

## 电子革新——5G 冲刺基石



## 核心观点

- **5G 进入全面预商用冲刺阶段：**5G 性能指标全面超越 4G，全球积极布局，并将于 2020 年前后实现大规模商用。现阶段，5G 频段已经划定，美国、韩国、英国等国家已完成首期频谱拍卖工作，中国 5G 牌照则有望于 2019 年底或 2020 年初甚至最快于 2018 年年底正式发放。随着 5G 商用的日益临近，产业链积极备战，国内外厂商已在芯片、射频前端、设备、终端等各环节布局，终端厂商预计将于 2019 年和 2020 年发布预商用和正式商用 5G 手机，产业链各环节厂商将迎来业绩的快速增长期。
- **电子革新成为 5G 发展基石：**电子产业在材料、零部件等环节已提前出发，率先为 5G 商用铺路：
  - 1) 相应材料的工艺升级和研发探索在近两年已提前开展。5G 智能手机电磁屏蔽与导热材料单机用量增加、工艺升级、解决方案多元化，市场规模有望实现 200 亿元人民币以上增长。5G 高频高速化也推动以 GaAs 和 GaN 为代表的化合物半导体材料快速发展，预计 2020 年市场规模将达 440 亿美元。
  - 2) 5G 高频高速化，带来 PCB 广阔增量空间。基站端将更多使用高频高速 PCB 板材，叠加基站数量的增加及结构的重构等多因素，预计仅 5G 宏基站带来 PCB 市场增量空间就将超过 470 亿元。
  - 3) 5G 手机创新大放异彩。5G 将带来智能手机硬件结构与功能创新，在射频前端和天线等核心基础硬件持续升级的基础上，AR、3D 摄像、柔性屏等智能手机创新功能有望逐渐迎来更加成熟的产业生态。
- **展望 5G，加速生态体系形成：**5G 在时延、传输速率、连接数等关键性能的跨越式提升直接打破了众多具备广阔市场空间的新兴领域如车联网、智慧城市、无线家庭娱乐、AR/VR 等在通信方面的技术瓶颈，将开启物联网发展时代，同大数据、云计算、人工智能等一期引来信息通讯时代发展的黄金十年。

## 投资建议与投资标的

- **5G 将推动电子产业从上游材料发展到核心零部件升级，从内外部结构变化到功能应用创新，我们看好提前布局并具有发展优势的产业链相关厂商：**
  - 1) **5G 材料：**建议关注国内领先布局化合物半导体材料的三安光电和华灿光电，建议关注飞荣达（电磁屏蔽与导热材料及器件）、中石科技（电磁屏蔽与导热材料）、合力泰（吸波材料）。
  - 2) **PCB：**建议关注国内通信 PCB/覆铜板领先厂商东山精密、深南电路、沪电股份、生益科技。
  - 3) **5G 手机：**建议关注与高通紧密合作的环旭电子，布局 5G 天线的立讯精密、硕贝德、信维通信，建议关注布局 3D 摄像产业链的汇顶科技、欧菲科技、联创电子，国内领先 AR 供应商歌尔股份，以及可折叠 OLED 屏供应商京东方。

## 风险提示

- 5G 发展进度不达预期、材料和零部件的技术升级不及预期。

行业评级 **看好** 中性 看淡 (维持)

国家/地区	中国/A 股
行业	电子
报告发布日期	2018 年 11 月 27 日

## 行业表现



资料来源：WIND

<b>证券分析师</b>	<b>蒯剑</b>
	021-63325888*8514
	kuaijian@orientsec.com.cn
	执业证书编号：S0860514050005
	<b>王芳</b>
	021-63325888*6068
	wangfang1@orientsec.com.cn
	执业证书编号：S0860516100001
	<b>马天翼</b>
	021-63325888*6115
	matianyi@orientsec.com.cn
	执业证书编号：S0860518090001

<b>联系人</b>	<b>杨旭</b>
	021-63325888-6073
	yangxu@orientsec.com.cn

## 相关报告

5G 设备开启大规模出货	2018-11-21
5G 推动电磁屏蔽与导热产业新发展	2018-10-15
5G 引领移动天线新时代	2018-08-16

## 目 录

<b>1 5G 进入全面预商用冲刺阶段.....</b>	<b>6</b>
1.1 5G 性能指标全面超越 4G，全球积极推进.....	6
1.2 5G 频段划定，商用临近.....	10
1.3 产业链积极备战 5G，空间广阔.....	14
<b>2 电子革新成为 5G 发展重要基石.....</b>	<b>15</b>
2.1 5G 研发，材料先行.....	15
2.2 5G 启动，PCB 增量广阔.....	27
2.3 5G 手机创新大放异彩.....	35
<b>3 展望 5G，加速生态体系形成.....</b>	<b>49</b>
3.1 5G 助力 C-V2X 更进一步，加快自动驾驶技术发展.....	50
3.2 5G 解决视频传输的网络问题，促进 IoT 发展.....	53
3.3 5G 推动 AR/VR 步入云发展阶段.....	56
<b>4 投资建议.....</b>	<b>58</b>
<b>5 风险提示.....</b>	<b>59</b>

## 图表目录

图 1: 面向万物互联的 5G .....	6
图 2: ITU 定义的三大类 5G 典型应用场景 .....	6
图 3: 5G 典型业务场景对应网络需求 .....	6
图 4: 5G 性能指标全面超越 4G .....	7
图 5: 多机构制定 5G 商用时间节点, 积极推动 5G 发展 .....	7
图 6: 全球主要国家/地区 5G 商用时间节点 .....	8
图 7: 中国 5G 试验规划时间表 .....	9
图 8: 5G 技术将逐渐成为重要的通信技术 .....	9
图 9: 2017 年全球主要国家/地区通信技术占比情况 .....	10
图 10: 2023 年全球主要国家/地区通信技术占比情况 .....	10
图 11: 不同频段覆盖范围、容量、延时特性有所不同 .....	10
图 12: 5G 频段将向高频波段拓展 .....	10
图 13: 国内外 5G 使用中高频达成共识 .....	11
图 14: 全球主要国家的牌照拍卖情况 .....	11
图 15: 三大运营商 5G 商用规划时间表 .....	12
图 16: 国内三大运营商确定的第一批 5G 试点城市 .....	13
图 17: 全球智能手机品牌积极布局 5G 智能手机产业 .....	13
图 18: 我国 5G 产业市场规模超万亿 .....	14
图 19: 5G 产业电子主要标的 .....	14
图 20: 智能手机升级推动电磁屏蔽与导热器件种类逐渐丰富 .....	16
图 21: 5G 时代智能手机零部件升级推动电磁屏蔽与导热新需求 .....	16
图 22: 电磁屏蔽材料升级趋势 .....	17
图 23: 石墨材料具有优秀的导热性能 .....	18
图 24: 人工导热石墨膜生产工艺 .....	18
图 25: 多层与复合型导热石墨膜应用前景广泛 .....	19
图 26: 卷烧工艺是先进的石墨烧制技术 .....	20
图 27: 卷烧工艺与片烧工艺对比 .....	20
图 28: 热管方案工作原理 .....	20
图 29: 三星 Galaxy Note 系列采用铜管散热方案 .....	20
图 30: 散热板方案有望导入智能手机中 .....	21
图 31: 全球电磁屏蔽材料市场规模 (单位: 亿美元) .....	21
图 32: 全球导热界面材料市场规模 (单位: 亿美元) .....	21
图 33: 导热石墨材料在消费电子中规模近百亿元 .....	22
图 34: 5G 时代智能手机电磁屏蔽与导热材料市场规模增量显著 .....	22

图 35: 化合物半导体下游应用领域广泛 .....	23
图 36: 5G 推动化合物半导体市场规模快速增长 .....	24
图 37: 化合物半导体 PA 材料满足 5G 频率需求 .....	24
图 38: GaN 功率放大器未来前景广阔 .....	24
图 39: 三种原材料指标对比 .....	25
图 40: 国内主要上市公司领先布局 5G 相关材料 .....	27
图 41: PCB 广泛用于通信系统中 .....	28
图 42: 速率越高, 所用 PCB 的 Df 值就应该越小 .....	28
图 43: 低表面粗糙度可减小高频信号趋肤效应带来的影响 .....	28
图 44: 高频高速板的基本特性要求 .....	29
图 45: 高频板加工难度大 .....	29
图 46: 主要 PCB 填充材料的 Dk 和 Df 参数对比情况 .....	30
图 47: 高频波段多使用 PTFE、碳氢化合物树脂等填充材料 .....	30
图 48: 5G 将结合使用宏基站和小基站 .....	31
图 49: 5G 新建宏基站总量将达到 475 万个 .....	31
图 50: 4G 基站系统结构 .....	32
图 51: 4G 时代天线和 RRU 分离, 通过馈线链接 .....	32
图 52: 5G 基站进行了重构 .....	32
图 53: 5G 时代, 原 RRU 及无源天线合并为 AAU .....	32
图 54: 5G 将使用多重输入多重输出技术 (Massive MIMO) .....	33
图 55: 5G 采用大规模天线阵列 .....	33
图 56: 多因素推动 5G 宏基站高频 PCB 用量的增长 .....	33
图 57: 全球 PTFE-CCL 被美日企业垄断 .....	34
图 58: 国内企业积极布局通信 PCB 板领域 .....	35
图 59: 国内消费电子产业链龙头公司深度参与 5G 手机创新 .....	35
图 60: 通信技术发展推动智能手机持续升级 .....	36
图 61: 5G 手机未来有望快速渗透 .....	37
图 62: 全球手机射频器件与天线市场规模将迎来新的快速增长期 (单位: 亿元) .....	37
图 63: 射频前端器件组成部分 .....	38
图 64: 通信技术升级推动射频前端器件单机价值显著提升 .....	38
图 65: 国内外科技厂商通过并购强化射频技术布局 .....	39
图 66: 手机天线单机用量有望快速提升 .....	39
图 67: 手机天线单机价值持续提升 .....	39
图 68: 当前主流移动天线工艺 .....	40
图 69: 国内移动终端天线厂商市场份额呈现扩大态势 .....	41
图 70: AR 生态圈日趋成熟 .....	41

