

行业名称：电子元器件

5G 渐行渐近，电子产业升级

评级：买入（首次）

分析师：郑震湘

执业证书编号：S074051708001

电话：

Email: zhengzx@r.qlzq.com.cn

联系人：

电话：

Email：

重点公司基本状况

简称	股价 (元)	EPS				PE				PEG	评级
		2015	2016	2017	2018E	2015	2016	2017	2018E		
三环集团	24.0	0.61	0.62	0.86	1.14	26	32	28	21	0.8	
深南电路	73	1.31	1.60	2.23	3.02	--	55	33	24	0.91	
电连技术	27.4	2.51	3.51	3.01	1.54	--	--	31	18	--	

备注

基本状况

上市公司数	227
行业总市值(百万元)	29233.5
行业流通市值(百万元)	11261.4

行业-市场走势对比



相关报告

投资要点

- **5G 商用进程积极推进，各玩家加速布局。**我国积极开展 5G 技术研发，已先后解决了关键技术验证与技术方案验证，预计今年 9 月发布系统方案验证测试结果，不久后将进行 5G 产品研发试验。3 大运营商开展 5G 技术测试与研发，积极开始 5G 试点。随着政府陆续出台一系列政策推进 5G 发展以及国际 5G 标准化进程的加速，我们认为 5G 发展进程将提速，5G 建设有望提前开启。
- **5G 催生手机与基站天线进入 Massive MIMO 时代，天线量价齐升。**5G 需要部署在多个频段，因此需要使用频谱更宽裕且带宽更宽的毫米波波段进行通信，使用大规模天线技术 (Massive MIMO)。因而手机天线在 5G 时代数量增加，列阵天线或成主流，天线封装材质也会发生变革，LCP 天线有望成为主流，2020 年其市场空间预计能达到 24-30 亿美元以上。通讯基站方面，5G 时代 MIMO 等天线技术开启技术升级，不仅天线数量增加，而且辐射单元数量和性能也有更高要求。
- **5G 驱动射频前端加速，滤波器市场加速扩大。**5G 时代通讯标准进一步升级，带来手机射频前端单机价值量持续快速增长，其价值量在 5G 时代有望成长至 22 美金以上。预计 2022 年手机射频前端市场规模将达到 227 亿美元，年均复合增速将达到 14%。滤波器是射频前端市场中最大的业务板块，5G 时代手机频段支持数量将大量增长，带动单机滤波器价值量快速增长，其市场规模将从 2016 年的 52 亿美元增长至 2022 年的 163 亿美元，年均复合增速达到 21%。
- **5G 时代基站升级增加，带动 PCB 量价齐升。**随着 5G 商用的到来，毫米波发展推进数百万数目级别的小基站建设，通讯基站的大批量建设和升级换代将对企业通讯板形成海量的需求，PCB 迎来升级替换需求。5G 时代 PCB 量价提升具体表现在以下几个方面：1. 基站单根天线所用 PCB 一方面数量或有所提升，另一方面需采用低损耗及超低损耗高频 PCB，其均价也将有较大提升。2. RRU 所用 PCB 板的尺寸会更大，且材料为高速材料，其价值量也更高。3. BBU 使用 PCB 的面积和层数都会提高，且要求低损耗或者超低损耗，对 PCB 性能有一定的要求，附加值提升。
- **5G 时代通信更趋高频化，高频高速基材需求大。**高频信号相较于低频信号来说其频段更为宽广，5G 时代通信传输的频率更高，因而对高频 PCB 板与高速 PCB 板的需求更高，从而覆铜板高频基材与高速基材需求量增加。5G 基站中 DU 与 AAU 中的天线反射板、背板、TPX&PA 电路均采用高频基材，且对高频基材的性能要求更高，需要高频基材在保持介电损耗最小化的状态下维持介电常数稳定，因而 5G 时代高频覆铜板的需求与附加值都将得以扩张。
- **风险提示：**5G 建设进度不及预期；PCB 行业受制于环保监管。

内容目录

5G 商用进程积极推进, 各玩家加速布局	- 5 -
5G 时代手机和通讯基站 MIMO 天线量价齐升	- 10 -
手机天线进入多 MIMO 时代, 天线数量/材料以及机身材料带来改变	- 10 -
通讯基站 MIMO 等天线技术对数量、性能带来高要求	- 16 -
射频前端迎来变革, 市场容量与增速兼备	- 18 -
5G 驱动射频前端加速, 2020 年市场空间达 227 亿美元	- 18 -
滤波器市场大且增速快, 国内持续耕耘有望突破	- 20 -
PCB 随基站建设迎黄金发展期	- 23 -
5G 时代 PCB 丰富应用场景带来较大市场空间	- 23 -
基站数量增加提升 PCB 需求	- 25 -
MIMO 天线扩容带来 PCB 量价齐升	- 26 -
基站升级提升 PCB 性能需求	- 27 -
5G 时代 PCB 市场空间相对 4G 大幅提升	- 27 -
5G 催生高频高速覆铜板国产化需求	- 29 -
国内上市标的梳理	- 31 -
飞荣达, 5G 电磁屏蔽及通讯基站天线端子受益高	- 31 -
三环集团: 5G 陶瓷机壳一体化供应全球龙头	- 33 -
三安光电: 从 LED 向化合物半导体龙头过渡	- 34 -
沃特股份: 5G 天线 LCP 材质国内技术领先者	- 35 -
立讯精密: LCP 天线切入大客户, 全品类拓展打开成长空间	- 36 -
电连技术: 积极加大 5G 领域布局, 静待新产品放量	- 36 -
麦捷科技: SAW 滤波器实现突破, 静待新产品放量	- 36 -
深南电路: 内资 PCB 领先企业, 加速开发 5G 无线通信基站用 PCB 产品	- 37 -
沪电股份: 率先布局 5G, 新一轮成长即将开始	- 38 -
东山精密: PCB+基站天线+滤波器, 有望深度受益 5G 时代	- 38 -
生益科技: 布局高频高速特种基材, 有望最大受益于 5G 通信	- 39 -
风险提示:	- 39 -
图表 1 通信技术的演进	- 5 -
图表 2 中国 5G 推动进程	- 5 -
图表 3 2018 年开启 5G 试点的 12 个城市情况	- 6 -
图表 4 中国三大运营商 5G 部署规划	- 7 -
图表 5 政府鼓励 5G 发展的政策	- 7 -
图表 6 5G 标准化进程	- 8 -
图表 7 全球 5G 发展历程	- 8 -
图表 8 5G 手机进展	- 10 -

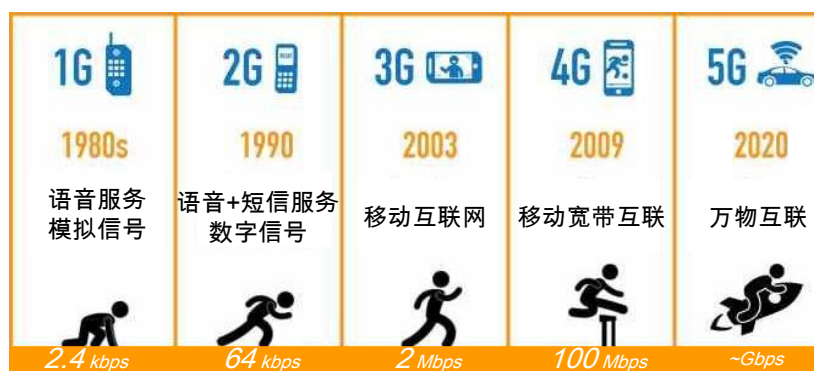
图表 9 华为 P10 Plus 即采用了 4*4MIMO 天线方案	- 11 -
图表 10 5G 天线点阵示意图	- 11 -
图表 11 3D-MIMO 基站带来的优势	- 12 -
图表 12 手机天线不同方案发展历史	- 12 -
图表 13 手机 LDS 天线加工技术	- 13 -
图表 14 手机 LDS 天线技术的优势	- 13 -
图表 15 LCP 软板技术参数及特点	- 14 -
图表 16 LCP 软板相比 PI 软板更具优势	- 14 -
图表 17 苹果 X 使用 LCP 软板具体情形	- 15 -
图表 18 苹果 LCP 供应链结构	- 15 -
图表 19 通讯天线从 1G 到 5G 的发展历史及特点	- 17 -
图表 20 通讯波束赋形的覆盖距离情况	- 17 -
图表 21 Massive MIMO 天线辐射信号增益模型	- 17 -
图表 22 通讯天线的结构组成部分	- 18 -
图表 23 辐射单元目前传统常见三种方案	- 18 -
图表 24 智能手机典型射频前端示意图	- 18 -
图表 25 射频前端主要组成的功能	- 19 -
图表 26 通讯标准升级带动手机前端价值量快速增长	- 19 -
图表 27 滤波器行业不仅规模大，而且增速也较高	- 20 -
图表 28 各种滤波器对信号的筛选原理	- 20 -
图表 29 各品牌中高端机型频段支持数量普遍在 20-30 个以上	- 21 -
图表 30 通讯标准升级带动滤波器单机价值量快速增长	- 21 -
图表 31 骁龙 X16 LTE 调制解调器主要技术参数	- 22 -
图表 32 SAW 滤波器原理图	- 22 -
图表 33 BAW 滤波器原理图	- 22 -
图表 34 SAW 滤波器市场格局	- 23 -
图表 35 BAW 滤波器竞争格局	- 23 -
图表 36 5G 应用场景	- 24 -
图表 37 全球 PCB 产品应用领域情况	- 24 -
图表 38 PCB 在通信领域的主要应用	- 24 -
图表 39 通信设备的 PCB 需求构成	- 25 -
图表 40 5G 带来基站建设由宏基站向小基站转变	- 25 -
图表 41 近 5 年全球无线通信资本支出情况	- 26 -
图表 42 2019~2023 年 5G 基站建设预测	- 26 -
图表 43 MIMO 技术的演变	- 27 -

图表 44 基站组成结构的变化.....	- 28 -
图表 45 5G 基站重构的驱动力.....	- 28 -
图表 46 5G 基站重构为 CU 和 DU 两个逻辑网元.....	- 29 -
图表 47 覆铜板构造示意图.....	- 29 -
图表 48 覆铜板材料分类.....	- 30 -
图表 49 覆铜板材料 Df 情况.....	- 30 -
图表 50 高频基材与高速基材的应用.....	- 30 -
图表 51 飞荣达的产品及价值链位置示意图.....	- 31 -
图表 52 飞荣达近五年营收、净利润增长情况.....	- 32 -
图表 53 飞荣达近几年毛利率和净利率变化情况.....	- 32 -
图表 54 飞荣达在智能手机应用情况.....	- 32 -
图表 55 飞荣达消费电子主要客户一览.....	- 32 -
图表 56 电磁屏蔽和导热产品在通信机柜中应用.....	- 33 -
图表 57 飞荣达在 5G 天线阵子塑料解决新方案.....	- 33 -
图表 58 陶瓷氧化铝和其他材料比较.....	- 34 -
图表 59 三环集团的陶瓷机壳布局.....	- 34 -

5G 商用进程积极推进，各玩家加速布局

- **5G 是第五代通信技术，是第四代通信技术（4G）的延伸，5G 的各项技术指标相比 4G 都会大幅提升。**1G 产生于 1980 年代，只支持语音通话，2G 实现了短信服务，3G 凭借其较高的传输速度使移动互联网成为现实，4G 产生于 2009 年，根据 IMT-Advanced 的要求，4G 在高速移动性的环境下要达到 100Mbps 的速率，在低速移动的环境中要达到 1Gbps 的速率，实现了移动宽带互联。而 5G 在 4G 的基础上，各项技术指标都要大幅度提升。其中，**峰值传输速度达到 20Gbps，延迟降低到 1ms，连接密度达到 106/km²，移动性达到 500km/h，流量密度达到 10Mbps/m²。**

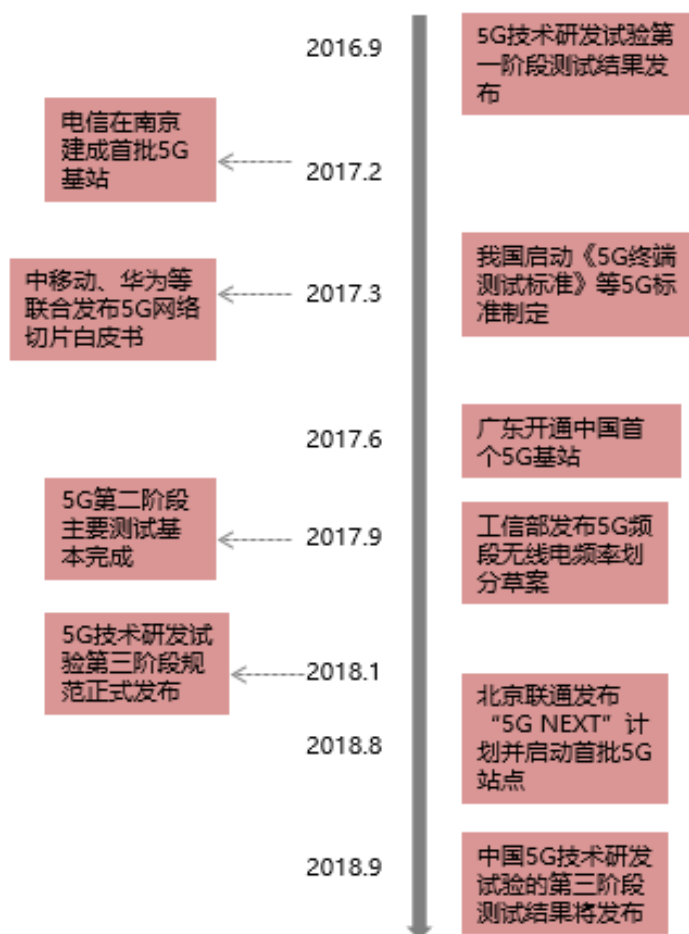
图表 1 通信技术的演进



来源：公开资料整理，中泰证券研究所整理

- 自 2013 年国家工信部、发改委、科技部联合推动成立 IMT-2020(5G) 推进组以来，我国积极开展 5G 技术研发试验，先后解决关键技术验证、技术方案验证和系统方案验证。我国 5G 研发是从 2016 年开始，由工信部指导，IMT-2020(5G) 推进组负责全面组织实施。**根据计划，在 2016-2018 年主要进行 5G 技术研发试验，2019-2020 年会进行 5G 产品研发试验。**过去两年已连续发布中国 5G 技术研发试验第一阶段“5G 关键技术验证”和第二阶段“5G 技术方案验证”测试成果，预计将在今年 9 月底的 PT 展上发布第三阶段测试成果。

图表 2 中国 5G 推动进程



来源：公开资料整理，中泰证券研究所整理

- **5G 试点为正式商用准备，今年以来三大运营商和一些设备供应商正积极开展 5G 技术测试与研发。**中国移动在杭州、上海、广州、苏州、武汉 5 个城市开展外场测试，每个城市将建设超过 100 个 5G 基站，并将在北京、成都等 12 个城市进行 5G 业务和应用示范。中国电信试点城市为“6+6”，除之前已确定的深圳、上海、苏州、成都、兰州几个城市外，还将根据国家相关部委要求扩大试点范围，或将再增设 6 个城市。中国联通今年结合发改委和工信部重大专项，拟在北京、天津、青岛、杭州、南京等 16 个城市开展试点。

图表 3 2018 年开启 5G 试点的 12 个城市情况

运营商	试点城市数量	2018年5G试点城市
中国移动	5	杭州、上海、广州、苏州、武汉
中国联通	7	北京、天津、上海、深圳、杭州、雄安、南京
中国电信	6	雄安、上海、深圳、苏州、兰州、成都
合计	12	杭州、上海、广州、苏州、武汉、北京、天津、深圳、雄安、南京、兰州、成都

