

2018年5G产业链深度分析报告

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。

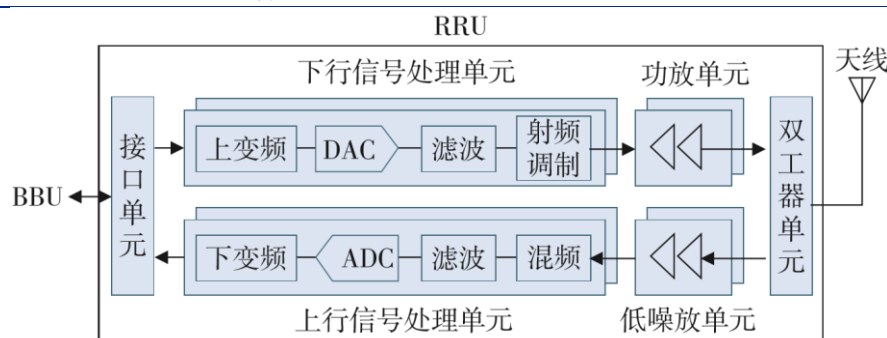
我们认为，未来 5 年通信设备用高频板将会最先打开市场缺口，率先实现进口替代。目前，5G 基站射频前端的投资机会最清晰，未来“工艺+材料”将会分享行业附加值，如生益科技、沪电股份、深南电路等公司将是 A 股 PCB 行业的核心资产，值得重点关注。

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

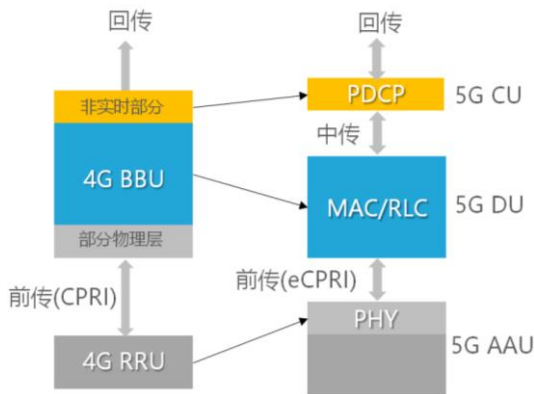


资料来源：中国联通网络技术研究院、安信证券研究中心

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：

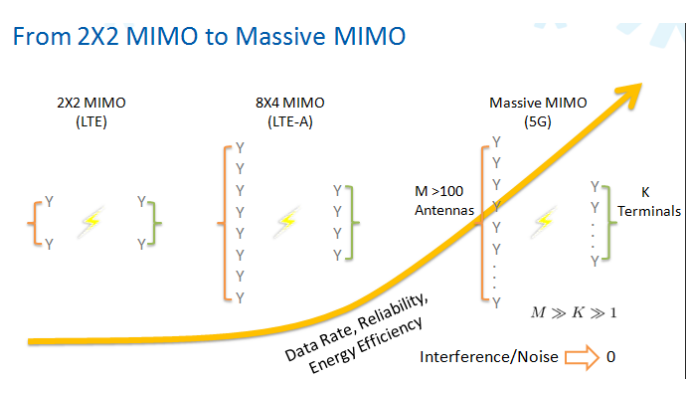
- ✓ **BBU: 3GPP 提出面向 5G 的无线接入网重构方案**，将 BBU 拆分为 CU-DU 两级架构。其中 DU (Distributed Unit) 是分布单元，负责满足实时性需求，同时具有部分底层基带协议处理功能；CU (Centralized Unit) 是中央单元，具有非实时的无线高层协议处理功能（可能云化）。
- ✓ **RRU+天线→AAU 的转变**：在目前广泛应用的分布式基站中，RRU 与 BBU 分离并通过馈线与天线相连。Massive MIMO 技术需要将天线变成一体化有源天线 AAU (Active Antenna Unit)。AAU 集成了 RRU 与天线的功能，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