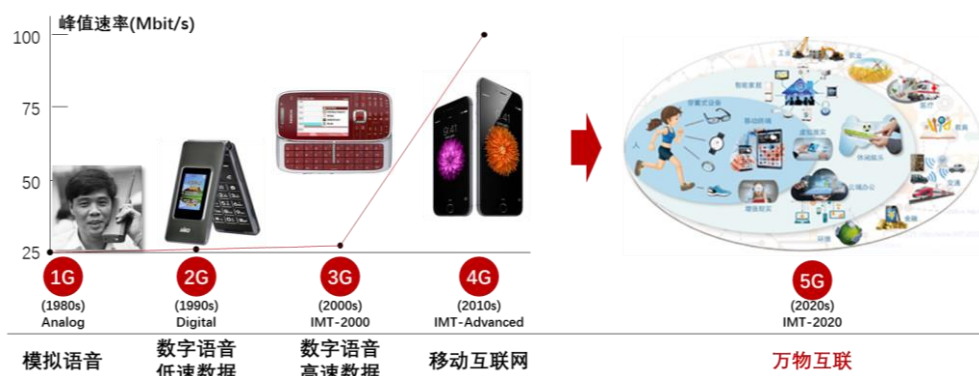
图 71: AR 推动硬件创新 .....	42
图 72: AR 改变了人类消费视觉内容和人机交互的方式, 摄像头起着关键作用 .....	43
图 73: iPhone 前置 3D 深度摄像头 .....	44
图 74: 结构光方案原理图 .....	44
图 75: 三种深度摄像头方案的对比 .....	44
图 76: 基于结构光方案的 3D 深度摄像头产业链 .....	45
图 77: 3D 成像和传感器的市场规模将迅速扩大 (百万美元) .....	46
图 78: 苹果可折叠手机专利 .....	46
图 79: 智能手机柔性 OLED 面板出货量快速增长 .....	47
图 80: 曲面屏是柔性 OLED 的应用方向 .....	47
图 81: 中韩小尺寸 OLED 产线布局和规划 (包括刚性) .....	48
图 82: 三星在开发者大会上发布可折叠手机原型 .....	49
图 83: 柔宇发布全球首款折叠屏手机 .....	49
图 84: 5G 相关下游应用领域 .....	49
图 85: 自动驾驶是 5G 的重要应用场景 .....	50
图 86: 5G 为自动驾驶提供开放能力 .....	50
图 87: 5G 网络切片参考架构 .....	51
图 88: 5G 提供全场景高精度定位能力 .....	51
图 89: 本地传感器的外界感知能力有限 .....	51
图 90: C-V2X 可实现汽车与周围环境及云端智能互联 .....	51
图 91: Rel-16 5G 新空口 C-V2X 将实现更多自动驾驶功能 .....	52
图 92: 5G 可提供近实时的高清视频传输 .....	52
图 93: Rel-16 5G 新空口 C-V2X 更好地支持自动驾驶 .....	52
图 94: C-V2X 商用化进展时间表 .....	53
图 95: 家庭超高清 8K 视频对网络连接性能要求高 .....	53
图 96: 家庭云游戏对网络连接性能要求高 .....	53
图 97: 云游戏的处理过程 .....	54
图 98: 视频监控在智慧城市中扮演核心角色 .....	54
图 99: 智慧城市视频监控对网络连接性能要求高 .....	55
图 100: 智能化是未来发展趋势 .....	55
图 101: AI 摄像机对数据速率提出更高要求 .....	56
图 102: 云 VR/AR 对信息传输的实时性、速率和可靠性要求高 .....	56
图 103: AR/VR 连接需求及演进阶段 .....	57
图 104: 2025 年 AR 和 VR 市场规模总额将达到 2900 亿美元 .....	58
图 105: 中国将成为最大的 AR/VR 市场 .....	58

## 1 5G 进入全面预商用冲刺阶段

### 1.1 5G 性能指标全面超越 4G，全球积极推进

通信技术从 1980s 至今已历经四代，先后实现了模拟语音通信、数字语音通信、移动宽带上网、移动互联功能，并形成了四张成熟的无线通信网络。作为应对未来移动互联网和物联网发展需求的新一代通信技术，5G 将在前四代通信技术的基础上最终再建一张全新的通信网络，真正实现万物互联。

图 1：面向万物互联的 5G



数据来源：IMT-2020、《5G 移动通信系统》、东方证券研究所

归纳起来，5G 技术的应用场景包括增强移动带宽（eMBB）、大规模机器通信（mMTC）和超高可靠低时延（uRLLC）三大类。eMBB 最直观的表现传输速率的大幅度提升；mMTC 主要面向万物互联，满足大量机器类型通信设备以及传感器等物联网领域的通信需求；uRLLC 主要面向对及时响应要求较高的场景，如车联网、自动驾驶和工业控制生产制造流程、智能电网配电自动化等场景。

图 2：ITU 定义的三大类 5G 典型应用场景

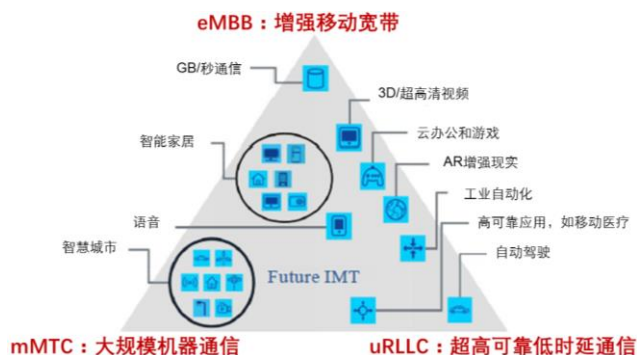
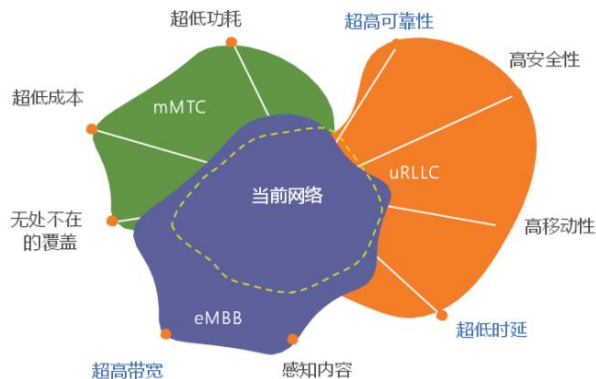


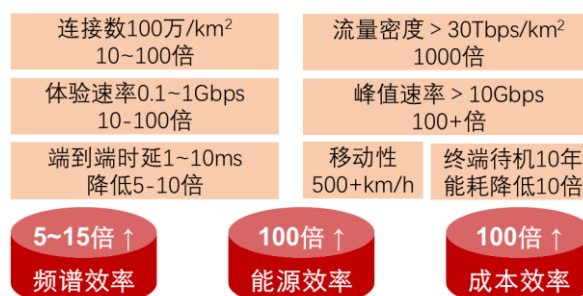
图 3：5G 典型业务场景对应网络需求



数据来源：ITU、东方证券研究所

数据来源：ITU、东方证券研究所

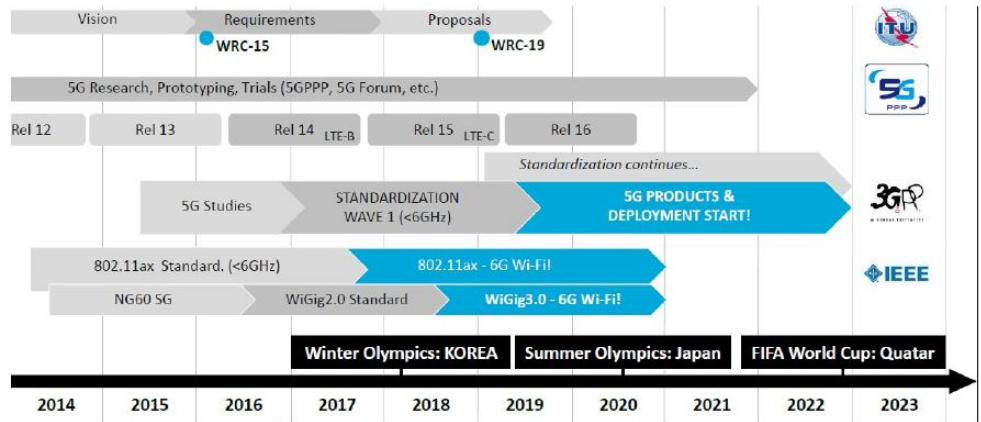
为满足三大类场景的需求，5G 的性能指标将全面超越 4G。与 4G 相比，5G 的频谱效率提升 5-15 倍，能源效率和成本效率均提升 100 倍以上，性能指标如端到端时延、峰值速率、流量密度、连接数等将远远优于目前广泛使用的 4G 网络。5G 技术将解决现有 4G 网络的通信瓶颈，打开 IoT、自动驾驶、AR/VR、工业自动化、智慧城市等众多应用的发展空间。

**图 4：5G 性能指标全面超越 4G**


数据来源：IMT-2020、《5G 移动通信系统》、东方证券研究所

产业机构积极倡导和引领标准建设和商用进程，多机构包括国际电信联盟（ITU）、第三代合作计划（3GPP）、欧盟 5G PPP 及电气和电子工程师协会（IEEE）均制定了 5G 商用时间节点，推动 5G 的发展。机构中 ITU 是联合国下属官方组织，由政府部门和学术机构组成。3GPP 覆盖众多国家地区通信协会、电信运营商、巨头设备商、芯片制造商及研究机构等成员，形成全产业链联盟，是全球推动通信技术发展的最重要组织。按照 3GPP 制定的商用时间节点，Release 15 非独立组网标准和独立组网标准已分别于 17 年 12 月和 18 年 6 月冻结，完整版标准 Release 16 预计在 2019 年 9 月之前正式发布。待 Release 16 发布后，5G 的全部功能将得以实现。

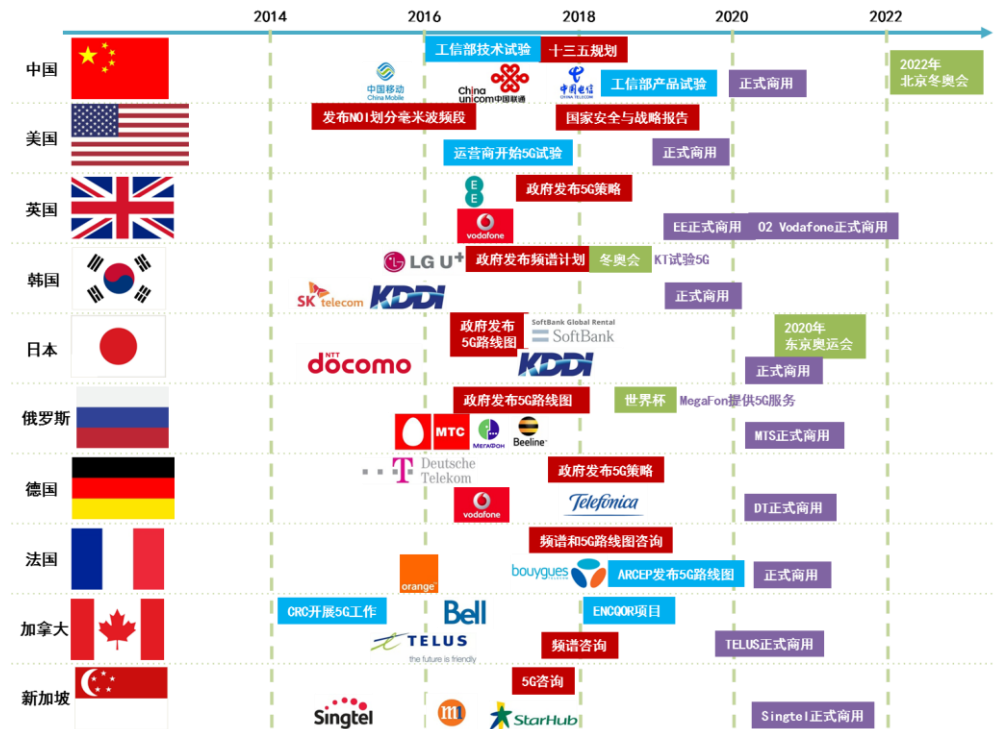
**图 5：多机构制定 5G 商用时间节点，积极推动 5G 发展**



数据来源：Interdigital、东方证券研究所

同时，作为国家通信技术战略的重要组成部分，全球主要国家/地区积极布局 5G 技术。美国、中国、韩国、日本和欧盟等已制定 5G 商用时间节点，将于 2020 年左右实现 5G 技术的商用。其中，美国预计将于 18 年年末或 19 年年初提供 5G 商用服务，成为全球最早实现 5G 商用服务的国家。中国、韩国和日本的 5G 进程预计将领先于除美国以外的其他国家/地区。

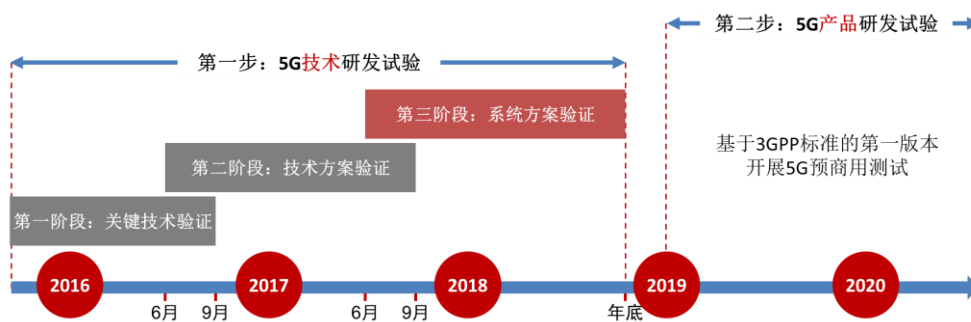
图 6：全球主要国家/地区 5G 商用时间节点



数据来源：互联网、东方证券研究所

就中国大陆而言，我国 5G 研究试验整体分为技术研发和产品研发两步，其中第一步又细分为关键技术验证、技术方案验证和系统方案验证三个阶段。目前，第一步前两阶段测试已顺利完成，第三阶段系统方案验证也已正式启动。

