936.SH
68	奥士康	220	335	159	198	多层板	A16255.SZ
69	昆山华新	127	174	193	198	PCB	
76	弘信电子	109	118	141	158	FPC	300657.SZ
78	超华科技	151	123	158	156	PCB	002288.SZ
82	科翔科技		132	121	145	PCB	
83	华鼎集团	130	135	139	141	PCB	
84	统赢科技	123	135	133	140	PCB	
86	昆山万正电路		127	105	131	PCB	
87	悦虎电路	200	180	161	130	PCB	
88	满坤科技		103	109	130	PCB	
97	常州海弘	98	107	103	114	PCB	
99	苏州新吴		91	106	112	PCB	
101	广州杰赛		95	108	109	PCB	002544.SZ
103	金百泽		85	102	108	PCB	

资料来源：NTI、安信证券研究中心

目前，全球 PCB 龙头企业仍以日本、台湾、美国、韩国的厂商为主，但 2010 年后，中国企业异军突起，大企业数量大幅增加。据 N.T.Information 统计，2016 年全球 PCB 制造企业百强中，全球前 10 大有 4 家台湾企业，2 家日本企业，2 家韩国企业以及 1 家美国企业，中国厂商建滔首次冲进前十。在进入榜单的企业中，日本、台湾上榜企业数分别为 19 家和 25 家，中国企业多达 45 家，占榜单企业总数 39.8%。2016 年中国上榜企业营收平均增长 13.5%，远远高于全球百强企业的平均水平（下滑 2.1%）。

根据 NTI 的口径，2016 年沪电股份的营收规模排名全球第 21 位、中国第 2 位，目前公司在中国 PCB 企业中排名仅次于建滔化工，高于深南电路。沪电股份在通信板领域的主要竞争对手是深南电路，未来随着 5G 投资高峰的到来，预计二者的市占率将继续提升。

表 7：2016 年 NTI 百强中各国企业的占比

国家/地区	企业数量	占比 (%)	NTI 百强总营收 (百万美元)		同比 16/15 (%)	营收占比	
			2015	2016		2015	2016
台湾	25	22.1%	17,013	16,454	-3.3%	32.8%	32.3%
日本	19	16.8%	13,376	11,802	-11.8%	25.8%	23.3%
中国大陆	45	39.8%	9,132	10,362	13.5%	17.6%	20.4%
韩国	14	12.4%	6,720	6,607	-1.7%	12.9%	13.0%
美国	4	3.5%	3,620	3,593	-0.7%	7.0%	7.1%
欧洲	4	3.5%	1,236	1,306	5.7%	2.4%	2.6%
东南亚	3	2.7%	781	769	-1.5%	1.5%	1.5%
合计	114	100%	51,878	50,893	-1.9%	100%	100%

资料来源：NTI、安信证券研究中心

相对于上游（覆铜板）和下游（汽车、电子、通信终端厂商），目前国内 PCB 行业集中度并不高。在 21 世纪头十年，我国内资 PCB 厂商竞争力仍然比较“孱弱”，上市企业较少。近年来，国内逐步出现一批有影响力的 PCB 厂商，其中多家企业已在 A 股上市融资，推动了行业产能的扩张，集中度不断提高。近两年来，中国大陆环保政策趋严，供给侧改革持续推进，规模较小的 PCB 企业面临更严峻的考验，拥有先进工艺+掌握核心大客户资源的企业才能分享行业成长的空间。

表 8：近三年来 PCB 企业在 A 股市场上市融资的案例

证券简称	上市日期	项目投资额 (亿元)	募集资金的产能目标	建成时间
依顿电子	2014-07-01	13.08	年产 110 万平方米多层印刷线路板；年产 45 万平方米 HDI 印刷线路板	2017 年 12 月
胜宏科技	2015-06-11	7.28	新增高端 HDI 板 18 万平方米/年、高端多层板 42 万平方米/年的产能	2017 年 7 月
胜宏科技	2015-06-11	11.12	-	-
博敏电子	2015-12-09	6.20	新增 68 万平方米高端印刷电路板的产能，包括 HDI 板 36 万平方米、刚挠结合板 8 万平方米和任意阶 HDI 板 24 万平方米	2016 年 12 月
崇达技术	2016-10-12	7.79	新增年产小批量 HDI 线路板 24 万平方米、小批量高层板（8 层以上）24 万平方米产能	2018 年 12 月
华正新材	2017-01-03	1.81	新增层压板 5500 吨；模压板 3000 吨；精加工件 1500 吨；金属基板 100 万平方米；背光材料 60 万平方米产能	项目终止、变更
景旺电子	2017-01-06	8.09	新增 120 万平方米 RPCB，18 万平方米 HDI 板；年表面贴装 12440 万片 FPC 产能	2018 年 3 月，RPCB、HDI 项目；2019 年 2 月，SMT 服务项目
传艺科技	2017-04-26	5.26	新增原 2050 万片的 MTS 生产线，扩产后新增年产 1000 万片 MTS 的生产规模；新增年产 48 万片 FPC 产能	项目 1:2018 年 6 月；项目 2:2019 年 4 月
世运电路	2017-04-26	10.80	新增高密度互连积层板、精密多层线路板年产 200 万平方米/年产能	2019 年 9 月
广东骏亚	2017-09-12	3.64	新增年产 100 万平方米高精度多层印刷电路板产能	-
深南电路	2017-12-13	17.46	新增封装基板 60 万平方米/年的产能	-
奥士康	2017-12-01	12.64	新增年产 120 万平方米高精密印刷电路板；年产 80 万平方米汽车电子印制电路产能	-

资料来源：各公司公告、安信证券研究中心

近年内资 PCB 厂商深南电路和沪电股份异军突起，在通信板市场担起一面旗帜，市场份额全球领先。根据 CPCA 公布的数据，2016 年在中国设厂 PCB 前十大厂商中包括 4 家台资、2 家日资、1 家欧资和 3 家本土企业。3 家本土企业分别是深南电路（第五）、沪电股份（第七）和景旺电子（第十）。其中深南电路和沪电股份均主要经营通信用 PCB，2016 年两大厂商分别实现营业收入 45.98 亿元和 37.90 亿元，在通信设备用 PCB 市场的份额均在 30% 左右，为该细分行业的两大龙头企业。

表 9：2016 年在中国设厂的 PCB 前十大厂商及排名（CPCA 口径）

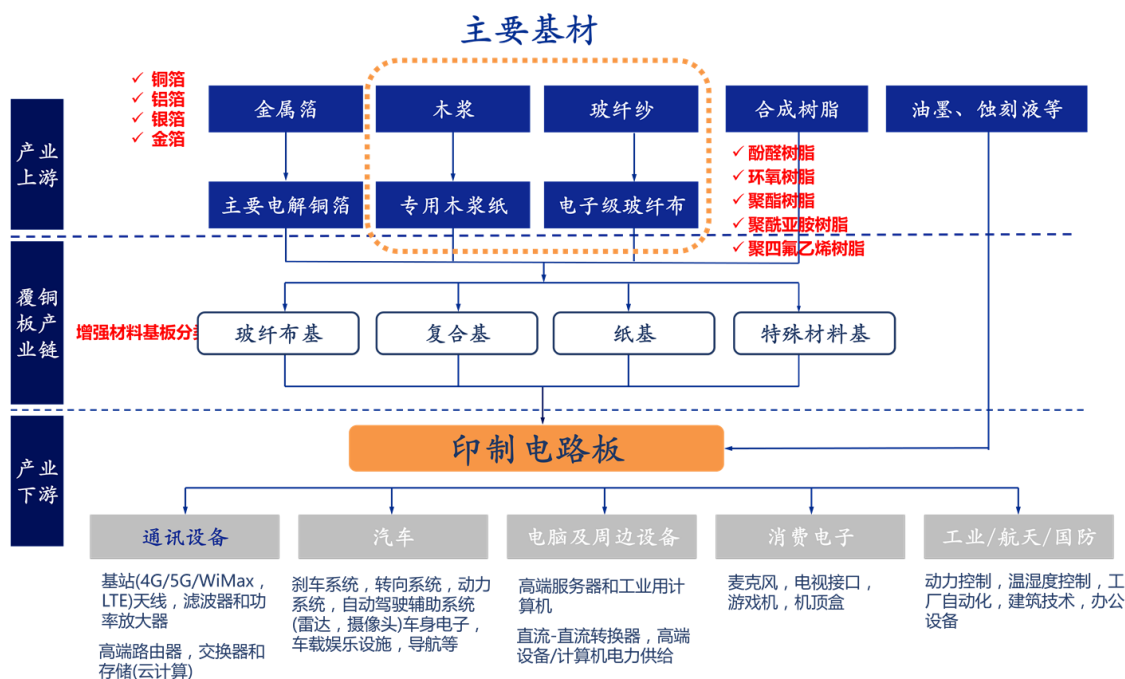
排名	企业	营业收入（亿元）	占有率	基本情况
1	臻鼎科技	169.85	9.43%	台资，厂址分布在深圳、淮安、秦皇岛和营口
2	健鼎科技	86.65	4.81%	台资，厂址分布在无锡和仙桃
3	紫翔电子	84.16	4.67%	日本 Nippon Mektron 全资子公司，主营挠性板
4	欣兴电子	56.97	3.16%	台资，厂址位于苏州、昆山和深圳
5	深南电路	45.98	2.55%	本土内资，A 股上市，主营高端通信用 PCB
6	志超科技	37.98	2.11%	台资，主营液晶显示器和 PC 用 PCB
7	沪电股份	37.9	2.10%	本土内资，A 股上市，主营通信、汽车用 PCB
8	名幸电子	37.57	2.09%	日资，厂址位于广州和武汉
9	奥特斯	33.74	1.87%	奥地利，厂址位于上海和重庆
10	景旺电子	32.83	1.82%	本土内资，A 股上市，主营双面及多层 PCB 及柔性板

资料来源：CPCA，安信证券研究中心

2.3. 上游：覆铜板材料分享 5G 行业附加值

PCB 的上游原材料主要包括覆铜板、铜箔、铜球、半固化片、金盐、油墨、干膜及其他化工材料。PCB 制造具有加工业的属性，主要附加值来自于其核心工艺和质量控制能力。一般来说，PCB 行业原材料成本占总营业成本 50% 以上，是对 PCB 企业毛利空间影响最大的一部分。

图 15：PCB 产业链及上下游



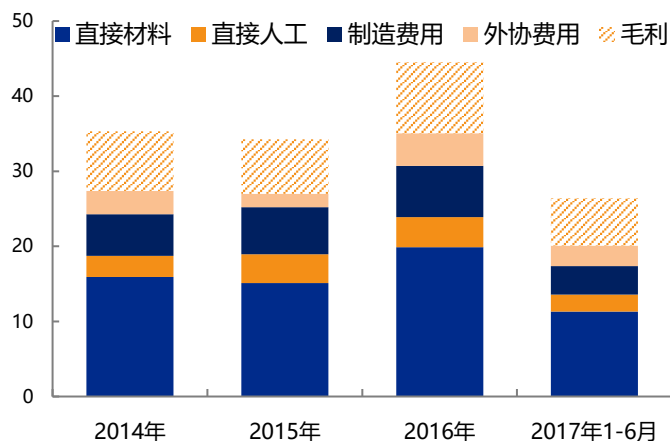
资料来源：安信证券研究中心整理、总结

一般 PCB 厂商原材料成本要占营业收入 40% 左右。以深南电路为例，2017 年 H1、2016、2015、2014 年直接原材料成本/营业收入的比例分别为 41.4%、43.3%、42.9% 和 43.8%。

覆铜板、半固化片的采购占原材料成本 50% 左右，是 PCB 的最直接上游。PCB 板公司原材料成本的主要部分是覆铜板和半固化片，在采购成本中约占 50%。2017 年 H1、2016、2015、2014 年深南电路覆铜板+半固化片的采购分别占采购总金额的 49.74%、51.20%、45.38%

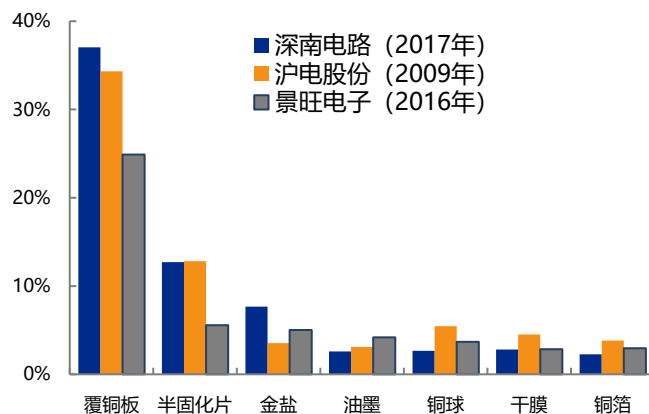
和 47.95%。这部分 PCB 厂商的成本是覆铜板厂商的收入，因此如生益科技、建滔、罗杰斯等分享了 PCB 产业（尤其是刚性 PCB）很大一部分附加值。

图 16：深南电路主要成本和毛利占收入的比例（亿元）



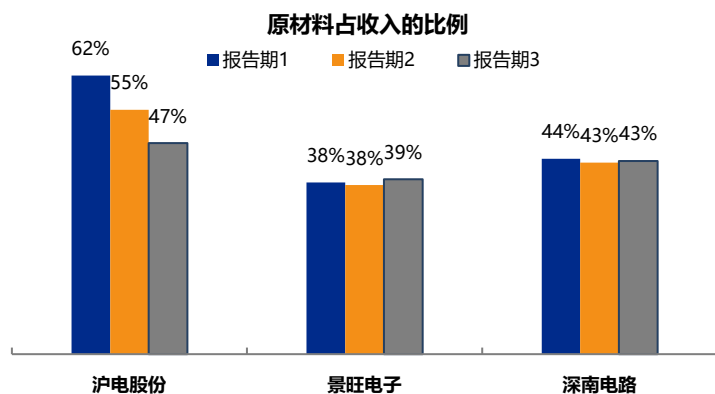
资料来源：深南电路招股说明书、安信证券研究中心

图 17：三家主要刚性 PCB 公司原材料拆分



资料来源：景旺电子、沪电股份及深南电路公告、安信证券研究中心
备注：沪电股份报告期：2009 年；深南电路报告期：2016 年；景旺电子报告期：2015 年

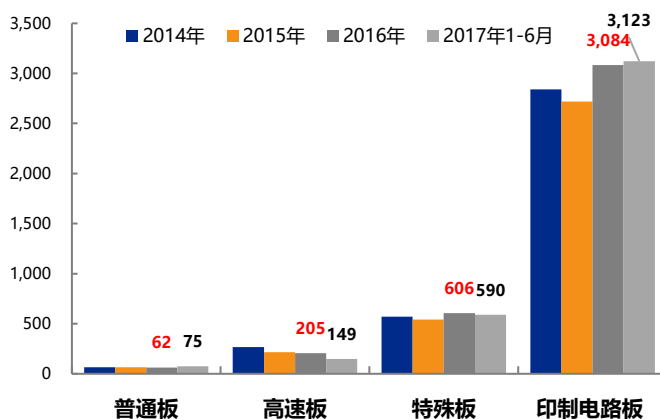
图 18：各公司原材料成本占收入的比例（样本报告期）



资料来源：景旺电子、沪电股份及深南电路公告、安信证券研究中心

备注：沪电股份报告期：2007 年~2009 年；深南电路报告期：2014 年~2016 年；景旺电子报告期：2013 年~2015 年

图 19：深南电路 PCB 产品和各类覆铜板（采购）的平均单价（元/平方米）



资料来源：深南电路招股说明书、安信证券研究中心

备注：普通板指 FR-4 覆铜板等；高速板主要指改性 FR-4（在主体环氧树脂的基础上改性或加入 PP0/PPE 等）覆铜板等；特殊板主要指聚四氟乙烯（PTFE）覆铜板、BT 树脂基覆铜板及聚酰亚胺（PI）覆铜板等。

2.4. 下游应用广泛，核心看 5G 基建带来的弹性

PCB 行业下游涵盖了几乎所有电气电路产品，最核心、产值最大的应用领域包括通信设备、计算机、消费电子和汽车电子等。随着人类社会向电气化、自动化发展，PCB 的应用范围越来越广。从产值看，目前 PCB 在通信、计算机（IDC）等传统的电工电气绝缘系统领域应用量最大；同时，PCB 在交通运输（新能源车、智能驾驶）以及航空航天领域的产值也在日益增加。

根据 Prismark 的统计, PCB 的市场规模为 500~600 亿美元, 而近五年的行业增速均不超过 3%, 2016 年甚至下滑了 2.02%, 主要因为来自于 **PC、平板和智能手机等消费电子的驱动力衰减**。Prismark 数据显示, 全球 2016 年 PCB 产值为 542 亿美元, 2016 年计算机和消费电子两大应用市场规模均出现大幅收缩, 而汽车电子、工业医疗和军用航天用 PCB 则保持稳定。Prismark 预计, 2017 年到 2021 年四年内, **通信 (通信设备) 和汽车电子有望取代消费电子, 成为驱动 PCB 行业发展的新动能**, 二者的 CAGR 将分别达到 7% 和 6%。

其中, 在智能驾驶和新能源技术的驱动下, 汽车越来越像是一款电子产品。近年新能源车和智能驾驶市场的增速很快, 但汽车电子没有类似于移动通信设备一样明显的断代标准, 设备不会周期性地更新换代。同时, 汽车供应链比较封闭, 诸如 ADAS 系统、新能源车电子系统对价格相对不敏感, 但对 PCB 良率的要求极高, 对质量事故零容忍。我们认为近几年汽车板的**市场需求不太可能出现短暂的、爆发式的增长**。

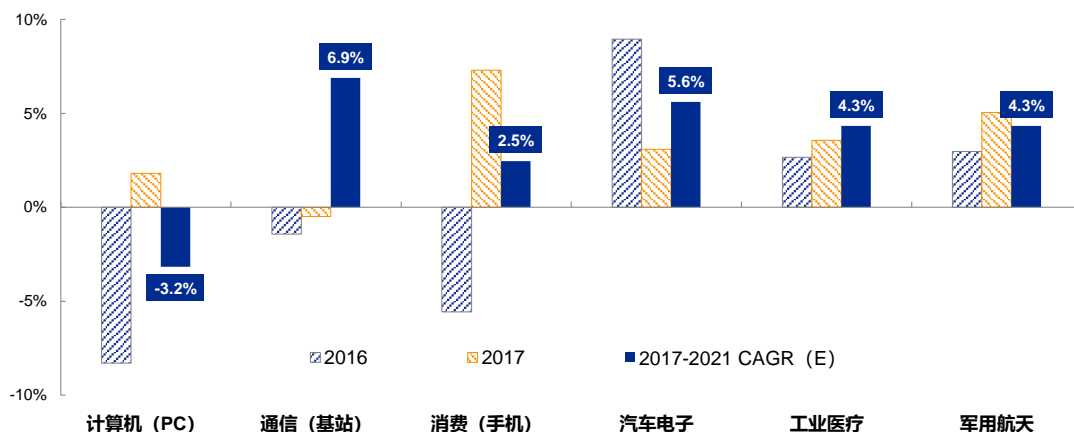
表 10: 2015 年 NTI 统计的汽车 PCB 厂商前十名

厂商	国家/地区	PCB 总营收 (百万美元)	汽车 PCB 营收 (百万美元)	汽车板占比
敬鹏	台湾	770	545	70.80%
TTM	美国	2540	430	16.90%
CMK	日本	600	390	65%
Meiko	日本	760	380	50%
建滔	香港	850	300	35.30%
旗胜	日本	3410	290	8.50%
KCE	泰国	370	265	71.60%
健鼎	台湾	1330	225	16.90%
AT&S	奥地利	920	191	20.80%
沪电+楠梓	台湾+大陆	655	158	24.10%

资料来源: NTI、安信证券研究中心

对于内资的 PCB 和覆铜板厂商来说, 诸如博世、大陆、捷普等下游龙头的认证门槛甚至比通信设备行业更高。要切入外资汽车电子巨头的 PCB 供应链一般需要 2~3 年的认证周期。台湾汽车板龙头敬鹏要打入博世的供应链, 先前单是产品验证期就长达 3 年。目前, 汽车板基本上是 TTM、敬鹏、CMK 等美日台厂商的天下, 而要打入关乎驾乘安全的核心应用领域更是难上加难, 汽车 PCB 板要实现国产化过程艰难且漫长。目前, 只有生益科技、沪电股份等少数公司经过漫长的考验后才能获得认可, 其中根据 NTI 口径, 沪电股份加上股东楠梓电子已经跻身全球汽车板厂商前十, 是 A 股少数能够分享行业成长的厂商。

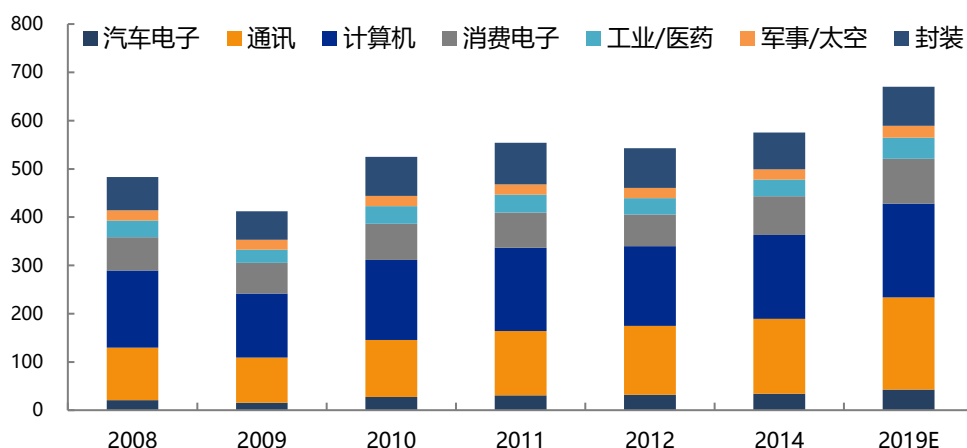
图 20: Prismark 对 PCB 下游应用市场增长率及预测



资料来源: Prismark、安信证券研究中心

我们认为看清了 5G 通信的逻辑，就会对 PCB 产业链五年周期内的成长性有充分的理解。根据 Prismark 统计，2016 年通信设备、计算机和消费电子对 PCB 的需求量分别占总需求的 28.8%、26.5%和 14.3%，合计近 70%，是对 PCB 需求最高的三大领域。其中，通信设备 PCB 是需求比重唯一逐年增长的领域，在全球总需求的占比从 2011 年的 24.1%增长至 2016 年的 28.8%，总产值年平均复合增长率为 3.63%。

图 21：PCB 产值：按照下游应用领域分（亿美元）



资料来源：Prismark、安信证券研究中心

在通信领域中，不同应用对 PCB 的要求不同，一般而言，FPC 及 HDI 更多用于移动通信终端，而大面积、高层数的刚性 PCB 多用于通信设备。

- **FPC**：相对于刚性覆铜板，FPC 被通俗地称为“软板”，核心层一般为聚酰亚胺（PI）、聚酯薄膜等柔性基材。FPC 特点是轻薄、可弯曲、配线度高，达到了元器件装配和导线连接一体化的效果。FPC 最早用在航天飞机、军事装备等领域，由于其轻薄、柔软、耐折，在 20 世纪末迅速向民用渗透，主要使用在手机、笔记本电脑、PDA、液晶显示屏等消费电子产品中。FPC 要求经过数百万次的折弯都不影响设备的电路性能，同时要求非常温条件（例如-50 度~80 度）下正常工作（例如车载 FPC）。