来源：前瞻产业研究院，中泰证券研究所整理

图表 4 中国三大运营商 5G 部署规划

运营商	年份	部署计划
中国移动	2017	选取 4-5 个城市，每个城市大约 7 个站点做系统验证，形成预商用样机。
	2018	数个城市各建大概约 20 个站点进行规模试验，形成端到端商用产品和预商用网络。
	2019	连续扩大试验网规模，城市总量和每个城市的站点都会扩大。
	2020	全网 5G 基站将会达到万站规模，从而实现商用产品的规模部署。
中国联通	2017	完成全网 5G 的无线、网络、传输和安全关键技术。
	2018	完成 5G 关键技术的实验室验证，完成 5G 网络建设方案；将在 4-6 个城市开展规模试验，验证 5G 商用。
	2019	完后才能 5G 场外组网试验。
	2020	开始实施 5G 商用
中国电信	2017-2018	5G 网络演进架构与关键技术研究、技术概念验证；提出 4G 向 5G 的相关技术方案，5G 发展及标注性走向；开展部分 5G 关键技术实验室测试与场外测试。
	2019-2020	开展 4G 引入 5G 的系统和组网能力验证；制定企业级 5G 技术规范；对于部分成熟的 5G 技术，进行试点商用部署。
	2020-2025	按照 CTNet2025 网络发展目标，持续开展 5G 移动通信后续技术演进的研究，试验以及商用推进工作。

来源：前瞻产业研究院，中泰证券研究所整理

- 为提升信息通信业供给能力、补齐发展短板、优化发展环境，促进数字经济发展和信息消费扩大升级，政府陆续出台了一系列政策积极推进 5G 网络发展。随着国家重点鼓励 5G 发展政策的相继出台以及各运营商与设备商在 5G 研究方面的大力投入，我们认为 5G 进程大大加快，5G 建设有望提前。据 GSMA 智库(GSMA Intelligence)预测，到 2025 年，中国将拥有 4.3 亿个 5G 连接，占全球总量的三分之一，成为全球最大的 5G 市场。

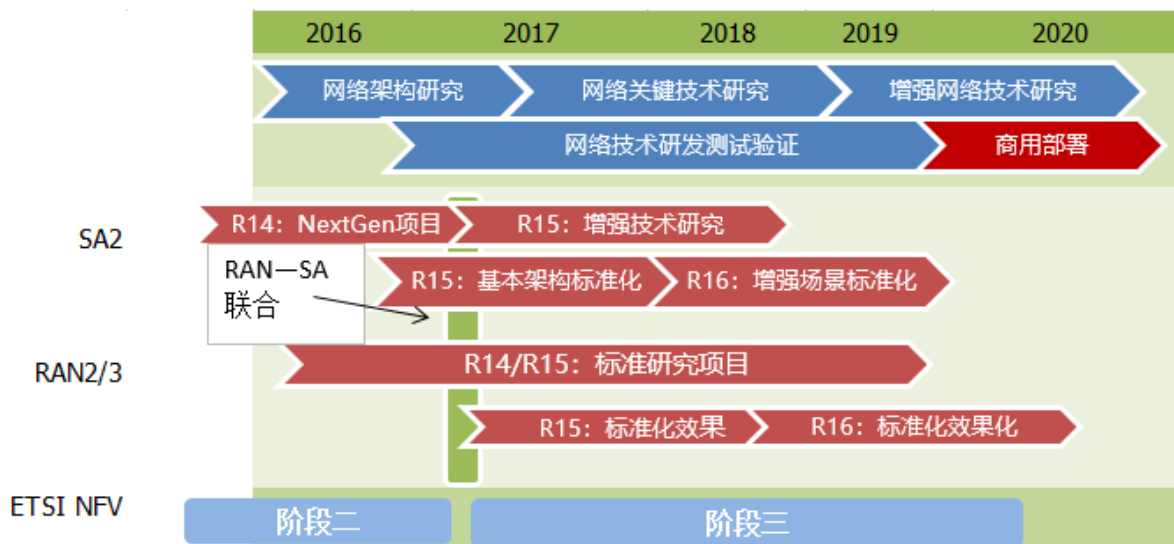
图表 5 政府鼓励 5G 发展的政策

时间	部门	具体信息
2016年8月	工信部	发布《国家无线电管理规划(2016-2020)》，提出将会为通信网络的搭建提供频谱资源上的保证，预计将会为5G建设预留不少于500MHz的频谱资源
2017年8月	国务院	发布《关于进一步扩大升级信息消费持续释放内需潜力的指导意见》，要求中国力争2020年启动5G商用
2018年2月	发改委	公布《2018年新一代信息基础设施建设工程拟支持项目名单》，推动5G实验网建设
2018年4月	发改委	宣布降低5G频谱占用费用，为三大运营商节省开支
2018年5月	无线电办公室	对围绕3.5GHz和4.8GHz的频段占用情况进行清理核查
2018年8月	工信部、发改委	发布《扩大和升级信息消费三年行动计划》，提出2020年确保5G启动商用

来源：公开资料，中泰证券研究所整理

- 国际5G标准化进程加速。**3GPP作为国际移动通信行业的主要标准组织，承担着5G国际标准技术内容的制定工作，即完成标准的具体制定工作。根据3GPP的规划，5G标准分为NSA和SA(Standalone, 独立组网)两种。3GPP Rel.15作为5G第一个版本已经提前10个月于2017年12月份发布，基于非独立组网(NSA)的核心标准已经正式冻结，这是5G技术的第一个确定的标准。所谓非独立组网，就是以现有的LTE无线接入和核心网作为移动性管理和覆盖的锚点，新增5G无线接入的组网方式。预计2019年年底完成Rel.16完整版标准。

图表 6 5G 标准化进程



来源：IMT2020 (5G) 技术研发总体规划，中泰证券研究所整理

图表 7 全球 5G 发展历程

范围	国家/地区	运营商	5G商用部署计划
亚太地区	中国	中国移动 中国联通 中国电信	2019年推出5G服务 2020年推出商用5G服务 2020年推出商用5G服务
	香港	中国移动	2018年下半年进行5G试验, 计划2020年推出5G商用
	台湾	中华电信 亚太电信	2020年推出5G服务 2020年推出5G服务
	日本	NTT.Docomo 软银	2020年东京奥运会推出5G网络 2020年之前部署5G
	韩国	SK电讯 韩国电信 LGUplus	计划2019年3月推出5G服务 计划2019年3月推出5G服务 计划2019年3月推出5G服务
	澳大利亚	Optus Telstra	2019年初开始部署一张5G固定无线网络 分三个阶段进行5G网络部署, 预计在2020年实现全面部署
	新西兰	Spark 沃达丰	2018年-2019年在新西兰部署5G网络 2021年之前在新西兰推出5G服务
	菲律宾	PLDT Globe Telecom	2020年推出商用5G服务 2019年推出5G固定无线接入服务
	巴林	Zain Viva	计划在2018年推出5G服务 在频谱可用时部署和推出5G服务
	印度	BSNL	2020年推出5G服务
	泰国	TrueMove	2020年推出5G服务
	斯里兰卡	SLT(Mobitel)	2020年之前推出5G网络
	阿联酋	Du	预计在2018年进行5G网络部署
	卡塔尔	沃达丰	2018年底推出5G服务
科威特	Viva	已进行5G试验, 一旦监管批准即可向用户推出	
北美地区	美国	AT&T Verizon T-Mobile US	2018年底在美国十几个城市推出5G服务 2018年在美国3-5个城市推出商用5G网络 2019年开始5G网络部署, 于2020年实现全面覆盖
	加拿大	Sprint Telus	2019年推出商用5G服务 2019-2020年部署
	俄罗斯	Megafon MTS Rostelecom	2018年世界杯场馆已部署5G试验网, 计划进行全面部署 预计2020年推出 2019年推出
欧洲地区	英国	EE/BT 沃达丰	2019年推出 2020年推出
	德国	O2 德国电信 西班牙电信 (O2)	2020年推出 2020年进行5G全面部署 2021年在德国进行部署
	法国	Orange SFR	2020年之前部署 2019年部署5G网络, 并于2020年推出商用服务
	西班牙	西班牙电信 (Movistar) Orange	2021年推出5G服务 计划2019年使用3.5Hz频段在西班牙四个城市进行5G部署
	瑞士	Masmovil (Yoigo) 瑞士电信 Sunrise Communications	正在部署5G就绪设备升级其西班牙网络 2018年底推出5G商用网络 2020年全面提供5G服务
	瑞典	Salt Switzerland TeliaSonera Tele2	2020年推出5G服务 2018年底推出 2020年推出
	芬兰	TeliaSonera DNA	2018年推出 2019年推出
	意大利	TIM	2020年推出
	葡萄牙	沃达丰	2020年推出
	捷克	沃达丰	2019年部署
南美	波兰	Orange	2019年开始进行5G测试, 并于2020-2021年进行网络部署
	巴西	Claro	2020年推出
非洲	南非	Comsol	计划2019年在南非推出5G服务

来源：公开资料整理，中泰证券研究所整理

5G 时代手机和通讯基站 MIMO 天线量价齐升

- 移动通信 5G 无线接入的频谱效率相对于 4G 将提高 5-10 倍，而其中 Massive MIMO 将是其关键技术之一，天线是电路信号与空间辐射电磁波的转换器，向空间辐射或者接收电磁波，是移动通信系统末梢的重要组成部分。

图表 8 5G 手机进展

厂商	国家与地区	目前进展	未来规划
华为	中国大陆	Balong 5G 芯片	2019 年上半年推出 5G 手机
高通	美国	X50 5G Modem	2018 年下半年发布高通骁龙 855
三星电子	韩国	Exynos Modem 5100	投资 1610 亿美元用于 5G 及 AI 研发
英特尔	美国	XMM8060 调制解调器	2019 年下半年推出 5G 产品
联发科	中国台湾	M70 基带	2019 年 10 月实现友好用户测试
紫光展锐	中国大陆	5G 终端原型平台 Pilot V2	2019 年下半年商用 5G 手机
moto	中国大陆	5G 手机 moto Z3	2019 年初开售 5G 模块

来源：通兴产业网，中泰证券研究所整理

手机天线进入多 MIMO 时代，天线数量/材料以及机身材料带来改变

- 5G 高宽带驱动天线毫米波阵列升级。**天线是一个过渡元器件，其担负着终端与自由空间端间电磁能量平滑有效率进行收发传递功用，在无线通信链上，其是发射端的最后一级，又是接收端的第一级，而 4.5G|5G 时代来临，毫米波通信的高频传输，因其大的带宽带来更高的通信系统容量，毫米波天线阵列 (MM Wave) 是 5G 提升网络能量以及高速无线体验的关键技术支柱，相对应的天线的数量、布局位置、制造工艺及材料都将带来较大改变。

变化 1：天线进入 Massive MIMO 时代，数量倍增。

- Massive MIMO 相比于传统 MIMO 能够有效提升性能的关键技术就是大规模阵列天线，原理是基于相控阵天线，通过控制阵列天线中辐射单元的馈电相位来改变方向图形状，突出优点是增益高，能迅速准确地控制波束方向，并且能在覆盖范围内同时跟踪多个用户。2017 年 4 月，中国移动启动 4G 网络招标明确提出 M-MIMO 商用需求并正式采购，标志 M-MIMO 正式商用。
- 天线数大幅增加。**2G、3G 时代，手机主要有一根主天线负责通信信号的发射和接收；4G 时代，智能机普遍采用 2 根天线，上天线通过 PCB 走线与主板直连，下天线通过一根射频连接线将天线与主板跨接；在 5G 初期，4 根天线将成为手机设计的基础需求：上部 2 根天线同

样与主板直连，而下部 2 根天线则需要 2 根射频连接线将天线与主板跨接。

- **信号维度拓宽。**传统 MIMO 称之为 2D-MIMO，以 8 天线为例，实际信号在做覆盖时，只能在水平方向移动，垂直方向是不动的，信号类似一个平面发射出去，而 Massive MIMO 是信号水平维度空间基础上引入垂直维度空域进行利用，信号的辐射状是个电磁波束称之为 3D-MIMO。
- 三星率先在 S8 开始采用 4x4 MIMO 天线，正如前文中提到了骁龙 X16 基带芯片也支持 4x4 MIMO 天线，国产品牌华为从 P10 Plus 开始也导入了 4*4 MIMO 天线，工艺上主要采用软板或者 LDS 工艺，单价价值量在 1-4 元左右。

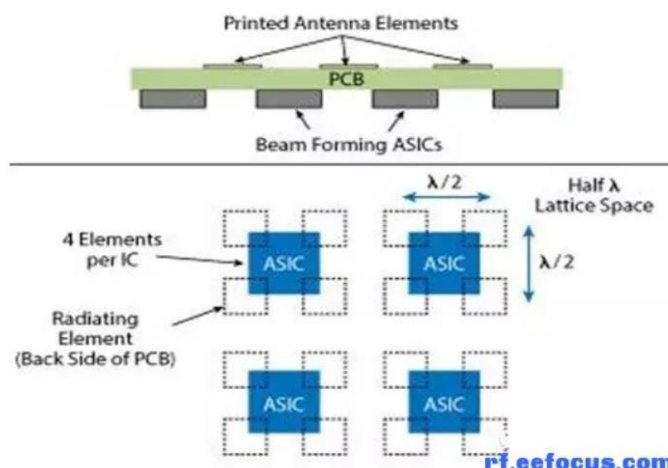
图表 9：华为 P10 Plus 即采用了 4*4MIMO 天线方案



资料来源：高通官网，中泰证券研究所

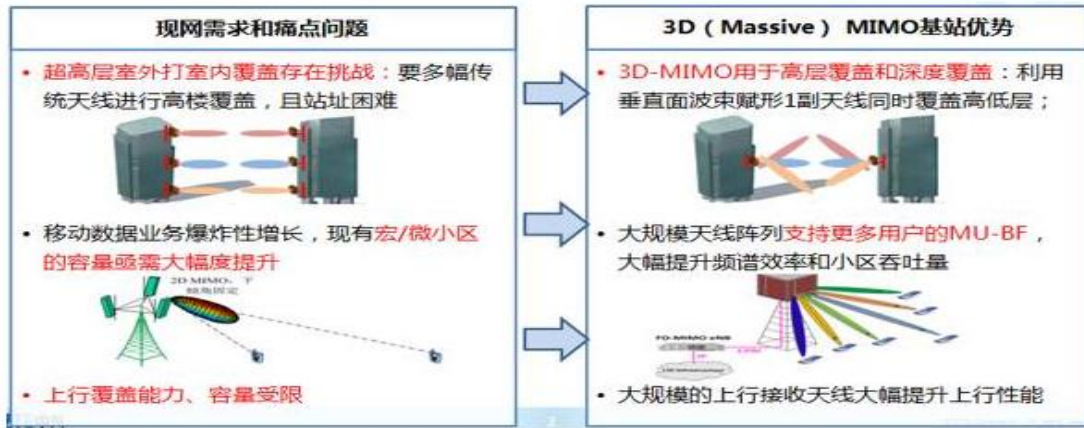
- **5G 时代，天线数量更多，阵列天线或成主流。**5G 终端天线是相控阵体系，其天线单元需要合成形成聚焦波束，一般采用点阵形式 16 个小的米粒大小的天线，不可能用 16 根屏蔽线引出信号到射频芯片了，需要就地解决与芯片连接难题。引出天线与点阵天线做成一体，一般一个芯片管理四个点阵。