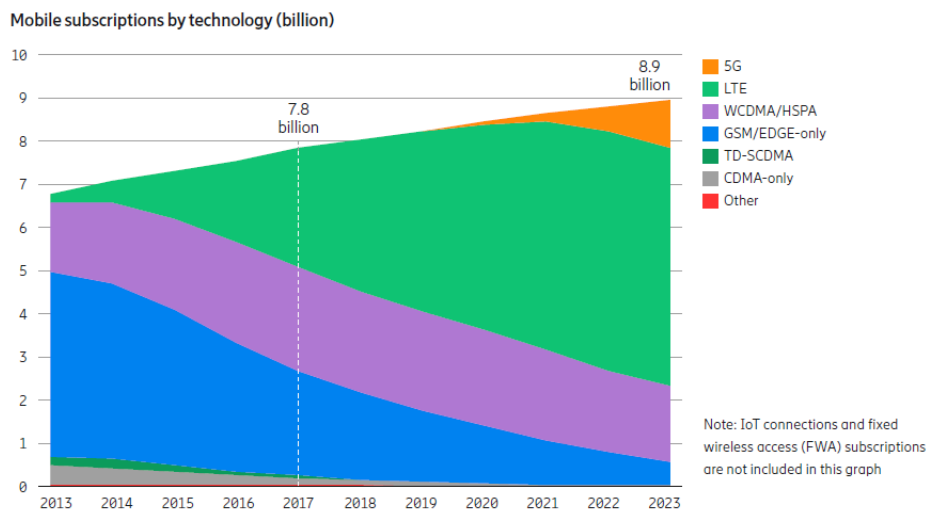
图 7：中国 5G 试验规划时间表



数据来源：工信部、东方证券研究所

根据爱立信的预测数据，从 2020 年开始 5G 技术将逐渐开始渗透，到 2023 年年末，全球 eMBB 场景接入 5G 网络的设备数量将超过 10 亿台，渗透率达到 12%。

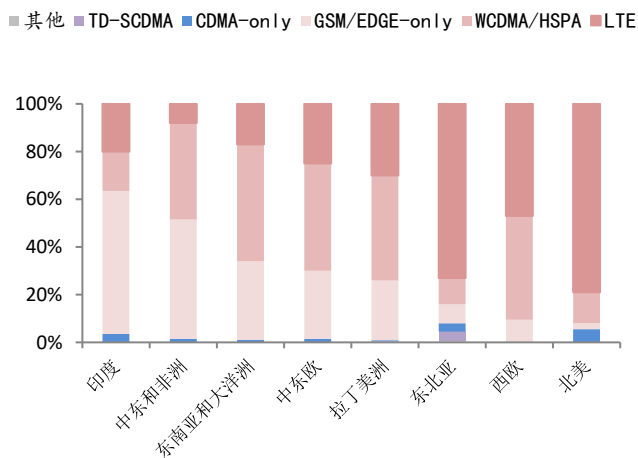
图 8：5G 技术将逐渐成为重要的通信技术



数据来源：Ericsson、东方证券研究所

分区域看，到 2023 年年末，5G 技术在全球均将实现一定的渗透。其中，5G 在北美区域的渗透率将达到 48%，成为全球渗透率最高区域，包括中国、韩国和日本在内的亚洲东北部紧随其后，渗透率达到 34%，西欧地区达到 21%，位列第三。

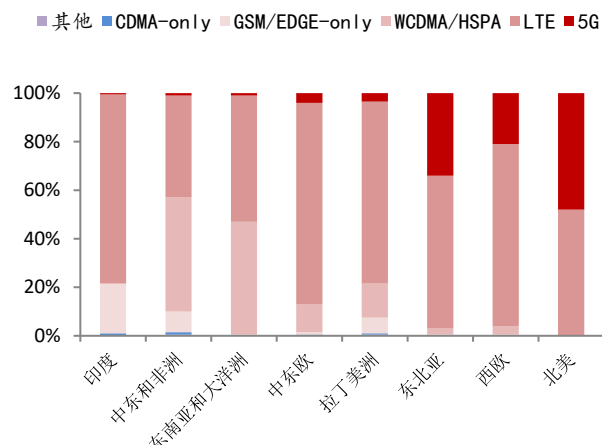
图 9：2017 年全球主要国家/地区通信技术占比情况



注：North East Asia 包括中国、韩国和日本

数据来源：Ericsson、东方证券研究所

图 10：2023 年全球主要国家/地区通信技术占比情况



注：North East Asia 包括中国、韩国和日本

数据来源：Ericsson、东方证券研究所

## 1.2 5G 频段划定，商用临近

为满足 5G 高速率、广覆盖、随时随地连接、低延时等要求，前四代通信技术使用的低频频带将无法再满足要求，5G 波段将向高频频带拓展，实现低频带和中高频带的组合，较低的频带可用于覆盖和控制，而较高的频带能实现高速率数据传输。

图 11：不同频段覆盖范围、容量、延时特性有所不同

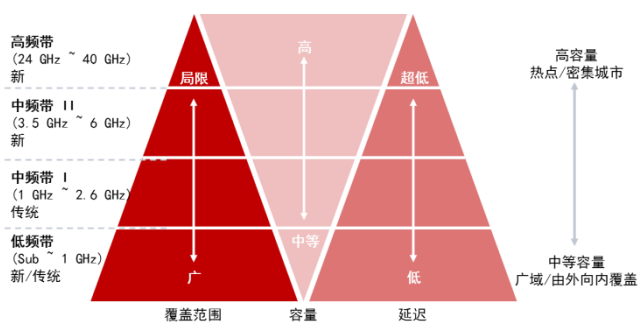
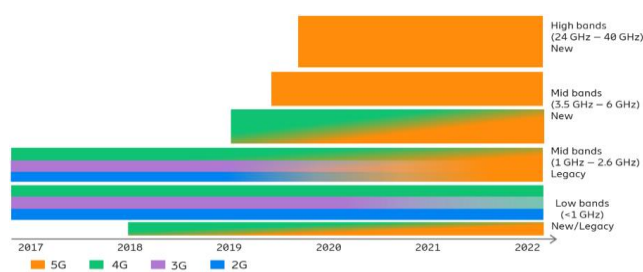


图 12：5G 频段将向高频波段拓展



数据来源: Ericsson、东方证券研究所

数据来源: Ericsson、东方证券研究所

现阶段,国内外已对 5G 使用的中高频波段达成共识。从国外 5G 进展领先的相关国家的频谱规划来看,5G 核心频段基本聚焦在 3.4-3.8GHz,同时高频端 26GHz、28GHz、39GHz 也逐渐趋向共识,各大设备商也在此频段展开技术研究和样机测试。国内工信部于 2017 年 6 月向社会公开征求将 24.75-27.5GHz 和 37-42.5GHz 或高频段用于 5G 系统的意见,11 月发布中频段 5G 频谱使用规划,3.3-3.6GHz 和 4.8-5.0GHz 共 500MHz 频谱资源作为 5G 系统的工作频段,其中 3.3-3.4GHz 频段原则上限室内使用。中频段频谱规划落地,为设备商和运营商在统一频段上展开 5G 原型设备功能和性能验证提供了明确的指导,为 5G 试商用创造了必要条件,有利于加速推动产业链的进一步成熟。

**图 13: 国内外 5G 使用中高频达成共识**

中国		2017年11月工信部公布5G频谱规划	中频段: 3.3-3.6GHz、4.8-5GHz 高频段: 24.75-27.5GHz、37-42.5GHz
美国		2016年7月FCC正式规划5G频段	授权频段: 27.5-28.35GHz、37-40GHz 免授权频段: 64-71GHz 600MHz将用于IMT系统
韩国		2018年初开展5G预商用实验频段	试验频率为26.5-29.5GHz 3.4-3.7GHz频段后续用于5G
欧盟		2016年11月发布欧洲5G频谱战略	中低频段: 700MHz、3.4-3.8GHz 高频段: 24.5-27.5GHz
日本		2016年7月日本总务省发布5G频谱策略,支持2020年东京奥运会	重点考虑3.6-3.8GHz、4.4-4.9GHz、27.5-29.5GHz

数据来源: 搜狐科技、东方证券研究所

频谱划定后,将进行通信牌照的拍卖。通信牌照指电信业务经营许可,是通信网络正式商用的标志,运营商们只有拿到牌照后才会大规模部署商用网络,计划相应的资本支出,上游的设备商们才能够真正受益于网络建设带来的业绩增长。

全球主要国家/地区已开始牌照拍卖潮。韩国已于今年 6 月完成 3.5GHz 和 28GHz 频段的拍卖。在欧洲,英国早在 18 年 4 月就已完成首次拍卖,成为全球首个进行 5G 牌照拍卖的国家,西班牙在 18 年 7 月完成首次拍卖,美国于 18 年 11 月份举办 28GHz 波段频谱拍卖,随后进行 24GHz 波段频谱拍卖,瑞士、德国和法国已将进行牌照的拍卖/分配。随着 5G 牌照拍卖的进行,5G 商用化愈来愈近。

**图 14: 全球主要国家的牌照拍卖情况**

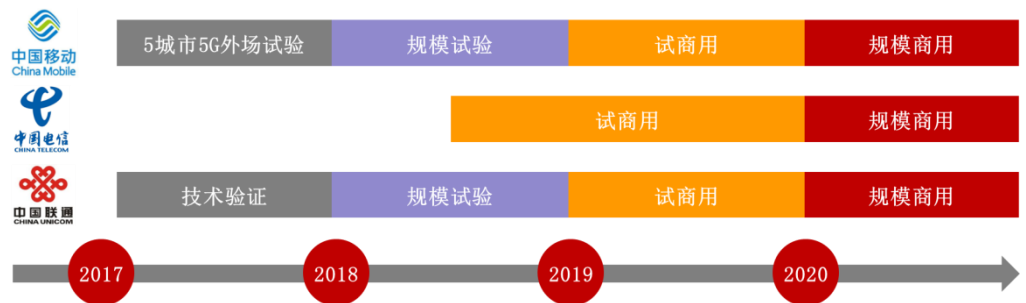
国家	时间	拍卖的频谱/分配规则
英国	2018.4	拍卖 2.3GHz 与 3.4GHz 频段
韩国	2018.6	拍卖 3.5GHz 和 28GHz 频段
西班牙	2018.7	拍卖 3.6–3.8GHz 频段共 200MHz，牌照有效期为 20 年
芬兰	2018.10	完成 3410–3800 MHz 频谱拍卖，三大运营商 Telia Finland、Elisa 和 DNA 分别获得 3410–3540 MHz、3540–3672 MHz 和 3670–3800 MHz 的运营许可证
美国	2018.11	拍卖 28GHz（涉及频率 27.5GHz–28.35GHz）波段，随后拍卖 24GHz（涉及频率 24.25GHz–24.45GHz 和 24.75GHz–25.25GHz）波段
瑞士	2019.1	拍卖 700MHz、1.4GHz、2.6GHz 和 3.4–3.8GHz 频段，19 年 6 月发放无线许可证
德国	2019Q1	拍卖 2GHz 和 3.6GHz 频段
法国	2020	为 5G 提供 300MHz 以上的连续频谱，2022 年前提供 340MHz 频谱