表 11：全球各种类型 PCB 的产值占比：多层板占主导，柔性板发展最快

单位：亿美元	单/双面板		多层板		HDI 板		封装基板		柔性板		合计
	占比	产值	占比	产值	占比	产值	占比	产值	占比	产值	产值
2010 年	15%	79.4	42%	218.6	12%	63.7	15%	81.0	16%	81.9	524.7
2011 年	14%	79.8	40%	221.1	14%	74.9	16%	86.4	17%	92.1	554.1
2012 年	13%	72.8	37%	200.9	15%	79.2	15%	82.3	20%	107.9	543.1
2013 年	14%	80.7	37%	210.2	14%	81.2	14%	76.6	20%	112.8	561.5
2014 年	14%	82.4	38%	218.3	14%	82.9	13%	76.0	20%	114.8	574.4
2015 年	14%	79.1	37%	206.9	14%	80.1	13%	69.2	21%	118.0	553.3
2016 年	15%	79.9	39%	210.6	14%	76.8	12%	65.7	20%	109.0	542.1
年复合增长		0.09%		-0.53%		2.70%		-2.95%		4.17%	0.47%

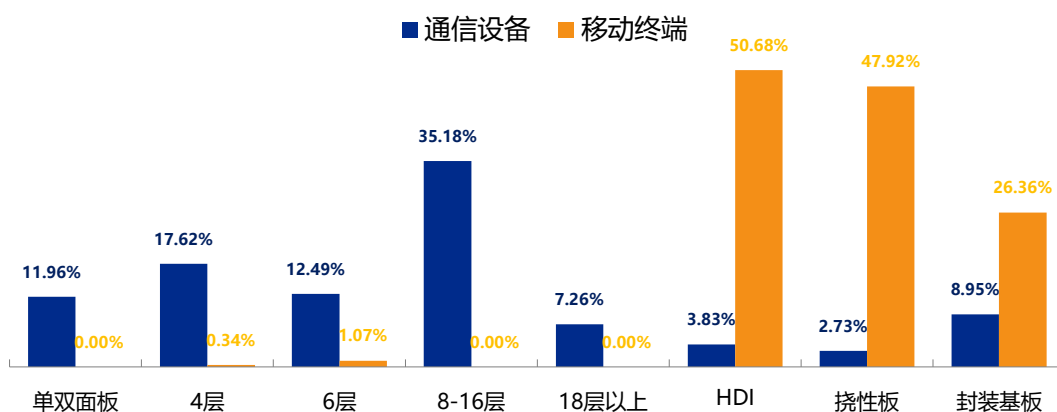
资料来源：Prismark、安信证券研究中心

- **HDI**：全称为高密度互联印刷电路板，主要特点是在尽量小的面积下承载更多器件、实现更多的功能。HDI 的发展推动了 2G~5G 移动通信终端的发展，也让高性能触摸屏手机成为可能。另外，HDI 也用于航空电子和军事装备领域。HDI 要求超高的布线密度，尽量减少主板对智能手机内部的占用空间。HDI 以普通芯板叠加积层制成，需要利用钻

孔、孔内电镀等工艺实现任意层间的连结。因此，HDI 需要尽量细线化、多层化，以大幅度提高元器件密度，节约 PCB 需要的布线面积。根据通过盲孔直接连接的相邻层数不同，可将 HDI 分为一阶 HDI、二阶 HDI、高阶 HDI 等。HDI 镭射钻孔、电镀孔塞等工艺难度较大，附加值较高。

由于消费电子终端的性能取得突破，柔性板的需求在 2010 年后大幅提升，其产值占 PCB 总产值的比重从 2010 年的 16% 上升至 2016 年的 20%，产值金额从 81.9 亿美元上升至 109.0 亿美元，年复合增长率为 4.17%。根据 NTI 估计，HDI、挠性板和封装基板的 50.7%、47.9% 和 26.3% 都是应用于移动通信终端制造领域。

图 22：通信领域 PCB 占其总用量的比例：HDI、挠性板、封装基板更多用于移动终端



资料来源：Prismark、安信证券研究中心

与移动通信终端不同，通信设备需要应用大量的刚性覆铜板，包括普通的单双面板、低多层板和高多层覆铜板（8 层及以上）。通信板主要应用在无线通信基站、OTN 传输设备、微波传输设备、数据通信和光纤到户设备等方面。

根据 NTI 统计，目前通信设备应用 8~16 层 PCB 居多，占到该细分市场的 35%，而 18 层以上的占比目前不算多（<8%）。我们预计，随着 5G 商用临近，云计算、数据中心、物联网等领域也将同步发展，大型服务器、交换机等设备对 18 层以上 PCB（超高层板）的需求将在未来几年大幅增加。目前，4G 建设高峰期已过，5G 独立组网标准冻结进入倒计时，我们认为基站射频前端的投资机会将最先出现，PCB 作为 5G 无线通信设备的直接上游，机会最清晰。

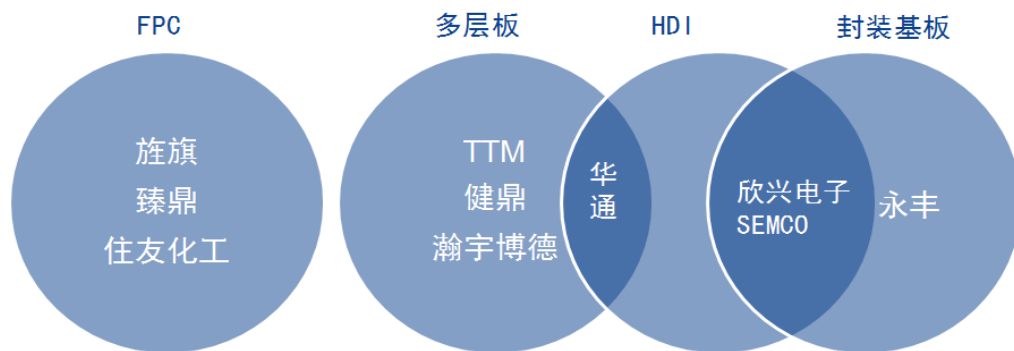
表 12：PCB 下游应用对 PCB 的需求量评级（○越多，应用需求越大）

应用	纸质基板	复合基 PCB	沉铜孔	4 层板	6 层板	8~16 层板	18 层及以上 PCB 板	HDI	挠性板 (FPC)
个人计算机	○	○	○	○○○○	○○○	○○○○		○○○○	○○○○
服务器/存储器			○	○○○	○○○○	○○○○○	○○○○○	○○	○
其他办公设备	○	○○	○○	○○○○	○	○			○○
手机			○	○○	○○	○		○○○○○	○○○○
通信基础设施			○	○○○	○○○	○○○○○	○○○○○	○○	○
其他通信工具	○○	○○	○○	○○	○○	○		○	○
消费电子	○○○○	○○○	○○	○○○	○○	○○		○○○	○○○
汽车电子	○○○	○	○○○	○○○○○	○○○○○			○○	○○
工业/医疗电子	○	○	○○	○○○○	○○○○	○○	○○○○	○	○○
军事/航天电子			○○○	○○○○	○○○○	○○	○○○	○	○○○

资料来源：Prismark、安信证券研究中心

PCB 各细分应用方向都有龙头，规模效应+技术壁垒是双重门槛。根据 NTI 的统计，全球前十大 PCB 厂商所侧重的领域各有不同，有的专注于手机 FPC 板、HDI 和封装基板，有的专长是刚性多层板。在 FPC 领域，龙头厂商包括旗胜、臻鼎和住友；多层板领域则有 TTM、健鼎和永丰；HDI 领域龙头有华通、欣兴电子和三星；封装基板领域龙头包括欣兴电子、三星和永丰。

图 23：前十大 PCB 厂商专注的细分领域



资料来源：NTI、安信证券研究中心

表 13：NTI-100 全球 PCB 制造企业百强排行榜变化（单位：百万美元）

排名	供应商	供应商 (中文名称)	国家/地区	2014 年营收	2015 年营收	2016 年营收	备注
1	Nippon Mektron	日本旗胜	Japan	2957	3800	3402	全球最大的 FPC 企业，苹果供应商。
2	ZD Tech	鹏鼎科技	Taiwan	2390	2658	2546	具备 FPC、R-PCB、HDI 及 IC 载板的生产能力。FPC 业务占营收 70%，苹果供应商。
3	TTM	迅达科技	USA	1326	2450	2533	生产 HDI、FPC、刚挠结合板、IC 载板。
4	Unimicron	欣兴电子	Taiwan	2130	2177	1942	世界第一大 HDI 厂商。
5	Compeq	华通电脑	Taiwan	1065	1376	1411	HDI 领先供应商，正在扩张器 PCB 及软板业务。
6	Tripod	健鼎科技	Taiwan	1335	1345	1349	
7	Young Poong	永丰集团	S.Korea	1413	1295	1220	韩国 FPC 供应商，包括单层、双面、多层 FPC 和硬性 PCB。
8	Sumitomo Denko	住友电工	Japan	1260	1673	1142	子公司专注 FPC 领域。
9	Samsung E-M	三星电机	S.Korea	1445	1331	1134	HDI 板，刚挠结合板和 IC 载板，主要集中在 IC 载板和手机板，IC 载板占主导。
10	KBC PCB	建滔集团	China	972	881	980	布局从铜箔至覆铜板全产业链。
11	Ibiden	揖斐电	Japan	1332	1372	920	主要产品为 IC 载板和 PCB。
12	Nanya PCB	南亚电路	Taiwan	1100	927	909	产品有传统 PCB 板、HDI 板、刚挠结合板和 IC 载板。
13	AT&S	奥特斯	Austria	740	844	901	欧洲最大的 PCB 厂家，HDI 产品领先，正在中国投入 IC 载板生产业务。
14	Meiko	名幸电子	Japan	756	884	890	HDI 板、散热铝基 PCB、嵌入式 PCB、软硬复合板、双面和多层 PCB 等。
15	Fujikura	藤仓电子	Japan	590	902	868	主要生产软性电路板 FPC，能够生产埋元件的 PCB。
16	HannStar	瀚宇博德	Taiwan	1531	1253	827	产品包括多层 PCB 和一阶、二阶 HDI 板，市场集中在汽车、笔记本电脑及主板用 PCB。
17	Daeduck Group	大德集团	S.Korea	1063	853	793	IC 载板、网络通信用多层板和汽车用 PCB，IC 载板业务扩张迅速。
18	Chin Poon	敬鹏	Taiwan	670	705	742	产品主要市场为汽车电子与消费电子，车用 PCB 占比 70% 以上。
19	Kinsus	景硕	Taiwan	785	715	718	IC 载板技术领先，2015 年载板部门营收占比 77.27%。
20	Multek	超毅	USA	780	730	600	主要生产多层 PCB 板、HDI 产品、软性电路板、软硬复合板等，市场集中在中国。

资料来源：NTI、安信证券研究中心

通信设备 PCB 相对于其他下游领域更难进入，客户认证是一大门槛。通信设备 PCB 客户认

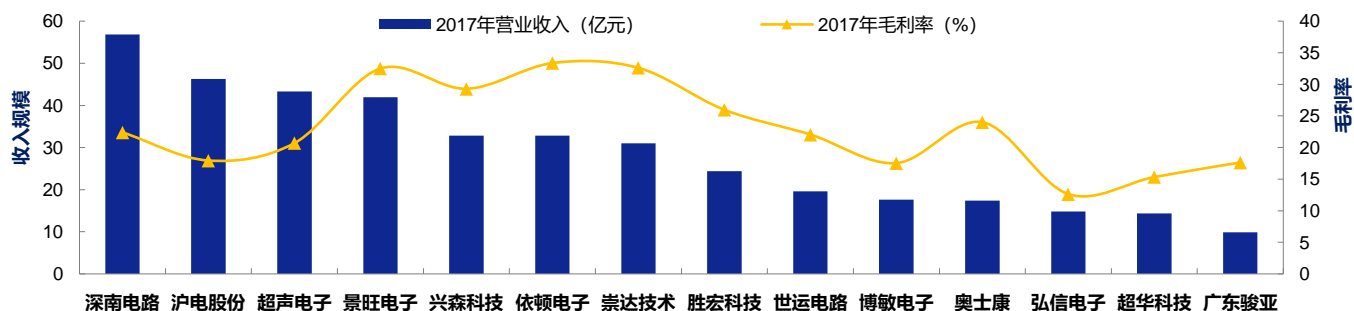
证比其他电子产品更复杂、认证周期更长，涵盖了对供应商环保、品质、稳定性的要求。认证从开始到下单一般需要2~3年的时间。设备商的PCB产品认证一般分为三类：1、针对全厂管理的认证（品质系统、文件管控、现场管控、环保、安全生产等认证）；2、产线认证（如卡板、背板生产线的认证）；3、板号认证（单个型号、单个产品的质量认证）；越是基础的材料对基站可靠性的影响越大，越是要经过时间的考验。通过认证后，设备商和供应商将在整个周期内形成紧密牢靠的合作关系，这成为了通信设备PCB板的一大门槛。

除了认证外门槛，通信设备龙头厂商都是大批量厂商，供货能力需要满足5G规模化建设的要求。沪电股份和深南电路是国内为数不多的、拥有高端通信PCB产品量产能力的厂商，能达到5G建设对供货周期的要求。以沪电股份为例，根据通信基站、天线、程控交换机等产品完成全部制程平均耗用时间仅为10~20天；生产背板平均耗用时间为24~30天；生产插板平均耗用时间为17~30天。

以A股上市公司为样本，PCB公司若根据规模排列，毛利率的有两边低和中间高的特点。实际上有能力大批量生产的PCB厂商毛利率不高，但一般具有大客户认证、超强良率控制和成本管控能力，门槛很高，难以替代，实际上下游各细分领域的龙头都是大批量板厂商。

- ✓ 收入规模分别位列本土PCB厂商第一和第二的深南电路和沪电股份，下游客户面向议价能力很强的通信设备商（通信业务占比均超过50%），而且订单批量大，其毛利率低于行业平均水平（24.74%）。
- ✓ 收入规模位于中游的厂商毛利率普遍偏高，其中以景旺电子、兴森科技和崇达技术为代表，毛利率分别达到32.26%、30.66%和36.81%，原因是产品结构多元化，且多为定制化小批量生产，一般产品单价较高。
- ✓ 收入规模较小的厂商毛利率则相对较低，其中以弘信电子和超华科技为代表，毛利率分别为14%和10.34%，原因在于生产规模相对较小，对原材料成本的消化能力相对欠缺，对上游供应商和下游客户都缺乏议价能力。

图 24：2017 年我国本土内资 PCB 上市公司营业收入和毛利率对比



资料来源：Wind、安信证券研究中心

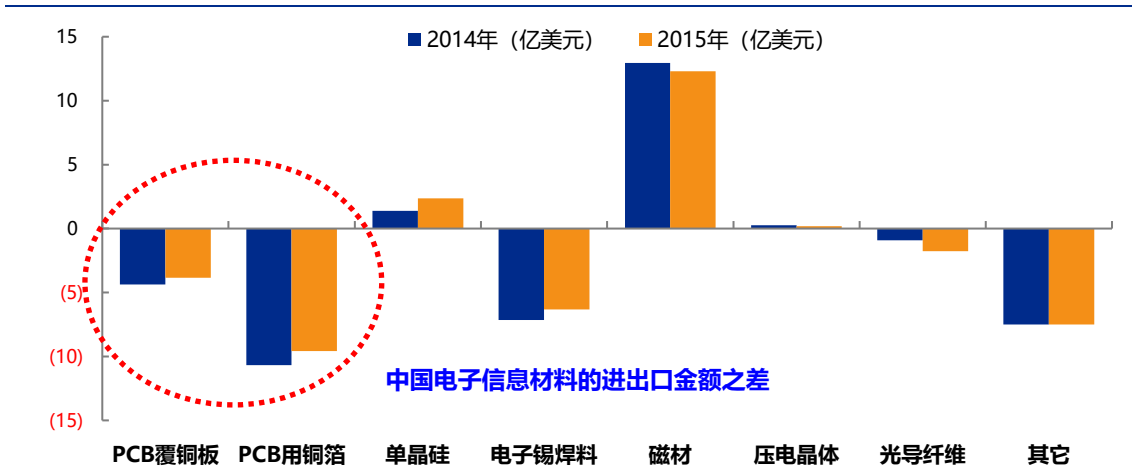
3. 高频/高速覆铜板——5G 时代国产替代的成长逻辑

3.1. 覆铜板的分类——复合及特殊基板空间最大，有望实现国产替代

覆铜板（CCL）全称覆铜箔层压板（Copper Clad Laminate），是制作印制电路板（PCB）的基础材料。覆铜板业已有近百年的历史，与电子信息工业，特别是与PCB业同步发展。

覆铜板与多晶硅、压电晶体、光纤预制棒一样，都是电子产业的基础原材料。目前，中国既是 PCB 第一大国也是覆铜板第一大国，但原材料仍然处于“逆差”的状态，大量的高端产品仍需要依靠进口（如下图）。2015 年，中国大陆覆铜板和铜箔的进口金额分别为 10.1 亿美元和 10.9 亿美元。5G 时代，我们看好 PCB 产业链将逐步实现国产替代，生益科技等新材料龙头将成为 PCB 产业链的“核心资产”。

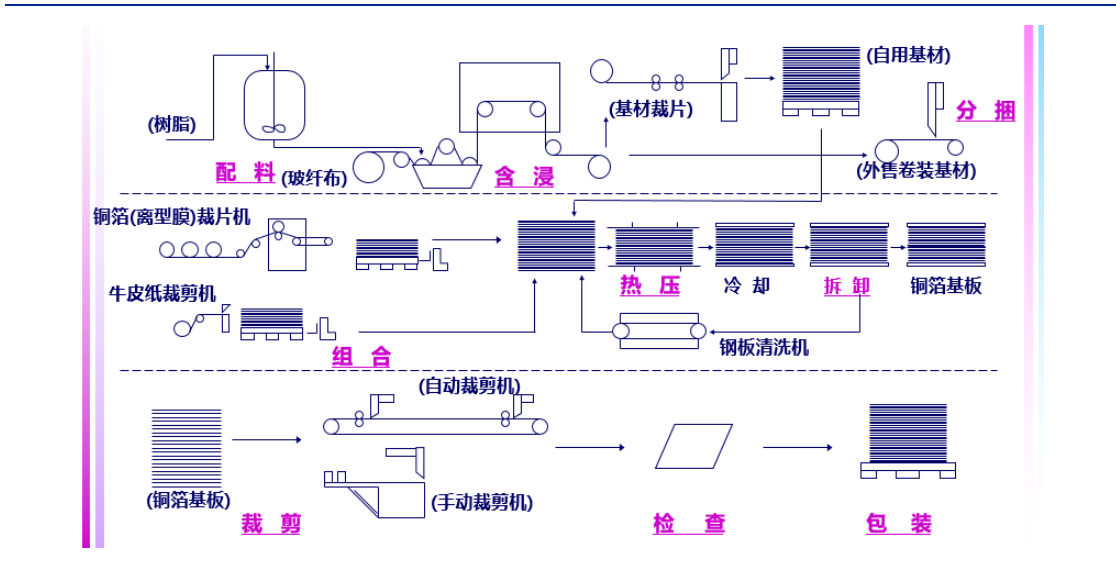
图 25：PCB 用覆铜板及铜箔目前仍处于“逆差”状态



资料来源：中国海关、中国电子材料行业协会、安信证券研究中心

因为覆铜板唯一的下游是 PCB，因此覆铜板的终端产品就是 PCB 在计算机、通信设备、消费电子、汽车电子等行业的应用。当覆铜板用在制作多层 PCB 时，也被称为芯板 (CORE)，其担负着 PCB 板的导电、绝缘、支撑三大功能。覆铜板的性能对 PCB 板的性能、品质、可加工性、制造成本都有着很大的影响，是电子工业的基础。

图 26：覆铜板的生产流程



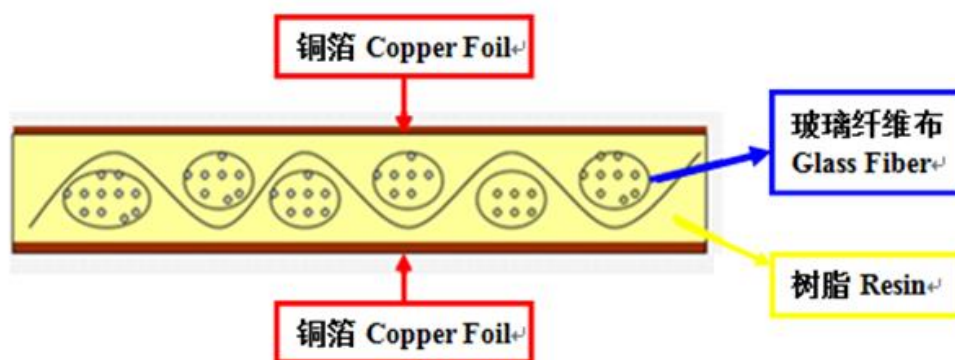
资料来源：南亚塑胶、安信证券研究中心

简单来说，覆铜板的制程就是将增强材料（玻纤布基、纸基等）浸泡树脂加工，以一面或双面覆盖铜箔并经热压而制成。树脂、增强材料等原材料的物理、化学性质与覆铜板性能息息相关。

目前，覆铜板的分类较为复杂。按照机械特性分类可以分为刚性板、挠性板两类。刚性板更

多用于通信设备、移动通信基站、军事、IDC 及办公（打印机）等产品，而挠性板更多用于消费电子、汽车电子领域。按照增强材料划分，可以分为纸基、玻璃纤维布基、复合基（CEM 系列）、积层多层板基和特殊材料基（陶瓷、金属芯基（常见的铝基板）等）五大类。按照覆铜板的绝缘材料、结构分为有机树脂类覆铜板、金属基覆铜板、陶瓷基覆铜板。一个型号的覆铜板可能同时符合多个分类。

图 27：玻璃纤维布基覆铜板剖面图



资料来源：金安国际招股说明书、安信证券研究中心

表 14：覆铜板按照不同性质的分类

主要分类	细分
机械性分类	刚性、挠性
阻燃特性分类	阻燃型（UL94-V0、UL94-V1 级）和非阻燃型（UL94-HB 级）两类板。
增强材料（板材）分类	纸基、玻璃纤维布基（如 FR-4）、复合基（CEM 系列）、积层多层板基和特殊材料基（陶瓷、金属芯基（常见的铝基板）等）五大类 FR-4。
熔点分类（Tg 点）	电路板必须耐燃，在一定温度下不能燃烧，只能软化。这时的温度点就叫做玻璃态转化温度（常说的 Tg 点），这个值关系到 PCB 板的尺寸耐久性。
电子性能分类	一般性能 CCL、低介电常数 CCL、高耐热性的 CCL（一般板的 L 在 150℃ 以上）、低热膨胀系数的 CCL（一般用于封装基板上）等类型。
环保性能（无卤素）	无卤素指的是不含有卤素（氟、溴、碘 等元素）的基材，因为溴在燃烧时会产生有毒的气体，环保要求。
半固化片	1080=0.0712mm，2116=0.1143mm，7628=0.1778mm