图表 10：5G 天线点阵示意图



资料来源：中泰证券研究所

图表 11：3D-MIMO 基站带来的优势



来源：无线部落，中泰证券研究所

变化 2：手机天线不同方案对机壳材料的变化。

- 前几代手机以塑料材料为主。第一代 iPhone 到 iPhone3G、iPhone3GS，均采用了 FPC 天线设计结构，就是用塑料膜中间夹着铜薄膜做成的导线。
- 金属机壳中框天线集成，4G 的天线一般布置在手机上下端部和侧面，但天线隐藏在金属中框会发生电磁屏蔽，最早的 iPhone4 的“天线门”就因为中框的大面积金属导致信号较弱，后来的 iPhone4s 在中框上下天线处开了缝隙用塑料填充，加强信号溢出，后来手机后壳上下天线变塑料盖板，（下天线通常即是主天线，即担任发射接纳；上天线集了 WIFI/GPS 和蓝牙天线）。
- 玻璃机壳后盖集成：双玻璃手机上下盖采用高强度的不锈钢材料，由于是玻璃面板和后盖，天线就不适合直接做在玻璃上，制造商往往会给玻璃内侧做一层不透明装饰，这种情况就比较适合在装饰膜上覆盖上一层天线薄膜，也可布上其他电路，将超薄 FPC（厚度在 150um 左右）贴在 PET 膜上。三星 s8 就是使用的玻璃后盖集成，实现了 4x4mimo 天线。
- 陶瓷机身：iphone3 使用了塑料，iPhone4 使用了玻璃，综合来看金属材料肯定对电磁屏蔽和无线充电等带来影响，且未来随着双摄、四摄等创新元器件挤压工控，金属机壳的天线布置难度加大，全陶瓷一体机天线则相对解决上述部分问题，iphone5 使用了陶瓷来防止金属屏蔽也已经验证，其他小米 5 尊享版、mix、mix2 中使用等采用陶瓷后盖，最大程度消除金属机壳对信号干扰影响，根据实测，LTE4 路天线技术，增强 4G 接收能力和网络稳定性，网络提升高达 100%。内在陶瓷机壳受益企业为三环集团。

图表 12：手机天线不同方案发展历史

iPhone 3 下边塑料外壳	iPhone 4 金属中框当天线	iphone6 A+E 天线（上下两端）	三星 s8 玻璃后盖集成	小米 MIX2 陶瓷材质后盖(NFC 天线)
-----------------	------------------	----------------------	--------------	------------------------

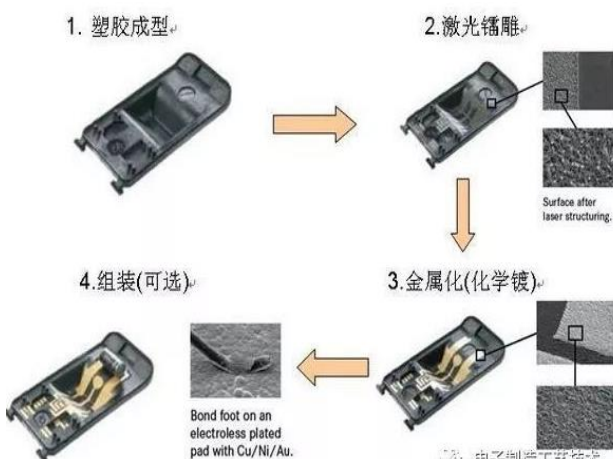


来源: eefocus, 电子发烧网, 艾邦高分子, 中泰证券研究所

变化 3: 制造工艺技术和材料的变化。

- 高频传导天线设计的一个重要趋势是集成天线的射频前端电路，分为 LDS 天线技术以及 LCP 工艺技术。
- **LDS 天线技术。**普通的手机天线都被安装在手机的主板上，而 LDS 天线技术就是激光直接成型技术(Laser-Direct-structuring)，利用计算机按照导电图形的轨迹控制激光的运动，将激光投射到模塑成型的三维塑料器件上，在几秒钟的时间内，活化出电路图案。简单的说(对于手机天线设计与生产)，在成型的塑料支架上，利用激光镭射技术直接在支架上电镀形成金属天线 pattern。这样一种技术，可以直接将天线镭射在手机外壳上。这种天线的好处是天线更加稳定、也可以避免内部元件的干扰，同时也可以节省出更多的设计空间，让手机做得更加纤薄。

图表 13: 手机 LDS 天线加工技术



来源: 电子制造工艺技术, 中泰证券研究所

图表 14: 手机 LDS 天线技术的优势

优势	具体阐述
一致性高，精度好，天线性能稳定	一致性好，精度高，激光系统耐用、少维护，适合7X24不间断生产，故障率低，能够充分利用支架立体结构来形成天线patter
制造流程短	无需电路图形模具，只要给出三维的CAD图就可以了，省去了和ME反复沟通和模具重复modify的过程
保证信号	天线镭射在手机外壳上，避免了手机内部元件的干扰，保证了手机的信号
增强空间利用率	智能手机的机身能够达到一定程度的纤薄

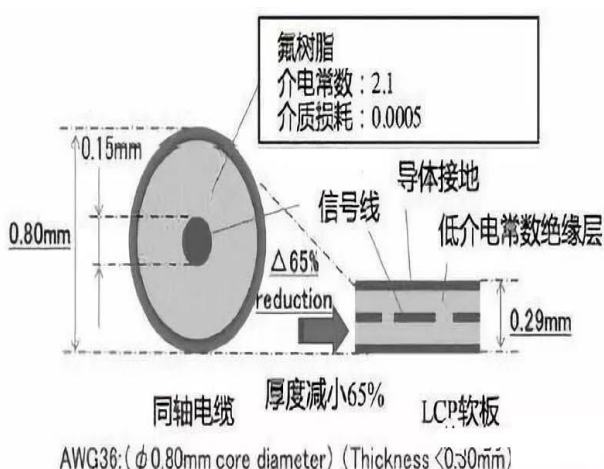
来源: 电子发烧网, 中泰证券研究所

- **LCP: 5G 时代天线封装材质迎变革，Iphone X 等旗舰机型采用 LCP 有望引领趋势，单机价值量大幅提升。**由于 5G 来临后，高频段属于毫米波，而阵列天线还要兼具连接的功能，传统的 PI 基材在 10Ghz 以上频段时，在传输损耗等方面难以满足需求，需要选用其他材质。**LCP 具**

有低吸水性、低热膨胀性等特点，其介电常数与介质损耗因子小，信号传输损耗小，更加适合于 5G 通信。

- 2017 年 11 月 3 日，iPhoneX 发售后首次采用了多层 LCP 天线，LCP 天线全称为以 LCP 为基材的 FPC 软板，将天线与射频连接功能合二为一。传统 FPC 电路板基材主要是聚酰亚胺 (PI)，但是由于 PI 基材的介电常数和损耗因子较大、吸潮性较大、可靠性较差，因此 PI 软板的高频传输损耗严重、结构特性较差，已经无法适应当前的高频高速趋势。LCP (液晶聚合物材料) 作为一种新材料，最早用于连接器，非常适用于微波，毫米波设备，具有很好的应用前景。微波和毫米波射频前端电路集成和封装。其优点如下：低损耗 (频率为 60GHz 时，损耗角正切值 0.002-0.004)，灵活性，密封性 (吸水率小于 0.004%)。

图表 15: LCP 软板技术参数及特点



来源: 电子制造工艺技术, 中泰证券研究所

图表 16: LCP 软板相比 PI 软板更具优势

vs 参数	PI	改性PI	LCP	LCP评价
传输损耗	较差	一般	较好	适合高频高速
可弯折性	较差	一般	较好	适合小型化
尺寸稳定性	较差	一般	较好	可靠性好
吸湿性	较高	一般	较低	性能更稳
耐热性	较好	一般	较差	难加工
成本	1x	1-2x	2-2.5x	价格昂贵

来源: 中泰证券研究所

- 据拆解，iPhoneX 首度使用 2 个 LCP 天线 (中继线和摄像头模组也使用 LCP 软板)，iPhone8/8Plus 使用 1 个局部基于 LCP 软板的天线模组，均用于提高终端天线的高频高速性能，减小组件的空间占用。此外，iPhone X 的单根 LCP 天线价值约为 4-5 美元，两根合计 8-10 美元，而 iPhone7 的独立 PI 天线单机价值约为 0.4 美元，从 PI 天线到 LCP 天线单机价值提升约 20 倍。
 - 两个 LCP 天线位于顶部和底部，用于将信号从主板末端传递到上部和下部天线；
 - 中继线卡在主板上，用于中继电路板两侧的电话信号；
 - 3Dsensing 摄像头由于高速大容量传输要求，也采用了村田制作所的 MetroCirc (一种 LCP 软板)。传统方案使用同轴电缆进行传输，而 MetroCirc 可在单片软板内容纳三个同轴电缆等效功能，大大减小了空间占用。

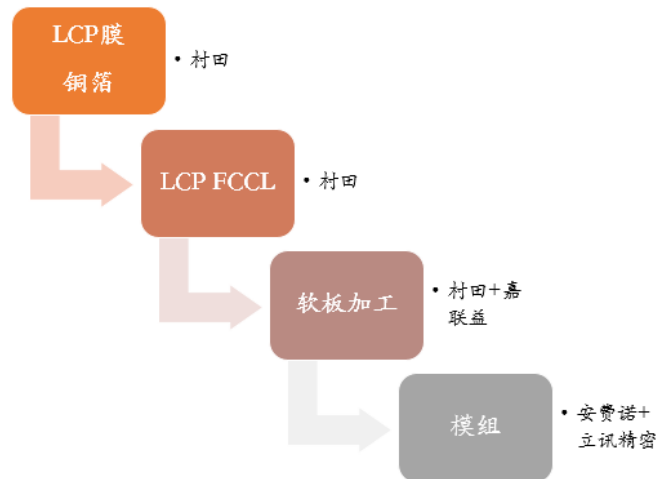
图表 17: 苹果 X 使用 LCP 软板具体情形



来源：电子制造工艺技术，中泰证券研究所

- 2020 年 LCP 市场空间有望达到 24-30 亿美元以上。Iphone X LCP 单机价值量在 8-10 美元左右，假设到 2020 年其新机型全方位导入，按照 2 亿部出货量计算，对应市场空间有望达到 16-20 亿美元；安卓阵营方面，各主流品牌旗舰机型市场年出货量在 2 亿部以上，假设达到 50%渗透率，对应市场空间也有望达到 8-10 亿美元，仅 LCP 天线，2020 年合计市场空间有望达到 24-30 亿美元。
- 不同于树脂，LCP 膜加工制程技术门槛高，现今市场上公开具备或销售 LCP 之制膜技术、专利或产品的公司，主要有美国 Supere x、日本可乐丽、日本 Primatec、日本住友化学。国内沃特股份具有注塑级 LCP 树脂及其复合材料相关专利，也拥有低介电常数级 LCP、薄膜级 LCP 和纤维 LCP 原料相关技术储备。LCP 天线工艺流程类似于软板加工工艺。从 LCP 天线产业链来看，最上游的是电子级 LCP 材料及铜箔，然后将二者复合成 LCP FCCL，然后借助软板工艺将天线图形做到软板中，通常情况下，需要多层叠加，然后将其他元器件通过 SMT 工艺贴在软板上，形成 LCP 天线模组。参考苹果的供应链体系来看，LCP 膜到 LCP FCCL 之间的环节目前由村田独家供应，然后软板环节村田与嘉联益共同提供，后道模组环节由安费诺与立讯精密共同提供。

图表 18: 苹果 LCP 供应链结构



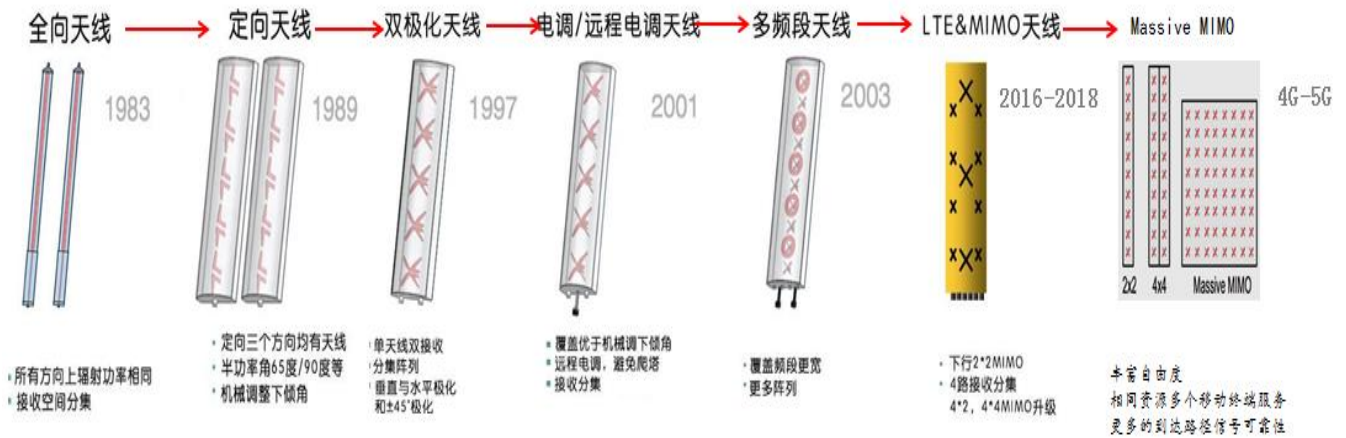
资料来源：中泰证券研究所

上游材料瓶颈有望逐步得到解决，国内供应链体系有望逐步建立。LCP 天线产业链中难度最大的为上游的材料及其成膜工艺，村田之所以能够成为苹果的独家供应商，就是因为很好的解决了成膜工艺，其从住友采购 LCP 粒子，然后自己成膜及做 LCP FCCL，掌握核心工艺，进一步延伸至下游的软板加工。随着苹果采用 LCP 天线后，目前其他厂商也在加大在该领域投入力度，例如松下、可乐丽也在积极建设 LCP 产能，为下游其他加工厂商切入提供了机遇，例如电连技术 LCP 样品已经给国内部分客户送样，后续有望获得突破；模组端，立讯精密模组端已切入大客户供应链，卡位优势明显。

通讯基站 MIMO 等天线技术对数量、性能带来高要求

- **通讯天线端子应用场景。**在通信领域，蜂窝移动通信系统中，天线是电路信号与空间辐射电磁波的转换器，是移动通信系统的末梢关键组成部分。从 2G 到 4G，移动基站天线经历了全向天线、定向单极化天线、定向双极化天线、电调单极化天线、电调双极化天线、双频电调双极化到多频双极化天线，而随着 4G 和 5G 时代的到来，BBU 和 RRH 分离，无源向有源天线的进化，以及 Massive MIMO 技术的引入使得基站端装备大规模天线阵列，利用多根天线形成的空间自由度及有效的多径分量，提高系统的频谱利用效率。
 - 1G 模拟通信，天线形态比较简单，主要是杆状的全向天线。
 - 2G-3G 发展，移动基站天线在形态上由全向的棍状天线依次演化成定向单/双极化天线、电调单/双极化天线、双频电调双极化天线到多频双极化天线等。
 - 4G-5G 时代，让用户体验从 xMbp 步入到 xGbps 的时代。支撑用户极速体验的关键技术包括 Massive CA、Massive MIMO 以及高阶信号调制等技术。其中 Massive MIMO 天线是 Massive MIMO 技术实现的关键技术。