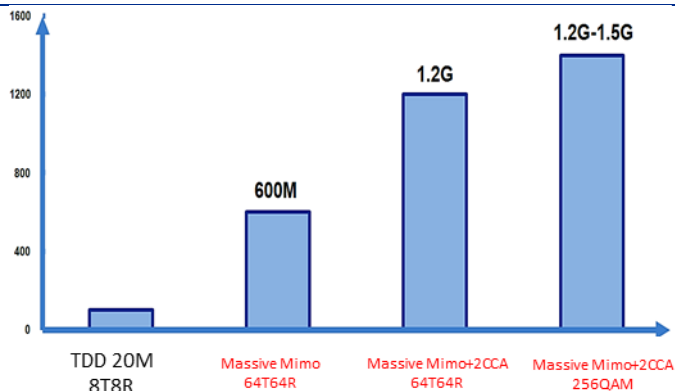
资料来源：中国电信

图 3：MIMO 技术的历史演变



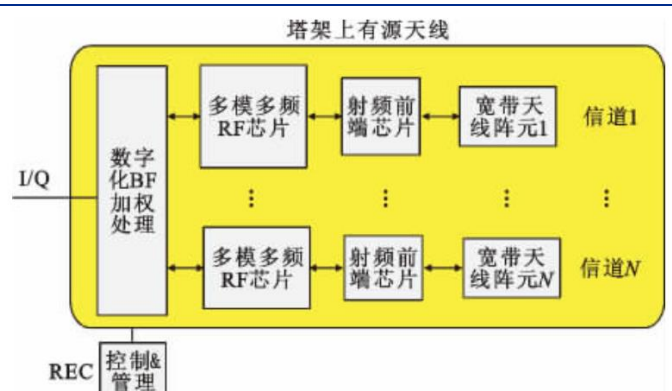
资料来源：天线产业联盟

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

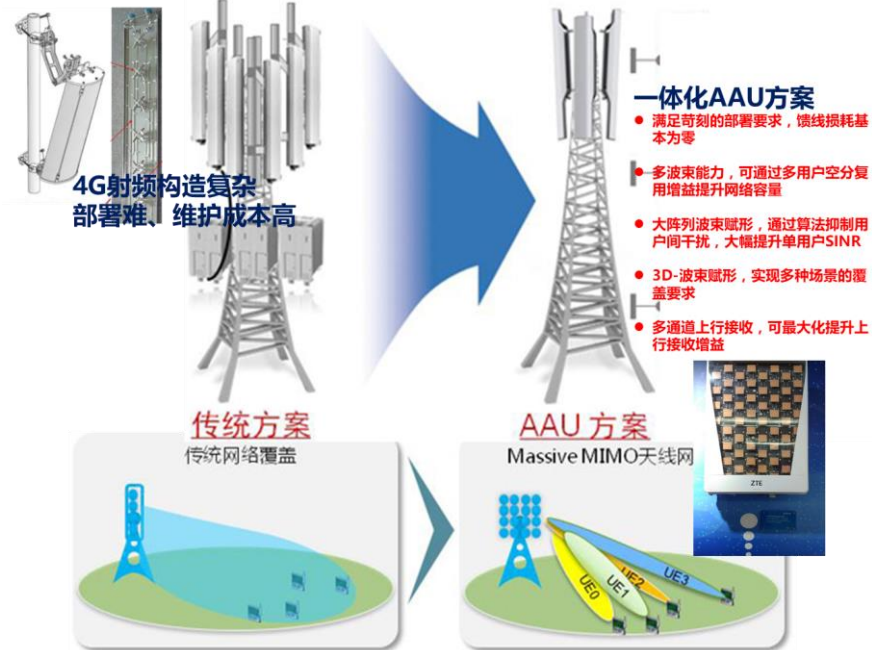


资料来源：CNKI、安信证券研究中心

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

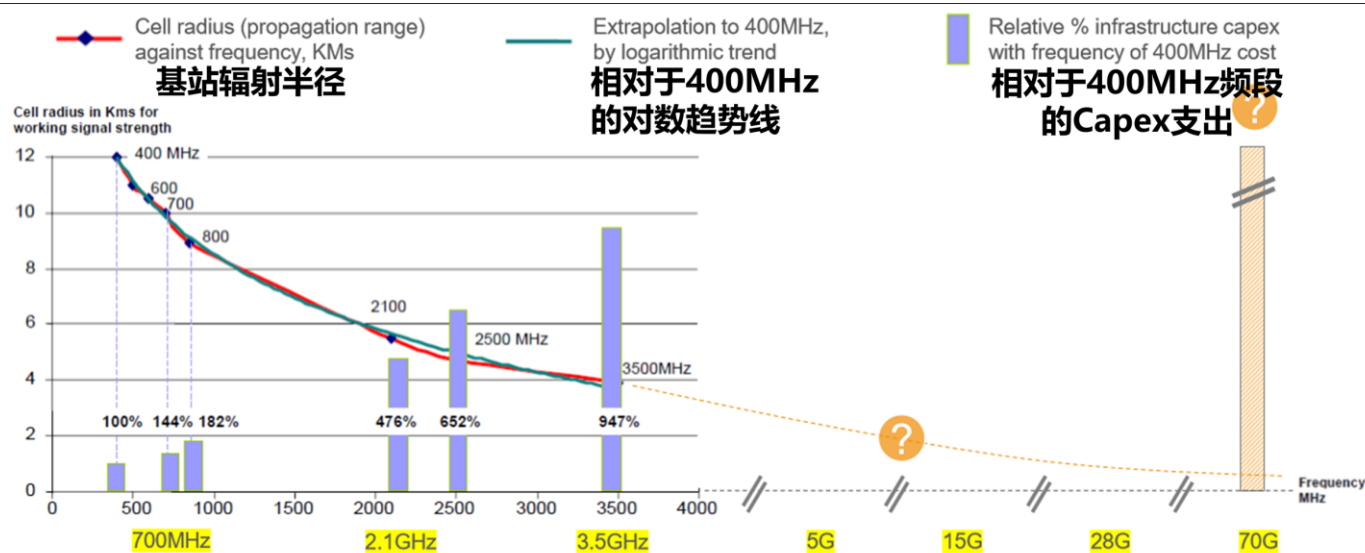
除了基站架构的巨大变化，5G 基站（宏基站）覆盖密度有望至少达到 4G 的 1.5 倍，我国 5G 基站（宏基站）总量或将达到 600 万个。在无线通信领域，低频频率覆盖特性好，但是带宽有限；高频频率带宽容量大，但是在空气中衰减较大，且绕射能力较弱，同样的功率下覆盖范围变小了。移动通信从 2G 升级至 3G 和 4G，通信频段也从 800MHz、900MHz 提高至 1.8GHz、2.1GHz 和 2.5GHz，基站覆盖范围持续缩小（蜂窝小区的半径缩小），意味着要达到同样的覆盖范围，基站的密度必然会大幅增加，运营商建站的资本开支也将相应增长。

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 1710-1725 MHz	825-840MHz	909-915MHz 1745-1755MHz	
	下行	935-954 MHz 1805-1820MHz	870-885MHz	954-960MHz 1840-1850MHz	
3G	上行	1880-1900MHz	1920-1935MHz	1940-1955MHz	
	下行	2010-2025MHz	2110-2125MHz	2130-2145MHz	
4G	TD-LTE	1880-1900MHz 2320-2370MHz 2575-2635MHz	2370-2390MHz 2635-2655MHz	2300-2320MHz 2555-2575MHz	
	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;
美国			37-38.6GHz; 38.6-40GHz; 64-71GHz
韩国		一阶段: 3.4-3.7GHz	一阶段: 27.5-28.5GHz 二阶段: 26.5-27.5GHz; 28.5-29.5GHz
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