数据来源：拓朴产业研究院、搜狐、东方证券研究所

预期国内 5G 牌照将在 2019 年下半年发放，而标准、技术、牌照以及产业环境基础都具备之后，中国将在国内海量的用户规模和丰富的行业应用优势推动下，成为全球 5G 规模化商用和垂直行业应用的领跑者之一。

国内三大运营商和主要设备商已顺利完成技术研发试验的前两阶段关键技术验证和技术方案验证的测试，而且已经在 5G 产业层面展开多方合作，为下一步产品研发试验及试商用打下基础。目前三大运营商的 5G 发展规划也基本一致，2018 年继续扩大外场试验规模，2019 年试商用，2020 年正式商用。

图 15：三大运营商 5G 商用规划时间表



数据来源：《中国经济周刊》、东方证券研究所

现阶段，三大运营商已经基本确定第一批共 18 个 5G 试点城市，5G 测试工作正紧锣密鼓展开：中国移动——杭州、上海、广州、苏州、武汉；中国电信——雄安、深圳、上海、苏州、成都、兰州；中国联通——北京、雄安、沈阳、天津、青岛、南京、上海、杭州、福州、深圳、郑州、成都、重庆、武汉、贵阳、广州。

**图 16：国内三大运营商确定的第一批 5G 试点城市**

运营商	试点城市	试点城市数量
中国移动	杭州、上海、广州、苏州、武汉	5 个
中国电信	雄安、深圳、上海、苏州、成都、兰州	6 个
中国联通	北京、雄安、沈阳、天津、青岛、南京、上海、杭州、福州、深圳、郑州、成都、重庆、武汉、贵阳、广州	16 个

数据来源：三大运营商、东方证券研究所

全球主要智能手机品牌厂商已布局/计划推出 5G 智能手机。目前，摩托罗拉已于 3Q18 发布可支持 5G 接入的智能手机 Moto Z3，可通过 Moto Mod 模块接入 5G 网络，Moto Mod 模块预计将于 2019 年面世。华为及其子品牌荣耀、中兴、vivo 均预计于 2019 年发布 5G 智能手机，苹果和三星将与 2019 年或 2020 年发布 5G 智能手机。

5G 智能手机的发布将正式宣告移动终端进入 5G 规模化商用阶段。

**图 17：全球智能手机品牌积极布局 5G 智能手机产业**

品牌商	布局情况
摩托罗拉	3Q18 发布 Moto Z3, 该机型可通过 Moto Mod 模块接入 5G 网络, Moto Mod 模块预计 2019 年面世
华为	预计 1Q19 发布 5G 商用芯片和解决方案, 并于 3Q19 发布 5G 智能手机
LG	预计 1H19 发布 5G 智能手机, 采用 Sprint 的网络
中兴通讯	预计 2019 年上半年发布 5G 智能手机
华为荣耀	2019 年发布 5G 智能手机
vivo	2019 年发布试商用 5G 智能手机, 2020 年发布官方 5G 智能手机, 公司已和高通合作发展 5G 智能手机天线技术
苹果	2019-2020 年发布 5G 智能手机
三星	2019-2020 年发布 5G 智能手机
小米	已采用 5G 独立组网 n78 波段
OPPO	已采用 5G 独立组网 n78 波段

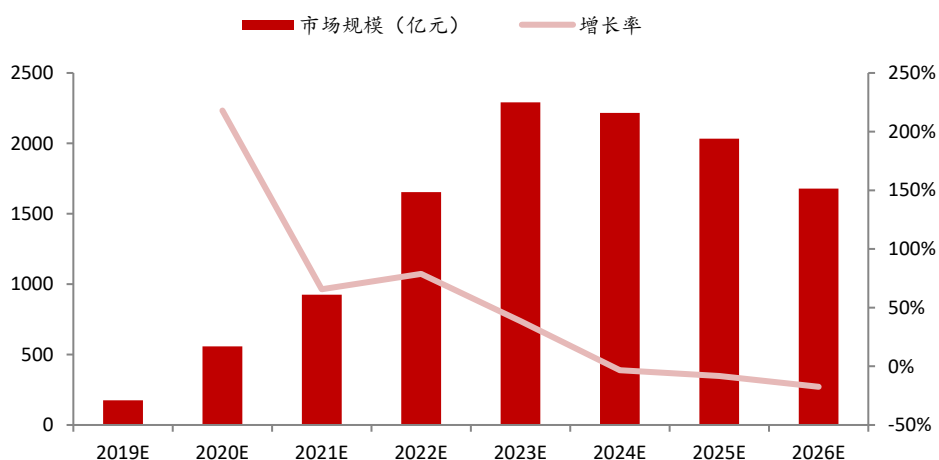
数据来源：华为、phonearena、gizchina、fastcompany 等、东方证券研究所

### 1.3 产业链积极备战 5G，空间广阔

5G 频段的拓展将给组网技术以及基站、射频等硬件设施建设带来新的需求和变化。由于 5G 工作频段更高，尽管穿透能力好，但绕射能力弱、传输损耗大，传播距离比较短，因而运营商除了在组网技术层面需要有不同的考虑，对基站数量的需求也会大幅增加，同时功率放大器、滤波器等射频器件在高频段工作环境下对工艺、材料及性能都将提出新的要求。

根据赛迪顾问给出的数据，我国 5G 产业的市场规模巨大，将超过万亿元，产业公司将受益行业的发展。

图 18：我国 5G 产业市场规模超万亿



数据来源：赛迪顾问、东方证券研究所

国内外厂商已在包括芯片、射频前端、设备、终端各环节积极布局，其中包括国内 LED 龙头+化合物半导体厂商三安光电、射频器件领先厂商信维通信、麦捷科技、东山精密、飞荣达及 PCB 厂商深南电路、沪电股份等。

图 19：5G 产业电子主要标的

领域	名称	潜在 5G 产品布局
射频芯片	三安光电	化合物半导体射频芯片
	环旭电子	有望供高通 SIP 模块，整合基带、射频等芯片
	韦尔股份	PA、开关等射频芯片
天线、滤波器	信维通信	移动天线及相关射频器件
	硕贝德	移动天线，基站天线
	立讯精密	基站天线、滤波器及移动天线
	东山精密	基站天线、滤波器、PCB
	麦捷科技	SAW 滤波器
电磁屏蔽与导热	飞荣达	电磁屏蔽与导热器件，布局通信天线
	中石科技	电磁屏蔽与导热材料
	碳元科技	人工石墨导热材料
	合力泰	吸波屏蔽材料、LCP 天线材料
射频连接器	电连技术	射频连接器、组件及弹片
	长盈精密	射频连接器、电磁屏蔽件
PCB	深南电路	客户包括华为、中兴等
	沪电股份	思科、华为、诺基亚等
电池	德赛电池	3C 电池 pack，客户包括苹果等
	欣旺达	

数据来源：公司公告、互联网、东方证券研究所

## 2 电子革新成为 5G 发展重要基石

从上游材料的发展到核心零部件的升级，从内外部结构变化到功能应用创新，5G 终端将迎来全面变革。在 4G 向 5G 过渡阶段，终端将逐步搭载适用于 5G 的核心材料、零部件以测试 5G 网络和规范，因此电子产业在材料、零部件等环节的提前研发升级将为 5G 全面到来奠定基础，进而 AR、3D 摄像、柔性屏等智能手机创新功能有望逐渐迎来更加成熟的产业生态。

### 2.1 5G 研发，材料先行

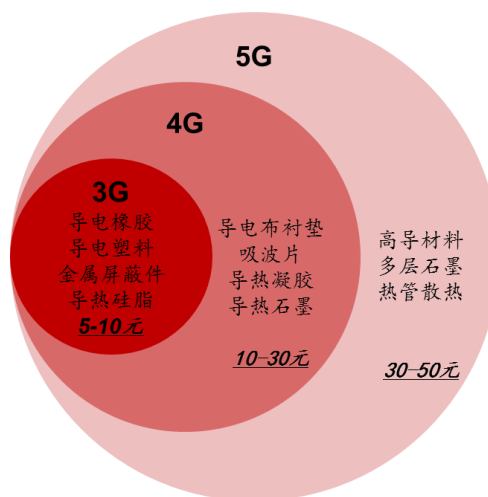
5G 时代基站及移动终端信号处理复杂度和性能提升显著，相应材料的工艺升级和研发探索则在近两年已提前开展，为下游的全面升级打下基础。整体来看，基站与移动终端对电磁信号的屏蔽及散热的需求有望显著提升，这就对电磁屏蔽和导热材料提出了新的要求，未来有望进一步呈现种类多元化、工艺升级、单机用量提升等趋势。而化合物半导体材料对传统材料的替代则成为 5G 射频器件升级的必然趋势。

### 2.1.1 5G 推动电磁屏蔽与导热材料新发展

#### 材料工艺升级不断，多元化发展趋势明确

在智能手机普及之前的 2G 时代，手机较少受到电磁屏蔽与散热方面的困扰。随着 3G 智能机时代的来临，手机硬件配置越来越高，CPU 不断向着多核高性能方向升级，屏幕大尺寸高分辨率化趋势明显，通信速率也不断提升，伴随手机硬件升级带来电磁屏蔽与散热需求的不断提升，推动着电磁屏蔽和导热器件产品种类的不断丰富和创新，单机价值也持续提高。

图 20：智能手机升级推动电磁屏蔽与导热器件种类逐渐丰富



数据来源：互联网、东方证券研究所

可以预见的是，5G 时代的智能手机由于传输速率、频率、信号强度等显著提升，从核心芯片到射频器件、从机身材质到内部结构，5G 智能手机零部件将迎来新的变革，硬件创新升级对智能手机的电磁屏蔽和导热提出了新的要求，未来有望进一步呈现种类多元化、工艺升级、单机用量提升等趋势，拉动单机价值进一步增长，因此电磁屏蔽与导热材料在 5G 时代具备更广阔的应用空间。

图 21：5G 时代智能手机零部件升级推动电磁屏蔽与导热新需求

推动因素	零部件升级	电磁屏蔽与导热增量需求
处理效率提升	5G 芯片处理能力达 4G 芯片的 5 倍、耗电达 2.5 倍	核心处理器等芯片发热量显著提升
频段增加	5G 手机天线数量达 4G 手机的 5-10 倍，速率、频段显著提升	天线、射频前端等器件对电磁屏蔽提出更高要求
电磁信号强度高	玻璃、陶瓷等新材料机壳替代具有电磁干扰问题的金属机壳	玻璃、陶瓷等材料散热性比金属差，需要更多的导热器件
防水性能提升	内部零部件与整机结构具有更高的密封性	密封状态自然散热性差，封口处需要采用更多导热性材料
便捷轻薄化	集成化、模组化	内部器件更加紧凑，需进一步防止电磁信号干扰并加强散热

数据来源：互联网、东方证券研究所

电磁屏蔽器件的技术水平主要由其材料的发展主导，材料的电导率、磁导率及材料厚度是屏蔽效能的三个基本因素。电磁屏蔽材料将向屏蔽效能更高、屏蔽频率更宽、综合性能更优良的方向发展，各种新材料在电磁屏蔽的创新应用将会得到更多发展。未来的技术发展，电磁屏蔽将往导电性能好、加工工艺简单、性价比高、适合大批量生产等方面发展。而未来越来越多类型的电子设备将被纳入到电磁兼容管理的标准中来，电磁兼容的标准也将愈发的严格，可以预见电磁器件工艺材料的持续升级趋势将是确定性方向。