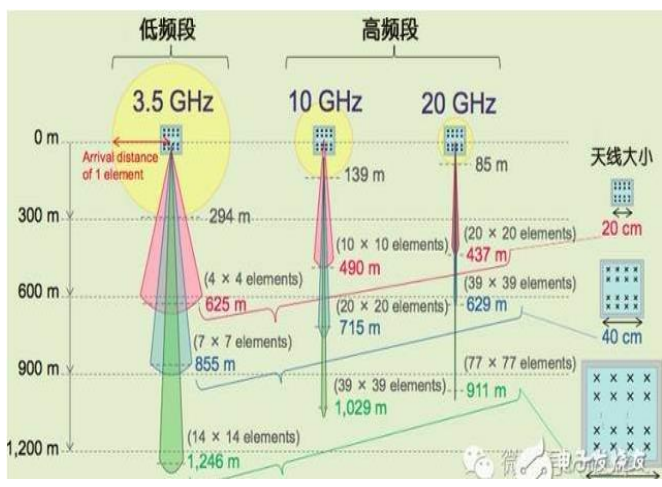
图 19: 通讯天线从 1G 到 5G 的发展历史及特点



来源: 中国联通网络技术研究院, 中泰证券研究所

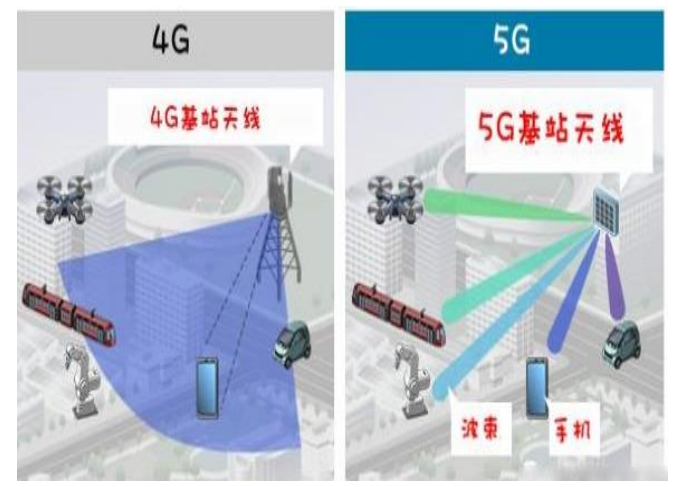
■ **Massive MIMO 天线数量增加。**在同等数量天线单元情况下, 频率越高, 覆盖距离越短, 所以 5G 通过增加天线数量来补偿, 比如, 工作于 10 GHz 频段的 100 个天线单元 (1010) 的覆盖距离为 490 米, 而工作于 20 GHz 频段下的 400 个天线单元 (2020) 则可达到近乎相等的覆盖距离——437 米, 即随着频段的上升, 要想达到相同的覆盖距离, 就需要增加天线单元数量。而采用了 MIMO 和波束赋形技术的大规模多天线系统称为 Massive MIMO, 其不但利用了大规模单元天线来补偿传播损耗, 扩展覆盖范围, 还同时连接多个用户, 利用多用户复用来提升系统容量, 另外, Massive MIMO 还能通过空间复用的方式, 将多个数据流从不同的天线发射出去, 提升单个用户的传输速率。

图 20: 通讯波束赋形的覆盖距离情况



来源: 电子发烧友, 中泰证券研究所

图 21: Massive MIMO 天线辐射信号增益模型



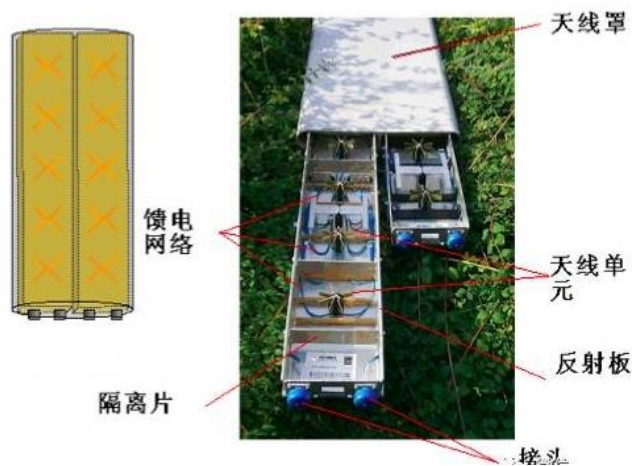
来源: 电子发烧友, 中泰证券研究所

■ **5G对辐射单元数量和性能更高要求。**天线主要由四部分组成: 辐射单元 (天线阵子单元)、反射板 (金属底板)、功率分配网络 (馈电网络)

和封装防护（天线罩）。其中天线振子单元用于放大和接收电磁波，是天线的关键部件，随着天线数量的增多以及高频天线要实现更大功率的高频信号发射，对于天线阵子单元的数量和技术带来更多要求：

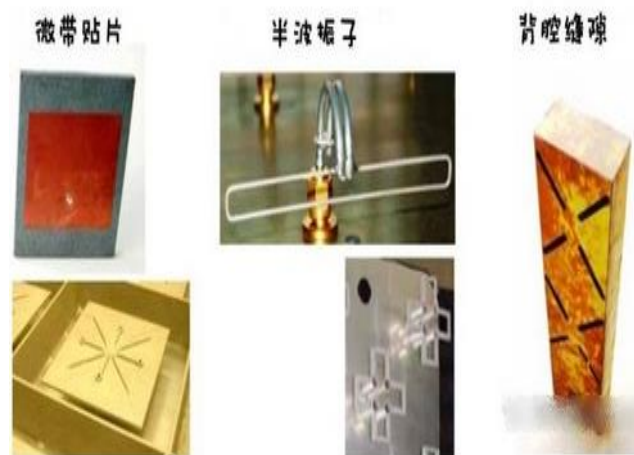
- **从数量来看**，传统天线一般拥有10-20个振子，5G时代约128-256个振子的大规模天线阵。
- **从制造技术**，目前天线阵子传统解决方案有半波振子、微带贴片和背腔缝隙式等三种类型，而原有铸造/钣金工艺的天线振子因重量和体积大将不能满足要求，新型3D注塑+选择性激光电镀工艺因为重量轻、体积小、成本低、性能好等特点有望成为主流。
- 目前为满足5G天线振子的性能要求，国内飞荣达有研发塑料天线振子解决方案，即用塑料代替铝等金属，利用表面沉积技术使塑料表面金属化，使得天线同时拥有金属的导电性能及塑料的轻量化特性。飞荣达为5G准备的塑料天线振子，2017年取得华为供货资格并具备量产条件。

图表 22：通讯天线的结构组成部分



来源：电子技术设计，中泰证券研究所

图表 23：辐射单元目前传统常见三种方案



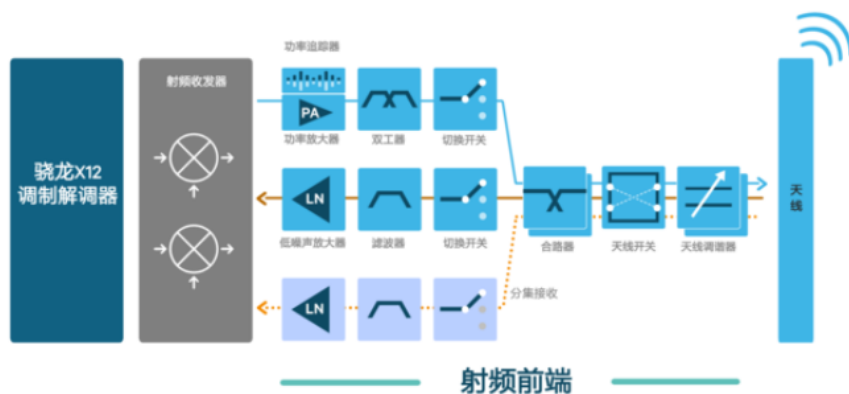
来源：电子技术设计，中泰证券研究所

射频前端迎来变革，市场容量与增速兼备

5G 驱动射频前端加速，2020 年市场空间达 227 亿美元

- **智能手机射频前端主要包括 PA、滤波器等**。射频前端部件在手机中起着实现手机与基站之间双向通信的功能，实现数字化信号与无线电信号之间的转换，包括发射通路与接收通路构成，一般由射频功率放大器 PA、射频滤波器、双工器、天线开关、射频低噪声放大器 LNA 等芯片构成。

图表 24：智能手机典型射频前端示意图



资料来源：IHS，中泰证券研究所

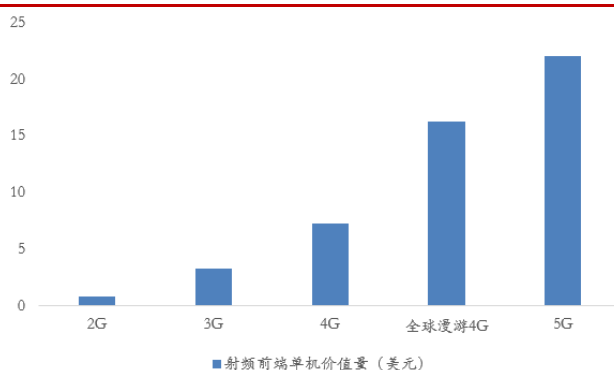
图表 25：射频前端主要组成的功能

主要构成	功能
天线调谐器	使发射机与天线之间阻抗匹配，从而使天线在任何频率上有最大的辐射功率
天线开关	切换天线工作状态的开关
滤波器	负责接收通道的射频信号滤波，将输入的多种射频信号中特定频率的信号输出。
功率放大器PA	将调制振荡电路所产生的射频信号功率放大，以输出到天线上辐射出去
双工器	由两组不同频率的带阻滤波器组成，中继台的主要配件，其作用是将发射和接收讯号相隔离，保证接收和发射都能同时正常工作
低噪声放大器 LNA	用于把接受到的极为微弱的射频信号放大

资料来源：电子发烧友，中泰证券研究所

- **通讯标准升级驱动手机射频价值量持续增长。**在智能手机发展历程过程中，经历了多轮通讯标准升级，因为每一代产品升级时均需向下兼容以及通讯标准的持续升级，带来手机射频前端单机价值量持续快速增长。参考 Qorvo 数据来看，智能手机从此前的 2G 到 4G、4.5G 再到未来的 5G 时代，射频前端单机价值量 2G 时代约为 0.8 美元，3G 时代约为 3.25 美元、普通 4G 约为 7.25 美元，支持全球漫游 4G 手机约为 16.25 美元，未来 5G 时代，有望成长至 22 美金以上。

图表 26：通讯标准升级带动手机前端价值量快速增长



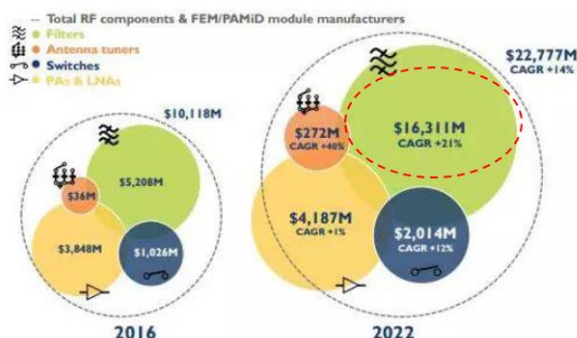
资料来源：Qorvo，中泰证券研究所

- **预计 2022 年手机射频前端市场规模将达到 227 亿美元，年均复合增速**

将达到 14%。参考 Yole 研究数据来看，手机射频前端模块和组件市场发展迅猛，2016 年其市场规模为 101 亿美元，预计到 2022 年将达到 227 亿美元，复合年增长率为 14%，其中滤波器环节不仅市场体量大，而且年均复合增速也最高，蕴含较大投资机会。

- 具体到各个细分环节来看，滤波器是射频前端市场中最大的业务板块，其市场规模将从 2016 年的 52 亿美元增长至 2022 年的 163 亿美元，年均复合增速达到 21%。滤波器市场的驱动力来自于新型天线对额外滤波的需求，以及多载波聚合（CA）对更多的体声波（BAW）滤波器的需求。
- 功率放大器（PA）和低噪声放大器（LNA）是射频前端市场中第二大的业务板块，但其增长乏力，高端 LTE 功率放大器市场的增长将被 2G 和 3G 市场的萎缩所平衡。由于新型天线的出现和增长，低噪声放大器市场将稳步前行。
- 开关是射频前端市场中第三大的业务板块，其市场规模将从 2016 年的 10 亿美元增长至 2022 年的 20 亿美元。该市场将主要由天线开关业务驱动而增长。
- 天线调谐器是射频前端市场中最小的业务板块，但增速最快，其 2016 年市场规模约为 3600 万美元，预计 2022 年将达到 2.72 亿美元，年均复合增速达到 40%，该市场的主要增长原因是调谐功能被添加到主天线和分集天线中。

图表 27：滤波器行业不仅规模大，而且增速也较高

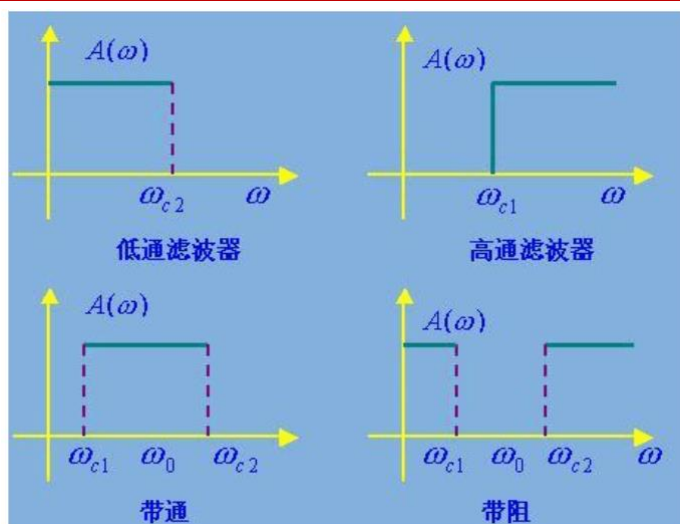


资料来源：Yole，中泰证券研究所

滤波器市场大且增速快，国内持续耕耘有望突破

- 滤波器可以分为低通、高通、带通、带阻四种。滤波器可以使特定的频率成分通过，而极大的衰减或抑制其他频率成分，按照功能的不同可以分为低通（低于某个频率的信号能通过）、高通（高于某个频率的信号能通过）、带通（某个频率范围的信号能通过）、带阻（阻止某个频率范围内的信号通过）。

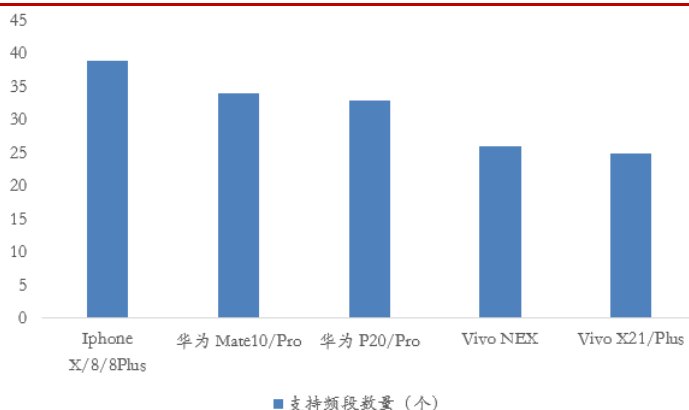
图表 28：各种滤波器对信号的筛选原理



资料来源: Yole, 中泰证券研究所

- 按照原理，单个频段需要两个滤波器配合。从手机射频结构原理来看，单个频段信号在传输过程中，需要一个双工器和一个单独的滤波器，简单的说就是一个频段需要两个滤波器(分别负责发射与接收)配合使用，虽然目前正在逐步加大集成度，但用量上并没有改变。
- 目前全网通机型频段支持数量普遍在 20-30 个以上。此前在 2G 与 3G 时代，频段数量相对较少，进入 4G 时代后，频段数量大增，尤其是目前各大品牌都在大力推广全网通机型，进一步加速了各品牌机型频段支持数量。以 Iphone8 与 8P 为例，其 4G 频段支持数量达到 23 个，加上向下兼容 3G 与 2G 制式，合计支持频段数量达到 39 个，国产品牌中高端机型虽然支持数量相对 Iphone 少，但也达到 20-30 个以上，例如华为 P20/PRO 频段支持数量达到 33 个、Vivo X21 则达到 25 个。