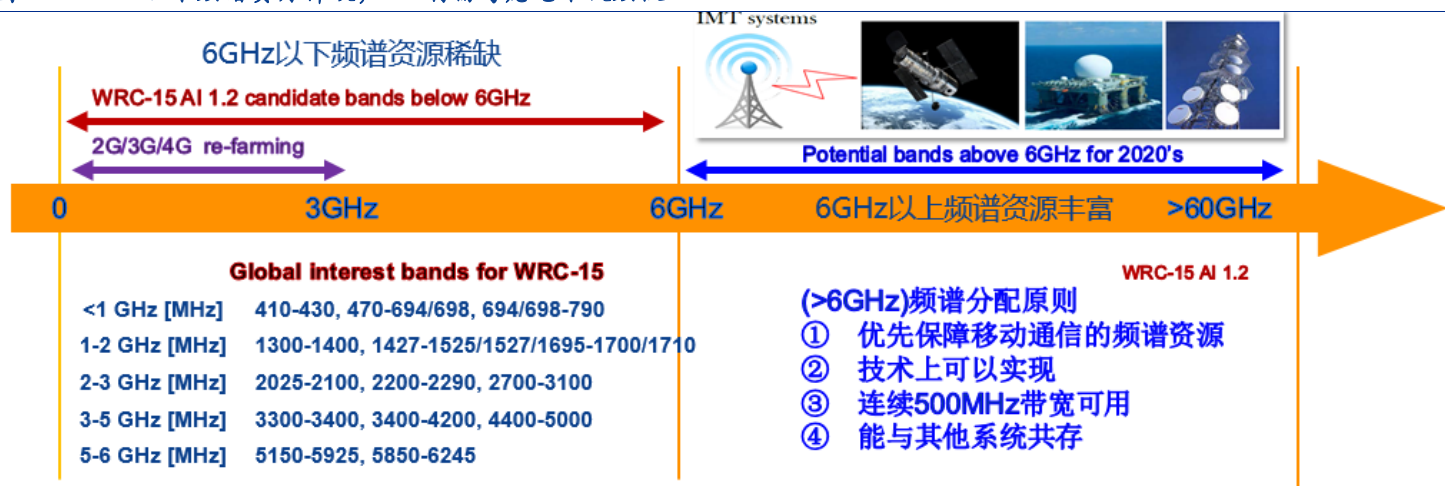
根据中国联通预测,5G 建站密度将至少达到 4G 的 1.5 倍。而在 2020 年 5G 正式商用之前,我国 4G 基站(宏基站)总量有望达到 400 万个。因此,我们预计未来我国 5G 基站(宏基站)总数或将达到 600 万个。此外,根据工信部最新公布的数据,截止 2017 年 6 月,我国 4G 基站(宏基站)数量为 299 万个,占全球 4G 基站(宏基站)数量的 60%,我们假设 5G 时代中国将进一步领先全球,中国 5G 基站(宏基站)占全球 5G 基站(宏基站)总量的 70%,全球 5G 基站(宏基站)数量有望达到 840 万个。

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。

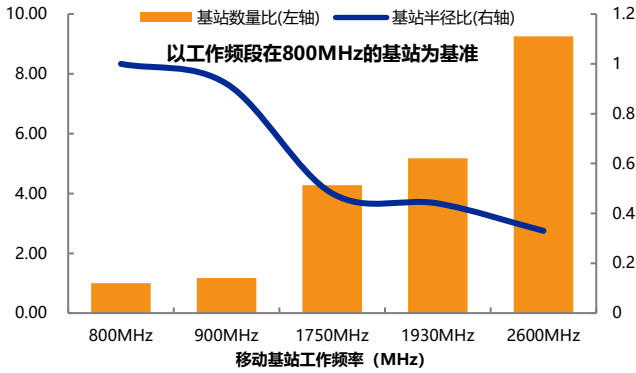
图 8: 6GHz 以下频谱资源稀缺, 5G 将需考虑毫米波频段



资料来源: 安信证券研究中心整理

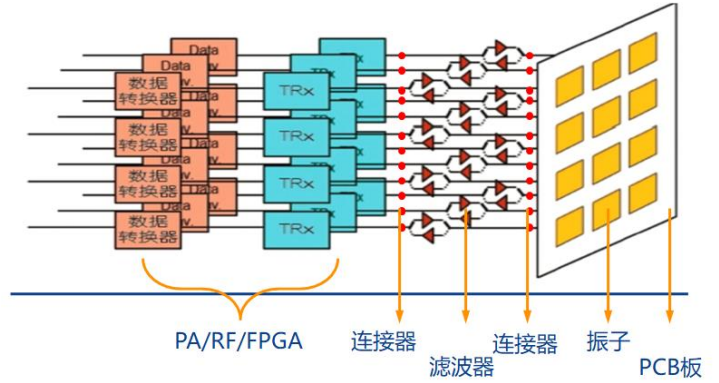
原来 4G 基站的高频覆铜板材料一般用在 RRU 上面。如上文所述, 5G 的天线 (AAU) 变革, 天线有源化使得基站侧从原来的天线+RRU+BBU 变成了 AAU+BBU (CU/DU), 对 PCB 和 高频微波板材需求大幅增长。