**图 22：电磁屏蔽材料升级趋势**

材料类别	未来趋势
金属类	包括镀铜簧片，不锈钢簧片等产品使用材料。未来将向更加薄、能直接成型，避免使用硫酸等溶解较厚材料的减薄工艺方向发展
填充类	包括导电塑料器件和导电硅胶器件使用材料。镀铝玻璃纤维具有优异的电磁屏蔽性能，如易成型、良好的导电性、生产工艺简单、成本低、周期短、减少消除热点和可大批量生产等优点，同时还具有良好的力学特性，已被成功应用于改性的塑料导电材料、抗静电材料、电磁屏蔽材料以及特种导电混纺织物，未来将逐渐被广泛应用；导电硅胶将采用更耐特殊环境的导电填料、三元乙丙橡胶（EPDM）和氟橡胶等基材
表面敷层类	包括导电布衬垫等使用材料。导电布衬垫将被更薄的原料布和性能更材料好的泡棉替代，同时又能满足高温度和高可靠性的需求
导电涂料类	将采用碳素系导电粉等材料，利用其高导电和高分散结构的性能，满足产品的导电性能和成本的要求
其他	其它一些新机理的屏蔽材料也在探索之中，如发泡金属屏蔽材料、纳米屏蔽材料和本征导电高分子材料，依靠本身良好的导电性达到电磁屏蔽的目的

数据来源：互联网、东方证券研究所

高导热石墨膜的石墨材料因其碳原子结构具有独特的晶粒取向，具备非常优异的平面导热性能，大大高于一般纯铜的导热系数，其片层状结构可很好地适应任何表面，同时具有密度低（轻量化）、高比热容（耐高温）、长期可靠等优点，成为散热解决方案的优秀材料。

目前导热石墨膜因原材料及制备方法的不同分为天然石墨膜和人工石墨膜两种。由于人工石墨膜较天然石墨膜具有更好的导热性能，且人工石墨膜在技术进步的推动下，成本不断降低，性能不断提高，很好地满足了消费电子等产品发热量越来越大、结构越来越紧凑而带来的散热需求，发展空间较大。

图 23：石墨材料具有优秀的导热性能

图 24：人工导热石墨膜生产工艺

材料	导热系数 W/m·K	比热容 J/kg·K	密度 g/cm <sup>3</sup>
铝	200	880	2.7
铜	380	385	8.96
石墨	水平 300-1900 垂直 5-20	710	0.7-2.1

数据来源：碳元科技招股书、东方证券研究所

工序	主要物理和化学变化
碳化	PI 膜结构分子径向排列在高温下被打乱，形成乱层结构的聚酰亚胺碳化膜
石墨化	高温下碳化膜向六角平面的层状石墨结构转变，形成高结晶度的大面积石墨原膜
压延	挤压延展后形成柔软且高密度的石墨原膜
贴合	与丙烯酸类胶带复合，并贴覆离型膜和保护膜
模切	通过精密加工和切割使材料形成定制化零部件

数据来源：碳元科技招股书、东方证券研究所

从产品形式角度来看，高导热石墨膜主要分为单层高导热膜、复合型高导热膜和多层高导热膜等多种类型。其中，单层高导热膜应用范围最广，复合型和多层高导热膜是在单层高导热膜基础上为满足客户更多的设计功能和需要与铜箔或者多片石墨膜复合而成。其中，单层高导热膜主要强调其优越的导热系数；多层高导热膜在具有高导热性能的同时还有一定的储热性能；复合型高导热膜兼具导热和储热性能，同时具有一定屏蔽辐射作用。5G 时代的智能终端产品伴随更高的功耗和散热需求，同时兼具零部件创新升级大势，因此复合型和多层导热石墨膜有望迎来更广泛的应用。

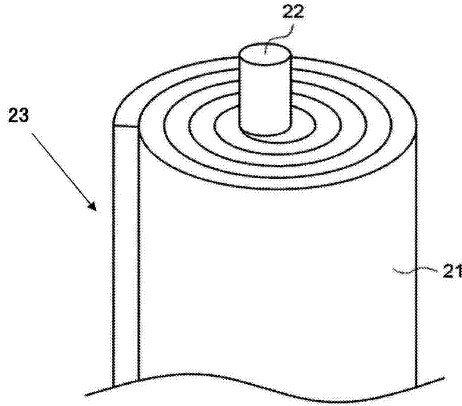
**图 25：多层与复合型导热石墨膜应用前景广泛**

产品形式	单层导热石墨膜	多层导热石墨膜	复合型导热石墨膜
主要结构	一片石墨膜，厚度可薄至 0.01mm	多片轻薄的石墨膜叠加复合	石墨膜与金属片、导热凝胶等材料复合
单机价值	较低	较高	较高
主要作用	导热性能优越	高导热性、具备储热性能	导热、储热、屏蔽辐射

数据来源：互联网、东方证券研究所

从生产工艺角度来看，导热石墨膜主要在基材处理的基础上，通过高温碳化、石墨化等环节加工而成，而高温烧制的工艺可分为片状烧制和卷式烧制技术。片烧石墨是将聚酰亚胺膜（PI 膜）裁剪好后以间隔叠片的方式放入模具中，对其施压、碳化并石墨化的过程。而卷烧石墨是近年来的新兴技术，将 PI 膜卷绕于卷筒上，进行碳化热处理，再进行石墨化热处理，以形成卷筒状石墨膜的过程。相比于片烧工艺，卷烧石墨技术有着节省人工叠片流程的优点，且利于后续工艺的连续生产性，能大幅降低成本，同时成功的卷烧流程能使石墨膜具有良好的机械强度，没有模具大小的限制，因此十分适用于 5G 时代显著增长的散热需求，特别在大型设备（如基站）中具备广泛应用前景。

**图 26：卷烧工艺是先进的石墨烧制技术**



数据来源：互联网、东方证券研究所

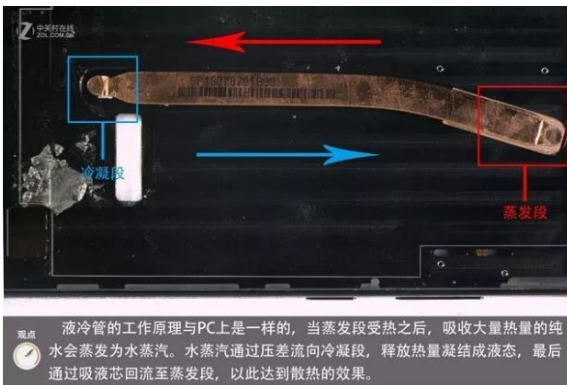
**图 27：卷烧工艺与片烧工艺对比**

	片烧工艺	卷烧工艺
<b>优势</b>	工艺成熟，良率较高，适用于小型产品散热需求	利于连续生产，大幅降低成本；便于下游模切环节定制化生产；无模具大小限制，适合大量生产
<b>劣势</b>	需人工叠片，成本较高；不利于下游定制化生产	技术较新，碳化过程容易断裂，影响良率

数据来源：互联网、东方证券研究所

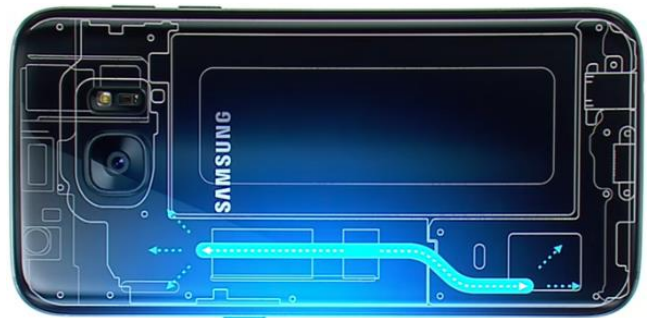
同时，随着 5G 时代的临近，各智能手机厂商均在近期发布的旗舰机型中加大散热方案的创新和应用力度，为后续的规模导入做准备。其中，热管散热技术作为 PC 机领域的主流散热方案，已逐渐被搭载于智能手机中。热管方案又常被人们以“水冷散热技术”所认知，在手机中搭载铜制散热管，并在导管中加入特质的导热液体（水或乙二醇），吸收手机核心元件发出的热量后，导热液体逐渐汽化并在导管内流动，当流动到低温处时将释放热能凝结成液态，完成手机热量的快速转移，并通过与热管连接的固定散热材料将热量散出。

**图 28：热管方案工作原理**



数据来源：中关村在线、东方证券研究所

**图 29：三星 Galaxy Note 系列采用铜管散热方案**



数据来源：三星、东方证券研究所

当前已有多个手机品牌陆续采用铜制散热管方案，如三星 Galaxy Note 9、魅族 16、荣耀 Note 10、华为 Mate 20 X 等，而华为计划在于明年推出的 5G 手机中采用 0.4mm 铜制散热板的方案，在铜管的基础上进一步升级。散热板方案是将两片铜板四边焊接，中间留空隙让空气流通，由于面积更大，散热效果更佳。目前散热板方案已在高阶轻薄笔记本中大量采用。

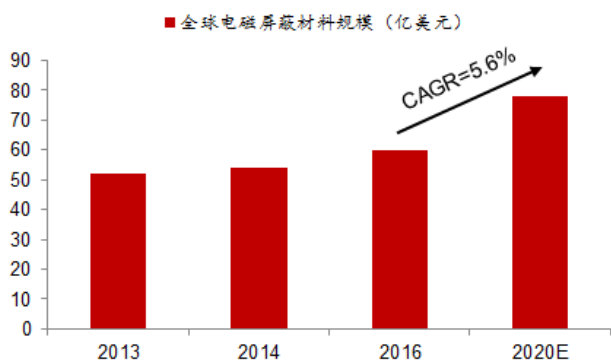
**图 30：散热板方案有望导入智能手机中**


数据来源：互联网、东方证券研究所

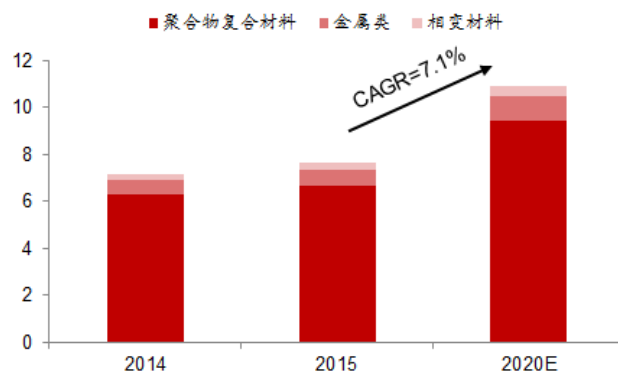
无论是散热管还是散热板，只是让热量从手机发热零件转移到散热片的速度有所加快，而最终的散热效果，还是要依靠散热片和空气之间的热对流，散热片材质的热特性则成为手机散热效果的决定因素。未来随着 5G 时代的到来，智能手机内部零部件轻薄化、集成化趋势明确，对内部空间具有严格限制，因此适用于智能手机的散热方案也将向着超薄、高效的方向发展，必将呈现出多种散热产品并存、材料工艺不断创新的新局面。

### 电磁屏蔽与导热材料市场规模有望显著提升

近年来随着软硬件技术不断升级，消费电子产品创新及通信设备升级推动电磁屏蔽和导热材料市场稳步增长。根据 BCC Research 的预测，全球 EMI/RFI 屏蔽材料市场规模将从 2016 年的 60 亿美元提高到 2021 年的 78 亿美元，复合增长率近 6%，而全球界面导热材料的市场规模将从 2015 年的 7.6 亿美元提高到 2020 年的 11 亿美元，复合增长率超 7%。

**图 31：全球电磁屏蔽材料市场规模（单位：亿美元）**


数据来源：BCC Research、东方证券研究所

**图 32：全球导热界面材料市场规模（单位：亿美元）**


数据来源：BCC Research、东方证券研究所

而属于新兴行业的石墨散热材料，自 2011 年开始大规模应用于消费电子产品中以来，近年呈现快速发展趋势，按照 150-200 元/平米的单价来计算，当前高导热石墨材料在消费电子领域的市场规模达近百亿元人民币。

**图 33：导热石墨材料在消费电子中规模近百亿元**

产品	导热石墨材料单机用量 (平米/台)	全球出货量 (百万台, 2017 年)	平均单机价值 (元/台)	市场规模 (亿元人民币)	导热石墨需求
智能手机	0.022	1477	4	60	CPU、屏幕、摄像头等零部件升级，无线充电、3D 识别等功能创新
平板电脑	0.025	164	4.5	8	触摸屏等功能，轻薄化趋势
笔记本电脑	0.08	165	13	20	性能升级，轻薄化趋势