资料来源：《印制电路世界》、安信证券研究中心

表 15：覆铜板市场上常用分类

按构造、结构分类	按基材分类	主要应用场景	主要产品
刚性 CCL	纸质 CCL	通信设备、家用电器、电子玩具、计算机周边设备等产品	酚醛树脂(XPc、XxxPC、FR-1、FR-2 等)、环氧树脂(FE-3)、聚酯树脂等各种类型
	玻纤布基 CCL	计算机、游戏机、打印机、通信设备、移动电话基站设备等产品	有环氧树脂(FR-4、FR-5)为主
	复合基 CCL (CEM1~5 系列)	环氧树脂类	电子产品、家用电器
		聚酯树脂类	通信设备
		多元脂类, 特殊性树脂	满足特殊的绝缘性、耐热性、强度等场景
挠性 CCL	聚酯树脂 CCL	汽车电子、办公自动化设备等领域	双马来酰亚胺改性三嗪树脂(BT)、聚酰亚胺树脂(PI)、二亚苯基醚树脂(PPO)、马来酸酐亚胺——苯乙烯树脂(MS)、聚氰酸酯树脂、聚烯烃树脂等
	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	
特殊材料基 CCL (无机)	金属芯基	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	铜箔, 铝箔, 银箔, 金箔等
	陶瓷类基板	在大功率多芯片组件、高频开关电源、变频器、调速电机以及汽车、航天等领域	
	耐热热塑性基板	无线网络、卫星通信、移动电话接收基站等领域	

资料来源：金安国纪招股书等材料整理、安信证券研究中心

根据 Prismark（下表）统计，目前覆铜板应用最广泛、量最大的仍然是传统环氧树脂玻璃纤维基板（FR-4）产品，但该产品类已经进入高度成熟、逐步萎缩的阶段。而复合材料基板、特殊树脂基板逐步进入快速发展的阶段，我们预计二者未来在覆铜板市场中的占有份额将逐步趋近于 FR-4。

未来覆铜板需求将呈现三大趋势：

- 1、达到 RoHS 环保要求（无铅兼容、无卤等）；
- 2、更轻薄便携（轻质高强度、刚挠结合、HDI）；
- 3、数据传输速度越来越快，功率更大（高频高速等覆铜板）；
- 4、适应更复杂环境（大面积、高耐热性、高 Tg 材料、抗腐蚀、低 CTE）；

表 16：全球不同基材刚性覆铜板市场变化（百万美元）

种类	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	增长率
纸基板	706	885	841	759	745	659	606	636	-28.1%
复合基板	394	546	536	577	599	792	756	875	60.3%
普通 FR-4	2989	4198	4510	4284	4085	4167	3839	4005	-4.6%
高 TgFR-4	965	1408	1229	1142	1121	1057	954	1055	-25.1%
无卤板	739	1241	1369	1428	1467	1533	1149	1297	4.5%
特殊基板	939	1267	1375	1336	1424	1629	2072	2255	78.0%
其它	91	166	130	26	45	39	-	-	-
合计	6823	9711	9990	9552	9486	9876	9376	10123	1.7%

资料来源：Prismark、安信证券研究中心

随着下游需求的复杂化，特种复合基材及特殊覆铜板（一般指特殊绝缘树脂材料）的需求占比将大幅提高，同时该类产品门槛更高、厂商更集中，整体毛利率高于传统产品。特殊覆铜板主要是高速、高频板和封装基板。一般来说材料厂商的产品体系多按照树脂填充材料来分类，目前特殊板主要包括 BT/环氧玻纤布板、改性 FR-4（降低 CTE 和 Dk/Df）、PPO 改性环

氧板、类 BT 板、碳氢化合物板、PTFE 板、PI 玻纤布板等。特殊覆铜板应用领域包括 IC 载板、高速数字电路、无线射频 (RF Wireless)、空间科学领域。其中，碳氢化合物性价比较高，加工相对容易，目前较多用在非毫米波段的**通信射频设备**中；PTFE 材料在超高频段的厘米波或毫米波段性能最好，但价格昂贵、机加工性能差，目前较多用在**毫米波雷达**中。而 PPE/PPO 等材料耐热性能好，热膨胀系数低，价格适中，更多被用在大型路由器、IDC 和通信**高速电路**中。

目前，特殊材料领域领先厂商包括日本厂商三菱瓦斯、Panasonic、Hitachi Chemical (日立化成)，美国厂商罗杰斯、Isola、泰康利，韩国厂商斗山以及台湾厂商联茂、台光、台耀等。目前国内高技术、高附加值 CCL 品种稀缺，例如高性能特殊树脂、高频高速、高散热、高 Tg、低损耗型板材。

表 17：全球主要特殊覆铜板公司的特殊材料板材型号

公司名称	基板材料型号
三菱瓦斯	CCL-HL832 系列、CCL-HL830 系列、CCL-HL820 系列、CCL-EL190T 系列、CCL-EL230T
日立化成	MCL-LW-900G、MCL-E-679FG、MCL-E-679GT、MCL-E-700G (R)、MCL-E-800G、MCL-E-705G、MCL-FX-35、MCL-LX-67Y、MCL-LX-67F、MCL-LZ-71G、MCL-HE-679G、MCL-FX-2、MCL-HE-679G(S)
罗杰斯	RO3000 系列、RO4000 系列、RT/duroid®6002,6202,6006,6010; RT/duroid® 6035HTC; RT/duroid® 5870/5880/5880LZ
Isola	G200、FR-406N、P26N、I-Speed....
Electrochemical Park	N4000-12、N4000-12 SI、N4000-13、N4000-13 SI、N4350-13 RF、N4380-13 RF、N5000、N5000-30&32、N7000-1、N7000-2HT/-3、N7000-2 V0、N8000、N8000Q、N9000-13RF、NH9000、NX9000、NY9000
松下电工	MEGTRON 7、MEGTRON 4、MEGTRON 6、MEGTRON 2、R-5775(N)R-1515U、R-1515E、R-1515B、R-1515W
雅龙	33N、35N、85N、TC600、TC350、AD1000、25N、25FK
斗山电子	DS-7409H、DS-7409HF、DS-7409HF(R)、DS-7409HG、DS-7409HG(N)、DS-7409HG(S)、DS-7409HG(L)、DS-7409D 系列
TACONIC (泰康利)	TLA、TLE、TLC、TLP、TLT、TLX、TLYRF-35TC、RF-35-A2、RF-35、RF-301、RF-30、TLF、TRF-41,43,45;
南亚塑胶	高频板 NPLD、NPLDII 载板 NP-180(F)、NPG-180、NP-200(F)、NPG-200;
生益科技	S7439/S7045G

资料来源：中国电子协会、安信证券研究中心

3.2. 中国覆铜板市场：5G 带来的高端国产化机遇，从周期走向成长

中国大陆已经成为全球最大的覆铜板生产地，中国覆铜板产值的全球占有率达到 65%，但产能较多停留在低阶领域。中国大陆已经成为全球最大的覆铜板生产基地。根据 Prismark 统计，2011~2016 年全球覆铜板产值从 95 亿美元上升至 101 亿美元，中国覆铜板产值占比从 59%提高至 65%。而在 2011~2016 年，全球 PCB 产值（覆铜板下游）从 554 亿美元略降至 542 亿美元，但中国 PCB 产值占比从 39.8%提高至 50.0%。预计到 2021 年，中国 PCB 产值达到 321 亿美元，年均复合增长率达到 3.12%。

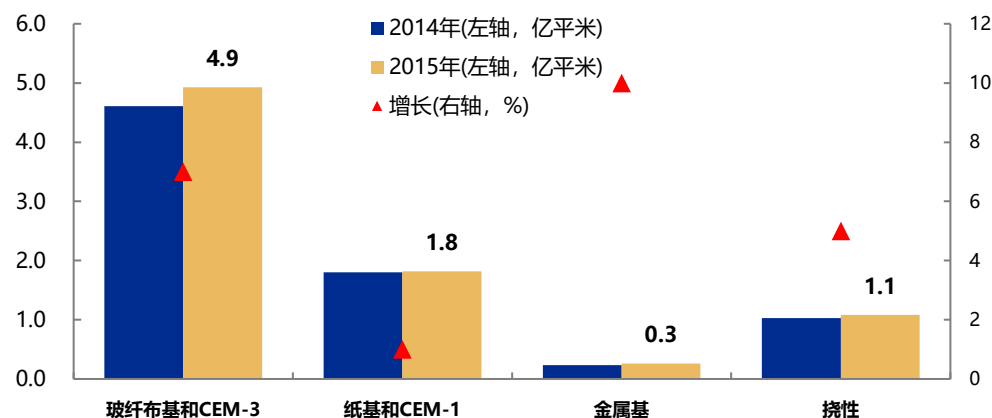
在我国 PCB 产品中，FR-4 和简单的复合材料产品占绝大部分为主，高端产品较少。根据 2014 年的结构分析（下表），中国使用环氧树脂覆铜板（FR-4）的多层 PCB 板的总产值已经占全球的 60.2%，使用 CEM-3 覆铜板的 PCB 板占全球 55.4%，但 IC 载板只占全球 9.9%。

表 18：2014 年各国在不同基材 PCB 的产值（单位：百万美元）

	纸基板 CEM-1	CEM-3	FR-4 单双面板	FR-4 多层板	非环氧板	HDI 板	IC 载板	挠性板	合计
北美	45	13	335	1773	365	183	11	353	3078
欧洲	134.7	18	574	988	186	274	0	423	2598
中国大陆	810	560	3650	13900	350	4300	750	3880	28200
中国台湾	100	80	540	1880	40	1320	2420	1470	7850
韩国	150	60	350	1975	70	1320	2285	1387	7597
日本	120	240	640	1530	110	905	1830	555	5930
印度	69	0	110	85	3	0	0	13	280
印度尼西亚	60	3	5	0	0	0	0	0	68
马来西亚	118	5	50	15	0	220	0	110	518
菲律宾	20	1	24	55	0	0	280	65	445
新加坡	0	0	20	150	45	20	5	160	400
泰国	60	30	310	607	0	52	0	1150	2209
越南	13	0	12	78	2	180	0	608	893
亚洲其他	0	0	7	8	0	0	0	3	18
全球其他	5	1	56	36	2	1	0	38	139
全球合计	1704.7	1011	6683	23080	1173	8775	7581	10215	60223
中国占全球	47.5%	55.4%	54.6%	60.2%	29.8%	49.0%	9.9%	38.0%	46.8%

资料来源：中原捷雄博士在 TPCA 展览会发表的公开报告、安信证券研究中心

根据 2016 年《中国信息产业年鉴》数据（下图），2015 年中国大陆的玻纤布基材及 CEM-3 总产能达到 4.9 亿平方米，纸基、金属基和挠性板的总产能分别为 1.8 亿、0.3 亿和 1.1 亿平方米（含半固化片），合计总产能达到 8.1 亿平方米。

图 28：2014~2015 年中国大陆各类基材覆铜板的总产能


资料来源：2016 年《中国信息产业年鉴》、安信证券研究中心

备注：该产能包含半固化片

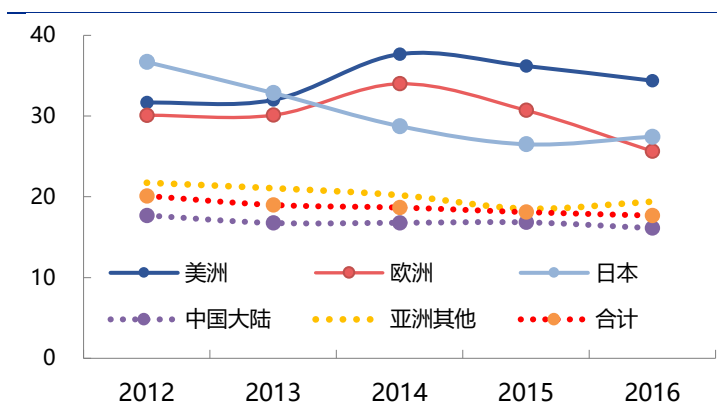
通信及 IDC 高频高速板材技术研发能力及专利仍掌握在美国和日本等企业手中。根据 Prismark 口径，2016 年中国覆铜板产量达到 4.06 亿平方米，已经高于其它几个发达国家之和，但是平均单价只有 16.1 元/平方米，远低于日本、美国、欧洲的 27.4 元、34.4 元和 25.6 元。因为，中国大陆的产能都主要集中在传统 FR-4 和部分改性 FR-4 等品类，而日、美、欧已经逐步退出传统低阶 FR-4 板材生产领域，转向专注于复合、特殊基材等小而精的细分领域。尤其在通信设备领域，高频高速覆铜板技术和配方仍掌握在美国和日本等企业手中。

表 19：覆铜板生产企业分类情况

市场定位	特点	代表企业
尖端产品	具有行业内最高的技术水平，拥有大量技术储备；具有前瞻性并能够引导行业发展方向	罗杰斯、依索拉、松下电工、日本三菱
中端产品	具有较高的技术水平，能够快速模仿尖端产品、替代进口	建滔化工、生益科技、金安国际
基础产品	面向基础产品市场，并通过独特的配方优势，逐步占据中端市场份额	金安国际、建滔化工

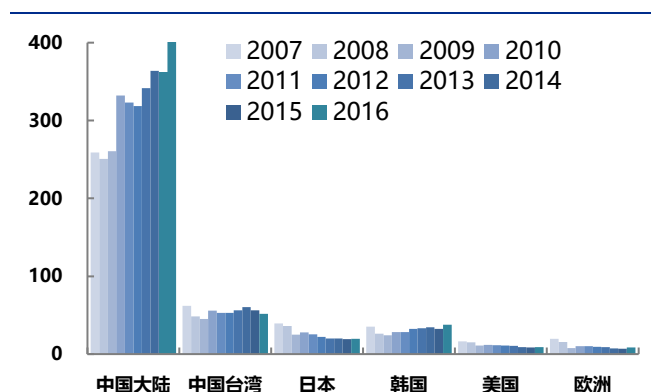
资料来源：金安国际招股说明书、安信证券研究中心

图 29：中国覆铜板平均单价远低于全球其他国家（美元/平方米）



资料来源：Prismark、安信证券研究中心

图 30：全球主要国家覆铜板产量（百万平方米）

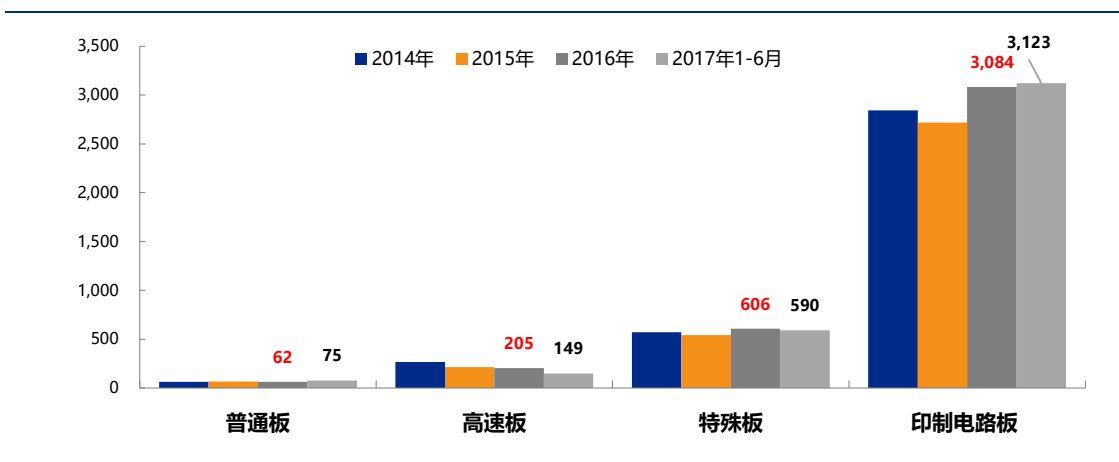


资料来源：公司公告、安信证券研究中心

PCB 行业的周期与成长属性。PCB 已经有近百年的历史，下游应用领域纷繁复杂，不同的应用领域从原材料到 PCB 成品都是分割的市场。具有成长性的新兴领域对覆铜板需求有三大趋势（见上文），传统的 FR-4 和简单的复合基材已经不敷使用。而传统覆铜板能用的领域已经进入饱和，处于存量博弈的状态，不断提升集中度是一大趋势。

高端产品受原料周期影响较少，充分受益于下游应用的成长。一般各家覆铜板对特定客户的销售价格并不公开，我们引用国内 PCB 龙头深南电路招股说明书中的采购数据，发现成熟产品 FR-4 采购价格最低，每平方米价格不足百元，但经过聚苯醚树脂改性的 FR-4 价格高了一倍，而深南采购聚四氟乙烯（PTFE）和聚酰亚胺（PI）等特殊板材的平均价格高达 600 元/平方米。**高端材料由于附加值高得多，原材料成本在收入中占比很小，受原材料价格周期性的影响可以忽略。**同时，高端覆铜板对应下游均是处于高速发展期的成长型行业，对价格相对并不敏感。同时，下游市场规模的成长将首先由中高端覆铜板厂商分享，因此弹性也最大。

图 31：深南电路 PCB 产品和各类覆铜板（采购）的平均单价（元/平方米）



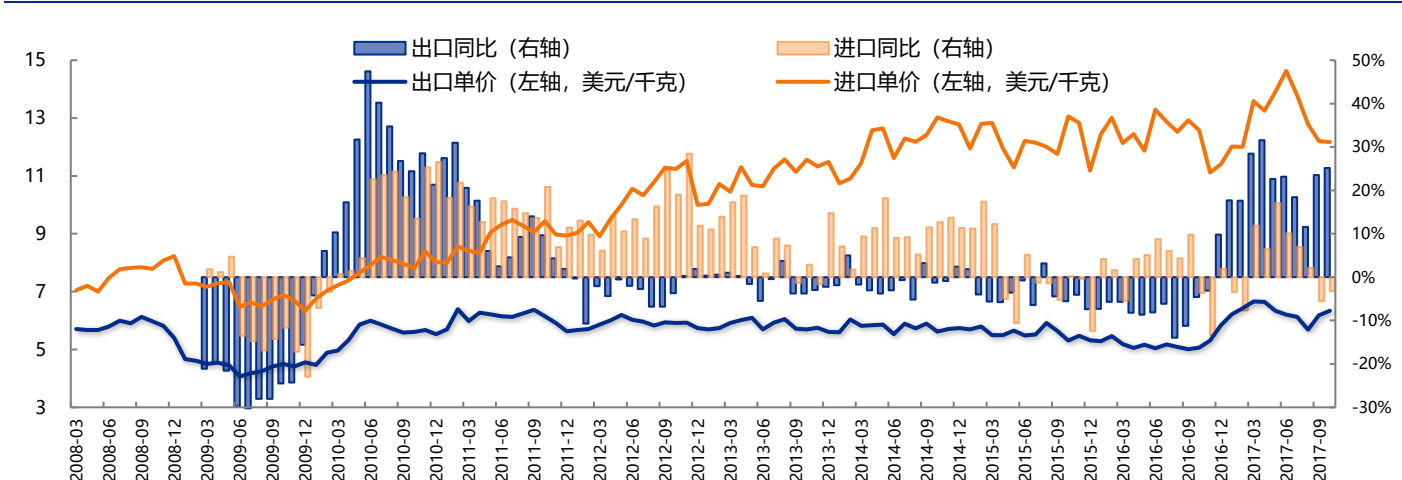
资料来源：深南电路招股说明书、安信证券研究中心

备注：普通板指 FR-4 覆铜板等；高速板主要指改性 FR-4（在主体环氧树脂的基础上改性或加入 PP0/PPE 等）覆铜板等；特殊板主要指聚四氟乙烯（PTFE）覆铜板、BT 树脂基覆铜板及聚酰亚胺（PI）覆铜板等。

因为传统覆铜板已经基本完成了从西方到我国的产业转移，我们以进口产品和出口产品来代表“高端”和“中低端”的覆铜板产品。根据海关总署统计的覆铜板进出口数据，从 2011 年开始，我国进口覆铜板产品与出口产品的价格差距逐步拉大，主要由于发达国家中低端覆铜板产能逐步向中国大陆转移，外资产品逐步走向高端化。同时，我们也可以从图中看到，在产能过剩、传统覆铜板价格周期性下滑的阶段，高端覆铜板基本不受影响，继续维持稳步上升的趋势。

2016 年下半年后，传统产品近年进入了景气周期。由于电解铜箔供应不足，国产覆铜板开始出现提价潮，出口产品均价的月同比增速持续在 10% 以上，但是进口高端产品涨价的绝对值更大，国内产品与高端产品（依赖进口的产品）的差距仍在拉大。进入 5G 时代，随着生益科技等国内覆铜板龙头的崛起，预计中高端覆铜板将逐步实现进口替代，有利于增加上游的供应能力，降低高频覆铜板对外资巨头的依赖。

图 32：海关总署统计的覆铜板进出口价格及增速



资料来源：海关总署、安信证券研究中心

3.3. 传统覆铜板：涨价基础仍然未变，周期性景气周期持续

在改革开放前，国营 704 厂、北京/西安绝缘材料厂担负起了 FR-4 覆铜板的自主研发和量产的任务，以供应我国计划内的电子工业体系。1985 年，香港爱国企业家唐翔千先生联合广东省对外贸易总公司、东莞电子公司成立了我国第一家覆铜板中外合资企业——东莞生益敷铜板有限公司。1987 年公司第一条由美国引进的 FR-4 产线建成投产，此后，生益科技就成为了国内 FR-4 生产厂的“龙头老大”；在 2004 年后，生益科技市场占有率逐步超越日本、美国的龙头厂商了；2013 年开始，生益科技稳居全球覆铜板行业 TOP 2，收入与第一位建滔化工的差距逐年缩小。

FR-4 等传统产品国产替代已经进入尾声，龙头厂商市占率提升是大趋势。目前，中国 FR-4 材料 PCB 的产值占全球 60% 左右。目前国内的覆铜板龙头厂商，无论是建滔、南亚塑胶还是生益科技，主要产品仍是以传统的 FR-4 产品和简单的复合材料 CEM-1 和 CEM-3 为主。作为中国前两大龙头，生益科技与建滔战略各有不同。

- ✓ **生益科技**专注于技术领先战略，不向上下游延伸。目前公司已经掌握了改性 FR-4 的技术，逐步开发出了双氰胺固化、无铅兼容、无卤无铅兼容等多个向高端化延伸的品种，传统主业毛利率较高。
- ✓ **建滔化工、南亚塑胶**等专注于成本领先战略，走集团化/规模化路线，注重全产业链布局。建滔化工、南亚塑胶本身也是上游铜箔、环氧树脂的龙头厂商，下游具有 PCB 产能，相对而言注重全产业链的规模效应，产品量大毛利低，客户需求偏低端。