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



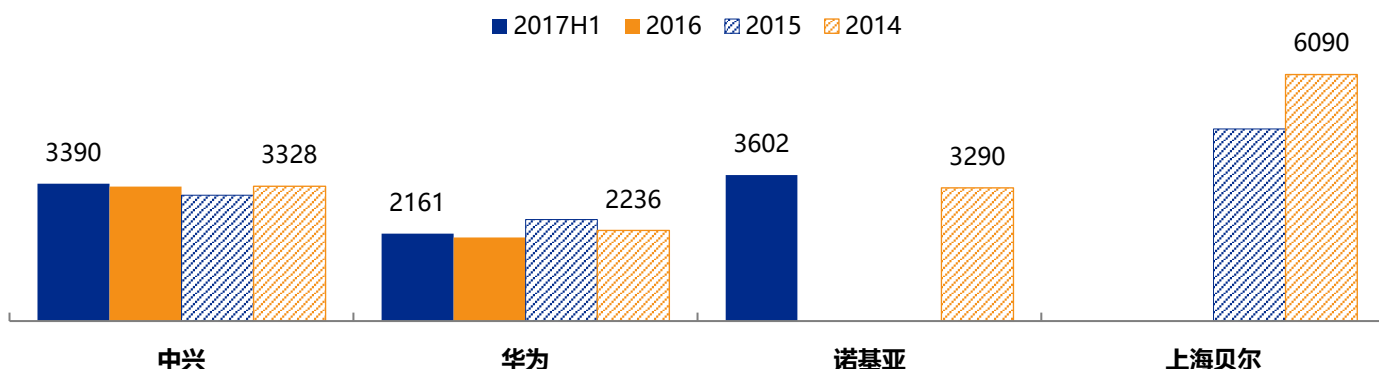
资料来源: CNKI、安信证券研究中心

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 500cm² 高频 PCB 材料, TDD 制式则使用约 1000cm² 高频 PCB 材料, **4G 单基站平均高频 PCB 用量约为 750cm²**。
- **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 4000cm², **而单基站高频 PCB 材料总用量或将达到 8000cm²**。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)		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/duroid® 绝缘产品。50 年代后，由于电视机等消费电器产品的普及，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 PrismaMark 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。

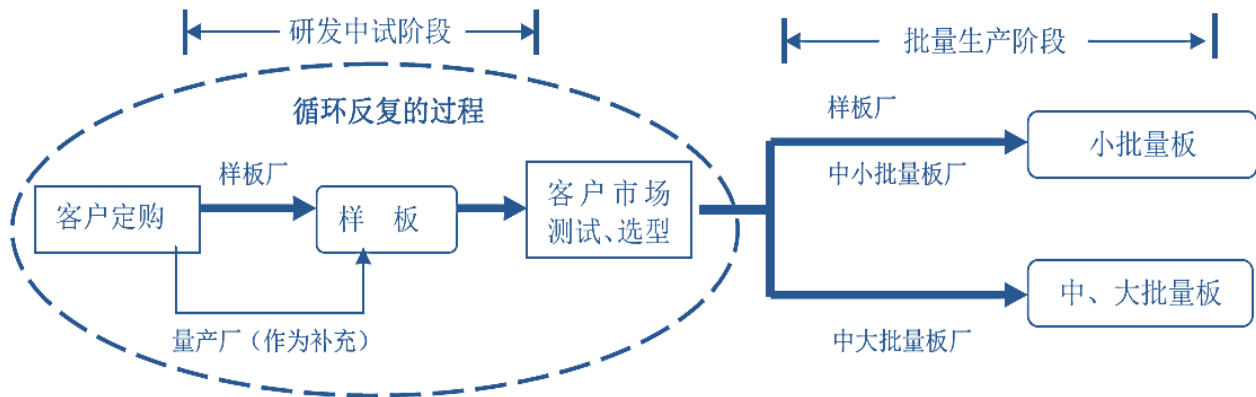
表 3：PCB 主要分类

产品种类	特征描述	主要应用	通用工艺	
单面板	仅一面导电图形	普通家电、遥控器和传真机等	银（碳）跨桥、冲压成孔、NC 机械钻孔	
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	冲压成孔、NC 机械钻孔、银（碳）贯孔	
刚性板	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	NC 机械钻孔（通孔/盲埋孔）、HDI
	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	NC 机械钻孔、HDI
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	机械钻孔（通孔/盲埋孔）、HDI

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

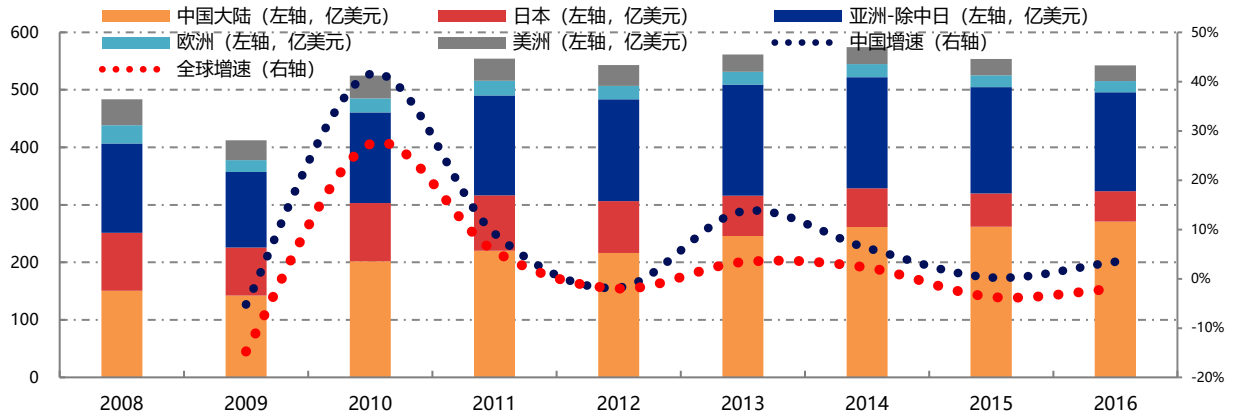
虽然大、小批量板和样板厂商都属于 PCB 厂商，但实际上各自的客户群体和能力侧重大不相同。目前，小批量、样板的龙头公司以兴森科技为代表。一般而言，样板、小批量公司毛利率高、市占率低，客户也比较分散，生产过程注重客户定制化和柔性管理。而大批量板公司则需要较高的自动化程度和较强的成本管控能力，大批量厂商的客户基本是下游汽车、消费电子和通信设备巨头，对认证、良率和交货时间的要求极高，相对而言门槛也较高。目前，大批量 PCB 龙头公司以台湾、日本企业为主，国内具有大批量生产能力的上市公司有深南电路、沪电股份、景旺电子等。