数据来源：中石科技招股书、IDC、TrendForce、东方证券研究所

由于 5G 时代将于 2020 年以后全面到来，因此上述短期内市场规模的预测主要基于现有设备的升级需求，均未考虑 5G 大规模商用后的增量因素。可以预见的是，随着 5G 时代下游市场的快速发展，将带来电磁屏蔽和导热材料和器件的巨大增量需求，因此我们认为 2021 年以后，电磁屏蔽与导热材料市场增速有望在此基础上进一步显著提升。

5G 时代的移动终端和基站均对电磁屏蔽与导热产品产生大量的增量需求，叠加工艺升级趋势可带来单机价值量的显著提升，进而推动电磁屏蔽与导热产业市场规模在 5G 时代全面到来后有望实现显著增长。在已有电磁屏蔽和导热材料方面，5G 手机有望在更多关键零部件部位采用综合解决方案（如复合型和多层高导热石墨膜），同时 5G 手机有望更多搭载铜管/铜板散热方案，整体电磁屏蔽与导热材料单机价值增量有望达 20 元人民币左右，因此伴随 5G 手机渗透率的提升，应用于智能手机的电磁屏蔽与导热材料市场规模具备 200 亿元以上的增量空间。

**图 34：5G 时代智能手机电磁屏蔽与导热材料市场规模增量显著**

	2018E	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
智能手机销量（百万部）	1450	1506	1588	1669	1747	1823	1896	1968
5G 手机渗透率	0%	0.3%	4%	9%	18%	40%	70%	90%
4G 手机屏蔽与导热材料 单价（元）	20.0	20.0	19.0	18.1	17.1	16.3	15.5	14.7
5G 手机屏蔽与导热材料 单价（元）	-	40.0	38.0	36.1	34.3	32.6	31.0	29.4
智能手机电磁屏蔽与导 热市场规模（亿元）	<b>290</b>	<b>302</b>	<b>314</b>	<b>327</b>	<b>353</b>	<b>416</b>	<b>499</b>	<b>550</b>
市场规模增速		4%	4%	4%	8%	18%	20%	10%

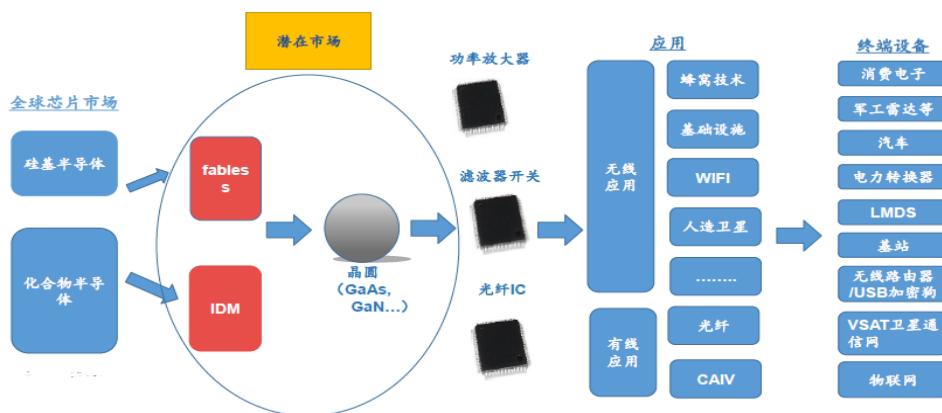
数据来源：Gartner、东方证券研究所

由此可见，电磁屏蔽和导热产品伴随 5G 智能手机的渗透，叠加单机用量和种类的显著提升，有望实现更快速的增长。同时考虑到 5G 通信基站速率和数量的增加，以及处理频段的复杂化，自身产生的电磁信号和热量均显著增加，推动更多的电磁屏蔽与导热产品需求；此外，5G 技术的成熟有望推动智能可穿戴、VR/AR、智能驾驶汽车等新兴智能终端的兴起，进而为电磁屏蔽与导热带来更丰富的应用领域。因此，5G 时代全面到来后，单机价值量的提升叠加终端设备数量的增加，电磁屏蔽与导热材料的市场规模有望成倍增长。

### 2.1.2 化合物半导体新材料带来替代需求

以砷化镓（GaAs）材料为代表的第二代半导体和以氮化镓（GaN）为主的第三代半导体可以统称为化合物半导体，化合物半导体材料制成的高频、高速、防辐射的高温器件，通常应用于激光器、无线通信、光纤通信、移动通信、军事电子等领域。其市场空间广阔，未来成长性高。

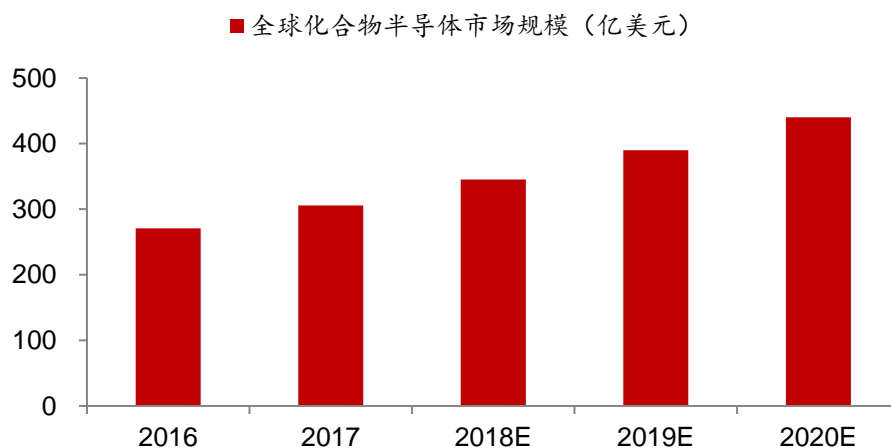
图 35：化合物半导体下游应用领域广泛



数据来源：稳懋、东方证券研究所

根据 Gartner 数据，2020 年化合物半导体的市场规模将达 440 亿美元，复合年增长率达 12.9%，增速大幅超过整个半导体产业。其中，化合物半导体市场的成长主要归功于数据通讯流量增长，与 5G 关联的移动互联、无线基站、数据中心需求是主要力量。

**图 36：5G 推动化合物半导体市场规模快速增长**



数据来源：Gartner、东方证券研究所

功率放大器 (PA) 是将信号进行放大的器件，直接决定了手机无线通信的距离、信号质量，甚至待机时间，是组成射频器件的重要部分。手机里面 PA 的数量将随着 5G 带来频段的增加而增加，StrategyAnalytics 预测称 5G 时代手机内的 PA 或多达 16 颗之多，是 4G 手机的数倍。

**图 37：化合物半导体 PA 材料满足 5G 频率需求**

**图 38：GaN 功率放大器未来前景广阔**

频段	PA 适用材料
4-5GHz 左右	GaAs 材料
8GHz 以上	GaN 材料

数据来源：互联网、东方证券研究所



数据来源：互联网、东方证券研究所

5G 传输速度的增长要求终端提升对大数据量信号的处理能力，同时需平衡功耗性能，化合物半导体可以支持高频率和高功率应用，并且效率更高，是 PA 芯片的最佳材料。目前 PA 主要有适用于低频的 GaAs 材料和适用于高频的 GaN 材料，5G 有望带动化合物半导体的广泛应用。其中 GaAs 半导体市场在过去 3 年保持 15% 以上的增速，规模超过 100 亿美元，而未来十年，受 5G、毫米波雷达等需求拉动，GaN 功率放大器的市场将实现快速增长，潜在市场规模大于 150 亿美元。

图 39：三种原材料指标对比

材料	Si CMOS	GaAs	GaN
品类划分	第一代	第二代	第三代
禁带宽度	1.1 eV	1.4eV	3.4eV
迁移率	13502cm/Vs	80002cm/Vs	15002cm/Vs
跃迁类型	非竖直跃迁	竖直跃迁	竖直跃迁
饱和速率	1.0x10 <sup>7</sup> cm/s	2.1x10 <sup>7</sup> cm/s	2.7x10 <sup>7</sup> cm/s
功率密度	0.2 cm/s	0.5W/mm	>30W/mm
击穿场强	0.3x10 <sup>6</sup> V/cm	0.4x10 <sup>6</sup> V/cm	3.3x10 <sup>6</sup> V/cm
截止频率	20 GHz	150GHz	150GHz
热导率	1.5 W/Mk	0.5W/Mk	2.0W/Mk
器件性能	较高，可与普通硅工艺兼容	功率/增益/效率适中	高电压/耐高温/高功率/高效益
集成度	功率/增益/效益均较差	较低，无法与标准硅工艺兼容	较低，无法与标准硅工艺兼容
器件成本	最低	居中	较高
工艺情况	制程成熟，产能稳定	良率适中，产能不稳定	良率较低，产能匮乏
主要应用	性能要求较低的射频前端芯片应用， 如 2G/低端 WIFI 等消费电子	高频/高功率/高性能领域 射频前端芯片应用	超高频、大功率、耐高温应用，如基站/军用 雷达/电子展射频器件

数据来源：稳懋、东方证券研究所

### 2.1.3 国内公司领先布局 5G 相关材料

总体来看，国内领先的材料供应商在特定领域注重制造工艺升级和应用领域创新。在电磁屏蔽与导热材料领域，相比于海外大厂的普适性产品来说，国内供应商产品具备差异化优势，为高端客户提供定制化的先进产品，并基于下游应用领域和需求不断创新材料和产品形式，具备高毛利、高效率的解决方案，在发展成长过程中已逐渐形成稳定的客户群体和供应格局，差异化的产品和定制化解决方案决定了国内供应商的高毛利率水平。而在化合物半导体材料领域，国内领先厂商注重研发投入的持续性，提前布局适用于 5G 时代的新材料应用，未来有望伴随下游市场的持续增长形成新的业绩增长点并保证盈利水平。

**图 40：国内主要上市公司领先布局 5G 相关材料**

企业	主要材料布局	技术优势	主要客户	扩产布局
飞荣达	电磁屏蔽材料及器件、导热材料及器件和其他电子器件	电磁屏蔽与导热材料及器件品类全面，为客户设计方案；领先布局基站天线及振子产业链	华为、中兴、诺基亚等通讯电子厂商，富士康、和硕、捷普等 EMS 企业	IPO 募投 3.2 亿元，当前产能利用率饱和，扩产后预计新增年度营收 6 亿元
中石科技	热管理材料、屏蔽材料、电源滤波器、EMC/EMP 服务	人工石墨膜产品全球领先，具备先进的多层石墨膜制造技术及卷烧工艺；通过大客户材料及模切认证	迈锐、领胜、安洁等苹果模切厂，DIC、Interflex 等三星供应商，华为、中兴、诺基亚等通讯电子厂商	IPO 募投 1.5 亿元，计划新增 65 万平方米石墨材料、600 万平米屏蔽材料、48 万平米其他导热材料
碳元科技	人工高导热石墨膜系列产品	高导热石墨膜产能规模大，具备先进的单层、多层和复合石墨膜制造技术	三星、华为、OPPO、vivo 等智能手机品牌，客户份额 30-80%	IPO 募投 3.5 亿元，计划新增 200 万平方米石墨膜产能
合力泰	吸波材料、屏蔽材料	材料技术领先，且从原料、生产全面布局，产品已在国际一流手机客户中实现商用	国际手机客户	根据客户需求积极扩充产能中
三安光电	化合物半导体	射频、电力电子、光通信和滤波器 etc 在国内领先生产	国内一流芯片设计厂、国内一流手机厂商等	投资 333 亿元在泉州建设光通讯器件、射频、滤波器的研发与制造产业化项目、功率型半导体等项目；募投
华灿光电	化合物半导体	具有领先的技术研发、布局	/	拟募投 21 亿元用于光通信等半导体项目