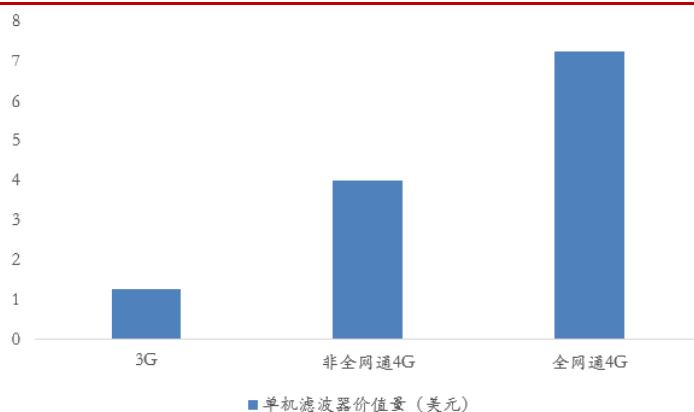
图表 29: 各品牌中高端机型频段支持数量普遍在 20-30 个以上



资料来源: 各公司官网, 中泰证券研究所

- 频段支持数量增长，带动单机滤波器价值量快速增长。参考 TriQuint 统计数据来看，在以前 3G 时代，单机滤波器价值量仅 1.25 美元，到了 4G 时代，非全网通机型单机价值量约为 4 美元，全网通 4G 产品单机价值量达到 7.25 美元。

图表 30: 通讯标准升级带动滤波器单机价值量快速增长



资料来源: TriQuint, 中泰证券研究所

- 展望未来, 4.5G 加速演进及未来的 5G 时代将进一步提升滤波器单机价值量增长, 进而带动行业持续高成长。
- 在 5G 大规模普及之前, 随着 4.5G 加速普遍, 目前高通已经量产骁龙 X16 LTE 调制解调器, 其最大下行速度达到 1Gbps, 因为单个 4G 频宽无法提供足够的下载频率, 使得其采用了 4x20MHz 载波聚合技术, 提供更大的带宽, 载波聚合技术的应用, 使得多工器 (多个滤波器) 用量增加, 也会进一步增加手机滤波器用量增长。

图表 31: 骁龙 X16 LTE 调制解调器主要技术参数

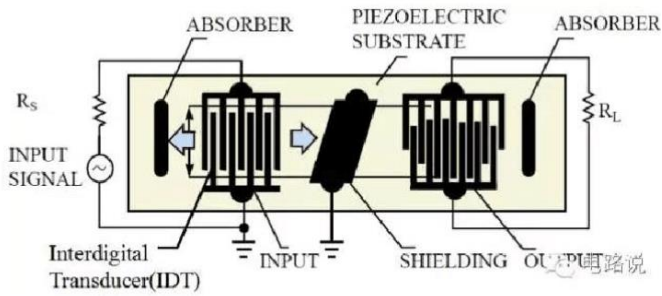
下行链路功能	4x20MHz 载波聚合 支持 256-QAM 两个聚合载波最高支持 4x4 MIMO 最大 10 空间串流
上行链路功能	2x20MHz 载波聚合 支持 64-QAM 上行链路数据压缩
LTE 类别	Ⓜ (下行链路) Ⓜ (上行链路)
最高下载速度	高达 1 Gbps
最高上传速度	高达 150 Mbps

资料来源: 高通官网, 中泰证券研究所

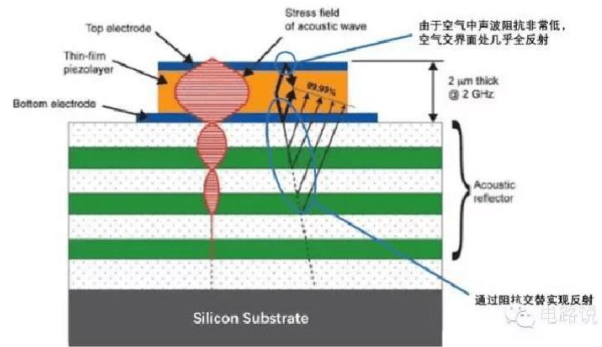
- 未来 5G 时代来临后, 仅 5G 模式下支持频段数量就将达到 50 个左右, 加上向下兼容 2G/3G/4G, 单部手机支持频段数量将达到 90 个以上, 对应的单机滤波器用量有望实现翻倍增长, 进一步带动行业加速。
- 目前滤波器主要实现形式包括 SAW、BAW 两种。SAW 滤波器声波沿着压电材料表面传播, 一个基本的 SAW 滤波器由压电材料和 2 个 IDT 组成, 因为频率越高 IDT 电极之间的间距越小, 使得其无法用于过高的频率, 主要用在 2.5Ghz 以下的场合; BAW 滤波器有两个金属电极夹着压电薄膜构成, 声波在物体内部传播, 使得其能更好的 2.5Ghz 以上高频率。

图表 32: SAW 滤波器原理图

图表 33: BAW 滤波器原理图



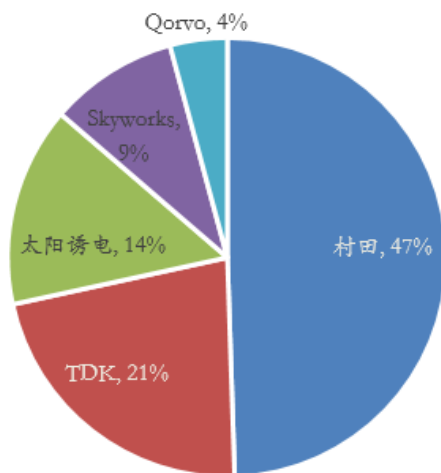
资料来源：电子发烧友、中泰证券研究所



资料来源：电子发烧友、中泰证券研究所

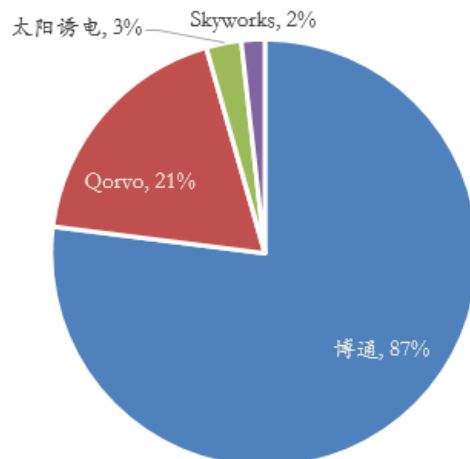
- 滤波器工艺难度大，主要以海外厂商为主。滤波器融合了材料与半导体工艺，生产难度大，目前主要以外资厂商为主，例如 SAW 滤波器主要由村田、太阳诱电、TDK、Skywork 与 Qorvo 主导，BAW 滤波器集中度更高，博通一家市场份额达到 87%，剩下份额由 Qrovo、太阳诱电与 TDK 瓜分。

图表 34: SAW 滤波器市场格局



资料来源：中国产业信息网、中泰证券研究所

图表 35: BAW 滤波器竞争格局



资料来源：中国产业信息网、中泰证券研究所

- 下游品牌崛起叠加自主可控压力，国产滤波器蓄势待发。目前国内四大手机品牌 (HOVM) 年合计出货出货量将接近 6 亿部，超过三星+苹果，下游品牌的崛起为核心元器件的国产化提供了前提基础，同时中美贸易纠纷后，自主可控重视度明显提升，也有助于国产替代。国内在滤波器行业，主要企业包括中电 26 所、中电 55 所、无锡好达、北京中讯四方、天津诺思等，上市公司方面，麦捷科技通过与中电 26 所合作，目前已经 SAW 滤波器已经实现对国内大客户出货、信维通信通过与中电 55 所合作，也值得重点关注。

PCB 随基站建设迎黄金发展期

5G 时代 PCB 丰富应用场景带来较大市场空间

- 在 5G 建设过程中，通讯设施的建设尤为关键。而在 PCB 的下游应用

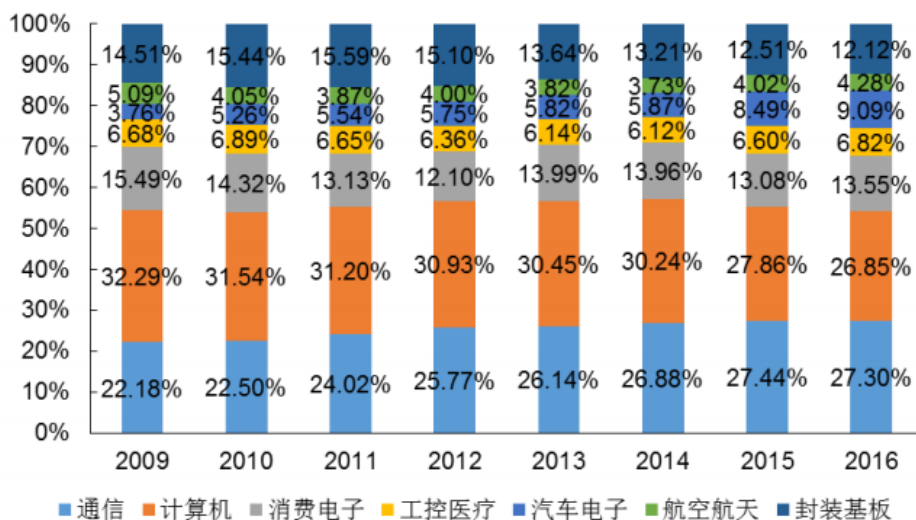
领域中，通讯始终是较为重要的应用领域，且占比逐年提升，2016年其占比超过计算机，成为第一大应用领域。我们预计未来，随着5G商用的发展，这一比例将继续提高，通讯的发展将成为PCB行业发展的主要动力之一。

图表 36 5G 应用场景

说明	
1. 云VR/AR - 实时计算机图像渲染和建模	11. 全息
2. 车联网 - 远控驾驶、编队行驶、自动驾驶	12. 无线医疗联网 - 远程手术
3. 智能制造 - 无线机器人云端控制	13. 无线医疗联网 - 救护车通信
4. 智慧能源 - 输电自动化	14. 智能制造 - 工业传感器
5. 无线医疗 - 具备力反馈的远程诊断	15. 可穿戴设备 - 超高清穿戴摄像机
6. 无线家庭娱乐 - 超高清8K视频和云游戏	16. 无人机 - 媒体应用
7. 联网无人机 - 专业巡检和安防	17. 智能制造 - 基于云的AGV
8. 社交网络 - 超高清/全景直播	18. 家庭 - 服务机器人(云端AI辅助)
9. 个人AI辅助 - AI辅助智能头盔	19. 无人机 - 物流
10. 智慧城市 - AI使能的视频监控	20. 无人机 - 飞行出租车
	21. 无线医疗联网 - 医院看护机器人
	22. 家庭 - 家庭监控
	23. 智能制造 - 物流和库存监控
	24. 智慧城市 - 垃圾桶、停车位、路灯、交通灯、仪表

来源：5G时代十大应用场景白皮书，中泰证券研究所整理

图表 37 全球 PCB 产品应用领域情况



来源：深南电路板公司公告，中泰证券研究所整理

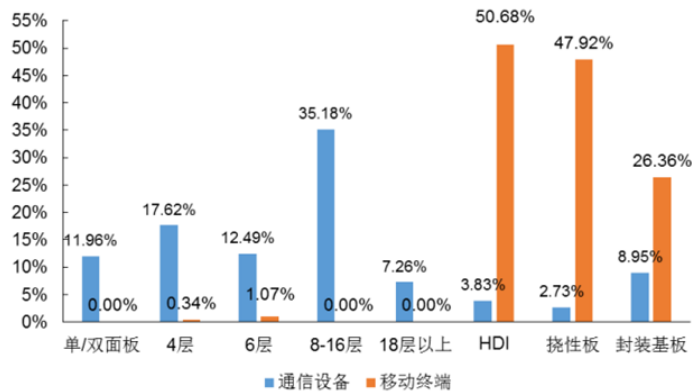
■ **通信领域的 PCB 需求可分为通信设备和移动终端等细分领域。**其中，通信设备主要指用于有线或无线网络传输的通信基础设施，包括通信基站、路由器、交换机、骨干网传输设备、微波传输设备、光纤到户设备等。通信设备的 PCB 需求主要以高多层板为主（8-16 层板占比约为 35.18%），并具有 8.95% 的封装基板需求；移动终端的 PCB 需求则主要集中于 HDI、挠性板和封装基板。

图表 38 PCB 在通信领域的主要应用

应用领域	主要设备	相关 PCB 产品	特征
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
传输网	OTN 传输设备、微波传输设备	背板、高速多层板、高频微波板	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	背板、高速多层板	高速材料、大尺寸、高多层、高密度、多种背钻、刚挠结合
固网宽带	OLT、ONU 等光纤到户设备	背板、高速多层板	多层板、刚挠结合

来源：深南电路公司公告，中泰证券研究所整理

图表 39 通信设备的 PCB 需求构成

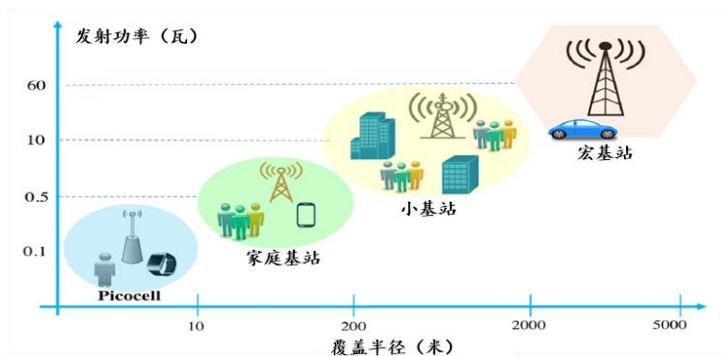


来源：深南电路公司公告，中泰证券研究所整理

基站数量增加提升 PCB 需求

- 面对 5G 各种应用场景对于连接速度、延时、连接密度、覆盖程度和功耗的不同要求，5G 需要部署在多个频段，因此需要使用频谱更宽裕且带宽更宽的毫米波段（30GHz 以上）进行通信。为了解决毫米波传输距离短的问题，传统的宏基站部署模式将会向宏基站-小基站-家庭基站相结合的多层次的超密组网模式改变，5G 基站建设数目提升。
- 毫米波发展推进数百万数目级别的小基站建设。5G 网络传输速率可达 20Gbps，是 4G 峰值的 200 倍，更高传输速度的实现需要更高的频段，但更高频段的电磁波覆盖范围更小，信号渗透力越弱。在 5G 中，高频段资源将不再使用宏基站，微蜂窝将成为主流，形式是以小基站为基本单位，进行超密集组网，即小基站的密集部署。小基站要实现连续覆盖，其数量规模将远远高于宏基站。这就意味着运营商要部署更多的基站，相较于 4G 时代的基站数量，5G 时代基站规模有望增长 50% 以上。未来几年通讯运营商的持续投入将带来市场需求持续增长。

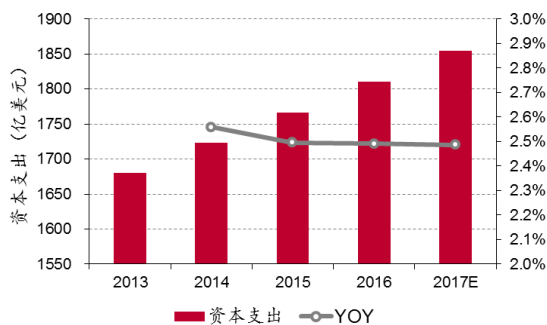
图表 40 5G 带来基站建设由宏基站向小基站转变



来源：中国通信网，中泰证券研究所整理

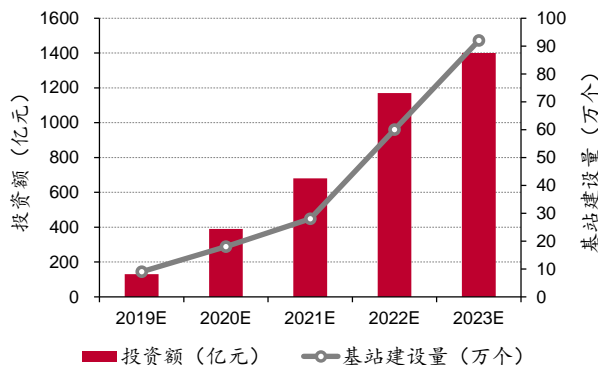
■ 据工信部统计，2017年12月我国4G基站数量约为328万个，预计5G宏基站密度将为4G基站的1.5倍，总数可能达到450-500万个。随着5G商用的到来，通讯基站的大批量建设和升级换代将对企业通讯板形成海量的需求，PCB迎来升级替换需求。通讯是PCB最大的下游应用市场，广泛应用于无线网、传输网、数据通信中，中国PCB行业的内增动力显著。根据Jefferies预计，中国5G建设投资将达到1800亿美元，较4G投资增长56.7%。从全球市场来看，美国5G建设投资预计1900亿美元，欧洲600多亿美元，日本460亿美元，受益于5G通讯基站建设，通信类PCB行业价值链将不断攀升。综合考虑基站数量和单个基站价值量来估测，5G给PCB带来的市场空间是4G的4-5倍以上。