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通知》	“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发展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 PrismaMark 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、台韩和欧美地区。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局的占有率仅达到 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	昆山方正电路		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	营收占比	
			2015	2016	16/15 (%)	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 万平方米多层印刷电路板；年产 45 万平方米 HDI 印刷电路板	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 万平方米高精度印刷电路板；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）

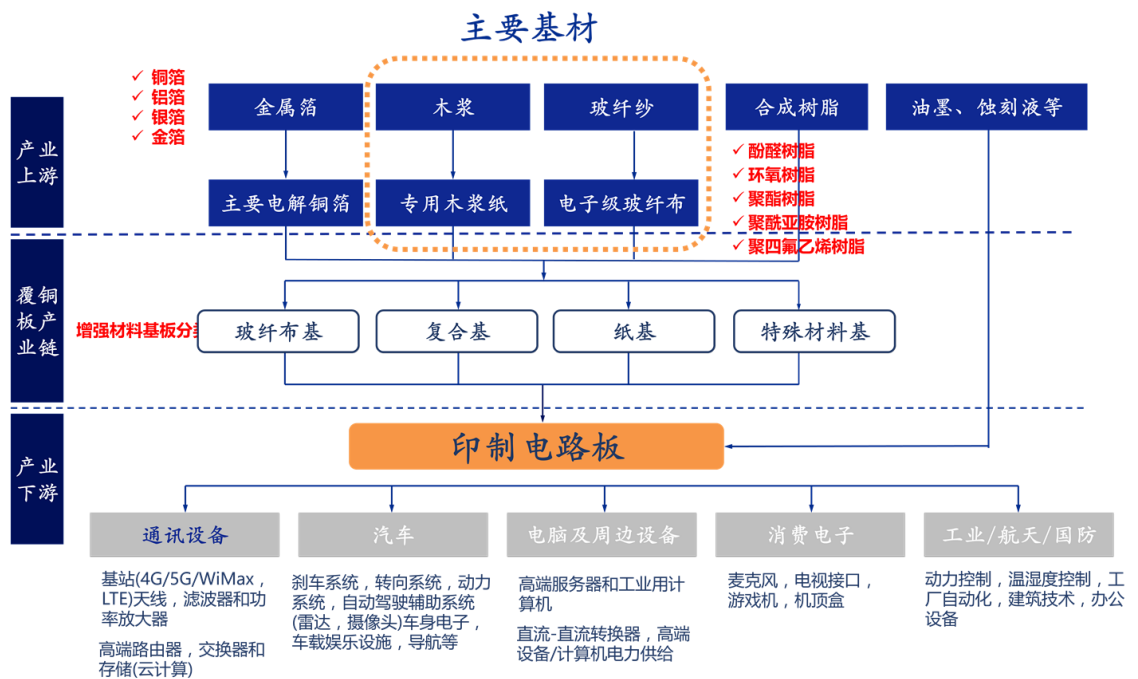
排名	企业	营业收入(亿元)	占有率	基本情况
1	臻鼎科技	169.85	9.43%	台资，厂址分布在深圳、淮安、秦皇岛和营口
2	健鼎科技	86.65	4.81%	台资，厂址分布在无锡和仙桃
3	紫翔电子	84.16	4.67%	日本 Nippon Mektron 全资子公司，主营挠性板
4	欣兴电子	56.97	3.16%	台资，厂址位于苏州、昆山和深圳
5	深南电路	45.98	2.55%	本土内资，A 股上市，主营高端通信用 PCB
6	志超科技	37.98	2.11%	台资，主营液晶显示器和 PC 用 PCB
7	沪电股份	37.9	2.10%	本土内资，A 股上市，主营通信、汽车用 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



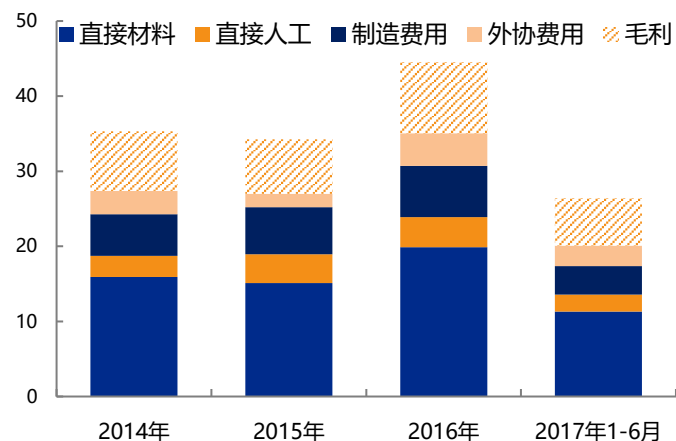
资料来源：安信证券研究中心整理、总结

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%

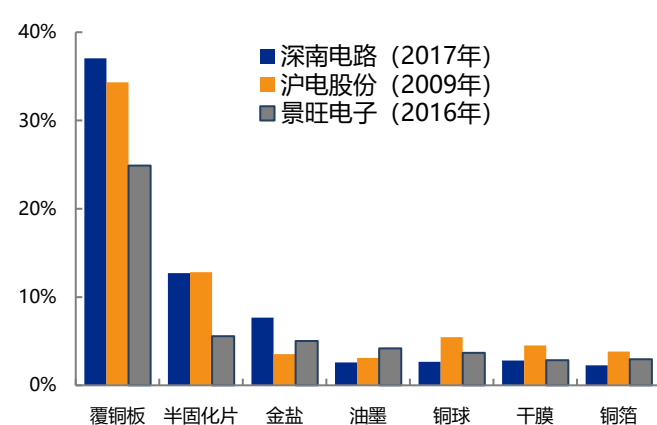
和 47.95%。这部分 PCB 厂商的成本是覆铜板厂商的收入，因此如生益科技、建滔、罗杰斯等分享了 PCB 产业（尤其是刚性 PCB）很大一部分附加值。