数据来源：公司公告、东方证券研究所

## 2.2 5G 启动，PCB 增量广阔

### 2.2.1 5G 时代高频高速化，PCB 技术升级

5G 采用低频频带和高频频带的组合，主要利用 3-5 GHz、15-40 GHz、高于 60 GHz 三个频带，可有效实现连续广域覆盖、热点高容量、低功耗大连接、低时延高可靠四大技术场景的应用要求。高频频带的引入要求 5G 材料朝向高频化、高速化发展，PCB 作为连接和承载的电路部件将首先迎来升级。

**图 41：PCB 广泛用于通信系统中**

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
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		多层板、刚挠结合

数据来源：深南电路招股书、东方证券研究所

影响 PCB 高频高速的因素主要有三个：介电常数 Dk、介质损耗 Df 和导体表面粗糙度：

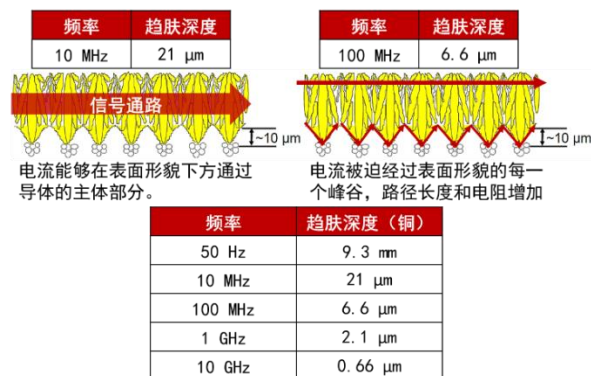
- 1) 低介电常数 Dk 可提升信号的传输速度，实现高速传输；
- 2) 低介质损耗 Df 可降低信号损耗。在信号传输中，强度的损耗随频率的增加而增加，因此高频信号传输需使用较低介质损耗的传输材料；
- 3) 虽然粗糙的表面可以提高 PCB 板的剥离强度，但传输信号的频率越高，趋肤效应越明显，趋肤效应增加类似于信号传输的路径和电阻增加，低表面粗糙度可减小高频信号趋肤效应带来的影响。

因此，高频高速 PCB 应具有低介电常数 Dk、低介质损耗 Df 和低导体表面粗糙度以保证最大功率和高速的信号传递，同时 Df、Dk 特性最好具有温度变化一致性，从而保证在不同温度条件下一致的传输线阻抗，并减少传输波形的相位失真。

**图 42：速率越高，所用 PCB 的 Df 值就应该越小**

Df	速率上限
0.01—0.005	10 Gb/s
0.005—0.003	25 Gb/s
不超过 0.0015	50 Gb/s 甚至更高速

数据来源：中国电子网、东方证券研究所

**图 43：低表面粗糙度可减小高频信号趋肤效应带来的影响**


数据来源：Isola、东方证券研究所

高频高速板的热膨胀系数、吸水性和耐热性等性能也应满足一定的要求。PCB 基材热膨胀系数要求与铜箔基本一致以保证不同温度下铜箔和基材的贴合；吸水性要求低，因吸水性高的材料在受潮时越易影响 Dk 和 Df；此外，还应具有良好的耐热性能、抗化学性、冲击强度、剥离强度。此外，5G 时代 MIMO 天线数目和复杂度要远高于 4G 时代的有源天线系统，所以要求天线的集成度更高、装配难度更低。在更小的尺寸上集成更复杂的系统，5G 对材料的导热率也提出了更好的要求。这推动 PCB 板朝更多层的方向发展。

**图 44：高频高速板的基本特性要求**

基本特性	要求	影响要素
介电常数 Dk	小且稳定	Dk 越小，传输速率越高
介质损耗 Df	小	DF 越小，传输损耗越小
表面粗糙度	小	减小高频信号趋肤效应，进而减小信号传输的路径和电阻
热膨胀系数	与铜箔的热膨胀系数一致	保证不同温度下铜箔和基材的贴合
吸水性	低	吸水性高的材料在受潮时越易影响 Dk 和 Df
其他	良好的耐热性、抗化学性、冲击强度、剥离强度、热导率、多层等	

数据来源：Isola、华强 PCB、中国电子网、东方证券研究所

可见，高频高速板的基本特性要求较普通板提升巨大，这相应带来高频高速板加工难度的提升，进而提升行业技术壁垒。以高频板为例，高频板是高难度板之一，在多个环节包括钻孔、防焊、喷锡、蚀刻等均具有较高的制作难度。

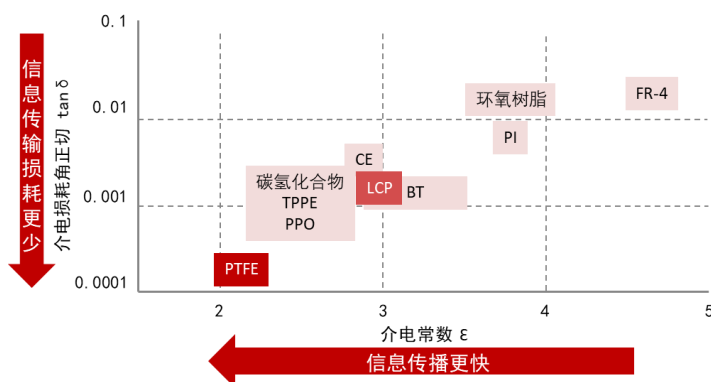
**图 45：高频板加工难度大**

加工环节	要求
钻孔	基板柔软，转孔叠层的张数要少；钻孔进刀速要慢（180 转/S）；要用新钻嘴、上下垫铝片、最好单 PNL 钻孔（孔内不可遇水）
印阻焊	绿油前不能用辊刷磨板，且印完后线路与铜面均匀一致，无氧化层
热风整平	避免极速加热、喷锡前需要热处理
铣外形	需采用特种铣刀
工序间运送	不能垂直立放，智能隔纸平放，全称需防止刮花、线路损伤等
蚀刻	线宽公差严格控制正负 0.02 毫米
化学沉铜	前处理难度大，方法包括化学法和等离子体法

数据来源：华强 PCB、东方证券研究所

传统的 PCB 填充材料已无法满足要求，低 Dk/Df 材料如 PTFE 将成为 5G 时代的首选。目前，传统 PCB 采用的填充材料主要为 FR-4，FR-4 材料 Dk 大于 4.6，Df 大于 0.01，且 Df 随频率的升高而升高，无法满足高频高速传输的要求，而 PTFE 材料 Dk 仅为 2.1 左右，Df 为 0.0004，传输速率较 FR-4 提升 40%以上，损耗也小很多。基站端 PTFE 将更多取代 FR-4。

**图 46：主要 PCB 填充材料的 Dk 和 Df 参数对比情况**



数据来源：互联网、东方证券研究所

**图 47：高频波段多使用 PTFE、碳氢化合物树脂等填充材料**

基材用树脂		层数	基材损耗正切 Df	传输损耗	传输速率
PTFE； 碳氢化合物树脂； PPE树脂	微波/毫米波 领域应用 高频电路	第六层	Df < 0.002	10 dB/m	56 Gbps
		第五层	0.002 ~ 0.005	16 dB/m	
特殊树脂； 环氧改性特殊 树脂	中等损耗 高速电路	第四层	0.005 ~ 0.008	25 dB/m	25 Gbps
		第三层	0.008 ~ 0.01	35 dB/m	10 Gbps
环氧树脂	常规 电路	第二层	0.01 ~ 0.02	—	5 Gbps
		第一层	Df > 0.02	44 dB/m	< 5 Gbps

数据来源：安蒂诺、东方证券研究所

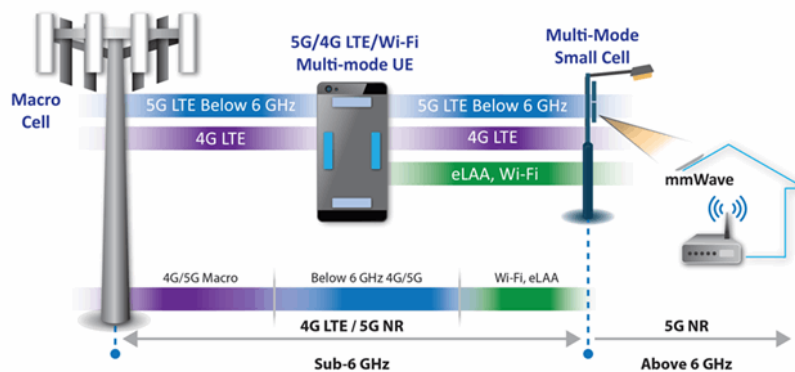
5G 时代要求 PCB 朝高频、高速和多层发展，PCB 性能和技术升级将带来价值量的提升，通信 PCB 领先企业发展空间得以打开。

## 2.2.2 5G 带来 PCB 广阔市场空间

### 5G 宏基站带来 PCB 市场增量空间将超过 470 亿元

5G 基站由宏基站和小基站组成，宏基站覆盖 6GHz 以下的频段，小基站覆盖 6GHz 以上的频段，两者结合实现广域大容量覆盖和高速低延时传递。

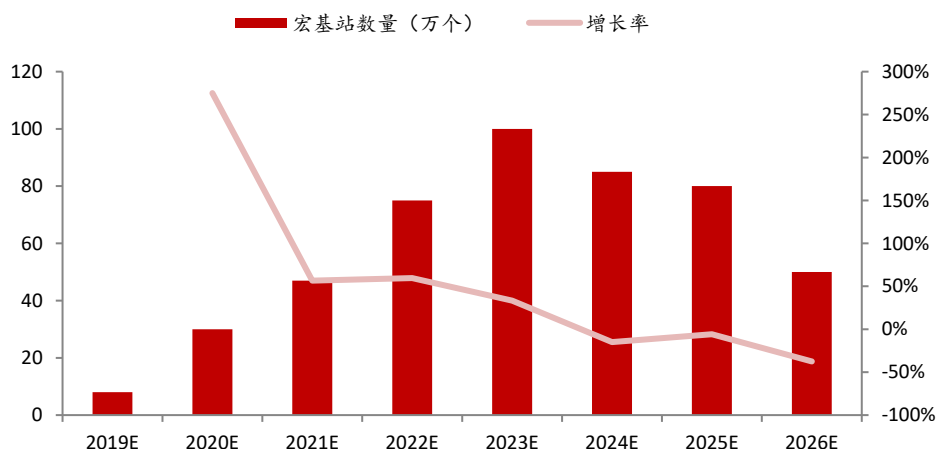
**图 48：5G 将结合使用宏基站和小基站**



数据来源：wateronline、东方证券研究所

在国内市场，根据赛迪顾问的预测数据，要实现与 4G 基站相同的覆盖范围，5G 宏基站的数量预计到 2026 年将达到 475 万个，为 2017 年底 4G 基站数量 328 万个的 1.4 倍左右。小基站覆盖范围约为 10-20 米，其数量至少为宏基站数量的 2 倍，由此可得小基站的数量为 950 万个。5G 时代宏基站与小基站的数量总和达到 1425 万个，是 2017 年底 4G 基站数量的 4.3 倍。宏基站的数量在 2019 年将达到 8 个，而根据 Gartner 的预测小基站将于 2020 年开始商用。基站量的增加将带来 PCB 用量的增加。

**图 49：5G 新建宏基站总量将达到 475 万个**



数据来源：赛迪顾问、东方证券研究所

5G的宏基站结构的变化同样将带来单基站高频PCB用量的增加。4G时代的基站一般由基带处理单元BBU、射频拉远单元RRU和天线系统组成，RRU和天线分离，通过馈线链接。在5G时代，基站结构被重构为集中单元CU、分布单元DU和有源天线单元AAU，AAU简单等效为天线和RRU的集成，即为减小高频信号在馈线传输中的传输损耗并提高集成度，将天线和馈线通过PCB进行集成，这增加了单基站PCB的用量。