图表 41 近5年全球无线通信资本支出情况



来源：通信工业协会，中泰证券研究所

图表 42 2019~2023年5G基站建设预测

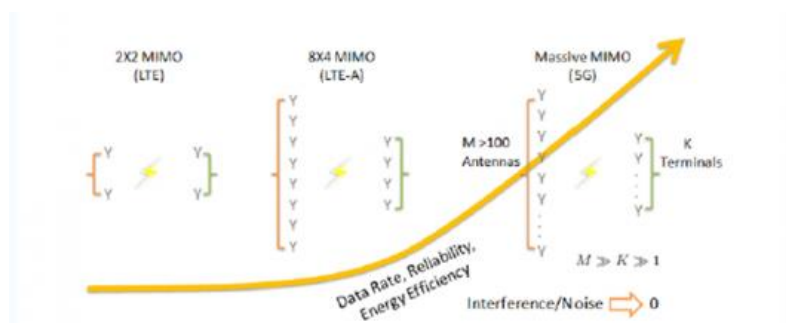


来源：智研咨询，中泰证券研究所

MIMO 天线扩容带来 PCB 量价齐升

■ 为保障5G信号的传输质量，射频侧引入Massive MIMO大规模天线技术，通过调节各天线的相位使信号有效叠加从而抑制信号衰减，保证信号传输质量。假设将采用MIMO 64×8，即基站端采用64根天线，移动终端采用8根天线，在此情况下基站天线的配置数量需要增长31倍，PCB的使用面积将大大提升。

图表 43 MIMO 技术的演变



来源：ASIA，中泰证券研究所整理

- 超大连接的应用场景使得 MIMO 天线扩容，通道变多，4G 只需 3 根天线，每根数十片 PCB 板，而 5G 需求的数量增加数倍，每根天线 PCB 板的数量也将提升。在材料的选择上，高频材料的性能要求和价值量也会进一步提升。MIMO 天线技术的运用带动了 PCB 价格和利润率的提升。

基站升级提升 PCB 性能需求

- 另外，由于毫米波的工作频率较高，5G 新建通讯基站对高频电路板有着大量的需求。高频电路通常是指工作频率在 1GHz 以上的电路，高频电路板的特性必须满足两个要求：1.介电常数必须小且稳定，通常是越小越好，高介电常数容易造成信号传输延迟。2.介质损耗必须小，这主要影响到信号传送的品质，介质损耗越小信号损耗也越小。这两点也对高频 PCB 的制造工艺要求很高，同样会带来 PCB 附加值的提升。其中高频 PCB 板的层数一般为 2-4 层，高速 PCB 板的层数可达 20-50 层。

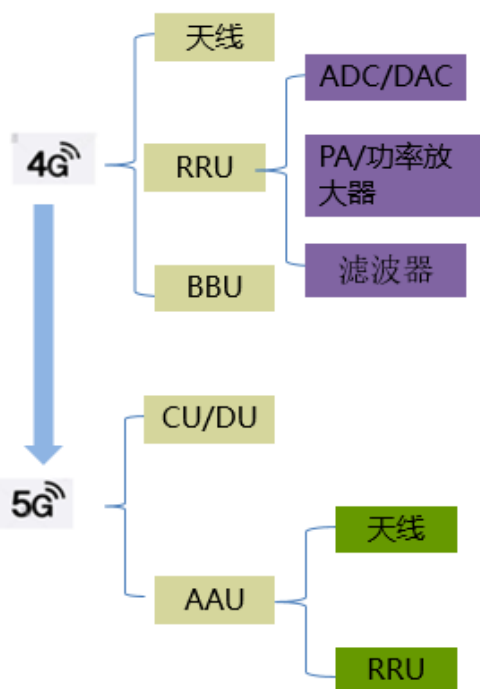
5G 时代 PCB 市场空间相对 4G 大幅提升

- 如前文所述，截止 2017 年 12 月，4G 宏基站的数目为 328 万个，预计 5G 宏基站数目将会达到 450-500 万个，小基站数目为 260 万个。相比 4G 基站，5G 基站需用天线面积、数量约有 2-3 倍提升。
- 从基站天线结构看，4G->5G 过渡后，4G 基站平均有三根天线，每根天线所用 PCB 数量大约为 80 片，5G 下由于频率更高，其覆盖范围所限，基站需求天线数量更多，单根天线所用 PCB 数量也将有提升。另外考虑未来采用低损耗及超低损耗高频 PCB，其均价也将有较大提升。根据测算结果，预计高频 PCB 的市场规模相较 4G 而言提升数倍。
- 从 RRU (Remote Radio Unit 远端射频模块) 来看，5G 所用 PCB 板的尺寸会更大，由于材料为高速材料，其价值量也更高。就 BBU (Building Baseband Unit 室内基带处理单元) 来说，5G 所用 PCB 板的层数远远高于 4G，单位面积均价也比 4G 贵，整体来看，5G 情况下 RRU、BBU 的价值相比 4G 大幅提升。

5G 基站结构或将重塑，PCB 加工难度和附加值同步提升

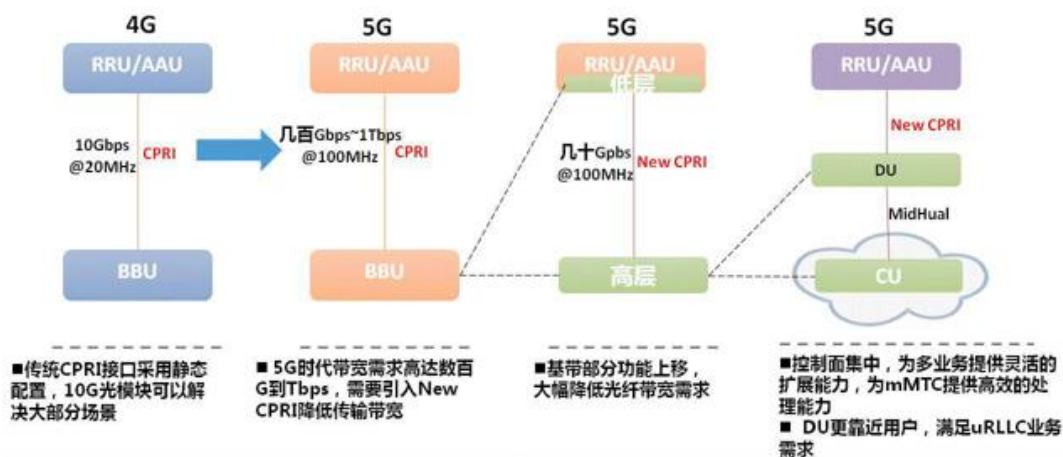
- 4G 基站由基带处理单位 BBU (Base Band Unit)、射频处理单元 RRU (Remote Radio Unit) 以及天线三部分构成。5G 时代如果继续采用这种模式，则每个收发单元都要馈线，基站侧将会承受巨大的压力。为了减少馈线损耗以及增强覆盖效果，将 RRU 与天线系统集成在一起组成 AAU (Active Antenna Unit)，无源天线升级为有源天线，BBU 则拆分为 DU (Distributed Unit) 和 CU (Centralized Unit)。

图表 44 基站组成结构的变化



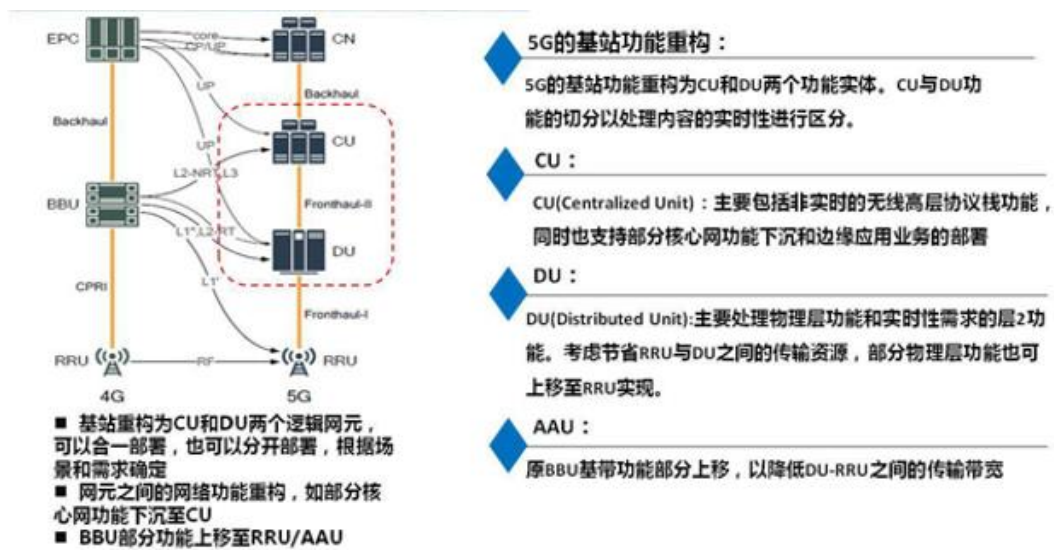
来源：公开资料整理，中泰证券研究所整理

图表 45 5G 基站重构的驱动力



来源：中兴通讯，中泰证券研究所整理

图表 46 5G 基站重构为 CU 和 DU 两个逻辑网元



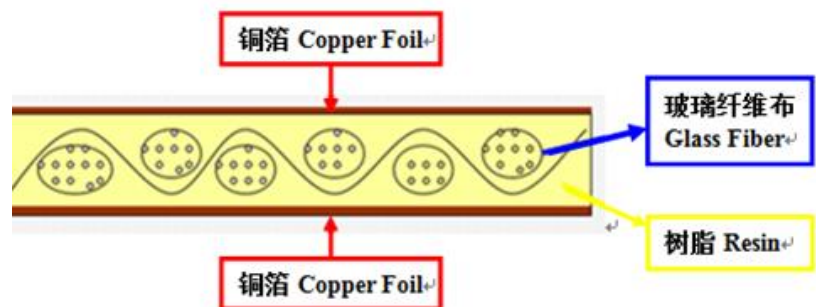
来源：中兴通讯，中泰证券研究所整理

- 由于5G频段增多，因而射频前端元件数量增加，再加上Massive MIMO集合到AAU上，因而AAU上PCB的使用面积大幅提升。另外随着5G所传输数据量的扩张，基站BBU要求有更高的数据处理能力，因为BBU使用PCB的面积和层数都会提高。且要求低损耗或者超低损耗，对PCB性能有一定的要求，PCB工艺要求更高，加工难度增大，附加值提升。

5G 催生高频高速覆铜板国产化需求

- **覆铜板是 PCB 制造的核心基材。**覆铜板是将增强材料浸以有机树脂，一面或两面覆以铜箔，经热压而成的一种板状材料，担负着（PCB）导电、绝缘、支撑三大功能，是一类专用于 PCB 制造的特殊层压板，覆铜板占整个 PCB 生产成本的 20%~40%，在所有 PCB 的物料成本中占比最高，玻纤布基板是最常见的覆铜板类型，由玻纤布作为增强材料，环氧树脂为粘合剂制成。

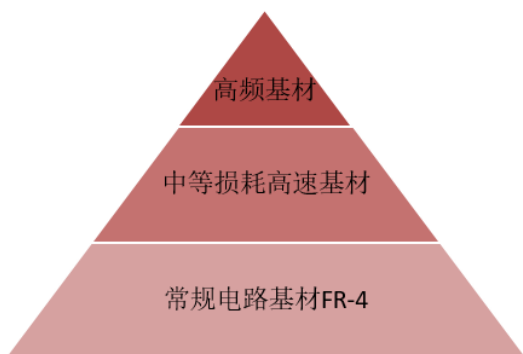
图表 47 覆铜板构造示意图



来源：寻材问料，中泰证券研究所整理

- 覆铜板的材料可分为三类，第一类为常规电路基材 FR-4，第二类为中等损耗高速基材，第三类为应用于微波和毫米波领域的高频基材。FR-4 性能存在较大的不一致性，其损耗因子 (Df) 或损耗角正切值的变化从 0.01 到 0.02 以上，信号会因传输损耗过大而失真。高速基材能够对板材损耗实现一定程度的改善，主要用于高达 10Gbps 的高速数字应用，其 Df 值为 0.005-0.1。高频基材的介电性能更能满足高频信号的传输要求，其 Df 值小于 0.005。

图表 48 覆铜板材料分类



来源：公开资料，中泰证券研究所

图表 49 覆铜板材料 Df 情况



来源：《5G 和物联网应用中高频线路层压板的机遇》，中泰证券研究所

- 5G 时代通信更趋高频化，高频高速基材需求大。高频信号的相较于低频信号来说其频段更为宽广，5G 时代通信传输的频率更高，因而对高频 PCB 板与高速 PCB 板的需求更高，从而覆铜板高频基材与高速基材需求量增加。

图表 50 高频基材与高速基材的应用



来源：公开资料，中泰证券研究所整理

- 4G 基站中主要是 RRU 中的功率放大器部分采用了高频覆铜板，其余的基本都是采用 FR-4 覆铜板。而 5G 基站中 DU 与 AAU 中的天

线反射板、背板、TPX&PA 电路均采用高频基材，且对高频基材的性能要求更高，需要高频基材在保持介电损耗最小化的状态下维持介电常数稳定，**5G 时代高频覆铜板的需求与附加值都将大大提升。**

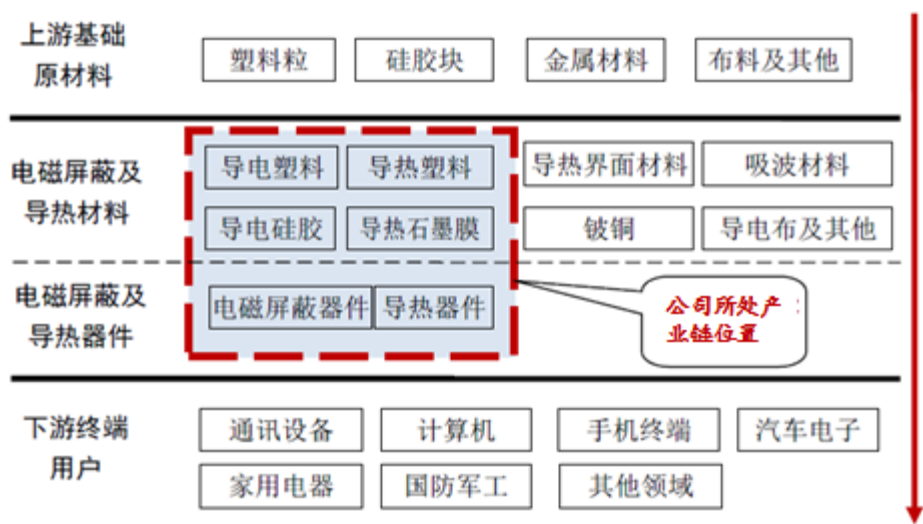
- 在 5G 加速布局的过程中，一方面由于毫米波穿透力差、衰减强，需要建设大批量的小基站，基站数量的增加提升了 PCB 的需求，同时对 PCB 的性能要求也更高，也就带来了高频高速覆铜板的需求；另一方面 MIMO 天线扩容带来基站天线的配置数量的大幅增长，在对覆铜板需求，尤其是高频高速覆铜板的需求增长。