图 16：深南电路主要成本和毛利占收入的比例（亿元）



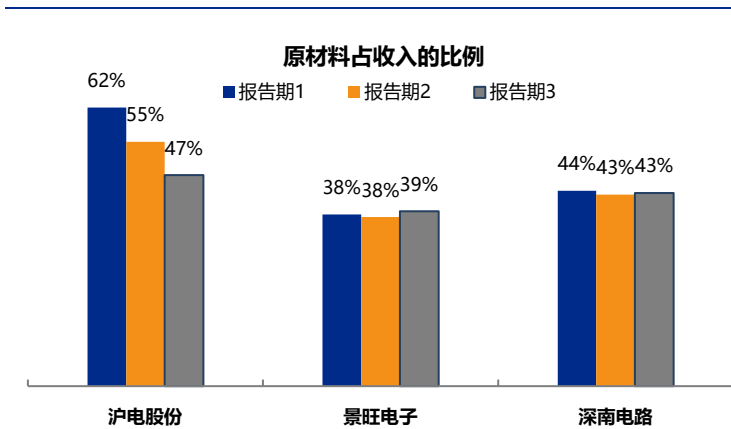
资料来源：深南电路招股说明书、安信证券研究中心

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

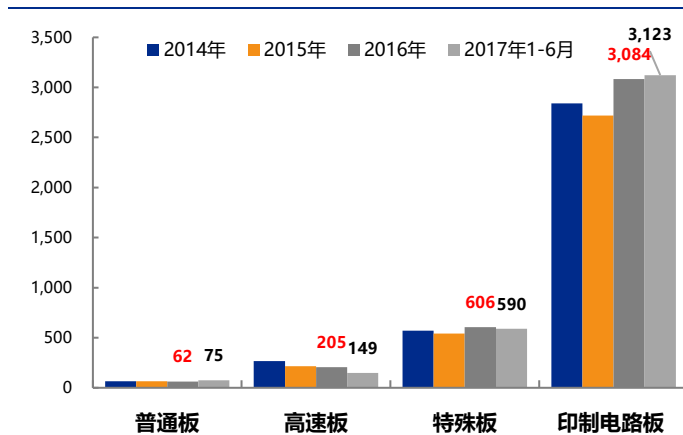
图 18：各公司原材料成本占收入的比例（样本报告期）



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 Prisma 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**。Prisma 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。Prisma 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。

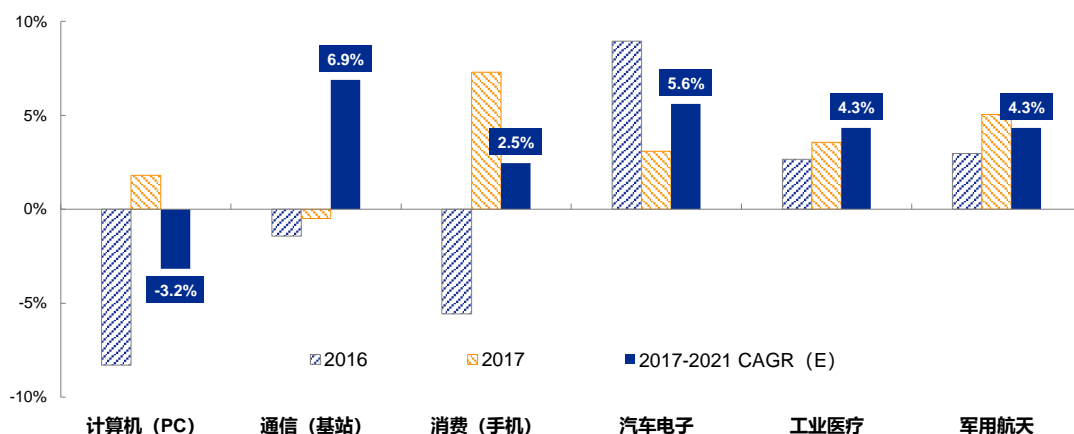
表 10：2015 年 NTI 统计的汽车 PCB 厂商前十名

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。

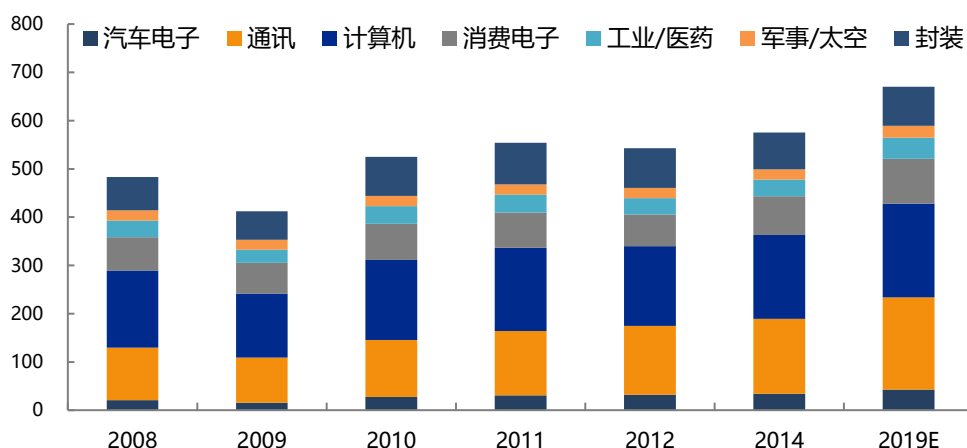
图 20：Prisma 对 PCB 下游应用市场增长率及预测



资料来源：Prisma、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 产值
	占比	产值	占比	产值	占比	产值	占比	产值	占比	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%