表 20：2007~2016 年全球刚性覆铜板公司排名（单位：百万美元）

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	建滔化工 (1200)	建滔化工 (1125)	建滔化工 (995)	建滔化工 (1385)	建滔化工 (1420)	建滔化工 (1300)	建滔化工 (1345)	建滔化工 (1330)	建滔化工 (1345)	建滔化工 (1411)
2	南亚塑胶 (1125)	南亚塑胶 (1050)	南亚塑胶 (836)	南亚塑胶 (1287)	南亚塑胶 (1216)	南亚塑胶 (993)	生益科技 (989)	生益科技 (1087)	生益科技 (1087)	生益科技 (1183)
3	松下电工 (772)	松下电工 (793)	松下电工 (610)	松下电工 (808)	生益科技 (942)	生益科技 (923)	南亚塑胶 (960)	南亚塑胶 (1073)	南亚塑胶 (976)	南亚塑胶 (1127)
4	Isola (700)	生益科技 (665)	生益科技 (580)	生益科技 (780)	松下电工 (840)	松下电工 (809)	松下电工 (784)	松下电工 (803)	松下电工 (734)	松下电工 (823)
5	生益科技 (620)	Isola (610)	斗山电子 (473)	Isola (635)	联茂电子 (663)	联茂电子 (576)	联茂电子 (591)	联茂电子 (651)	台光电子 (633)	联茂电子 (523)
6	斗山电子 (409)	联茂电子 (353)	Isola (430)	联茂电子 (615)	Isola (617)	Isola (566)	台光电子 (543)	台光电子 (630)	Isola (522.7)	金安国纪 (464)
7	联茂电子 (391)	斗山电子 (360)	联茂电子 (353)	斗山电子 (455)	台光电子 (477)	台光电子 (508)	Isola (540)	Isola (523)	斗山电子 (417)	斗山电子 (433)
8	台光电子 (255)	台光电子 (265)	台光电子 (272)	台光电子 (390)	斗山电子 (473)	斗山电子 (455)	斗山电子 (435)	斗山电子 (433)	金安国纪 (323)	Isola (382)

资料来源：Prismark、安信证券研究中心

3.3.1. 传统 FR-4 覆铜板：上游铜箔、树脂、基材成本占比大，行业周期属性明显

1934 年，德国工程师 Schlack 首次通过双酚 A 和环氧氯丙烷合成了环氧树脂。上世纪 50 年代，使用环氧树脂作为绝缘材料的玻纤布基覆铜板（FR-4）产品已经出现。目前，FR-4 产业已经不再是朝阳行业，其下游市场（应用场景）分散且饱和，需求弹性低。同时，行业原材料成本占比大、毛利率低，因此传统 FR-4 产品有随着原料供需变化而波动的周期属性。目前，环氧树脂是电子电气产业需求量最大的原材料之一，而 PCB 产业链的用量约占中国大陆环氧树脂总需求量的 1/5。

覆铜板行业上游原材料主要包括铜箔、玻璃纤维布、树脂等。其中，铜箔成本占原材料成本较大比例。根据龙头企业生益科技的财报资料：从 2014 年~2017 年中 4 个报告期内，公

司原材料成本中**铜箔**的占比分别为 33.9%、28.3%、32.0%和 42.9%，主要由于铜箔自 2016 年中后大幅涨价。截至 2017 年，公司铜箔、树脂和玻纤布在营业成本中占比为 42.9%、19.0%、16.1%，人工成本+制造费用占比不到 20%。而公司近 3 年的毛利率的中枢在 15%上下，因此 FR-4 产品的业绩受原料周期影响较大。

表 21：生益科技营业成本分拆表，铜箔占比持续提高（亿元）

原材料项目	2017 年		2016 年度		2015 年度		2014 年度	
	金额	占比	金额	占比	金额	占比	金额	占比
铜箔	15.94	42.9%	21.58	32.0%	17.44	28.3%	20.70	33.9%
玻纤布	7.06	19.0%	10.37	15.4%	9.05	14.7%	10.28	16.8%
树脂	5.99	16.1%	15.86	23.5%	13.11	21.3%	14.69	24.0%
其他原材料	0.97	2.6%	4.32	6.4%	7.73	12.5%	2.99	4.9%
人工成本	1.59	4.29%	3.26	4.82%	3.32	5.39%	2.87	4.70%
制造费用	5.56	14.97%	12.10	17.93%	10.99	17.82%	9.57	15.66%
合计	37.11	100%	67.49	100%	61.63	100%	61.11	100%

资料来源：公司公告、安信证券研究中心

自 2008 年金融危机开始，PCB 用铜箔需求一蹶不振。同时，“四万亿”后冶炼行业普遍产能过剩，铜箔行业上游铜价因此持续下跌，铜价从 2010 年的 7.4 万/吨下降到 2015 年的 3.3 万元/吨。铜箔价格出现了长达数年的单边下跌，本轮周期杀伤力过大，铜箔厂商因此丧失了以往存货调节的机制（成本锁定）。到了 2015 年，部分铜箔厂商已经无法支撑，被迫关厂或减产。2015 年的供给侧改革加速了铜箔行业产能退出的过程，覆铜板用铜箔开始出现短缺。

另外，2015 年新能源汽车大幅放量，锂电池需求量大增带来行业内对锂电铜箔的新需求，我国电子铜箔产销品种结构也因此发生了变化。锂电铜箔加工工艺相对简单，加工费用较低，且当时利润较高。因此，部分企业将原有的电子电路铜箔生产线改造成锂电池铜箔生产线。

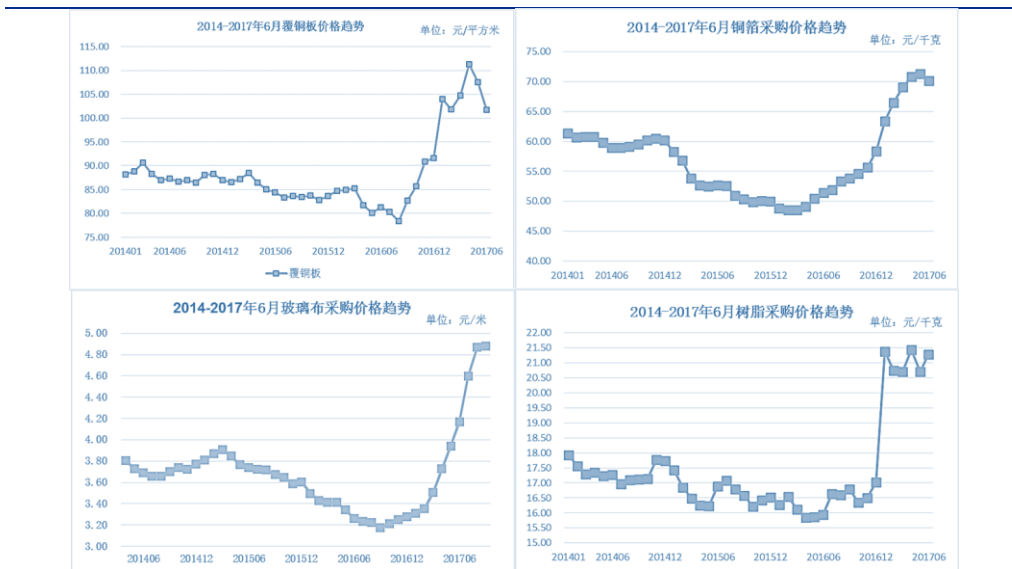
➤ 在 2017 年 5 月 27 日“GPCA 二届一次”会议上，行业人士指出：铜箔的缺货其实始于 2012~2014 年之间，我们调查了 28 家公司的产能，在 2015 年以前合计产能约 50.4 万吨。早在 2012 年左右，日本公司逐渐退出 FR-4 用铜箔的生产，转而生产软板用的电解铜箔、高频材用、高速材用铜箔以及封装用铜箔。

日本三井、日矿、古河转、停产合计减少 9.9 万吨 FR-4 的供应，2015 年韩国、日本、台湾、中国铜箔企业转锂电池用铜箔，减少了 5.8 万吨 FR-4 产能。以上转产、转动力箔、关闭、出售四个因素，致使每年有约 15.7 万吨的供应量退出了 FR-4 的供应链，约占此次调整前原总供应量的 31%左右！（来源：GPCA 大会《覆铜板行业供给侧改革带来的警示和思考及后期供应量和价格走势的推测》）

覆铜板的原材料铜箔、树脂及玻纤布基材等属于化工、冶炼行业，近期受到供给侧改革、环保关停/限产的影响较大。覆铜板的价格对原材料供应周期的敏感度高，历史上玻纤布及铜箔涨价均会带来一轮覆铜板的涨价潮。

2016 年以后，环保政策趋严，关停和逼迁持续，供给进一步紧缩。受到铜箔涨价及环保督察的影响，覆铜板价格紧跟铜箔产品价格上涨。自 2016 年底开始，国内外各大覆铜板厂商陆续开始提价。其中，覆铜板龙头建滔积层板在 2016 年一年内先后涨价 6 次；2017 年，涨价潮持续，7 月份以来，已经有数家产业链企业（如山东金宝、建滔积层板等）再次上调其铜箔和覆铜板价格。

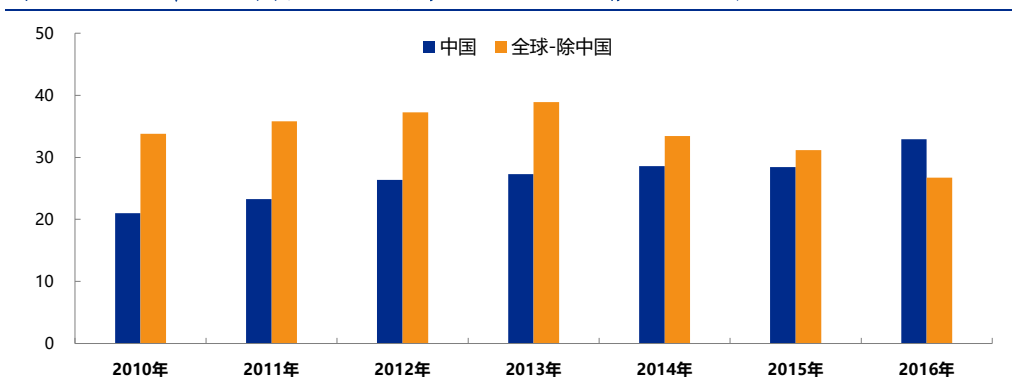
图 33：主要 4 类原材料的价格



资料来源：生益科技、安信证券研究中心

铜箔相对紧缺持续，覆铜板厂商没有降价动力。铜箔因设备购买、厂房建设等原因，扩产周期较长，通常为 1~1.5 年甚至更长。根据产业调研及各厂扩产计划，我们预计在 2018 年末至 2019 年上半年会有约 2.6~3.3 万吨的增量供应，其中约有 70%~80% 左右是锂电箔。供需关系将会逐渐稳定，但 FR-4 用铜箔供货紧张局面仍难缓解。我们预计，未来两年国内覆铜板行业对铜箔需求的年增长率约为 15%，即铜箔需求量以 2 万吨/年的规模增加，涨价的压力仍在。如考虑下游 PCB 企业囤货等因素，覆铜板价格将仍会维持在一个较高的水平。

图 34：2013 年后全球其他地区铜箔产能收缩明显（产能-万吨）



资料来源：电子铜箔协会（CCFA）、安信证券研究中心

3.3.2. 环保趋严+供给侧改革，行业门槛提高，优胜劣汰加速

PCB 及其上游覆铜板、铜箔在生产过程中使用了大量酸碱盐、有机物及大量重金属（主要为铜），有多种废水产生（清洗废水、油墨废水、络合废水等废水），废水中成分复杂、处理成本高。

早在 2006 年 7 月，欧盟实施报废电器环保“两指令”（RoHS, WEEE），对电子产品板材废料回收及生产国污染处理提出全新要求。“两指令”在全球范围内产生了重大影响。发达国家 CCL 无铅制程专用、无卤化等特性的环保型覆铜板得到迅速发展，中国覆铜板企业出口也必须符合 RoHS 环保指令要求，促进了行业优胜劣汰。

表 22：电子产品环保要求逐步提高

地区	政策	内容
欧盟	《关于在电子电气设备中限制使用某些有害物质指令》(RoHS)、《报废电子电气设备指令》(WEEE)、《化学品注册、评估、许可和限制》(REACH)	2005 年 8 月 13 日起，欧盟市场上流通的电子电气设备的生产商必须在法律上承担起支付报废产品回收费用的责任，同时欧盟各成员国也有义务制定自己的电子电气产品回收计划。
欧盟	RoHS2.0	RoHS2.0 正式取代老版 RoHS 指令 (2002/95/EC)，扩展了指令管控范围，将电子电气产品的 RoHS 符合性纳入 CE 标识要求，生产者在张贴 CE 标识时应确保产品符合 RoHS 并准备相应的声明和技术文档。
欧盟	REACH 法规	该法规涉及约 3 万种在欧盟生产或销售的化学品及其配制品进行预防性管理的一项深化管理。
中国	《电子信息产品污染防治管理办法》(中国 RoHS)	依据《清洁生产促进法》、《固体废物防治法》等法律、法规规定的电子产品定证工艺要求的前提下，应当选择无毒、无害或低毒、低害、易于降解和便于回收利用的方案。
中国	《清洁生产标准-印刷电路板制造业》	为印刷电路板制造业开展清洁生产提供技术支持和导向，制订了标准。
中国	《中华人民共和国水污染防治法》	建设项目的污染防治设施未建成，未经验收或者验收不合格，主体工程即投入生产或者使用的，由县级以上人民政府环境保护主管部门责令停止生产或者使用，直至验收合格。

资料来源：政策文件原文中总结、安信证券研究中心

工业环保制度趋严，中央“环保督察”常态化将是大趋势。工业环保新趋势从制作过程（增加程序）、用料要求（更环保、少污染）、产品的回收等方面增加了覆铜板企业的固定资产投资和费用支出，行业门槛提高。中小型板厂更容易受关停、限产影响。

中国是少数几个近十几年来 PCB 及覆铜板行业持续成长的经济体。随着工业环保制度趋严，内资覆铜板企业及外资的中国合资厂将会逐步向环保更宽松、人力成本更低的东南亚和印度等地方转移，国内中小作坊也将被逐步淘汰。**同时，中国沿海地区劳动力成本、环保要求开始向发达国家趋同，PCB 产业链逐步从长三角、珠三角等电子科技发达地区向内地产业条件较好的省市转移，尤其是湖南、湖北、江西、重庆等经济产业带，PCB 产业链上游向中西部地区设厂将成为大趋势。**

表 23：2016~2017 年部分覆铜板厂商调价情况

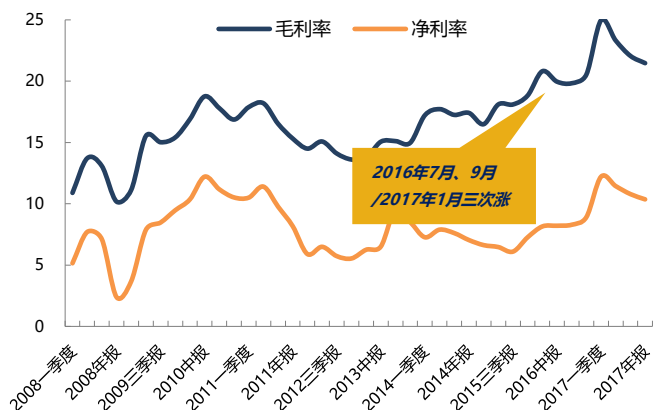
月份	日期	板厂	涨价信息
2016 年			
3 月	3 月 7 日	建滔积层板	CCL+5 元, 涨幅 5%
	7 月 1 日	联茂	CCL+6%, PP+3%
7 月	7 月 27 日	金安国纪	G20 期间暂停供货
	7 月 28 日	生益科技	CCL+8%, PP+5%
	7 月 29 日	建滔积层板	覆铜板提价 10%, PP 提价
	中旬	南亚、联茂、台光电	覆铜板提价 5%~10%不等
8 月	8 月 12 日	长春	铜面积层板+8%
	8 月 16 日	江铜	铜箔涨价 3~4 元/KG
	8 月 18 日	龙兴电子	覆铜板+5%
	8 月 29 日	建滔积层板	铜箔统一调价为 80 元/KG
	9 月 1 日	长春	覆铜板涨价 8%
9 月	9 月 1 日	江西航宇	覆铜板涨价 5 元
	9 月 15 日	建滔积层板	覆铜板每张提价 20~50 元不等
	9 月 23 日	中信华集团/珠海沃德	PCB 每平米涨价 10 元
	9 月 26 日	生益科技、建滔、联茂	覆铜板提价 5%~10%，半固片+5%
	11 日-12 日	福建利豪、江门富得利、9 月涨价的基础上进一步调	
	18 日	建滔积层板	对所有厚度板料加价
10 月	19 日	南亚	板料+10%，PP+5%
	19 日	金安国纪	所有产品涨价 5%
	20 日	山东金宝	覆铜板+5 元
	11 月 10 日	建滔积层板	板料+10%，PP+10%
	12 月 8 日	建滔积层板	FR-10 板材加价 10%
11 月	9 日	忠信基层板	纸板材加价 10%
	9 日	诺德新材料	所有产品加价 10%
	9 日	梅州威利邦	HB 板涨价 5 元, 22F 和
	9 日	重庆德凯实业	FR-4 覆铜板涨价 10%
	12 日	梅州威利邦	所有板材再次加价 5 元/张
2017 年			
1 月	1 月 1 日	生益科技	FR-4 提价 8%~15%，CEM-1/CEM-3 提升 8%~10%及 5%~8%，粘结片提升
	1 月 9 日	建滔积层板	FR-4, CEM-3 提价 10%~15%，CEM-1、22F 上调 8%，VO、HB（纸板）上调 10%
	7 月 5 日	山东金宝股份	铜箔上调 1000 元/吨
7 月	7 月 7 日	建滔积层板	纸板上调单价 10 元/张
	7 月 10 日	江阴明康绝缘玻纤	各种规格覆铜板上调 5 元/张
	7 月 10 日	梅州威利邦	各种规格覆铜板上调 5 元/张，铜箔上调 2000 元/吨
	7 月 10 日	江苏星源航天材料	减少接单，上调 XPC/FR13 元
	7 月 26 日	建滔积层板	板料+10 元/张，PP（半固化片）+10%
8 月	8 月 31 日	建滔积层板	12、15、18、22、25、35、50、70、105 微米产品全部上调价格
	9 月 6 日	建滔积层板	板料 HB/VO/22F/CEM1 加价 10 元，FR-4/CEM3 加价 20 元
9 月	9 月 14 日	建滔积层板	所有板料+HKD20、PP+200/卷
	9 月 30 日	建滔积层板	HB/VO 涨 10 元，22F/CEM1+20RMB、FR3+30RMB
12 月	12 月 8 日	建滔	HB/VO 板料（所有厚度）加价幅度 RMB10/HKD10，CEM-1、22F：每张板加 10 元；FR-4：每张板上涨 15 元；FR-1/HB：每张板上涨 6 元
	12 月 8 日	明康	覆铜板涨价 5 元
	12 月 8 日	福建利豪	每张上涨 5 元，22F、CEM-1 每张上涨 8 元
	12 月 8 日	梅州威利邦	覆铜板产品出货价格再次上调 8 元/张
	12 月 8 日	莱州鹏州	所有型号覆铜板在原价格基础上每张上调 10 元
	12 月 8 日	茂祥	所有覆铜板产品出货价格再次上调 6 元/张
	12 月 8 日		
2018 年			
1 月	1 月 1 日	重庆国际复合材料	对所有玻璃纤维粗纱产品价格上调 5%
	1 月 1 日	泰山玻纤	自 12 月 1 日起对所有玻纤产品价格上调 200~500 元/吨
	1 月 1 日	中国巨石	对玻纤所有产品销售价格上调 6%以上，有效期至 2018 年 3 月 31 日
	1 月 1 日	威远内华科工	所有玻纤产品价格上调 200~400 元/吨
	1 月 1 日	山东玻纤	玻纤价格在原有价格基础上上调 6%
	1 月 5 日	建滔	所有厚度的板料加价幅度为：+HKD10 元/张，+RMB10 元/张，PP（半固化片）+200 元/卷（150m）

资料来源：根据各大覆铜板厂商发布信息总结、安信证券研究中心

3.3.3. 覆铜板集中度高于下游，覆铜板涨价并非简单的成本传导

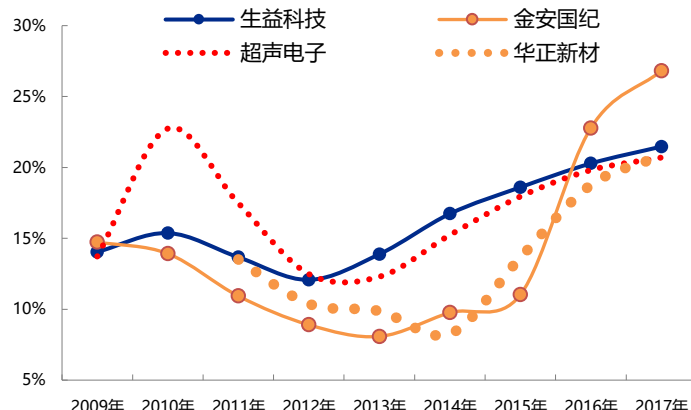
覆铜板龙头掌握定价权, 历次原材料涨价均带来盈利能力提升。覆铜板从 2016 年年中到 2017 年底已经有多轮调价, 厂商每轮报价上涨 8%~10%左右, 这让覆铜板的毛利率提高 5 到 8 个百分点。受行业涨价驱动, 包括建滔积层板、金安国纪在内的主要公司覆铜板业务毛利率均明显上升, 生益科技 2017Q1 的毛利率一度接近 25%, 创下近几年的新高。

图 35：生益科技 2012 年后毛利率逐年提高（%）



资料来源：公司公告、安信证券研究中心

图 36：国内主要覆铜板企业毛利率随原材料提价而上升

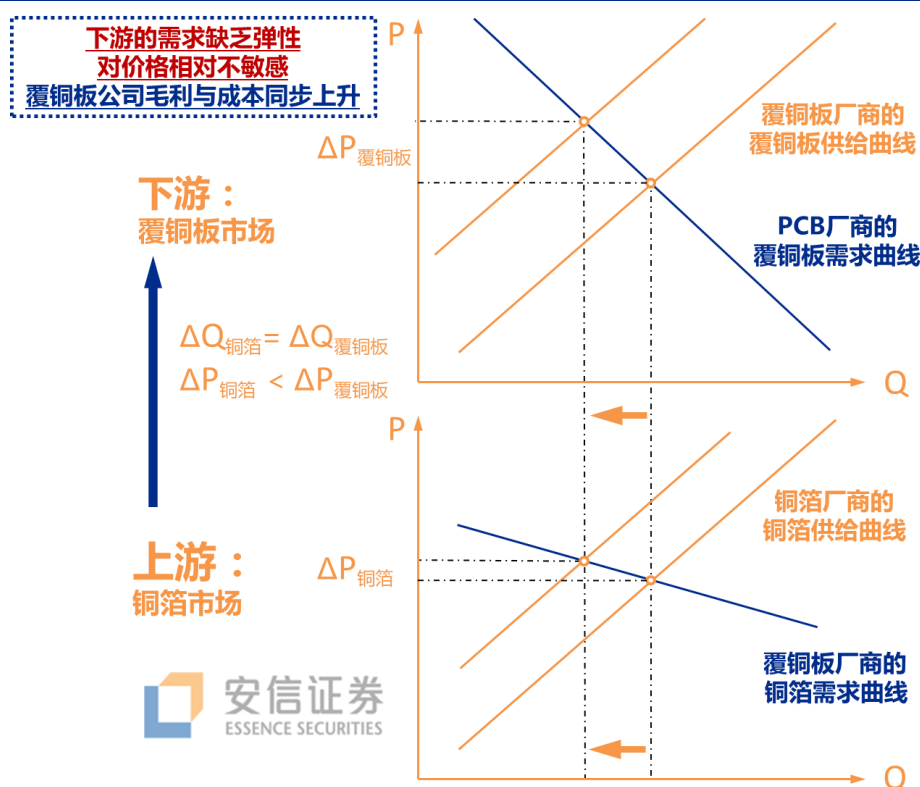


资料来源：公司公告、安信证券研究中心

价格是行业供需调整的信号，并非简单的成本传导。覆铜板涨价的开端来自于近年铜箔的紧缺，原料不足限制了覆铜板行业的产能扩张（特别是中小板厂）。建滔、生益科技、南亚塑胶等覆铜板生产商的提价成为行业信号，带动中小厂商跟随。在 2015 年后的涨价周期中，客观上的确是提价转嫁了成本，但覆铜板行业盈利能力与成本同步上升，核心原因是覆铜板涨价幅度超过了上游原材料涨价幅度。我们总结有两方面原因：