国内上市标的梳理

飞荣达，5G 电磁屏蔽及通讯基站天线端子受益高

- 国内综合实力位居前列的电磁屏蔽器件制造企业。公司 1993 年在深圳创立，主要产品包括电磁屏蔽材料及器件、导热材料及器件及其他电子器件等三大类。经过 25 年的运营，已成长为国内规模与技术产品居于前列的民用电子设备电磁屏蔽及导热应用解决方案提供商。公司产品目前主要应用于通讯设备、计算机、手机终端、汽车电子、家用电器及其他领域，直接客户包括华为、中兴、诺基亚、联想、思科、微软等，间接客户有苹果、三星、OPPO、VIVO 等。
- 电磁屏蔽材料及器件包括导电塑料器件、导电硅胶、导电布衬垫、金属屏蔽器件、吸波器件和导电胶等；
- 导热材料及器件包括导热界面器件、石墨片、导热石墨膜等；
- 其他电子器件包括单双面胶、保护膜、标识产品、绝缘片、防尘网等。

图表 51：飞荣达的产品及价值链位置示意图

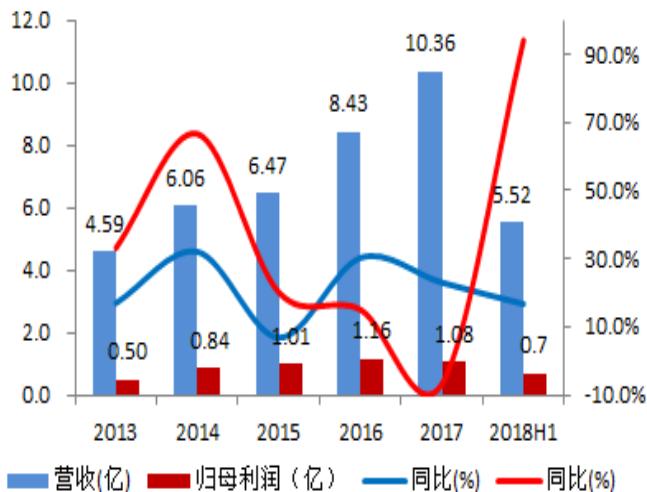


来源：招股说明书，中泰证券研究所

- 主营稳健成长，静待 5G 业绩释放。公司从 2012 年的 3.93 亿收入到 2017 年的 10.36 亿，年复合增长率达 21.4%，其中 2017 年业绩下降 6.68%，主要由于年初手机终端项目新产品开发较多，部分新项目开发推迟量产，造成项目开发及管理成本上升；公司最新 2018 年 H1 实现营业收入 5.52 亿元，较上年同期增长 16.70%，其中电磁屏蔽 2.75 亿占比 49.7%，同

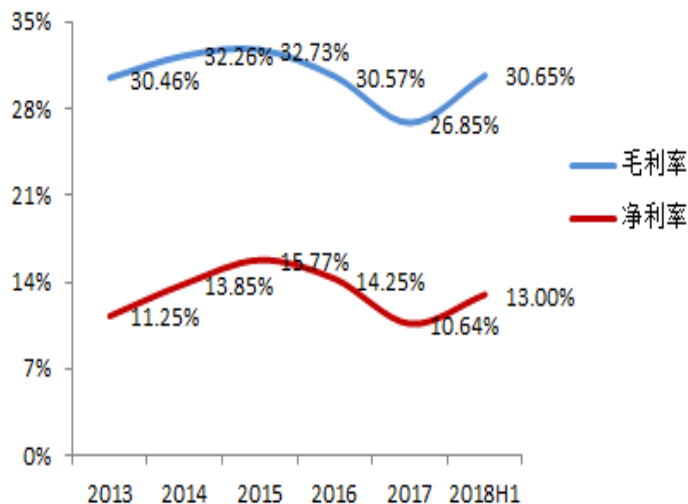
比增长 45%，主要得益于华为等客户智能手机市场销售份额增加；导热材料及器件 0.71 亿，占比 13%，但由于通信设备市场处于 4G 到 5G 的过渡期，需求显著放缓而导致销售增加 2.45%。公司与 5G 基站主流设备商紧密合作，创新开发的塑料天线振子具有独特技术优势，未来有望成为新的业务增长点。

图表 52：飞荣达近五年营收、净利润增长情况



来源：wind，中泰证券研究所

图表 53：飞荣达近几年毛利率和净利率变化情况

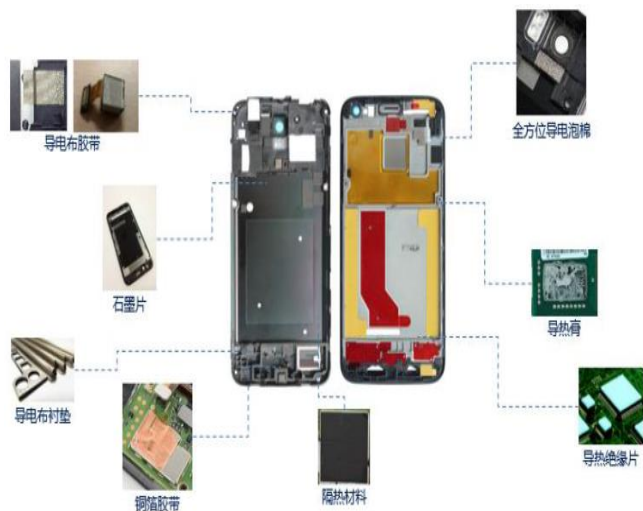


来源：wind，中泰证券研究所

■ 主要受益 5G 手机屏蔽和通讯天线 MOMO 需求。

- ✓ 电磁屏蔽等受益华为等国产手机稳定增长。公司产品在消费电子领域应用广泛，尤其是手机终端应用营收占比 40%左右，目前产品直供华为（Mate、P 系列）和联想等，间接供货三星、OPPO、VIVO。公司将受益智能手机导热散热以及未来 5G 天线数量需求，飞荣达早在 2009 年初推出自主开发的无卤阻燃导电布衬垫产品，填补了国内该产品的空白，且导电布衬垫的产品系列占导电布类产品项目的 80%份额。

图表 54：飞荣达在智能手机应用情况



图表 55：飞荣达消费电子主要客户一览



来源：公司年报，中泰证券研究所

来源：公司年报，中泰证券研究所

- ✓ **5G 通讯基站从电磁屏蔽到天线客户和产品协同。**公司电磁屏蔽及导热器件应用在通讯领域主要在通用机柜上、数据中心&服务器等屏蔽材料为主，公司过硬的产品切入包括华为、中兴、诺基亚、思科在内的通讯厂商，公司在通讯端的客户优势不断去拓展产品，目前与 5G 基站主流设备商紧密合作，创新开发出全新一代塑料天线振子，工艺与 4G 完全不同，具有独特技术优势，未来有望成为新的业务增长点。

图表 56：电磁屏蔽和导热产品在通信机柜中应用



来源：公司年报，中泰证券研究所

图表 57：飞荣达在 5G 天线阵子塑料解决新方案

原有产品设计	应用解决方案
<p>原产品设计为铝合金压铸件。</p> <p>工序：压铸成型→去料头→机加工→打磨→化学防腐处理→包装</p> <p>缺点：工序相对复杂，需要人力较多，零件重，表面需要防锈处理，成本相对较高；过程粉尘有爆炸危险，化学防腐处理有危险废气排放；压铸能耗较高。</p>	<p>FRD 更改原有产品设计，采用塑料材料，用注塑成型的方式一次将复杂的形状制造出来，在保证使用功能的同时，减轻了产品的重量，减少了危险过程工序，节约了成本。</p> <p>工序：注塑成型→电镀→激光蚀刻→清洗→包装</p> <p>FRD 提供从方案设计，材料选择，产品制造，模具设计，零件制作方面的创新应用解决方案，帮助客户达到应用创新，节约成本，减轻重量的效果，同时大大提高生产过程的安全性。</p>

来源：招股说明书，中泰证券研究所

- ✓ **并购打通通信产业链，为 5G 布局。**公司于 2018 年 8 月公告分别以不超过人民币 1.53 亿元收购广东博纬通信科技有限公司 51% 的股权，以约 1.7 亿元收购珠海市润星泰有限公司 51% 的股权：（1）通过收购下游通信天线公司，打通天线全产业链，未来在大规模交货阶段，公司不再需要通过下游天线组装厂商来交货给下游终端客户；（2）收购润星泰成加强在 4G/5G 基站壳体、散热器、滤波器、天线基座，新能源电动汽车电池、电控、电驱、减速器、底盘等部件的压铸结构件，机器人及智能装备的连接臂、电控散热器、操作面板等，实现业务渠道融合及优势互补，促进业务协同发展，进而增强公司的综合实力。

三环集团：5G 陶瓷机壳一体化供应全球龙头

- **陶瓷材料是 5G 通信最理想材料。**陶瓷材料有四个方面的特征，一是在 5G 高频的场合下，它比玻璃的介电损耗低了近 20 倍，高频损耗更低，信号接收更加清晰；二是钴晶锆材料与人体皮肤亲和度高，具备美感和手感；三是钴晶锆陶瓷可以加工成任何形状，包括玻璃难以实现的 unibody 形状；四是陶瓷后盖的强度、硬度是玻璃的 2 倍，不易被划伤。尤其是第一个特征，未来随着 5G 高频数据，陶瓷不会对信号产生屏蔽，且氧化锆陶瓷的介电系数是钢化玻璃的 10 倍，信号穿透性更好，抗弯强度、抗热振性等性能更加优异，比金属和钢化玻璃更加符合 5G 通信

的要求。所以，5G 通信的到来将在客观上促进陶瓷机壳的普及。

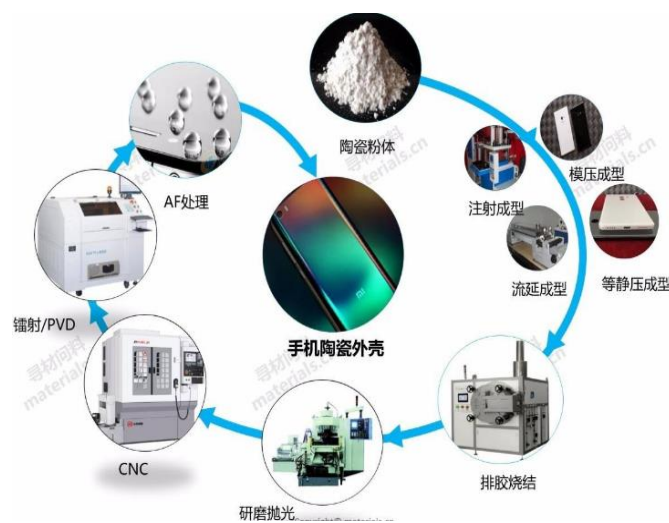
- **智能手机若渗透率到 10%则市场规模达 150 多亿。**目前陶瓷氧化锆在智能手表领域的市场渗透率在 50%左右，而在智能手机等其他领域渗透率较低，目前仅金立、华为、小米等手机厂商相继推出以氧化锆陶瓷作为背板材料的智能手机，渗透率仅 1%左右。根据智能手机出货量每年约 15.5 亿，假设 2020 年 5G 推广后渗透率达到 10%，手机陶瓷背壳均价到 100 元，则市场规模 150 多亿。同理智能手表推测约为 20 亿，合计智能手机和智能手表陶瓷后盖市场规模近 200 亿。
- **公司具备材料+设备+制造一体化服务，未来将充分受益 5G 驱动。**三环集团具有接近 50 年的电子陶瓷生产经验，掌握从粉体—浆料—成型—烧结—氧化锆陶瓷后盖一体化工艺，是目前全球陶瓷结构件技术最成熟，产业链最完整的公司，其材料配置、生瓷成型、高温烧结和设备制备技术构成了公司核心竞争力。近年来，三环集团涉足陶瓷手机后盖和指纹识别盖片，在陶瓷手机后盖方面，小米、一加都已经运用到量产机型，目前 Oppo、小米 MIX2S 已经开始在高端机上使用陶瓷背壳，产品推出后销售火爆；而指纹识别盖片已经在 OPPO、VIVO、华为等主要厂商的量产机型中大规模使用，未来 5G 陶瓷手机爆发公司将率先受益。

图表 58：陶瓷氧化锆和其他材料比较

vs 参数	塑料	金属	玻璃	氧化锆陶瓷
质感	较差	好	较好	好
耐磨	较差	较好	好	好
脆性	好，不易变形	较好，易变形	易碎	较好
散热性能	较差	好	较差	较好
信号屏蔽	无	有	无	无
售价	<100	80-220	100-150	250-300
代表机型	低端机型	iphone5/6	三星S7	小米5，华为P8

来源：中泰证券研究所

图表 59：三环集团的陶瓷机壳布局



来源：寻材问料，中泰证券研究所

三安光电：从 LED 向化合物半导体龙头过渡

- 化合物半导体应用广泛，将在 5G 通信中大量使用。公司抓住 5G 脉络，从无线、有线通信两面入手，布局射频与光通信领域，顺应国产芯片厂商崛起势头，具备潜在优势。
- 继此前与华芯投资（集成电路产业大基金托管人）签署战略合作协议开展不超过 25 亿美元的合作，拟合资设立 III—V 族化合物集成电路发展专项基金。公司 17 年 12 月再度公告加码，拟投资总额 333 亿元在福建泉州成立项目公司，全部项目五年内实现投产，七年内全部项目实现达

产，经营期限不少于 25 年。产业化项目包括：

- 高端氮化镓 LED 衬底、外延、芯片的研发与制造；
- 高端砷化镓 LED 外延、芯片的研发与制造；
- 大功率氮化镓激光器的研发与制造；
- 光通讯器件的研发与制造；
- 射频、滤波器的研发与制造；
- 功率型半导体（电力电子）的研发与制造；
- 特种衬底材料研发与制造、特种封装产品应用研发与制造。

■ 无线：向射频前端平台型企业进发

公司是国内领先的功率放大器代工平台，目前已经处于微量产阶段，同时其也在重点开发海外高端客户。当前公司已经在香港成立子公司从事滤波器的研发、生产和销售，未来在南安投资的项目中将进一步实现滤波器的研发和制造产业化。

■ 有线：光通信器件全面布局

公司现已全面布局光通信发射端与接收端芯片的研发和生产，发射端芯片主要包含 10G /25G VSCSEL、DFB、EML，接收端芯片主要包括 10G/25G PD，40G/100G 单多模 PD ARRAY、10G APD。

■ 我们预计公司作为 LED 芯片国际龙头，有望依托 LED 外延、芯片工艺在 III-V 族化合物半导体布局深厚，目前量产时间、规模及品质均为国内领先。上半年化合物半导体进度成亮点，客户导入印证公司研发实力。三安集成砷化镓射频已与 103 家客户有业务接触，出货客户累计 58 家，14 家客户已量产，达 89 种产品，初步性能已获客户认可；电力电子产品已完成国内外客户产品验证并批量供货，已进入量产阶段；光通讯芯片已累计送样 26 件。上半年实现营收规模 0.67 亿元，全年目标有望提前完成。