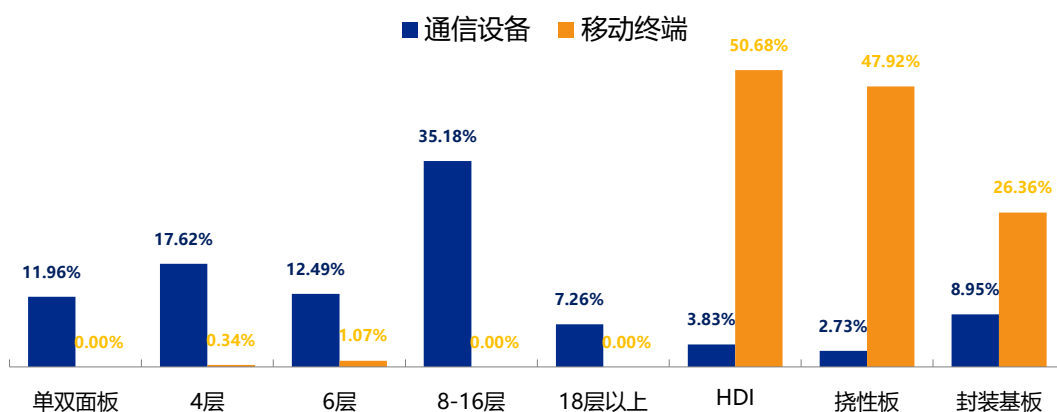
资料来源: Prismark、安信证券研究中心

- **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。

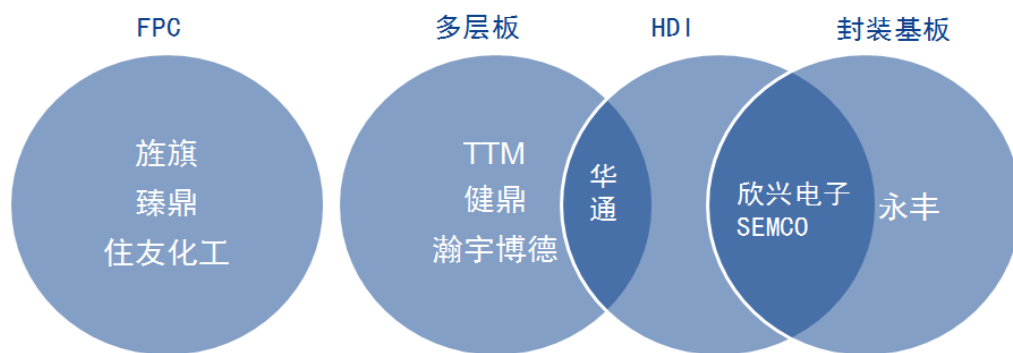
表 12：PCB 下游应用对 PCB 的需求量评级（○越多，应用需求越大）

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)
计算机	个人计算机	○	○	○○○○	○○○	○○○○		○○○○	○○○○
	服务器/存储器		○	○○○	○○○○	○○○○○	○○○○○	○○	○
	其他办公设备	○	○○	○○	○○○○	○			○○
通信设备	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、健鼎和华通；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

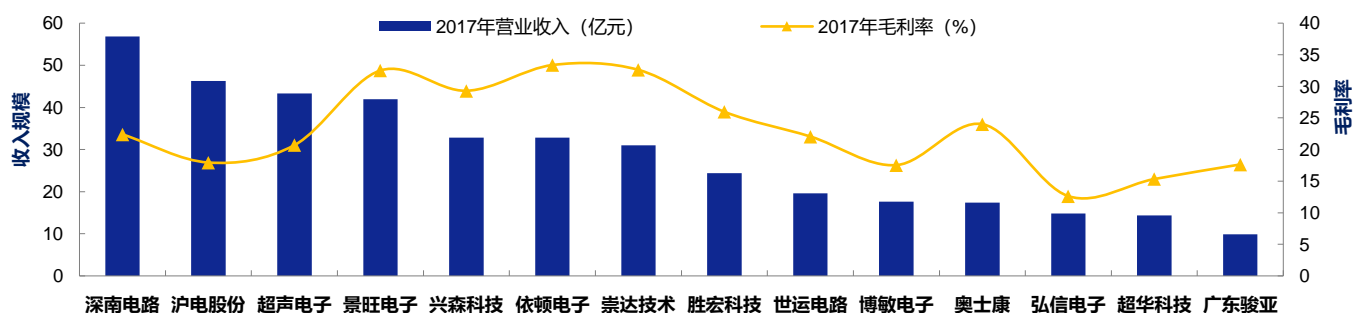
证比其他电子产品更复杂、认证周期更长，涵盖了对供应商环保、品质、稳定性的要求。认证从开始到下单一般需要 2~3 年的时间。设备商的 PCB 产品认证一般分为三类：1、针对全厂管理的认证（品质系统、文件管控、现场管控、环保、安全生产等认证）；2、产线认证（如卡板、背板生产线的认证）；3、板号认证（单个型号、单个产品的质量认证）；越是基础的材料对基站可靠性的影响越大，越是要经过时间的考验。通过认证后，设备商和供应商将在整个周期内形成紧密牢靠的合作关系，这成为了通信设备 PCB 板的一大门槛。