- 1、龙头企业下游需求的价格弹性小于上游，供给是同步紧缩的，但涨价幅度却不一样。覆铜板厂商报表上毛利与成本同步上升。以 FR-4 覆铜板龙头生益科技为例，1) 在原材料涨价周期，公司成本的上涨幅度小于产品价格的上涨幅度。公司刚性覆铜板业务 2017 年 1~6 月度公司覆铜板产品较上年提价 25.32%，但单位成本仅增加 22.45%，毛利率较 2016 年上升 1.80 个百分点。2) 而在上一轮原材料降价周期，覆铜板单位成本下降幅度大于产品售价下降幅度。生益科技刚性覆铜板业务 2015 年度的毛利率较 2014 年度上升 2.12 个百分点，主要由于 2015 年度公司产能扩大，同时主要原材料供应扩张，价格下降。为了抢占市场份额，公司产品平均降价 3.64%；而主要原材料降价使年度刚性覆铜板平均成本下降 6.05%。

图 37: PCB 下游应用分散, 覆铜板的需求对价格缺乏弹性, 覆铜板涨价幅度大于铜箔涨价幅度



资料来源：安信证券研究中心总结

2、覆铜板涨价直接带来企业收入上涨,但无论铜箔还是玻纤布,都只占营业成本的一部分。

所有材料一起涨价的概率不大,人工、制造成本还是相对稳定的。覆铜板成本分散在铜箔、环氧树脂、玻纤布及人工成本上,一般原材料不会同步涨价,但原料短缺会限制覆铜板厂商的产能利用率,造成覆铜板涨价。另外,覆铜板龙头企业有能力根据各类材料的价格预期积极囤货,通过调整存货组合对冲原材料涨价的风险。例如在 2017 年 1 季度,铜箔涨价潮达到高峰,生益科技的一季报毛利率高达 24.97%,主要因为产品涨价了,但前期存货货值仍然较低。按照先进先出的存货计量,成本端暂时没有受到材料上涨的影响。借鉴另一家上市公司金安国纪对覆铜板业务成本的敏感性分析:铜箔、环氧树脂、玻璃纤维布价格每提高 1%,毛利会分别下降 1.80%、1.49%和 1.64%;覆铜板销售单价每提高 1%,毛利会上升 6.46%。目前,覆铜板厂商继续涨价的趋势并没变,但客观地说毛利率很难像 2017 年那样大幅提升,主要是因为按照先进先出的存货计量,目前覆铜板厂商的存货账面成本已经抬升。

表 24: 生益科技毛利率对覆铜板价格上涨的敏感度高于铜箔采购成本上涨

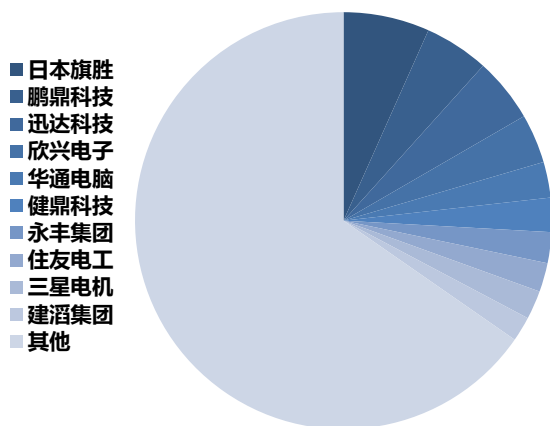
项目	2017 年 1-6 月	2016 年度	2015 年度
毛利率	22.75%	20.95%	18.10%
毛利率增减变动	1.80%	2.85%	2.12%
价格变动因素			
销售均价 (元)	97.51	77.81	78.99
价格变动比例	25.32%	-1.49%	-3.64%
成本变动因素			
单位成本 (元)	75.32	61.51	64.7
成本变动比例	22.45%	-4.93%	-6.05%
单位价格波动使毛利率变动的幅度	19.56%	-1.19%	-2.97%
单位成本变动使毛利率变动的幅度	-17.75%	4.04%	5.09%
刚性覆铜板毛利率较上年变动幅度	1.80%	2.85%	2.12%

资料来源：生益科技公司公告、安信证券研究中心

PCB 对覆铜板的需求之所以缺乏弹性，我们认为有三个因素，短期内的变化不会太大：

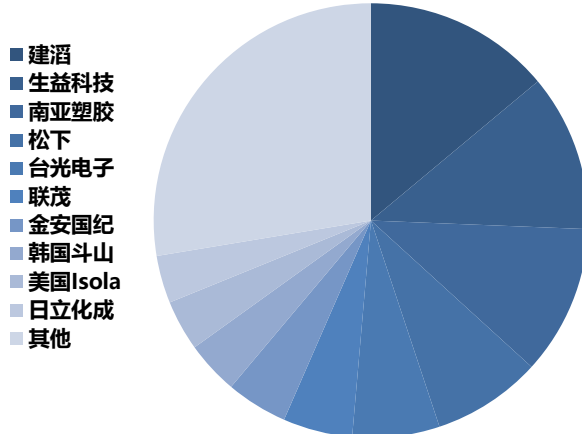
1、覆铜板行业集中度高于下游 PCB 厂商。根据 Prismark 统计，全球前 5 大覆铜板厂商市场占有率达到了 50.1%，前 10 大覆铜板厂商占比达到 73.5%。相比而言，根据 N.T.Information 的统计，全球前五大 PCB 厂商市场占有率仅有 20.84%，全球前十大 PCB 厂商市场占有率为 32.21%。

图 38：2016 年 PCB 龙头的市场占有份额



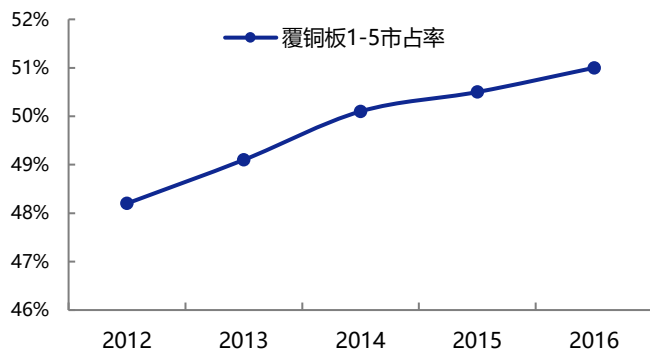
资料来源：Prismark、安信证券研究中心

图 39：2016 年覆铜板龙头的市场占有份额



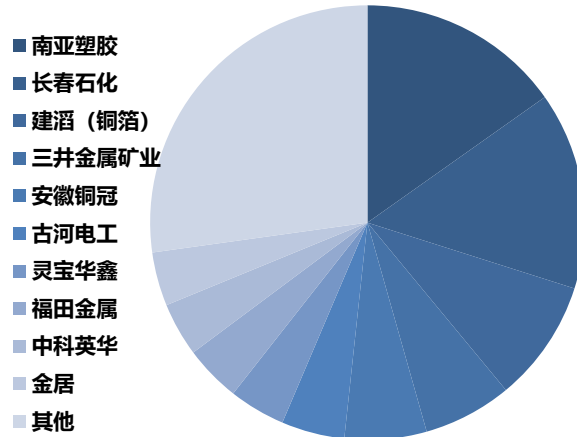
资料来源：Prismark、安信证券研究中心

图 40：覆铜板 TOP 1-5 市占率已经超过了 50%



资料来源：Prismark、安信证券研究中心

图 41：2016 年铜箔龙头的市场占有份额

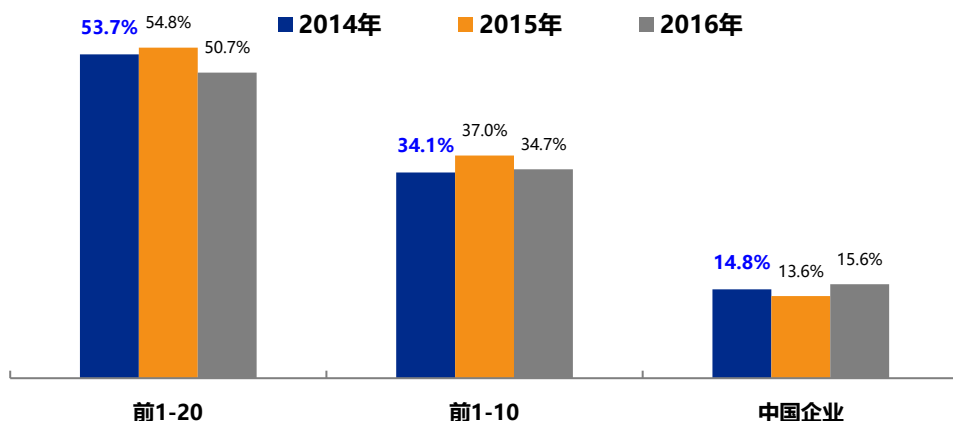


资料来源：Prismark、安信证券研究中心

2、由于近年消费电子品类增加，汽车电子发展迅速。PCB 下游细分的应用范围越来越广。根据 NTI 统计，2016 年前 1~20 名的 PCB 龙头市占率反而下降了，因为有更多专注于细分领域的中小型 PCB 公司加入。

3、中国 PCB 市场独立于全球，大陆覆铜板需求依然强劲。2016 年全球 PCB 市场总产值下滑了 2.02%，其中日本市场下降 8.97%，欧洲市场下降 6.74%，亚洲中日外其它地区下降了 6.86%。中国 PCB 市场逆势上升了 3.45%，基本是全球唯一增长的大区。主要因为发达国家产能进一步向中国转移。中国内资企业在全世界的占有率达到 15.6%，同比增加了 2 个百分点，国内 PCB 厂商对覆铜板的需求强劲且更稳定。

图 42: NTI-100 统计的 PCB 行业集中度, 龙头总份额有所下滑



资料来源: NTI、安信证券研究中心

4. 高频高速 PCB 工艺要求提高, 工艺+材料将瓜分 5G 天线主要附加值

随着 1GHz 以上的电路在民用领域普及, 传统的 FR-4 材料面临很大的挑战, 在 FR-4 的基础上改性的空间不大。因此, PCB 需要根据商业场景的需求引入高频、高速电路专用材料, 以减少电路在一定高的频率下信号的损耗, 同时要在更宽的带宽下保持电气性能的稳定。专为高频、高速电路推出的材料价格贵、附加值高, 因此我们可以称之为“高端”材料。

高频化、高速化的 PCB 需要具备三方面特性: 1、低传输损失; 2、低传输延迟; 3、需要高特性阻抗的精度控制。满足高频应用环境要求的印刷电路板称为高频 PCB。**介电常数 (Dk) 和介电损耗因子 (Df) 是衡量 PCB 和覆铜板高频高速性能的两项主要指标:**

1) 介电常数 (Dk) 越小越稳定, 高频高速性能越优。Dk 的高低影响电磁波通过介质时的相速度, 材料 (介电常数)² 与信号的传送速率 C 成正比。高介电常数往往意味着较大的信号传输延迟。

2) 介质损耗 (Df) 越小越稳定, 高频高速性能越优。Df 越高则电路系统的电能及信号损耗也高。一般而言, 要降低覆铜板的 Dk 和 Df, 主要通过使用特殊的树脂材料、基板材料及铜箔来解决。

对于 IDC 及 BBU 使用的 PCB 板, 一般面积更大、层数多, 除了 Df 和 Dk 外的性能要求包括: 更高的尺寸稳定性 (低 CTE)、高 Tg (高耐热/高温模量保持率), 制作完成后有超严格的厚度公差要求。因此高速信号板会采用较耐热的树脂材料制作, 一般来说 Df 指标对高速电路更重要, 若数字电路传输速率超过 50Gb/S, 要求 PCB 的 Df 不超过 0.0015。

巧妇难为无米之炊, 覆铜板对 PCB 整体性能至关重要。如表 16 所示, 不同的材料可以满足不同应用场景的需求。一般而言, 铜箔、树脂和增强基板材料对覆铜板的电气性能都有影响 (见下表)。

表 25：为满足高频/高速性能而开发的覆铜板材料，可加工性能各有差异

覆铜板的材料	名称	中文	DK (1MHz)	Df (1MHz)	特点
玻纤布	E 玻纤	无碱玻纤	6.6	0.0012	-
	D 玻纤	低介电玻纤	4.1	0.0008	机械加工性差，对钻头磨损大，成本高
	Q 玻纤	低介电玻纤	3.9	0.0002	
	NE 玻纤	新型低介电玻纤	4.4	0.0006	机械加工性差，对钻头磨损大，成本高
	PI	聚酰亚胺	3.8	0.008	吸水性低、耐热性好
树脂体系	BT	双马来酰亚胺/三嗪树脂	2.8~3.5	0.0015~0.003	成型难，韧性差
	CE	氰酸酯	2.7~3.0	0.003~0.005	加工与 FR-4 类似
	PPO	聚苯醚	2.45	0.0007	容易应力开裂
	Hydrocarbon Chemical	碳氢树脂	2.2~2.6	0.001~0.005	加工与 FR-4 类似，耐热
	PTFE	聚四氟乙烯	2.1	0.0004	硬度低、难转孔、难除胶，加工难度远高于 FR-4，需要竭力改善填料的配方实现
铜箔	VLP	超低轮廓铜			微细结晶，超平滑，减少趋肤效应的影响
	LP	低轮廓	-		高精细化高频电路，更好的尺寸稳定性，更高的硬度
	HLP	压延铜			压缩延长的超薄铜箔，最普遍是用在挠性板。高频高速细线化要求提高，压延铜的应用增加

资料来源：安信证券研究中心收集整理

一般来说材料厂商的产品体系多按照树脂来分类，通过树脂改性是主流的方法。目前应用最广、成本较低的为环氧树脂玻纤布覆铜板 (FR-4)，但 FR-4 的 Dk 和 Df 高达 4.2~4.8 以上，难以满足高频应用的需求。为了满足不同设备的特殊需求，各厂商目前已经发展出 PTFE (聚四氟乙烯)、CE (氰酸酯)、PPO (聚苯醚)、BT (双马来酰亚胺/三嗪树脂) 等特殊树脂体系覆铜板，Dk 可以低至 2.0 到 4.1 之间，由此衍生出的覆铜板种类超过 130 种。

表 26：各类填充材料的介电性能对比

树脂	DK (1MHz)	Df (1MHz)	成本 (一般来说)
环氧树脂	3.6	0.025	<div>低</div> <div>↓</div> <div>高</div>
PI	3.8	0.008	
BT	2.8~3.5	0.0015~0.003	
CE	2.7~3.0	0.003~0.005	
PPO	2.45	0.0007	
TPPE	2.5	0.001	
Hydrocarbon Chemical	2.2~2.6	0.001~0.005	
PTFE	2.1	0.0004	

资料来源：安信证券研究中心收集、整理

表 27：各类填充材料指标对比

性能	<div>优</div> <div>→</div> <div>劣</div>						
	PTFE	CE	PPE	BT	PI	EP	改性 EP
介电特性 (ϵ , $\tan\delta$)	PTFE	CE	PPE	BT	PI	EP	改性 EP
信号传输速度	PTFE	CE	PPE	改性 EP	BT	PI	EP
耐金属离子迁移性	BT	PPE	CE	PI	改性 EP	EP	
耐热性	PI	BT	PPE	CE	改性 EP	EP	PTFE
耐湿耐潮	PTFE	PPE	EP 改性、EP		BT	PI	CE
机加工性	EP	改性 EP	BT、PPE		PI	CE	PTFE
成本	EP	EP	PPE	PI	CE	BT	PTFE

资料来源：安信证券研究中心整理、总结

未来随着智能驾驶技术的普及和 5G 进一步向高频延伸，可能大量应用 PTFE 材料。PTFE 价格最昂贵，未来可能应用在毫米波段，目前最常见是用于汽车 ADAS 系统的毫米波雷达，包括常用频段 24GHz（短/中距离）和 77GHz（长距离）。在目前 4G 基站射频中只有一些关键互连件上要用到 PTFE，未来 5G 在毫米频段应用将大幅增加。

PTFE 由于优缺点都十分突出，因此每家企业都有独门配方对其进行改性，例如 PTFE+陶瓷填充。具有 PTFE 生产能力的包括日本（Panasonic、Hitachi Chemical 等）、美国（罗杰斯、Isola）的少数厂家，近年韩国（斗山）、台湾（联茂、台光电子、台耀等）厂商开始进入市场，逐步占有一席之地。2016 年，罗杰斯在 PTFE 领域的市占率已经超过 50%，其 RO3003 系列产品介电常数达到 3 ± 0.04 ，介电损耗因子达到 0.001 水平，性能指标遥遥领先。在高频领域跟罗杰斯分庭抗礼的是美国 TACONIC，其微波天线 PTFE 标杆产品为 RF-10。另外，日立化成（Hitachi Chemical）LW-900G/910G 系列高频产品也占据一定市场份额。

我国在 PTFE 领域起步较早的是中电 14 所及泰州旺灵。1965 年，我国原四机部第 14 所就成功研制出 PTFE（聚四氟乙烯）覆铜板并制出微波 PCB 板，但是主要供应军工体系，产业化程度仍较低。

表 28：各企业间在典型中、高端六类产品的市场占有率及技术水平（*多表示该领域能力强）

		无卤型 CCL	高 Tg 型 CCL	高频型 CCL	高速型 CCL	封装基板用	金属基散热型	树脂基散热型
1	建滔化工（港）	*	*				*	*
2	生益科技（中）	*	**	*	*	*	*	*
3	南亚塑胶（台）	***	***	*	**	**		***
4	松下电工（日）	***	***		***	***		***
5	联茂电子（台）	**	**		**			
6	台光电子（台）	***	**		**			
7	Isola（美）	**	***	**	***	*		
8	斗山电子（台）	***	**	*	**	*	***	
9	金安国纪（中）	*	*				***	*
10	日立化成（日）	**	**	***	**	**	**	
11	台耀（台）	**	***					
12	三菱瓦斯（日）	**	*	*		***		
13	金宝电子（中）	—						
14	长春（台）	—						
15	华正新材料（中）	*	*				***	**
16	上海南亚（中）	**	**		*			
17	ROGERS（美）	**	**	***	***			
18	住友电木（日）	***	**			***		
19	宏仁（台）	**	*					
20	ParkElectr（o 美）	**	*	***				

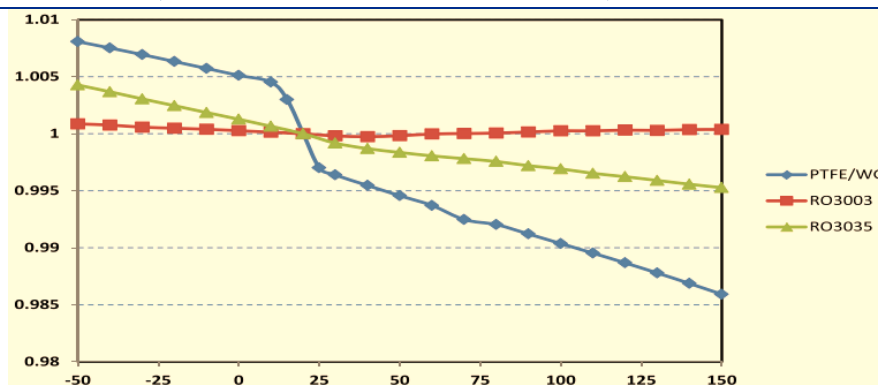
资料来源：《世界覆铜板产业现状及发展趋势》、安信证券研究中心

4.1. 高频高速材料研究要超前布局，“闭门苦练”方得绝世武功

覆铜板产品存在几个核心门槛：

- 1) 配方门槛：覆铜板树脂填充物包含多个品类可以因不同的场景改善性能。例如 PTFE 成型温度过高、加工困难以及粘接能力差，因此需采用共混改性、填料改性等方法淡化 PTFE 材料的缺点，如罗杰斯 RO3000 系列覆铜板中添加了陶瓷填料。每个厂商的配方都是在多年的生产实践中形成的，靠短时间的突击研发显然不行。

图 43：相对于纯 PTFE，罗杰斯 RO3000 系列的两款陶瓷填料的 PTFE 产品热稳定性得到改进



资料来源：罗杰斯 RO3000 产品说明书、安信证券研究中心

备注：横轴表示温度，纵轴代表介电常数，说明罗杰斯改性后的 PTFE 产品介电常数不会随温度变化

- 2) 工艺门槛：不同树脂体系的加工难度不同，例如 PTFE 比环氧树脂更软、钻孔难度更大，需要培育专门的核心员工。
- 3) 认证门槛：覆铜板的质量直接影响到整个服务器、整个基站的性能和寿命，这些设备价格昂贵，因此设备厂商认证周期也非常长，一般不会轻易使用未经时间考验的产品。而且，设备商的主要认证时间窗口在量产之前，考虑到整机配套的问题，在量产后再进行认证的情况很少。
- 4) 上下游研发协同：高端覆铜板需要与上下游形成联合研发的机制，高频覆铜板使用的超低轮廓度电解铜箔（VLP）或者陶瓷和聚四氟乙烯树脂等，都需要培育自身上游的核心供应商，要形成上下游协同研发的机制。

图 44：特殊覆铜板的进入门槛



资料来源：安信证券研究中心总结

在 4G 时代，射频侧使用的中高端材料仍需通过大量进口解决。罗杰斯（高频）、Taconic、松下（高速）等外资公司占据着 4G 设备商基站（高频高速材料）采购的主要份额。