沃特股份：5G 天线 LCP 材质国内技术领先者

- 致力于成为国际知名品牌的材料供应商和世界一流的材料方案提供者。公司产品类别包括工程塑料、特种工程塑料和改性通用塑料，主要应用领域为电子、家电、办公设备、通讯、汽车、水处理、电气、航空、军工等领域。公司改性 PPE 系列产品以及碳纤维、碳纳米管复合材料在业内具有领先的技术水平。客户包括汽车领域吉利、路虎等知名品牌，家电领域包括海信、TCL、创维、康佳等主流厂商，2017 年公司营收 7.65 亿，同比增长 21%，净利润为 0.40 亿，同比下降 27%，主要是电视领域受房地产调控后通用材料以及工程料价格上涨影响。
- 收购三星 LCP 业务，为 5G 天线高频材料储备技术。根据公司年报和公告，公司 2014 年 7 月购买原韩国三星精密化学 LCP 材料的核心生产、研发、工程配套人员等，公司是全球仅有的几家能够同时合成并制备 I 型、II 型、III 型 LCP 树脂及其复合材料的企业。且经过近一年市场开发，目前其 LCP 材料已经在精密电子连接器、接插件等领域实现应用，可以为客户提供多样化的 LCP 材料解决方案。目前公司已经建成并投产 2000 吨树脂聚合及 3000 吨树脂改性复合材料的生产线，后续 5G 天线爆发公司有望受益天线 LCP 材料的需求驱动。

立讯精密：LCP 天线切入大客户，全品类拓展打开成长空间

- **射频领域积极布局，LCP 天线模组成功切入大客户。**在 2017 款苹果新品供应链中，初期 LCP 天线全部由村田独供，但由于村田并不擅长模组端组装，良率一般，后续村田陆续将 LCP 模组端组装剥离，交由安费诺与立讯承接，我们预计公司后续在 LCP 天线模组端将成为主力供应商之一，单机价值量高，驱动公司业绩再加速。同时，后续一旦安卓体系开始采用，公司凭借为大客户服务的先发优势，也有望提前受益。
- **AirPods 等新品加速放量，全品类优势逐渐体现：**AirPods 作为大客户 2017 年重磅新品，广获消费者认可，上半年公司 AirPods 出货量已接近 700 万套，良率和净利率已达目标水平，带动公司收入与盈利能力同时改善。此外声学方，通过收购美律切入大客户供应链；马达也已逐步量产，后续有望在大客户及安卓体系放量；无线充电方面，公司作为 iwatch 的发射端供应商，目前已顺利切入单机价值量高的发射端，后续有望切入接收端，充分受益于无线充电渗透率的快速提升。
- **通讯等业务迎来加速，未来受益于 5G 建设。**公司上半年通信业务收入 10.16 亿元，同比增长 166%，主要受益于通信连接器、基站天线、滤波器业务维持稳定增长，高速线等产品研发顺利，同时积极布局光模块、光通信，此外，公司在通信业务上的基站天线滤波器已经实现正常出货，未来有望充分受益于国内 5G 建设的启动。

电连技术：积极加大 5G 领域布局，静待新产品放量

- **调整期持续加大投入，前瞻布局 5G 迎未来：**公司 2017-18 年为调整期，在调整期公司积极加大新产品研发力度，随着 5G 时代临近，手机天线、射频连接等环节迎来巨变，无线充电等新功能逐步加入，对应的单机价值量大幅提升，公司 2017 年研发费用达到 1.24 亿元，同比增长 61%，主要是为确保 5G 时代继续保持领先的重要手段。公司在年报中，已明确指出面向 5G 的射频连接类多款产品已进入中试、送样或者客户验证阶段，例如应用于 LCP 天线已交给客户试用，未来依托核心客户支持，2018 年有望获得突破，借助行业变局，实现弯道超车。
- **汽车品类持续拓展中，汽车电子发力提升成长性：**汽车连接器主要包括功率类与信号类连接器，射频连接器是信号类连接器主要产品之一，主要用于天线、GPS、高清影像等与中控的连接，目前单车价值量能够达到 20-200 元左右，市场空间较手机更大。公司产品由此前的 F 连接器，进一步拓展至摄像头防水接头线束、HSD 传输汽车连接器等领域，借助海外品牌供货周期大幅延长及国内以吉利为代表的自主品牌崛起契机，以自主品牌为切入点，并在上海设立分公司加大长三角整车厂商开拓力度，2018 年有望开始放量，持续提升成长性。

麦捷科技：SAW 滤波器实现突破，静待新产品放量

- **SAW 滤波器实现突破，已对大客户实现供货：**目前国内 SAW 滤波器基本完全以来村田、TDK、太阳诱电等外资厂商供货，国产替代需求强烈。同时未来随着 5G 时代来临，单机滤波器用量进一步大幅提升，行业空间将进一步打开。公司通过与中电 26 所合作，在 SAW 滤波器领

域布局多年，目前部分物料已经实现向华为批量供货，进展顺利，后续物料号有望持续增加，引领国产替代。

- **率先量产 MPIM 小尺寸电感，有望成为新的业绩增长点：**随着手机功能日趋增加，对功率电感的需求也稳步增长，从此前的单机几颗增长到目前的十几颗，中高端机型用量达到 20 多颗，同时技术方面，MPIM 小尺寸电感相对于传统功率电感产品优势明显，单价更高，有望在中高端机型中率先普及。公司基于多年的技术储备，在国内企业中率先实现突破量产，后续随着前期募投产能逐步释放，有望新的重要增长点。
- **LCM 业务轻装上阵，强化管理有望稳步增长：**公司 2015 年收购星源电子进入 LCM 模组行业，后续经营业绩一般，2017 年公司计提星源公司商誉减值，使得业绩出现亏损，2018 年以来，公司在 LCM 业务方面，主动放缓发展节奏，对内部管理进行优化，并积极布局汽车等领域，后续有望恢复稳步增长。

PCB 和覆铜板相关标的：

- 通讯类 PCB 企业具有较高的技术壁垒与客户壁垒。PCB 企业的工艺技术水平不仅取决于生产设备的配置，更来源于企业生产经验和技术的不断积累，另外行业技术以微孔、高密度、高集成、高耐热、高散热以及环保材料等为主要发展方向，对 PCB 企业的技术水平也提出了更高的要求。另一方面，PCB 产品下游客户尤其是大型客户为保证产品质量、生产规模和效率、供应链的安全性，对核心零部件采购，一般采用“合格供应商认证制度”，往往会与 PCB 厂商保持长期规模化合作，客户壁垒很高。龙头企业能大规模受益于 5G 时代，相关公司：**深南电路、沪电股份、东山精密**。
- 高频通信的发展使得高频高速覆铜板需求提升，覆铜板企业的投资规模大，进入壁垒较高，再加上高频高速覆铜板生产工艺要求高，因而技术实力强劲的龙头企业才能更好的受益。因此建议关注研发投入高、技术积累强、产品结构不断升级、行业地位稳固的内资覆铜板龙头企业**生益科技**。

深南电路：内资 PCB 领先企业，加速开发 5G 无线通信基站用 PCB 产品

- **通讯设备为核心，技术优势国内领先。**深南电路专业从事高中端印制电路板的设计、研发以及制造，产品以通讯设备为核心，其最重要的下游应用领域为通讯领域，其销售收入占营收的比例超过 60%，在技术水平、研发能力、质量管理等方面处于领先同行的优势地位。其客户覆盖主要通信设备及消费电子终端客户，包含华为、中兴、通用电气、三星、歌尔股份、伟创力等，能够与大客户进行长期深入的合作开发。
- **积极开发 5G 通讯基站 PCB 产品，有望优先受益 5G 时代。**为迎接 5G 投资高峰期的到来，深南电路作为国内 PCB 领军企业，加速开发 5G 无线通信基站用 PCB 产品，为下一代通信网络及设备提供高速、大容量的解决方案，确保在 5G 阶段将继续保持技术领先地位。通讯设备产

品需求在未来将进一步释放，深南电路在 PCB 领域将有望获得巨大发展。

- **南通项目投产在即，产能进一步释放。**新扩产的南通项目主要生产通信类及汽车电子 PCB 产品，目前已经完成了第三方体系认证，并已启动客户认证，预计今年年末能够逐步释放产能，预计数通用 PCB 的年产能约为 34 万平方米。
- **管理能力行业标杆，成本管控能力强。**公司作为优质国企，管理机制灵活高效。公司能够成为高成长的龙头企业，持续学习优秀民企管理与激励机制，月度、季度考评 KPI，激励员工进步。此外公司加强成本管控，在 16-17 年物料价格上涨的情况下，深南的毛利率反而同步增长。

沪电股份：率先布局 5G，新一轮成长即将开始

- **国内 PCB 老牌龙头，技术规模实力强。**沪电股份最重要的业务为企业通讯板，2017 年企业通讯板占公司收入的 62.76%，公司在该业务上技术研发实力较强，形成了产品品质高、交期短、成本低的竞争优势。经过 25 年的发展和技术积淀，在激烈的市场竞争中，公司已经在技术、质量、成本、品牌、规模等方面形成竞争优势，成为国内 PCB 制造行业龙头企业。
- **新厂产能重置，新设备满足 5G 高精度要求。**公司昆山新厂年产能 220 万平方米，产能利用率为 8 成左右，主要制造中高端 PCB 板，客户主要为华为、思科等通讯设备厂商。公司利用收到昆山开发区 8.14 亿元的政府搬迁补偿款，将其用于新厂产能重置，新设备完全满足 5G 所需的高精度要求，为抢占 5G 市场份额打下了基础。黄石厂的年产能为 60 万平方米，产能利用率为 7 成左右，主要制造中低端 PCB 板，客户主要为华为与中兴，新增产能正在逐步投产，经营状况不断改善。
- **基站升级换代，5G 到来打开企业通讯板增长空间。**多层高端企业通讯 PCB 为公司主导产品，随着 4G 网络建设的推进和 5G 商用的到来，通讯基站的大批量建设和升级换代将对企业通讯板有着海量的需求。公司作为国内企业通讯板龙头，深耕通讯板多年，在企业通讯板有着先进的制造工艺，更成熟的产品线，积累了丰厚的技术储备以及客户储备，有望率先受益于 5G 时代的到来，打开通讯板增量空间。
- **抢先布局 5G，有望获得 5G 高端 PCB 附加值。**公司在 5G 上已经率先布局，能够应对 5G 产品的质量要求。昆山新厂设备较新，散热性、密度、抗干扰指标都已达到 5G 要求，我们相信公司能够在 5G 时代迎来更好的发展。5G 对 PCB 的制作工艺要求较高，对 PCB 的线宽、孔径、层间对位精度等指标都有严格要求，加工难度大大提升。公司高速板工艺处于国内一流水平，有望分享 5G 高端 PCB 附加值。

东山精密：PCB+基站天线+滤波器，有望深度受益 5G 时代

- **收购 Multek，有望深度受益 5G 趋势。**公司收购全球顶级 PCB 厂商 Multek，收购完成后，公司 PCB 业务营收有望超过 20 亿美金，一跃

成为国内最大、全球前五的 PCB 厂商，产品线也将从 FPC 拓展到硬板、软硬结合板领域。Multek 通讯客户为爱立信、诺基亚、思科等全球顶尖通讯设备厂商，在通讯 PCB 板领域技术实力强劲，东山精密能够与 Multek 实现产品与技术上的互补，未来有望深度受益于 5G 趋势。

- **华为基站天线第一供应商，5G 趋势下业务将加速放量。**公司是华为基站天线第一供应商，产品于 2010 年开始批量供货华为，份额达到 60% 左右。随着 5G 加速布局，公司传统基站业务迎来新一轮发展机会。
- **收购艾福电子，通信业务迎 5G 发展良机。**2017 年 9 月公司公告收购了艾福电子 70% 股权，进军介质滤波器领域，为 5G 通信滤波器做好准备。从 4G 到 5G，受益通讯技术变化，基站天线和滤波器价值有望大幅提升，公司主业有望迎来风口。

生益科技：布局高频高速特种基材，有望最大受益于 5G 通信

- **南通特种材料厂即将投产，积极布局高频覆铜板领域。**2016 年 8 月，公司宣布拟设立项目生产特种覆铜板，项目总投资额为 25332 万元。2017 年 12 月公司宣布该项目建成后将形成年产 150 万平方米高频通信基板的生产基地。目前该项目投资 5 亿元，专业从事高频覆铜板生产，预计今年第四季度投产，2019 年量产。随着 5G 建设的落地，公司项目产能将进一步释放。
- **产能建设加快，扩产规划清晰。**2017 年 3 月公司发行 A 股可转换公司债券预案，发行可转债拟募集资金 18 亿，其中 7 亿元用于高导热与高密度印制线路板用覆铜板产业化项目（二期），另外 9 亿元用于年产 1700 万平方米覆铜板及 2200 万平米商品粘结片建设项目，这两个项目预计将分别于 2019 年 3 月与 2019 年 11 月投产。在 5G 提升覆铜板需求的背景下，公司产能的扩张刚好与市场需求放量同步。
- **产品性能优良，客户资源优质。**公司经过 30 多年的发展，已成为中国大陆最大的覆铜板制造商，荣获“中华之最（覆铜板生产基地）”，产品被授予“中国驰名商标”，公司还获得了美国 UL、英国 BSI、德国 VDE、日本 JET、中国 CQC 等安全认证。在内部管理上，公司持续推行智能制造、精益生产和精细化管理，不断提升生产效能和智能化水平，在质量改善的同时节约了成本。另外，公司客户包括华为、中兴、联想、大唐、三星、诺基亚、索尼等国际知名企业，客户资源优势强劲。

风险提示：

- **5G 建设进度不及预期。**一方面，5G 核心基数未能完全自主化，基带芯片在现在的多频多模下进入门槛更高，国内投入 5G 基带芯片研发的企业相对较少。另一方面，目前三大运营商的 CAPEX 处于下降阶段，可能导致 5G 建设进度不及预期。
- **PCB 行业受制于环保监管。**目前环保监管趋紧，自 18 年 1 月 1 日起《中华人民共和国环境保护税法》正式施行，PCB 生产商需要根据排污与排气情况增交税收，运营成本加重，环保限产倒逼企业增加环保设

备的投入,加重其生产成本负担,导致 PCB 企业未来运营风险的增加。

投资评级说明:

	评级	说明
股票评级	买入	预期未来 6~12 个月内相对同期基准指数涨幅在 15%以上
	增持	预期未来 6~12 个月内相对同期基准指数涨幅在 5%~15%之间
	持有	预期未来 6~12 个月内相对同期基准指数涨幅在-10%~+5%之间
	减持	预期未来 6~12 个月内相对同期基准指数跌幅在 10%以上
行业评级	增持	预期未来 6~12 个月内对同期基准指数涨幅在 10%以上
	中性	预期未来 6~12 个月内对同期基准指数涨幅在-10%~+10%之间
	减持	预期未来 6~12 个月内对同期基准指数跌幅在 10%以上

备注: 评级标准为报告发布日后的 6~12 个月内公司股价 (或行业指数) 相对同期基准指数的相对市场表现。其中 A 股市场以沪深 300 指数为基准; 新三板市场以三板成指 (针对协议转让标的) 或三板做市指数 (针对做市转让标的) 为基准; 香港市场以摩根士丹利中国指数为基准, 美股市场以标普 500 指数或纳斯达克综合指数为基准 (另有说明的除外)。

重要声明:

中泰证券股份有限公司 (以下简称“本公司”) 具有中国证券监督管理委员会许可的证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告基于本公司及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料, 反映了作者的研究观点, 力求独立、客观和公正, 结论不受任何第三方的授意或影响。但本公司及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证, 且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断, 可能会随时调整。本公司对本报告所含信息可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。本报告所载的资料、工具、意见、信息及推测只提供给客户作参考之用, 不构成任何投资、法律、会计或税务的最终操作建议, 本公司不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户, 不构成客户私人咨询建议。

市场有风险, 投资需谨慎。在任何情况下, 本公司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。

投资者应注意, 在法律允许的情况下, 本公司及其本公司的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易, 并可能为这些公司正在提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。本公司及其本公司的关联机构或个人可能在本报告公开发布之前已经使用或了解其中的信息。

本报告版权归“中泰证券股份有限公司”所有。未经事先本公司书面授权, 任何人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。如引用、刊发, 需注明出处为“中泰证券研究所”, 且不得对本报告进行有悖原意的删节或修改。