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

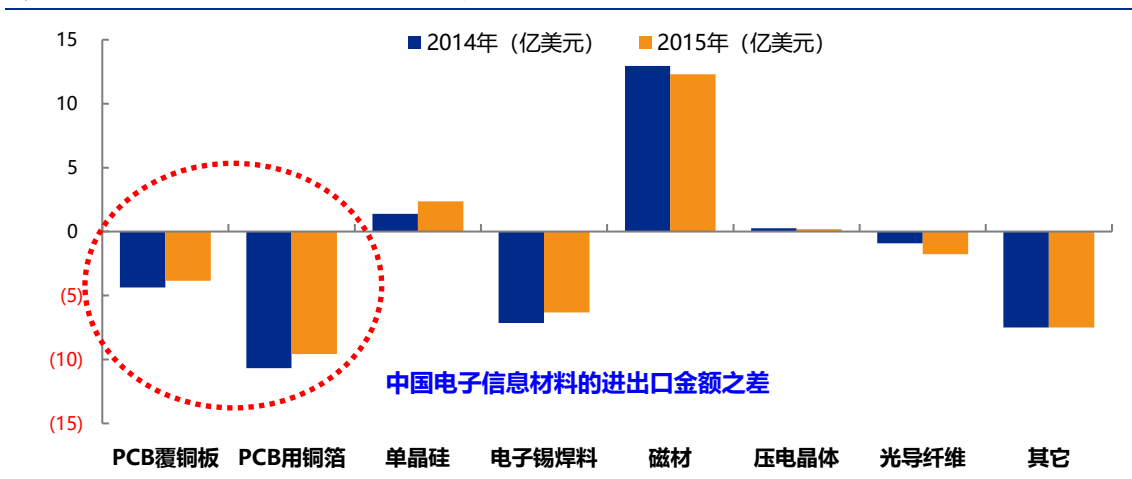
3. 高频/高速覆铜板——5G 时代国产替代的成长逻辑

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”。

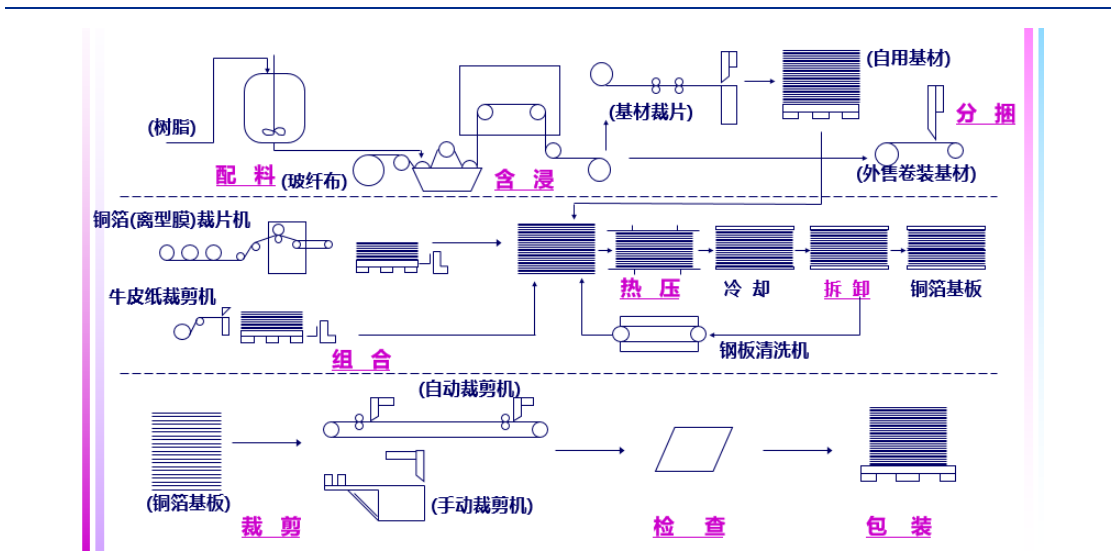
图 25: PCB 用覆铜板及铜箔目前仍处于“逆差”状态



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



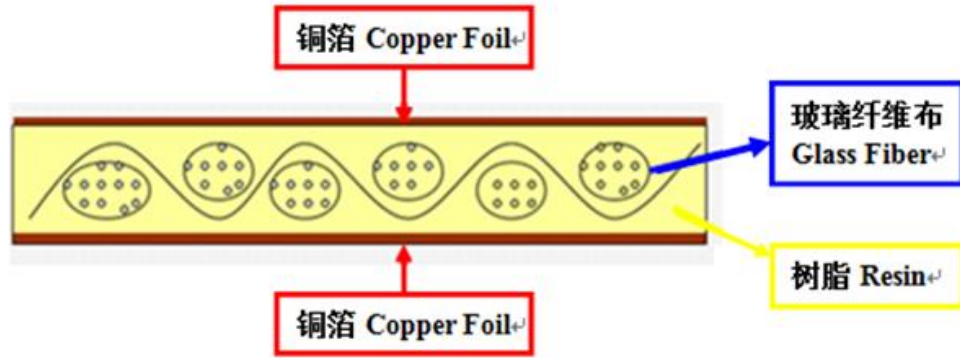
资料来源: 南亚塑胶、安信证券研究中心

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	纸基 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	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	
挠性 CCL	聚酯树脂 CCL	汽车电子、办公自动化设备等领域		
	聚酰亚胺 CCL	手机、数码相机、摄像机、笔记本电脑等便携式电子设备, 汽车电子、办公自动化设备、仪器仪表、医疗器械、航空航天、国防等领域		
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/duriod®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%。

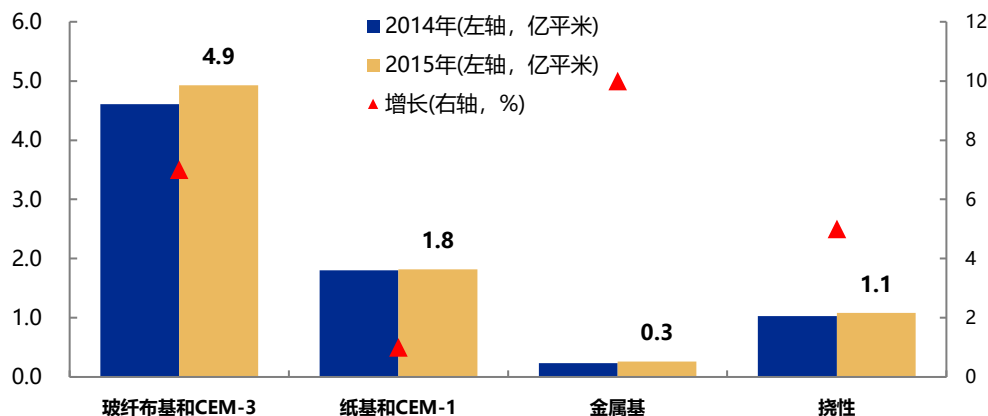
表 18: 2014 年各国在不同基材 PCB 的产值 (单位: 百万美元)

	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。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/175230202020011323>