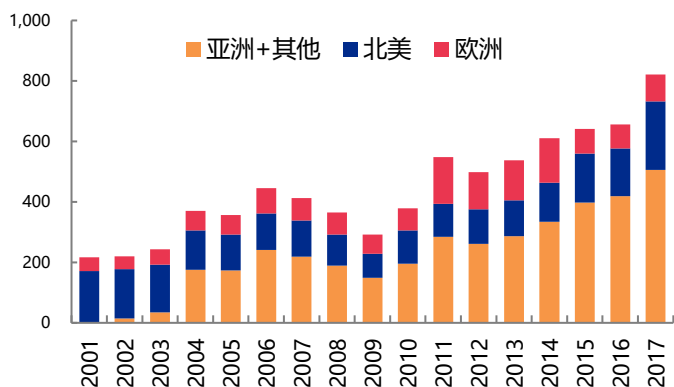
欧洲、美国、日本最早在高频高速板材领域开展研究，需求从军工向民用转移。美国罗杰斯在 50~60 年代就推出了军工级别的 PTFE 产品 RO5000 和 RO6000 系列（如 RT/duroid 5880），而 RO3000 系列是早期针对民用的 PTFE 产品。到了 70 年代，在登月计划的刺激下，出现了性价比和加工性能更优的碳氢化合物材料。罗杰斯推出了 RO4350B 系列，逐渐成为民用无线设备厂商高频高速 PCB 领域应用的主流板材。

日本在 70 年代就把高频高速板材作为重点产业政策扶持领域

配方是覆铜板企业第一大门槛。美日厂商的成功来自于超前的布局，在下游市场成熟前数十年就开始了基础材料的研究，大量时间和沉没成本换来了独门配方，后进者无法替代。现阶段，通信及 IDC 需求的高频高速板材技术及专利掌握在美国、日本企业手中。

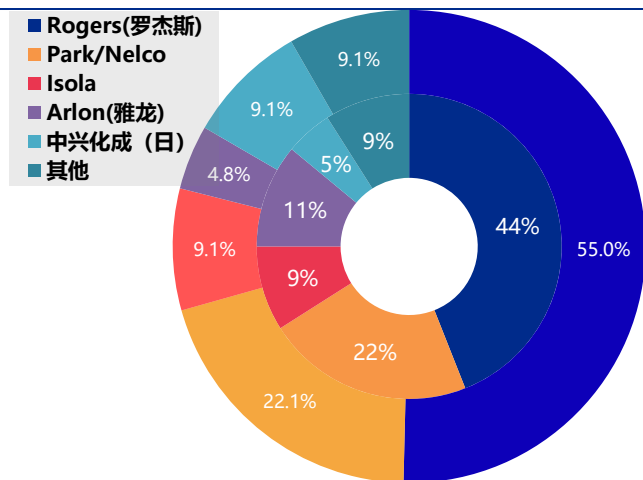
罗杰斯(NYSE: ROG)是当之无愧的 PCB 材料之王：首先由于罗杰斯拳头产品（如 RO4350）市占率极高，其次是其材料体系最完善，配方覆盖最全面。罗杰斯产品推出时间都要比民用市场规模化应用超前 10 年以上，到了市场打开时，竞争对手都只能望其项背。其 RO4350B 产品是早在 20 世纪 90 年代初推出的针对民用基站的碳氢化合物材料产品，当时很少有 1GHz 以上的无线电路，新产品性能远超当时的商业需求。到了 3G~4G 时代，RO4350B 才开始普及，性能指标将对手远远甩在身后。到了 5G 时代，RO4350 仍是用于 6GHz 以下射频领域的热门候选产品。

图 45：罗杰斯在亚太地区的销售量已经超过北美及欧洲之和（单位：百万美元）



资料来源：Rogers、安信证券研究中心

图 46：世界 PTFE-CCL 主要企业的市场占有率（2013 内圈 /2016 年外圈）



资料来源：Prismark、安信证券研究中心

另外，海外具有大量专注于细分领域的企业，龙头厂商通过外延并购不断丰富其树脂体系，建立自己的生态。罗杰斯在 2015 年 1 月完成对另一大厂 Arlon 100% 股份的并购。Arlon 是微波/射频基材领域中的领导者，其中用于基站天线的 AD-C 系列是行业标杆产品，罗杰斯通过本次并购对自身树脂体系进行补充。2017 年罗杰斯对 DSP 和 Dewal 两家公司要约收购，丰富了有机硅和 PTFE 的配方体系。

特种覆铜板产业上下游需要建立市场化的联合研发机制，包括与铜箔和 PCB 厂商联手，国内多数企业仅仅围绕某些具体产品进行开发，缺乏对基础材料系统化的超前研究，真正出现

市场需求的时候高端产品配方已经落后于外资公司，导致在规模化生产阶段不得不依赖于进口。

生益科技是国内最早开始以自主研发和引进配方/专利方式进军高端领域的覆铜板厂商。生益科技在成立之初就确定了技术领先的战略，即专注覆铜板主业，不去向上下游延伸，因此与上游获得了良好的协同研发关系。早在 4G 时代，生益就开始了自主研发+引进两条腿走路，是国内最早布局高频材料的覆铜板厂商。根据《覆铜板资讯》的信息，在 2005 年生益就开始自主研发 S7136 产品，2009 年上市。同时通过与日资厂商合作，生益开发应用于毫米波段的 PTFE 树脂类 GF77G 品种。

在 5G 时代，我国通信设备厂商已经取得一定话语权，这些设备厂商龙头更倾向于培育自己的供应链生态圈，不会满足于上游材料完全依赖于外资厂现状。我们看好公司在 5G 量产阶段通过成本优势，抢占下游设备商（华为、中兴）以及本土 PCB 加工龙头厂商（深南电路和沪电股份）的市场，逐步打破外资厂商在高端领域的垄断。

表 29：深南电路对各家覆铜板厂商的采购：生益科技已经跻身下游特殊板的供应序列

排名	2017 年 1-6 月		2016 年度		2015 年度		2014 年度	
1	联茂	普通、 <u>高速</u>	联茂	普通	联茂	普通	联茂	普通
2	罗杰斯	<u>特殊</u>	生益	普通	生益	普通	罗杰斯	<u>特殊</u>
3	生益	普通、 <u>高速</u> 、 <u>特殊</u>	罗杰斯	<u>特殊</u>	罗杰斯	<u>特殊</u>	生益	普通
4	台光	普通、 <u>高速</u>	松下	<u>高速</u>	松下	<u>高速</u>	台光	普通
5	松下	普通、 <u>高速</u> 、 <u>特殊</u>	台耀	<u>高速</u>	德联	普通、 <u>高速</u>	德联	普通、 <u>高速</u>

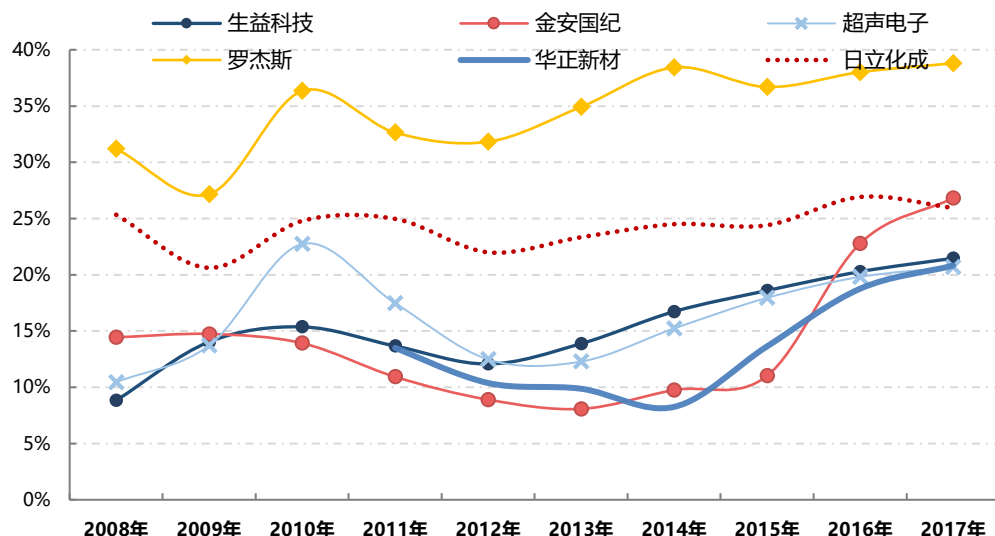
资料来源：深南电路、安信证券研究中心

4.2. 高频/高速产品盈利能力远高于传统板材

PTFE、碳氢化合物等材料在射频侧的应用比例将提升，覆铜板单位价值量大增，净利率远高于传统板材。前文已经分析过，PTFE 和碳氢化合物覆铜板单价将达到 FR-4 的数倍之多。目前传统 4G 基站应用射频板材仍然以传统或改性 FR-4 为主，到了 5G 中-高频段时代，AAU 将对板材提出更高的要求，高频材料（如罗杰斯 RO4350 系列）的应用占比将会大幅提高。

2015 年度 Prismark 的报告显示，全球刚性覆铜板市场规模为 92.99 亿美元，其中特种基材占比为 17.7%，即 16.46 亿美元，这其中高频覆铜板占了相当大的比例。高频高速材料的企业虽然按照营收口径计算市占率不高，但产品附加值远高于生产 FR-4 为主的厂商。专注于特殊材料的厂商毛利率较高，如罗杰斯的毛利率一般达到 30% 上下，远高于一般覆铜板厂 15% 的水平，罗杰斯标杆产品净利率甚至高于 30%。

图 47：主流覆铜板厂商的毛利率逐步提升，罗杰斯高于中国覆铜板厂商



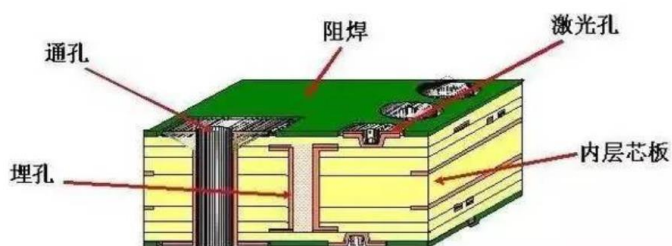
资料来源：Wind、安信证券研究中心

4.3. 5G 附加值将由掌握“材料技术”和“核心工艺”的公司共同分享

PCB 要作为成品提供给设备厂商，仅靠采用高频材料是远远不够的，制作工艺对 PCB 的最终性能有着关键的影响。

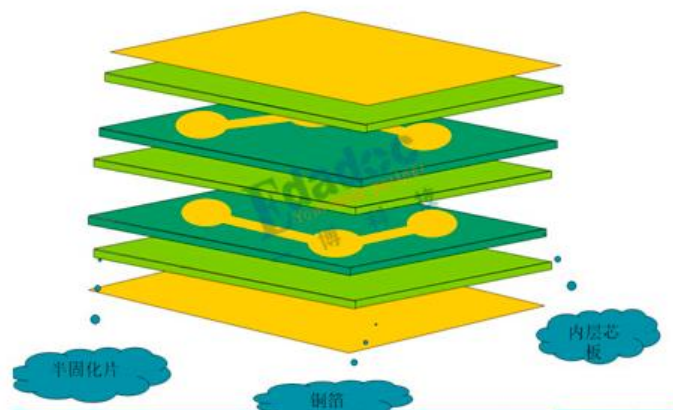
- 1、高频高速 PCB 成品除了对芯板材料（覆铜板）的性能有要求外，还要在设计中对 PCB 进行阻抗控制和阻抗匹配，涉及 PCB 的线宽、线厚、孔径孔数、对位精度等多项指标的考核。
- 2、某些树脂和低介电玻纤布等原材料本身加工难度比 FR-4 更高，例如 PTFE 材料较软且易断裂、钻孔较难，限制了很多常用的二次加工工艺的使用；D 型玻纤布机加工性能差，对钻头的磨损大。实现 5G 的性能要求需要 PCB 制造商和材料厂商共同努力，未来二者将共同分享 5G 的市场附加值。

图 48：高多层 PCB 对通孔、埋孔的板间对位精确精度的要求很高



资料来源：中国 PCB 论坛、安信证券研究中心

图 49：一般 PCB 结构：多层内层芯料（覆铜板）通过半固化片粘合，然后再覆盖外层铜箔

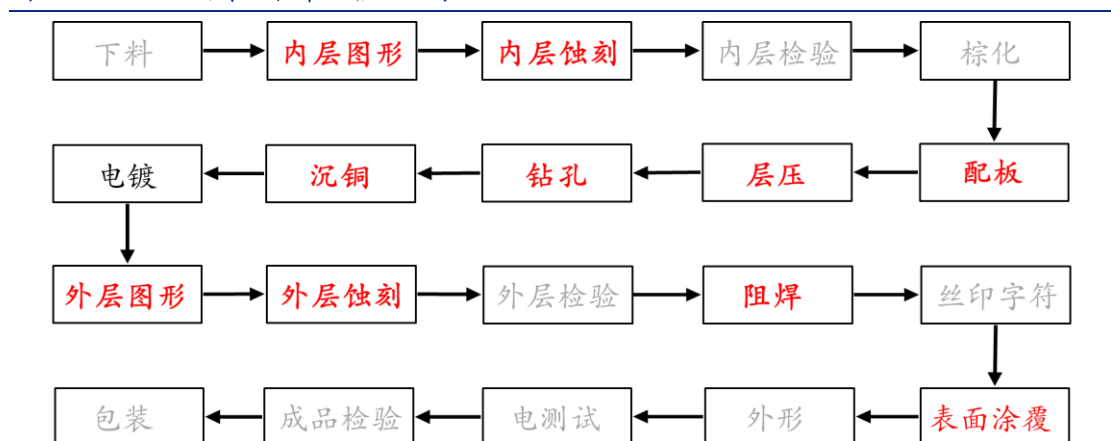


资料来源：中国 PCB 论坛、安信证券研究中心

PCB 的主要结构包括内层芯料 (Core)、外层铜箔和半固化片。PCB 板的内层芯料 (Core) 由两面导电的铜箔和中间绝缘、隔热的材料制成。半固化片与覆铜板一样，都是以玻纤布等基材作为增强材料，以树脂作为绝缘材料，其电气性能的要求与覆铜板类似。

PCB 的制作过程 (如下图)：第一步先在各层芯料 (覆铜板) 上刻蚀出线路 (布线)，然后通过半固化片粘合 (配板)、热压。不同层之间的线路通过“通孔”或者“埋孔”连接，一般通过机械或激光精确实施 (钻孔)。钻孔后，下一个工序为“沉铜”“电镀”，主要为了让各层之间线路能够通过细孔连通。完成后，再在外层覆盖一层铜箔，外层铜箔需要经过“外层刻蚀”，随后涂上绿油保护 (即印刷阻焊油墨)。PCB 成品透过表面绿油可以看到细小的线路，主要由外层铜箔刻蚀而成的，留下来的部分变成网状的细小线路，用于连接安装在印刷电路板上各种电子零件。

图 50: PCB 的制作过程中的核心工序



资料来源：深南电路、安信证券研究中心

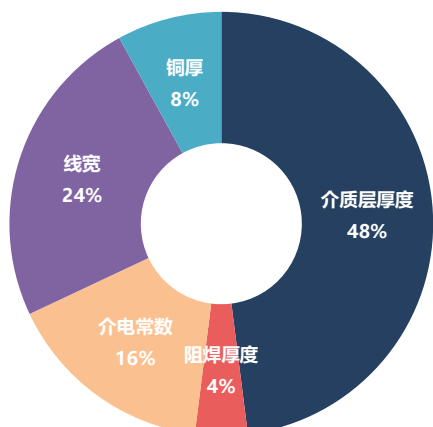
PCB 加工企业的核心竞争力主要来自于层数、面积 (大面积，小厚径比)、钻孔精度 (小孔径、板件对位)、导线 (线宽、线距) 等几个方面。由于介电常数、阻抗精度控制与 PCB 导线的线宽、线距有密切关系。近年来，HDI 和高速 PCB 有“细线化”趋势，HDI 线宽甚至小至 $40\mu\text{m}$ ，另外在刻蚀后对导线的截面形状也有要求 (刻蚀因子要越小越好)。同时，PCB 钻孔要求更小孔径、板间对位要更准确。另外，高多层背板比较厚，而且孔数多，钻孔的困难大大增加：例如排屑不良、毛刺、孔位精度不佳、孔壁状况差等。

表 30: 高多层高频高速 PCB 板的工艺难度

难点	挑战
对位精度	精度加严，层间对位要求公差收敛。板尺寸变大使这种收敛要求更苛刻。
STUB (阻抗不连续)	STUB 加严，板厚波动极具挑战性，需要用到背钻技术。
阻抗精度	对蚀刻挑战很大：1、蚀刻因子：越小越好，蚀刻精度公差是 10mil 以下的线宽按照 $\pm 1\text{MIL}$ 控制，10mil 以上的线宽公差按 $\pm 10\%$ 管控。2、线宽、线距、线厚要求更高。3、其他：布线密度、信号层间干扰。
信号损耗需求增加	对所有覆铜板板面处理的挑战很大；对 PCB 厚度的公差要求高，包括长度、宽度、厚度、垂直度、弓曲和扭曲等。
尺寸变大	可加工性变差，可操作性变差，需要埋盲孔 1.成本增加 2.对位精度难度增加。
层数变高	线路和过孔更密集、单元尺寸更大、介质层更薄等特性，内层空间、层间对准度、阻抗控制以及可靠性要求更为严格。

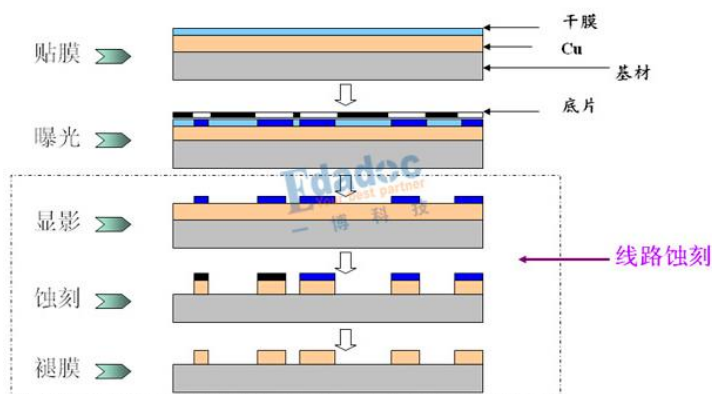
资料来源：安信证券研究中心整理

图 51: PCB 不同工艺因素对高速高频性能（阻抗值）的影响



资料来源：兴森快捷电路、安信证券研究中心

图 52: PCB 的内层蚀刻通过菲林曝光显影，再通过药水蚀刻得以实现

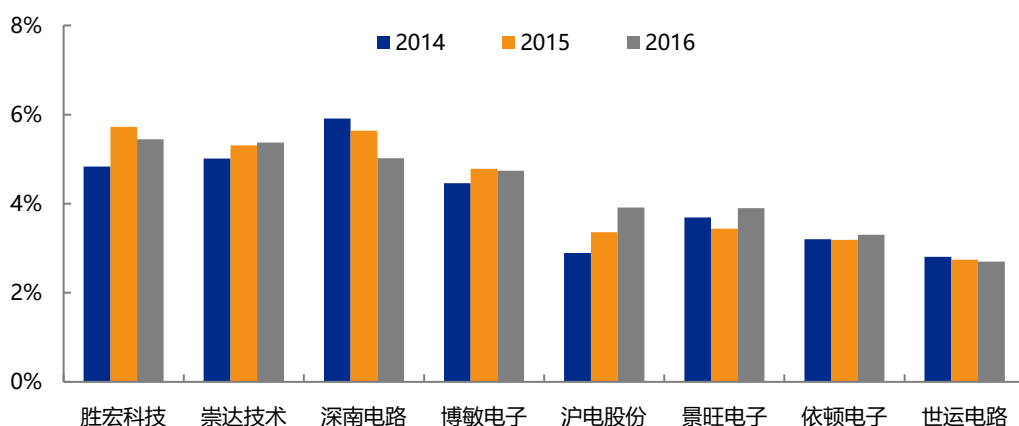


资料来源：中国 PCB 论坛、安信证券研究中心

影响 PCB 快速扩产的工序被成为“瓶颈制程”，例如曝光、刻蚀、钻孔等工序。假如不能实现“瓶颈突破”，PCB 厂商的产能就难以释放。原先不具备工艺能力的厂商，即使购买了新设备，要实现瓶颈突破至少需要 1~1.5 年的时间。

目前，沪电股份的高层数通信背板、基站天线等细分产品工艺首屈一指。在 2010 年上市之初，沪电股份背板加工的最高层数就已经可以达到 56 层，超过当时国内平均的 28 层；线路板最高层数可达 32 层，超过国内平均的 20 层；HDI 板最高层数可达 24 层，超过国内平均的 12~16 层；厚铜最高可达 12OZ，超过国内平均的 3~5OZ。其中，公司的 14~28 层企业通信市场板和高阶汽车板等主导产品技术突出，拥有“26×38 英寸大尺寸(660mm X 965mm)背板技术”。

图 53: 主要 PCB 厂商研发费用的占比



资料来源：公司公告、安信证券研究中心

沪电股份通信板工艺与深南电路各有所长，二者将成为 5G 通信 PCB 两大寡头厂商。沪电股份公司公告披露 2017 年在高端新材料应用、SI 研究、阻抗能力及稳定性提升、对准度能力提升等多个技术领域加大了研发投入。公司的昆山厂搬迁实施完成后研发费用占收入的比重逐年上升，由 2014 年的 2.90% 增长至 2016 年的 3.91%，年平均复合增长率达到 24.67%。2016 年，公司研发人员数量达到 810 人，同比增长 17.56%。

表 31：2016 年深南电路的刚性 PCB 工艺指标，在通信板领域与沪电股份各有千秋

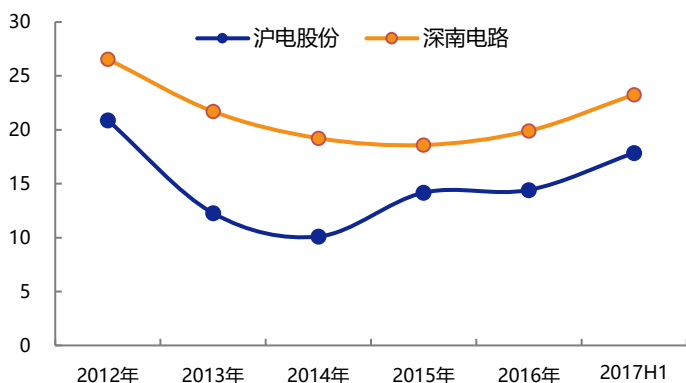
项目		批量	样品
层数		2~68L	100L
小孔径	机械钻孔	0.15mm (6mil)	0.1mm (4mil)
	激光钻孔	0.1mm (4mil)	0.050mm (2mil)
小线宽间距	外层	2.2mil/2.2mil	1.57mil/1.57mil
对位能力	层间对位	±5mil	±4mil
大尺寸（完成尺寸）	单板	850mm×570mm	1000mm×600mm
	背板	1250mm×570mm	1320mm×600mm
厚径比（完成孔径）	单板	18:01	24:01:00
	背板	22:01	25:01:00

资料来源：深南电路、安信证券研究中心

备注：1mil=0.0254mm，1mm=1000μm

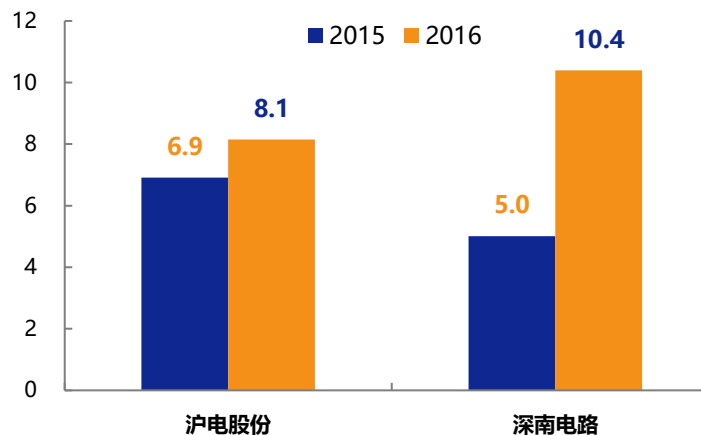
在 4G 周期，深南电路客户主要以中兴、华为为主，沪电股份则以华为、诺基亚为主。华为对深南电路产品的采购额略高于沪电股份（见下图）。预计在 5G 通信设备用 PCB 领域，深南电路和沪电股份仍是直接竞争对手，将继续各占半壁江山。

图 54：深南电路 PCB 毛利水平与沪电对比（%）



资料来源：公司公告、安信证券研究中心

图 55：沪电股份和深南电路对华为的销售额（亿元）



资料来源：公司公告、安信证券研究中心

备注：深南电路 2016 年对华为销售除了 PCB 产品外还有电子装联和封装基板

4.4. 5G 基站大容量、多通道要求，对背板、高速多层板的要求提升

除了基站射频侧的变化，5G 具有多通道、大数据、极低时延的特点，对 BBU (CU/DU) 的处理能力提出更高要求。2008~2014 年，全球移动数据流量年平均复合增长率达到 50%，在整个互联网数据流量中的占比从 2008 年的 0.9% 上涨到 2014 年的 32%，网络扩容需求持续加强。5G 网络将承载更大的流量，要求天线具备 64、128 甚至 256 通道数，相应地对基站 BBU 数据处理能力提出更高的要求，高速板的用量将成倍提升。

另外，5G 承载网是一个移动、宽带、云专线架构趋同的综合承载网，需要具备 10G~100G 承载、1~2 倍站点带宽演进、极低时延、高精度时钟架构基础的能力，支持移动、宽带、专线综合承载灵活演进能力，同时末端设备具备即插即用的部署能力。5G 时代下的云数据中心网络架构，带来大型 IDC、边缘中小型数据中心的增加，将刺激高速覆铜板的需求。

所谓“高速”电路是指数字信号从驱动端到接收端的传输时间小于 1/2 的数字信号在上升(下降)阶段耗费时间的电路,也就是说信号在频带边缘较为“陡峭”。高速 PCB 板需要使用多层低介电损耗的芯板(覆铜板),并在上面刻蚀设计好的导电图,最后通过热压制成。高速板主要承担芯片组间高速电路信号传输的功能,关系到整个系统的运算及信号处理能力。

表 32: 通信设备领域 PCB 的应用场景

应用领域	主要设备	相关 PCB 产品	特征描述
无线网	通信基站	背板、高速多层板、高频微波板、多功能金属基板	金属基、大尺寸、高多层、高频材料及混压
通信	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	高频材料、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:安信证券研究中心整理

高速 PCB 广泛应用于通信基站、服务器、数据存储等领域。BBU 所用 PCB 板比基站 AAU 的层数更高、面积更大,除了满足一定的电气性能外,需要所用的覆铜板具有较低的热膨胀系数、高 Tg、低厚度公差和更好的铜面光滑度等。

PTFE 材料阻抗特性无疑是最优的,但其缺点也很明显,例如 PTFE 热膨胀系数是钢铁的 13 倍,但导热系数仅为 0.24Kcal/(mh²℃),很容易出现热膨胀、热疲劳和热变形。因此各家厂商都会有独特的工艺,通过独家配方的填充材料进行改性(这也是 PTFE 板材昂贵的原因)。

表 33: PTFE 材料的优点和缺点

优点	
化学稳定性	能承受除熔融碱金属、元素氟和强氟化介质(如三氟化氯)以及高于 300℃ 的氢氧化钠以外的所有强酸(包括王水、氢氟酸、浓盐酸、硝酸、发烟硫酸、有机酸等)、强碱、强氧化剂、还原剂和各种有机溶剂的作用。
广泛的使用温度	可在-190℃~260℃ 的宽广区域内使用,即使在-260℃ 的超低温下仍不发脆,还可保持一定的挠曲性。
表面不粘性	不黏锅的原料,目前表面能最小的一种固体材料,表面张力仅 0.019N/m,几乎所有的固体材料都不能粘附在其表面,只有表面张力在 0.02N/m 以下的液体才能完全浸润其表面。
润滑性	由于大分子间的相互引力小,且表面对其他分子的吸引力也很小,如在高速、高压条件下其摩擦系数可低于 0.01,是非常优异的自润滑材料。
电绝缘性能	高度非极性材料,具有极优良的介电性,其击穿电压为 25~40KV/mm;电阻极大,体积比电阻在 200℃ 时仍高达 1016Ω*cm。
耐老化、抗辐射	不仅在低温与高温下尺寸稳定,在苛刻环境下性能不变,潮湿状态下不受微生物侵袭,而且对各种射线辐射具有较高的防护能力。
极好的热稳定性	熔点为 327℃,高于其它一般的高聚物。在 260℃ 时其断裂强度仍保持 5MPa 左右(约为室温的 1/5),抗屈服强度达 1.4MPa。
阻燃性	具有极可贵的不燃性,其限氧指数(LOI)在 95 以上,在火焰上只能熔融,不生成液滴,最终只被炭化。
极小的吸水率	吸水率一般在 0.001%~0.005% 左右,且渗透率较低。
缺点	
机械性能较差	机械强度较低,仅为 14~25MPa(硬聚氯乙烯为 35.2~50MPa),没有回弹性,硬度较低,但断裂延伸率较大。
线膨胀系数较大	在-50~250℃ 之间,线膨胀系数达 1.13*10 ⁻⁴ ~2.16*10 ⁻⁵ /℃,是钢铁的 13 倍,故于其它材料复合易发生变形、开裂等现象。
成型/二次加工难	成型收缩率较大,模压法达 1%~5%(硬聚氯乙烯为 0.1%~0.6%),不能用塑料常用的注射成型,压延成型等二次加工工艺。
耐蠕变性差	在负荷长期作用下,蠕变较大,易发生冷流现象。冷流现象是目前限制其广泛应用的主要原因之一。
耐磨性差	硬度较低,磨损较大,当负荷(P)和滑动速度(V)超过一定条件时,其磨损会变得很大,因此在应用中 PV 值有一定限制,如作轴承时 PV 值不大于 10Kg/(cm*s)。
导热性差	导热系数仅 0.24Kcal/(m*h ² ℃),易造成热膨胀、热疲劳和热变形。
价格贵	

资料来源:《中国塑料》期刊、安信证券研究中心

一般而言,由于 BBU/IDC 用的高速 PCB(层数较高)工作温度更高,往往采用氰酸酯、PPE 等高耐热的树脂板材,保证在工作过程中不变形。高速材料的龙头企业为日本松下,主流产品型号为 Megtron4、Megtron6。

表 34：各类可用作高速材料的树脂性能对比

名称	环氧树脂	双马树脂 BT	聚酰亚胺 PI	聚苯醚 PPO	氰酸酯 CE	一些树脂的介电常数及耐高温能力（玻璃化温度）
拉伸强度/MPa	27~89	35~90	30~160	70~77	73~90	
拉伸模量/GPa	3.2	3.4~4.1	3.6	2.21	3.0~3.4	
缺口冲击强度/Jm-1	18~21	15~16	35~80	17.5	37~48	
热变形温度/°C	120	240~260	约 300	约 190	约 240	
固化温度/°C	约 180	180~200	约 300	200~250	约 180	
后处理温度/°C	-	240	>300	-	220	
成型收缩率/%	0.1~1	0.7	0.1~1	0.1~0.5	约 0.4	
介电常数*	4.0~4.5	3.7~4.1	3.0~3.5	2.4~3	2.72.7~3.2	
介电损耗因子*	0.018~0.022	0.007~0.009	0.005~0.01	0.0007~0.001	0.005~0.009	

资料来源：《中国塑料》期刊、安信证券研究中心

背板是移动基站中面积最大的线路板。早期基站的室内单元为一个 19 英寸的标准机柜，内部安装接入单元板（6 块）、基站电源板（2 块）和背板，其中背板（Backplane）面积最大，用于连接、插接多块单元板。除此之外，背板还应用在通信骨干网核心路由器、交换机、OTN、IDC、超级计算机、大型医疗影像设备、航空航天控制系统等复杂电子系统中。背板是电子系统的“主动脉”，承担着连接、支撑各功能板的功能，实现各子板信号传输。

表 35：市场上主要高速覆铜板厂商及型号

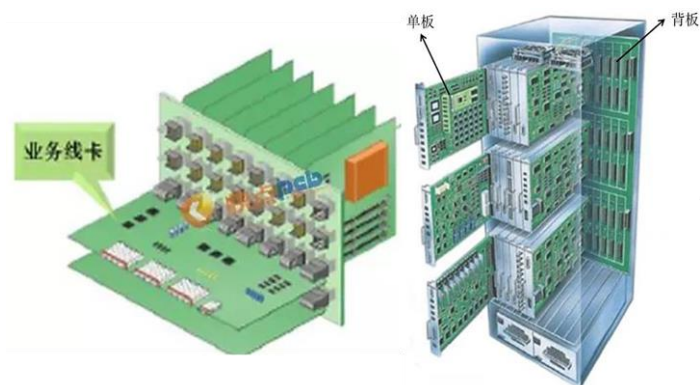
公司	型号
罗杰斯	RO4003、RO3003、RO4350、RO5880、RO1200
台耀	Tuc862、872SLK、883、933
松下 Panasonic	Megtron4、Megtron6
Isola	FR408HR、IS620、IS680
Nelco	N4000-13、N4000-13EPSI
日立化成	MCL-LX-67F、MCL-LZ-71G、MCL-HE-679G
生益科技、泰州旺灵、泰兴微波等	S7136H 等

资料来源：各厂商官方网站、安信证券研究中心

背板是各功能子板连接线的集成，发展趋势是承载子板数量不断增加、信号损耗要不断减少。2G~4G 通信设备系统容量要求大幅增长，通信设备出现多平面交换、多交换卡协同工作的工作方式，往往需要背板有更多插卡槽位，因此又出现了可以两面都能插卡的 Midplane（中间背板）。由于越来越多的数据链路要求通过背板走线（线路互联的交换卡越来越多），因此线卡间的数据交换速率要求越来越高（延时越来越低），因此背板的高速材料用量和层数也在不断增加。

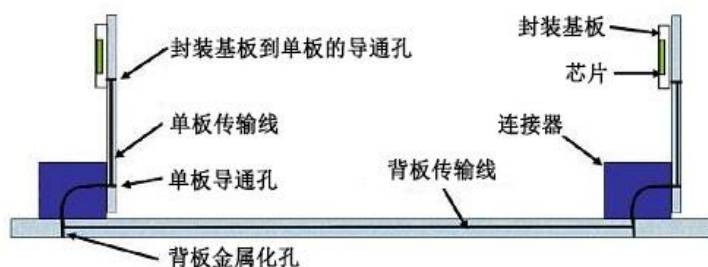
预计 5G 高速、多层的基站通信板价值量将显著提升。5G 要达到高速率、多通道、大容量的标准，数据链路将更复杂、I/O（输入/输出）量更大，背板则要更高层数、超大尺寸、超大厚度、超多孔数和超高可靠性，工艺难度要比 4G 高很多。高速板加工的核心工艺在层压、钻孔、电镀等环节，将增加在 PCB 加工环节的附加值。

图 56：背板和中间背板的示意图



资料来源：深南电路招股说明书、安信证券研究中心

图 57：通信背板与单板的组装示意图

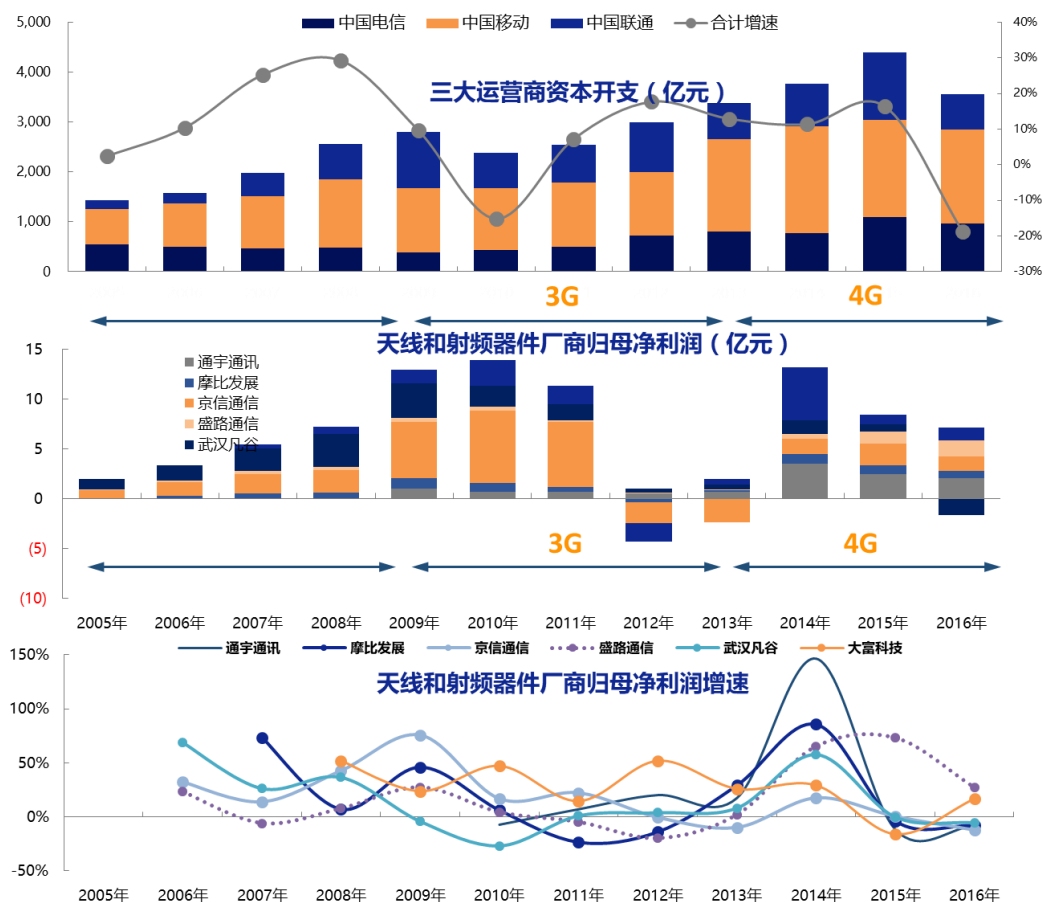


资料来源：深南电路招股说明书、安信证券研究中心

5. 5G 投资时钟——基站射频前端率先敲响

随着通信技术迭代，基站天线及射频设备有周期性的投资机会，从 3G、4G 发展经验来看，基站天线和射频器件往往最先启动。2009 年初工信部正式颁发 3G 牌照，我国进入 3G 周期；2013 年底工信部正式颁发 4G 牌照，我国进入 4G 周期。在 2009 年的 3G 初期及 2014 年的 4G 初期，基站天线和射频相关企业营收增速就已到达顶峰；从业绩来看，运营商投资在代际的过渡期往往会下滑，大部分企业的净利润也会跌至低点，此时优质公司往往会被市场低估。在新周期之初，相关公司的业绩会达到顶点。虽然 5G 正式商用要到 2020 年，但在 2018~2019 年 5G 建设启动前期，基站天线和射频投资将率先启动。

图 58：在 3G~4G 周期，天线、滤波器等厂商的业绩变化



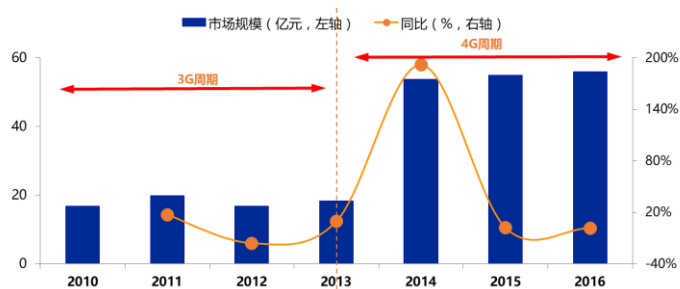
资料来源：公司公告等公开资料、安信证券研究中心整理

全球基站无源天线技术成熟，我国厂商在 4G 商用初期已经掌握了主要市场份额。3G~4G 是无源天线的时代，天线主要构成部件包括馈线接头、天线振子、移相器、电机、天线罩和反射板等部件，天线材料主要以五金和塑料为主。4G 时代，参与竞争的天线厂商主要包括通宇通讯、摩比发展、京信通信。4G 时代射频器件主要包括（金属腔体）滤波器、双工器、合路器等，主要龙头厂商为大富科技、武汉凡谷等。

在 4G 周商用初期（2014 年），我国基站天线的市场规模达到 53.8 亿元，同比增长 192%。2014 年基站天线发货全球厂商排名中，我国五大厂商位列前十，合计发货量已经超过全球总量的一半。天线和射频行业顺周期的特征明显。在 3G~4G 过渡期，天线厂商的毛利率均小幅回落，4G 投资的初期毛利率小幅增加。而射频厂商的毛利率从 2011 年开始大幅下降，原因是有源天线的广泛应用导致射频器件厂商的客户结构变化，议价能力减弱，毛利率持续降低。（2010 年，大富科技和武汉凡谷的毛利率分别为 44.71%和 37.53%，2016 年分别降低至 22.07%和 4.83%）。

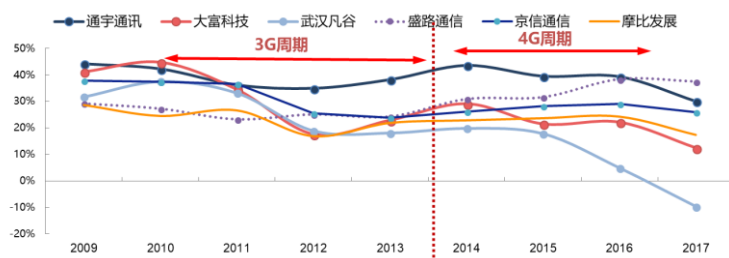
5G 将引入 MassiveMIMO（大规模天线阵列）和超密集组网的关键技术，带来基站射频的价值转移。Massive MIMO 用于集成射频器件的 PCB 和上游高频覆铜板材料门槛更高，竞争生态与传统无源天线行业差异较大，未来基站的射频的附加值有望大幅提升。我们重点推荐 PCB、覆铜板和天线振子产业的核心资产，包括生益科技（高频覆铜板龙头）、沪电股份/深南电路（PCB）。

图 59：2010-2016 年我国基站天线市场规模和增速



资料来源：智研咨询、安信证券研究中心

图 60：2009-2016 年天线和射频器件厂商毛利率



资料来源：Wind、安信证券研究中心

5.1. 罗杰斯：基础研究提前+细分领域并购，打造电子材料王国

全球领先的高端材料公司，电子材料领域全覆盖：罗杰斯成立于 1832 年，最早从事造纸和纺织业，1900 年前都是以家族企业形式经营。1930 年，罗杰斯从酚醛树脂塑料开始转型线路板材料。现在，罗杰斯产品面向无线通信、汽车电子及消费电子领域，是全球电子特种板材领域的佼佼者。罗杰斯深耕基站射频领域，其拳头产品全球市场占有率达到 50% 以上；同时，罗杰斯拥有种类最多，覆盖范围最广的产品体系。公司 2016 年营业收入 6.56 亿美元，预计 2020 年营业收入达到 12 亿美元，年复合增长率为 15%，公司目前市值接近 30 亿美元，历史 PE 约在 13~40 倍之间。

罗杰斯之所以能够在电子高端材料领域保持长时间领先，主要由于两大战略的成功：1、基础领域的研究比对手提前多年，即使没有市场需求：罗杰斯从 60 年代就开始研究 PTFE，70 年代开始布局碳氢化合物材料，主要用于美国登月计划和“星球大战”计划。90 年代罗杰斯研发出基于碳氢化合物填料的 RO4350B 产品，但当时民用领域 1GHz 以上的电路很少，而且这产品成本高、价格昂贵，可以说根本没有需求；但到了 4G 时代，该产品已经占据了射频用 PCB 材料的主要市场，并在 5G 时代继续成为热门候选产品。2、精准并购细分领域的优质公司，快速点开各个细分领域的科技树，罗杰斯几乎每年都有成功的并购，不断丰富自身的配方体系，包括 2015 年的雅龙和 2016 年的 DeWAL。同时，罗杰斯善于及时剥离/退出非优势业务，内涵优化结构。

图 61：罗杰斯的估值概况



资料来源：Bloomberg

公司目前三大业务板块包括：应用于无线基础设施、功率放大器、雷达系统及高速数字的先进互联解决方案（ACS）；应用于高压轨道牵引、混合动力电动车和可再生能源转换的电子电力设备解决方案（PES）；以及用于智能手机密封及能量管理、飞机和铁路内饰及汽车和服装的高弹体材料解决方案（EMS）。

图 62：电子材料王国：罗杰斯的三大业务 ACS、PES、EMS

主要业务	代表产品/品牌	主要用途	内生增长率	收入占比
先进互联解决方案 ACS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ RT/duroid® 高频覆铜板/层压板 ✓ RO4000® 高频电路材料 ✓ RO3000® 高频覆铜板/层压板 ✓ TMM® 热固性微波材料 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 无线基站 ✓ 航天&防务 ✓ 汽车安全及联网 ✓ 高速数字化 	7%-9%	35-40%
电子电力设备解决方案 PES	<ul style="list-style-type: none"> ✓ PORON® 微孔聚氨酯 ✓ BISCO® 硅胶 ✓ DeWAL 高分子薄膜及压敏胶带 ✓ Diversified Silicone Products ✓ eSORBA® 聚氨酯 ✓ R/bak® 密封薄胶带 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 可再生能源 ✓ 工业自动化 ✓ 电动车及汽车电气化 ✓ 热量管理 	5%	35-40%
弹性体材料解决方案 EMS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ PORON® 微孔聚氨酯 ✓ BISCO® 硅胶 ✓ DeWAL 高分子薄膜及压敏胶带 ✓ Diversified Silicone Products ✓ eSORBA® 聚氨酯 ✓ R/bak® 薄胶带 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 密封 ✓ 缓冲、防冲击 ✓ 电动车电池材料 ✓ 移动设备保护 ✓ 研磨 	5%-9%	20%-25%

资料来源：公司公告、安信证券研究中心

高频高速尖端产品 RO3000 领先同行：能生产高频/高速板的主要企业包括罗杰斯、台耀、日立化成、生益科技、ISOLA 等，但罗杰斯最经典的 RO3000 和 RO4000（为基站 PA 设计系列）已经占据了各大通信设备商的主要份额。从高频高速板性能参数对比来看，罗杰斯的高频板 PTFE/陶瓷层压板 RO3003 系列产品在 10GHz 的条件下 Dk 低至 3 ± 0.04 ，Df 低至 0.001，可用于基站的贴片天线；罗杰斯的高速板 RO1200 系列，Dk 低至 3.05，Df 低至 0.0017，主要用于核心/边界 IP 路由器和交换机、高性能计算（HPC）服务器、交换和存储器和背板。公司上述系列产品的 Tg 和热膨胀系数等也领先于其他国际大牌，如日立化成等，国产品牌与其仍有差距。

图 63：罗杰斯目前的主要产品系列



资料来源：公司公告、安信证券研究中心

基础领域提前布局+外延并购，市场需求来临时比对手响应更快：(1) 罗杰斯外延并购、快速响应：罗杰斯通过新兴细分领域持续外延并购，逐步建立起电子材料领域王国。2003 年以来，罗杰斯陆续收购了 Durel、MTI Global Silicone、eSorba Urethanes 和 SK UTIS、Curamik Electronics GmbH、Arlon circuit 等，对新技术专利快速响应，始终保持对其他公司的技术优势。其中，2016 年 12 月，公司投资 1.4 亿美元收购了 PTFE 和超高分子量聚乙烯薄膜公司 DeWAL，进一步补强 PTFE、压延铜等方面实力。**(2) 内生优化：**公司通过剥离低利润率的业务等手段，不断提高成本控制能力，2015 年 12 月公司出售了 Arlon 中利润较低的生产聚酰亚胺和热固性环氧层压产品，使得毛利率较 2015 年提高了 130 个基点。

5.2. 沪电股份：4G 周期蛰伏，5G 拐点将至

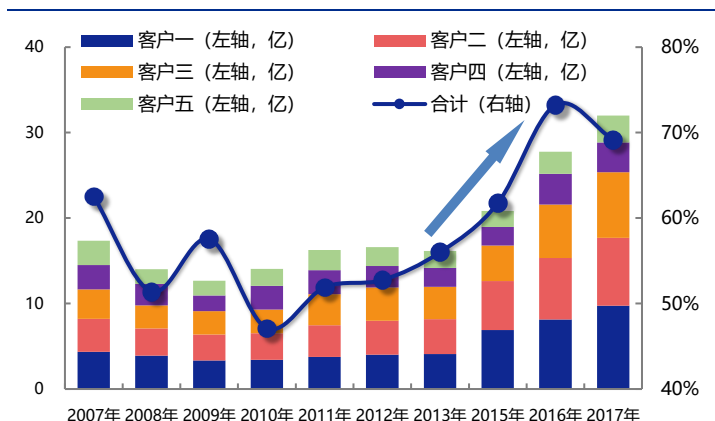
精耕主业，通信设备板+高阶汽车板双轮驱动。沪电股份由台湾印刷电路板（PCB）传奇企业家吴礼淦先生创立，多年来公司深耕刚性 PCB 主业，稳健经营。目前公司接近 97% 的收入来自于刚性 PCB 板业务，其中通信设备板、高阶汽车板各占公司营收的 62.8% 和 25.5%。根据 NTI 的排行榜，2016 年公司位居全球 PCB 企业的第 21 位。

5G 对高频高速 PCB 的用量需求大增。在 5G 时代，无线信号将向更高频段延伸，基站密度及移动数据计算量大幅增加，未来高频（天线用）高速（IDC/基站用）器件的需求预期大幅增长，我们预估仅用于 5G 基站天线的高频 PCB 就将是 4G 的 10 倍以上。另外，5G 时代下的云数据中心网络架构将带来大型 IDC、边缘中小型数据中心的增加，高速 PCB 的用量也将成倍数增加。

5G 高端 PCB 的附加值将由掌握“材料技术”和“核心工艺”的公司共同分享。PCB 只靠高频材料是远远不够的，制作工艺对 PCB 的最终性能有关键影响。1、高频高速 PCB 工艺涉及对 PCB 成品线宽、线厚、孔径、层间对位精度等多项指标的要求，每道工序的加工难度都较以往大幅提高；2、应用某些树脂和低介电玻纤布等原材料的覆铜板本身加工难度比普通 FR-4 覆铜板更高。实现 5G 的性能要求需要 PCB 制造商和材料厂商共同努力，未来二者将共同分享 5G 的市场附加值。沪电股份的高速板工艺在国内首屈一指，我们预计在 5G 周期中，沪电股份和深南电路将仍是通信设备 PCB 两大玩家，共同分享增量市场的蛋糕。

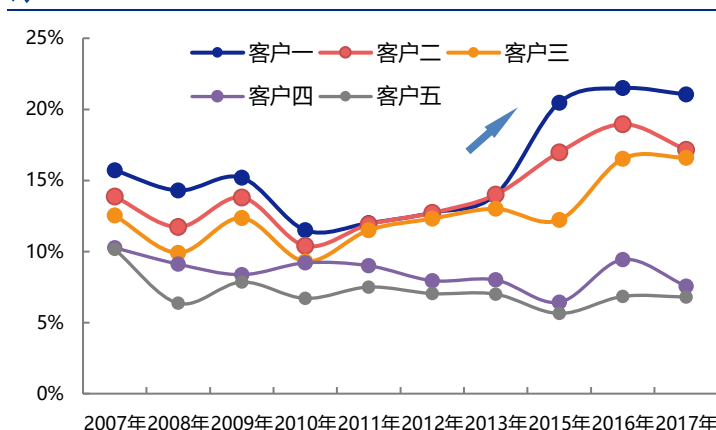
手握核心设备商客户资源，5G 预计维持较高份额。2016 年，公司前 5 大客户销售已占了公司总收入的 73.2%（前 3 大占 57%），合计销售金额较 15 年增长了 33.1%。公司前 5 大客户为通信（华为、诺基亚）、服务器（思科）、汽车零部件（大陆）领域的世界级巨头。其中，通信和服务设备领域认证门槛高、周期长，一旦核心供应商地位确定后较难撼动。在 4G LTE 建网阶段，公司在华为、诺基亚等设备商的 PCB 采购中就已经占据重要地位，近两年份额进一步提升，5G 预计继续维持较高份额。

图 64：公司前五大客户的销售额及增速



资料来源：公司公告、安信证券研究中心

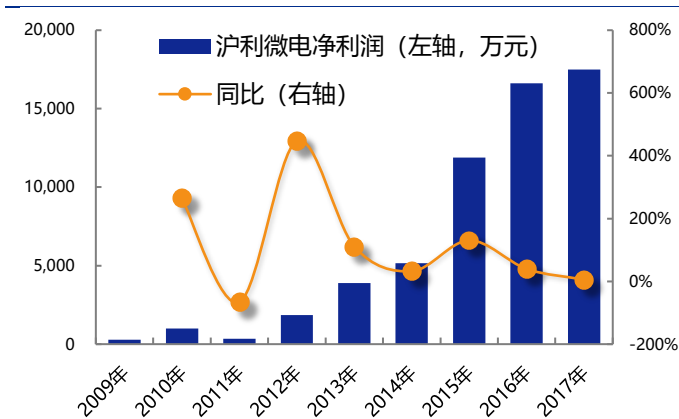
图 65：公司对前五大客户销售在收入中的占比：前三大大幅提高



资料来源：公司公告、安信证券研究中心

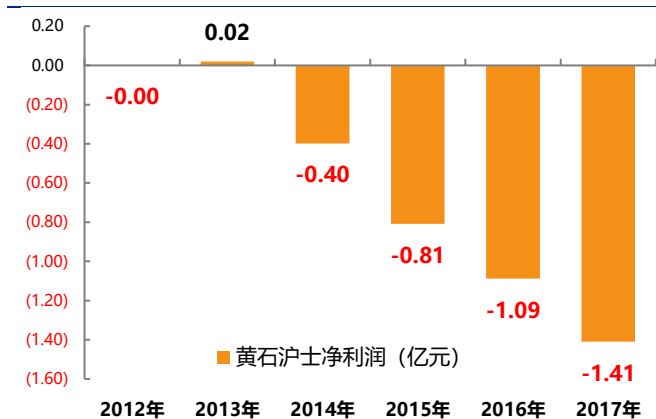
4G 周期蛰伏，5G 内生拐点将至。公司本部昆山厂、黄石沪士和沪利微电是公司三大经营平台。2013~2015 年公司由于昆山新厂搬迁，业绩大幅下滑。公司在困难时期牺牲了短期毛利，在昆山旧厂坚持生产，4G 周期在通信设备商采购中的份额维持稳定。目前，公司昆山、黄石新厂均已搬迁完毕，产能利用率和良率稳步恢复，内生改善趋势明显。另外，公司 16 年已经全额收到昆山开发区累计 8.14 亿政府搬迁补偿款（账上待摊销的递延收益余额 5.73 亿）。该款项用于公司新厂产能重置，新设备完全满足 5G 的高精度要求，为抢占市场份额铺平了道路。

图 66：沪利微电近年净利润及增速（万元）



资料来源：Wind、安信证券研究中心

图 67：黄石沪士电子目前仍处于亏损状态（万元）

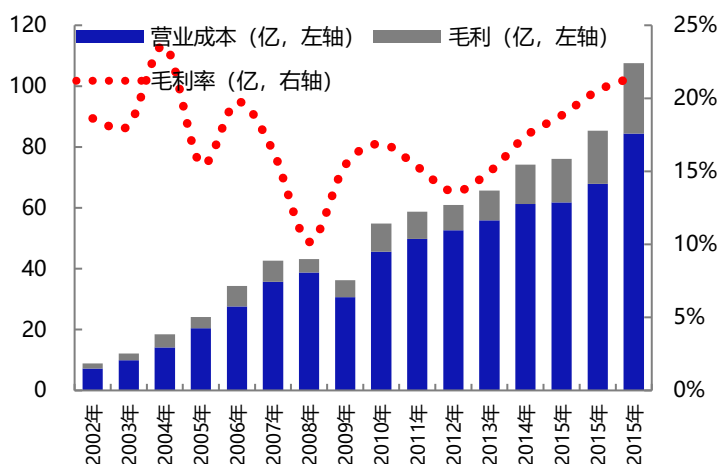


资料来源：Wind、安信证券研究中心

5.3. 生益科技：覆铜板龙头，引领 5G 高阶材料国产化突破

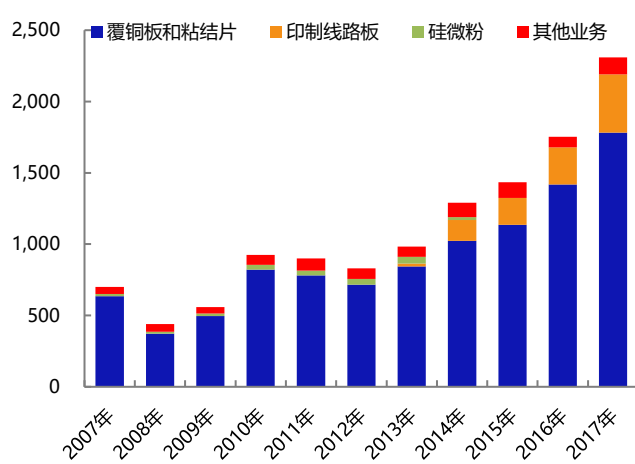
公司稳居覆铜板产业全球 TOP2：公司业务以覆铜板及粘结片生产为主。根据 Prismark 统计（收入口径），公司自 2013 年开始稳居刚性覆铜板产业世界第二，并与第一位建滔的差距逐步缩小。2016 年，公司拥有粘结片产能 8322 万平米和覆铜板产能 7067 万平方米（其中挠性板 829 万平方米）。我们预测：随着 2018~2020 年公司松山湖、陕西产线扩产以及九江厂一期、生益特材建成投产，公司的覆铜板总产能有望突破 1 亿平方米/年。

图 68：覆铜板进入涨价周期，公司毛利与成本同步上升



资料来源：公司公告、安信证券研究中心

图 69：公司毛利与成本同步上升（分业务，百万元）



资料来源：公司公告、安信证券研究中心

5G 对覆铜板高频高速性能要求大增，国内厂商亟需取得突破。在 5G 时代，无线信号不断向高频段延伸，通道数及数据处理量大幅增加，未来高频（天线用）高速（IDC/基站用）材料需求预期大幅增长。目前，主流高频产品是通过使用聚四氟乙烯（PTFE）及碳氢化合物树脂材料工艺实现，罗杰斯占据了聚四氟乙烯（PTFE）领域 50% 以上的市场份额，其余被 Park/Nelco、Isola 等美日厂商占据。5G 引入 Massive MIMO（大规模天线阵列），天线产值的 2/3 或将转移至 PCB 板上，而 CCL（覆铜板）是 PCB 板的基材。我们预估用于 5G 基站天线的高频覆铜板量将是 4G 的 10 倍以上。

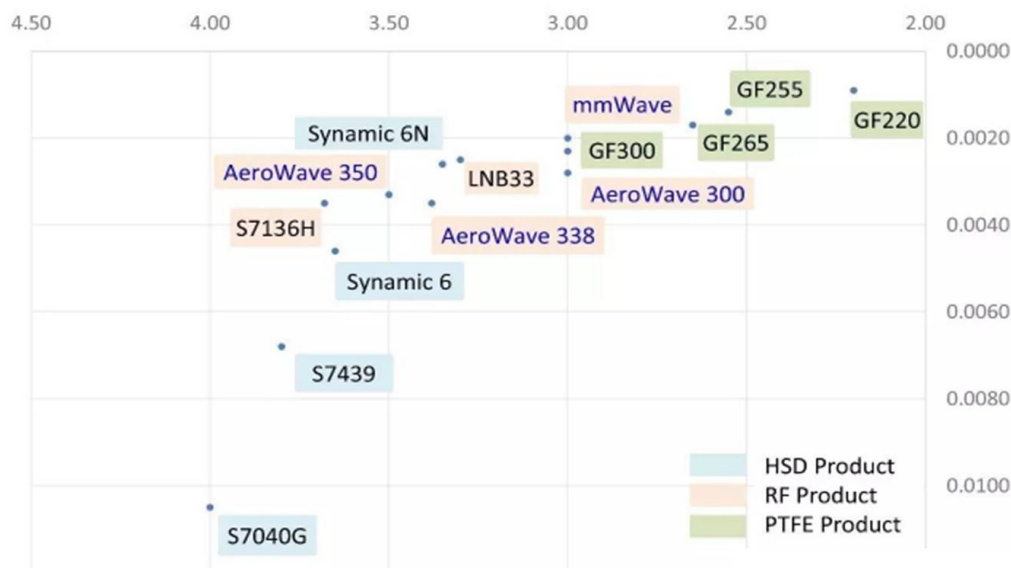
表 36：深南电路对各家覆铜板厂商的采购情况：生益进入特殊、高速板供应体系

排名	2017 年 1-6 月		2016 年度		2015 年度		2014 年度	
1	联茂	普通、高速	联茂	普通	联茂	普通	联茂	普通
2	罗杰斯	特殊	生益	普通	生益	普通	罗杰斯	特殊
3	生益	普通、高速、特殊	罗杰斯	特殊	罗杰斯	特殊	生益	普通
4	台光	普通、高速	松下	高速	松下	高速	台光	普通
5	松下	普通、高速、特殊	台耀	高速	德联	普通、高速	德联	普通、高速

资料来源：深南电路、安信证券研究中心

生益科技高频/高速板材羽翼渐丰，5G 周期有望率先实现规模国产化。生益有望在 5G 周期代表国产自主品牌，提升在高频高速覆铜板领域的市场份额。根据 Prismark 统计，生益是中国覆铜板品类规格最为齐全的公司，但目前仍以生产各阶 FR-4（包括高 Tg、无铅无卤兼容产品）及 CEM-1、CEM-3 等复合材料覆铜板产品为主。公司目前拥有多个高频、高速产品体系，例如 S7439、S7136H（自主）和 GF 系列（与日本中兴化成合作）等，但市场占有率较低。2016 年，公司投资设立江苏特材，预计达产后将实现 PTFE 材料产能 8.8 万平方米/月。在 5G 周期，我们看好公司通过成本优势，获得下游设备商（华为、中兴）以及本土 PCB 加工龙头厂商（深南电路和沪电股份）的市场份额，实现高频/高速板材规模国产化。

图 70：生益科技高频高速产品体系（右上角表示低介电常数及低介电损耗）



资料来源：Wind、安信证券研究中心

5G 高频高速覆铜板占比提升，看好公司毛利率进一步改善。覆铜板行业上游原料主要包括铜箔、玻纤布及树脂，覆铜板龙头公司对原材料的成本转嫁能力较强，上一轮原材料的涨价伴随着覆铜板业务毛利提高。我们预期，未来随着环保督察制及供给侧改革持续，铜箔和覆铜板仍有进一步提价可能。另外，随着 5G 材料需求向高频化、高速化、无卤化、高 Tg 发展，生益有望最先实现突破。预计未来公司产品结构中 PTFE 及碳氢化合物树脂类材料的占比将逐步提高，看好公司毛利率向罗杰斯、TACONIC 等国外巨头看齐。

5.4. 深南电路：通信 PCB 龙头之一，布局封装基板和电子装联

内资 PCB 龙头，中高端加工工艺强大：深南电路是老牌 PCB 企业，其前身于 1984 年成立。深耕行业多年，其技术水平和生产能力水平均处于行业领先地位。在全球前三十大 PCB 厂商中，深南电路是 NTI 前 30 大厂商中唯一的纯中国内资企业。公司在细分市场中以产品结构为导向，聚焦高中端制造，以生产高技术含量产品应用于高端领域，具有较强的竞争力，占据细分市场领先地位。

公司拥有 PCB、封装基板及电子装联三项业务，形成了独特的“3 合一”业务布局，提供一站式解决方案。在 2017 年上半年，深南电路 70% 以上的收入来自 PCB 业务。公司以线路互联为核心，在不断强化印制电路板业务领先地位的同时，大力发展与其“技术同根”的封装基板业务及“客户同源”的电子装联业务。公司具备提供“样品→中小批量→大批量”的综合制造能力，通过开展方案设计、制造、电子装联、微组装和测试等全价值链服务。

通信板龙头，在设备商采购中占重要地位。深南电路客户大客户主要为通信设备及消费终端设备客户，主要包含华为、中兴、通用电气、三星、歌尔股份、伟创力等。公司对前 5 大客户的销售占公司营业收入的 60%~70%。在 2014 年~2016 年公司对前 5 名客户的销售占营业收入的比例分别为 67.53%、61.35%和 65.33%。另外，公司的境外客户主要包括诺基亚、伟创力、富士康等，2014 年~2016 年公司对境外前五名客户的销售额占同期营业收入的比

例分别为 32.39%、29.21%和 29.31%。公司对华为的销售金额及占比逐渐上升，2016 年占比高达 46.35%，将在 5G 时代占有华为采购的重要份额。

IPO 募集资金 12.7 亿元, 产能进一步扩张。2016 年底, 公司的 PCB 和基板产能分别为 134.4 万平方米/年和 20.6 万平方米/年。公司 IPO 募集资金净额为 12.7 亿元, 主要投向高端和高密度的 IC 基板项目和高速和高密度的多层 PCB 项目, 这两个项目的总投资额为 17.4 亿元, 根据公司的扩张计划, 本次募投项目达产后, 公司将新增数通用电路板 34 万平方米/年和封装基板 60 万平方米/年的生产能力。预计这两个项目达产后将每年贡献净利润 3.01 亿元。

■ 行业评级体系

收益评级:

领先大市 — 未来 6 个月的投资收益率领先沪深 300 指数 10%以上;

同步大市 — 未来 6 个月的投资收益率与沪深 300 指数的变动幅度相差-10%至 10%;

落后大市 — 未来 6 个月的投资收益率落后沪深 300 指数 10%以上;

风险评级:

A — 正常风险, 未来 6 个月投资收益率的波动小于等于沪深 300 指数波动;

B — 较高风险, 未来 6 个月投资收益率的波动大于沪深 300 指数波动;

■ 分析师声明

夏庐生、彭虎、胡又文、孙远峰声明, 本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格, 勤勉尽责、诚实守信。本人对本报告的内容和观点负责, 保证信息来源合法合规、研究方法专业审慎、研究观点独立公正、分析结论具有合理依据, 特此声明。

■ 本公司具备证券投资咨询业务资格的说明

安信证券股份有限公司(以下简称“本公司”)经中国证券监督管理委员会核准, 取得证券投资咨询业务许可。本公司及其投资咨询人员可以为证券投资人或客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或间接的有偿咨询服务。发布证券研究报告, 是证券投资咨询业务的一种基本形式, 本公司可以对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析, 形成证券估值、投资评级等投资分析意见, 制作证券研究报告, 并向本公司的客户发布。

■ 免责声明

本报告仅供安信证券股份有限公司(以下简称“本公司”)的客户使用。本公司不会因为任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告基于已公开的资料或信息撰写, 但本公司不保证该等信息及资料的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断, 本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收入可能会波动。在不同时期, 本公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态, 本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料, 但不保证及时公开发布。同时, 本公司有权对本报告所含信息在不发出通知的情形下做出修改, 投资者应当自行关注相应的更新或修改。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点, 一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准, 如有需要, 客户可以向本公司投资顾问进一步咨询。

在法律许可的情况下, 本公司及所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易, 也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务, 提请客户充分注意。客户不应将本报告为作出其投资决策的惟一参考因素, 亦不应认为本报告可以取代客户自身的投资判断与决策。在任何情况下, 本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议, 无论是否已经明示或暗示, 本报告不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证。在任何情况下, 本公司亦不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告版权仅为本公司所有, 未经事先书面许可, 任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表、转发或引用本报告的任何部分。如征得本公司同意进行引用、刊发的, 需在允许的范围内使用, 并注明出处为“安信证券股份有限公司研究中心”, 且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

本报告的估值结果和分析结论是基于所预定的假设, 并采用适当的估值方法和模型得出的, 由于假设、估值方法和模型均存在一定的局限性, 估值结果和分析结论也存在局限性, 请谨慎使用。

安信证券股份有限公司对本声明条款具有惟一修改权和最终解释权。

■ 销售联系人

上海联系人	朱贤	021-35082852	zhuxian@essence.com.cn
	孟硕丰	021-35082788	mengsf@essence.com.cn
	李栋	021-35082821	lidong1@essence.com.cn
	侯海霞	021-35082870	houhx@essence.com.cn
	林立	021-68766209	linli1@essence.com.cn
	潘艳	021-35082957	panyan@essence.com.cn
	刘恭懿	021-35082961	liugy@essence.com.cn
北京联系人	孟昊琳	021-35082963	menghl@essence.com.cn
	温鹏	010-83321350	wenpeng@essence.com.cn
	田星汉	010-83321362	tianxh@essence.com.cn
	王秋实	010-83321351	wangqs@essence.com.cn
	张莹	010-83321366	zhangying1@essence.com.cn
	李倩	010-83321355	liqian1@essence.com.cn
	姜雪	010-59113596	jiangxue1@essence.com.cn
深圳联系人	王帅	010-83321351	wangshuai1@essence.com.cn
	胡珍	0755-82558073	huzhen@essence.com.cn
	范洪群	0755-82558044	fanhq@essence.com.cn
	杨晔	0755-82558046	yangye@essence.com.cn
	巢莫雯	0755-82558183	chaomw@essence.com.cn
	王红彦	0755-82558361	wanghy8@essence.com.cn
	黎欢	0755-82558045	lihuan@essence.com.cn

安信证券研究中心

深圳市

地 址： 深圳市福田区深南大道 2008 号中国凤凰大厦 1 栋 7 层

邮 编： 518026

上海市

地 址： 上海市虹口区东大名路638号国投大厦3层

邮 编： 200080

北京市

地 址： 北京市西城区阜成门北大街 2 号楼国投金融大厦 15 层

邮 编： 100034