图 50：4G 基站系统结构



数据来源：互联网、东方证券研究所

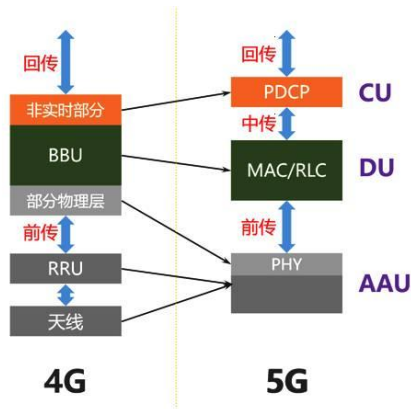
图 51：4G 时代天线和 RRU 分离，通过馈线链接



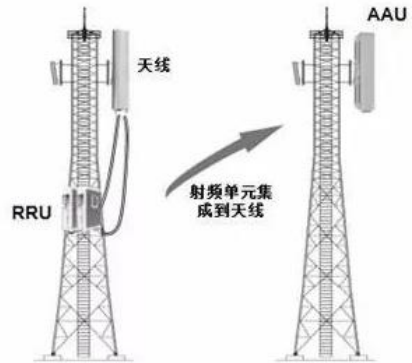
数据来源：互联网、东方证券研究所

图 52：5G 基站进行了重构

图 53：5G 时代，原 RRU 及无源天线合并为 AAU



数据来源：大风号、东方证券研究所

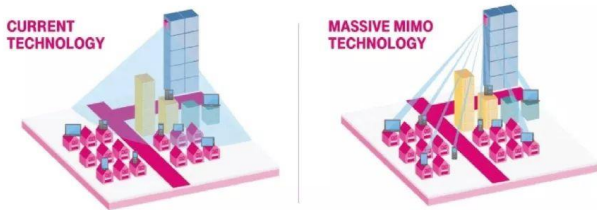


数据来源：大风号、东方证券研究所

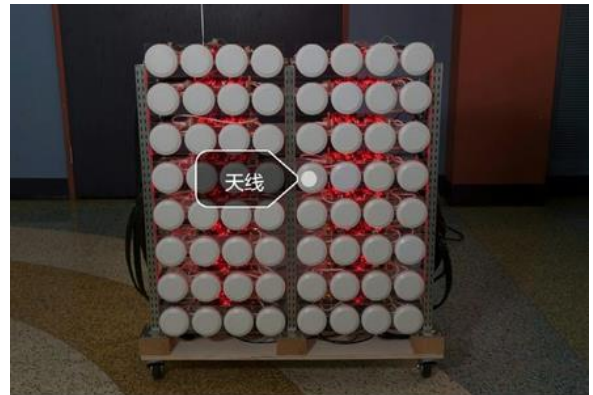
5G 采用大规模 MIMO 技术以满足大容量接入的需要并实现信号的高效率传输，5G 单基站的天线数量将远多于 4G 基站。4G 基站天线阵列单元通常少于 8 个，而 5G 采用大规模 MIMO 技术，天线阵列单元将达到 64、128 甚至更多，且天线单元将通过高频高速 PCB 进行集成。

图 54：5G 将使用多重输入多重输出技术 (Massive MIMO)

图 55：5G 采用大规模天线阵列



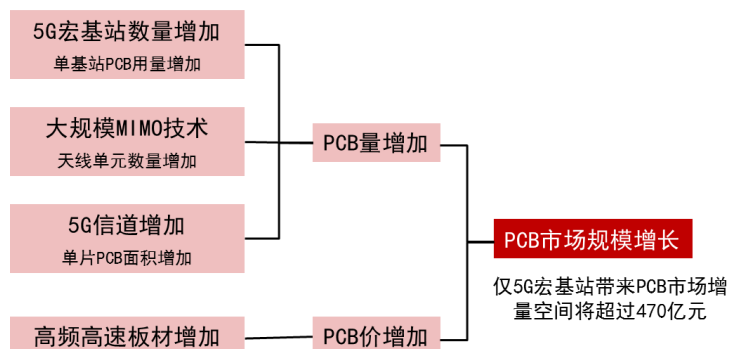
数据来源：电子说、东方证券研究所



数据来源：微波射频网、东方证券研究所

此外，5G 信道的增加也将带来每片 PCB 面积的增加，且高频高速的要求带来价值量的提升。考虑到上述因素，5G 单个宏基站的 PCB 价值量将是 4G 的两倍以上，而 5G 宏基站的数量是 4G 的 1.4 倍，所以 5G 宏基站带来的 PCB 市场增量至少达到 475 亿元。

图 56：多因素推动 5G 宏基站高频 PCB 用量的增长

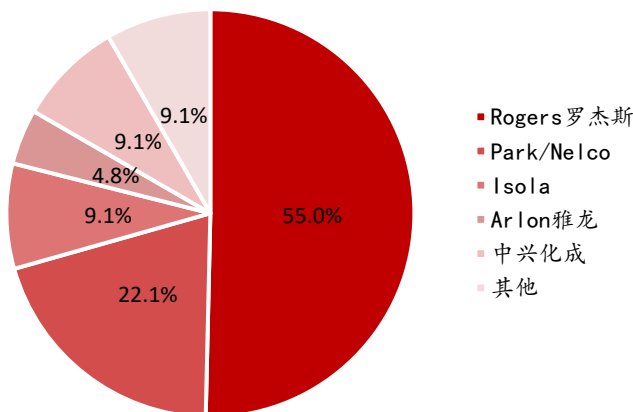


数据来源：互联网、东方证券研究所

### 2.2.3 国内外公司积极布局

高频高速基材行业壁垒高，行业龙头优势明显，市场被美日企业垄断。以 PTFE 为例，罗杰斯作为行业龙头，占据全球 55% 的市场份额，Park/Nelco 市占率 22%，紧随其后，CR4 高达 91%。

图 57：全球 PTFE-CCL 被美日企业垄断



数据来源：观研天下、东方证券研究所

国内企业深南电路、沪电股份、东山精密和覆铜板龙头企业生益科技均已积极布局。深南电路早期大量投入高频高速材料研发，并已在部分 4G 产品中应用，截止 18H1 数通用高速高密度多层印制电路板项目投入 3.7 亿元，项目进度 82%。沪电股份是高速多层板、高频微波板领先内资企业之一，华为、中兴、爱立信等企业的主要供应商，主导产品为 14~28 层企业通讯市场板和中高阶汽车板，早期 24GHz 毫米波雷达和 BMS 用 PCB 已顺利出货，目前黄石基地建设进展顺利，预计 2019 年

年底投产。东山精密的全资子公司通信板大厂 Multek，并已于 7 月完成交割，布局 PCB 中高端全系列产品并引入众多优质客户。生益科技已经研发出可与海外龙头企业对标的产品，有望率先突破进口壁垒。2017 年向日本中兴化成购买了 PTFE 产品的全套工艺、技术和设备解决方案，同年开始与铜陵有色联合开发高频高速覆铜板。未来拟投资 15 亿元研发、生产用于通讯网络、服务器及其他领域的高精密度线路板项目。

图 58：国内企业积极布局通信 PCB 板领域

国内企业	通信 PCB 布局情况
深南电路	技术积累雄厚，早期大量投入高频高速材料研发并已在部分 4G 产品中应用，数通用高速高密度多层印制电路板项目截止 18H1 已投入 3.7 亿元
沪电股份	高速多层板、高频微波板领先内资企业之一，是华为、中兴、爱立信等企业的主要供应商，早期 24GHz 毫米波雷达和 BMS 用 PCB 已顺利出货，黄石基地建设进展顺利，预计 2019 年年底投产
东山精密	今年 3 月，公司的全资子公司收购通信板大厂 Multek，并已于 7 月完成交割，布局 PCB 中高端全系列产品并引入众多优质客户
生益科技	2017 年向日本中兴化成购买 PTFE 产品的全套工艺、技术和设备解决方案，同年开始与铜陵有色联合开发高频高速覆铜板，未来拟投资 15 亿元研发、生产用于通讯网络、服务器及其他领域的高精密度线路板项目

数据来源：东方证券研究所

### 2.3 5G 手机创新大放异彩

我们认为，通信技术的升级是智能手机硬件结构升级与功能创新的核心驱动，在 5G 到来之际，天线与射频芯片等核心硬件将率先开展研发升级，进而推动智能手机功能进行革命性的创新，国内消费电子各领域领先企业有望深度参与 5G 智能手机创新研发。

图 59：国内消费电子产业链龙头公司深度参与 5G 手机创新

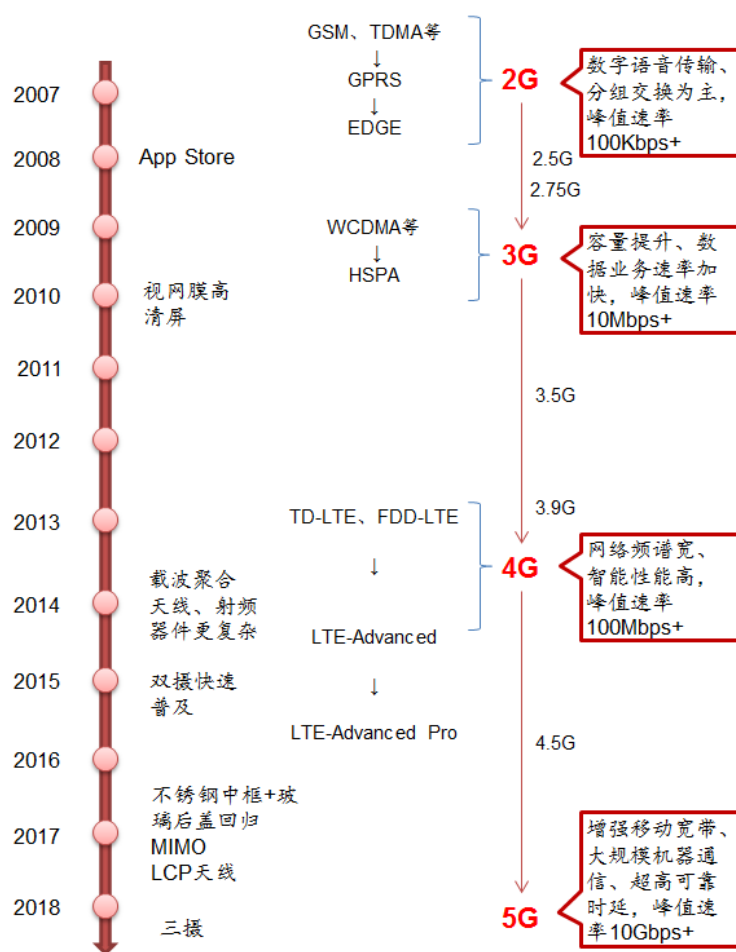
5G 革新领域	零部件升级	厂商
核心硬件升级	天线	信维通信、硕贝德、立讯精密、合力泰
	射频芯片及模组	三安光电、环旭电子、韦尔股份
手机功能创新	3D 传感	欧菲科技、汇顶科技、联创电子
	AR	歌尔股份
	可折叠柔性屏及相关零部件	京东方、东山精密、鹏鼎控股

数据来源：公司公告、东方证券研究所

### 2.3.1 通信升级推动智能手机革新

智能手机主要依托通信技术的不断升级逐渐丰富终端的功能，从而加速智能手机的换机需求。3G的到来使 App Store 具有广泛使用的价值；HSPA 等网络速度的提升缩短下载高清图时间，让视网膜高清屏脱颖而出；LTE 技术让载波聚合成为高端手机的标配，从而需要更为复杂的天线和射频器件。相比 3G 至 4G 的升级，4G 至 5G 的升级更具革命性，手机终端将迎来新一波大变革。不同于市场认为 5G 对智能终端行业的影响将仅在 2020 年之后，我们认为，5G 对手机终端的影响将极具革命性，整机厂商不可能集中所有创新功能于某一年的新机型，而是在数代机型中逐步尝试推广。iPhone X 中的 LCP 天线、不锈钢中框+玻璃后盖等就是为后续的 5G 机型做准备。

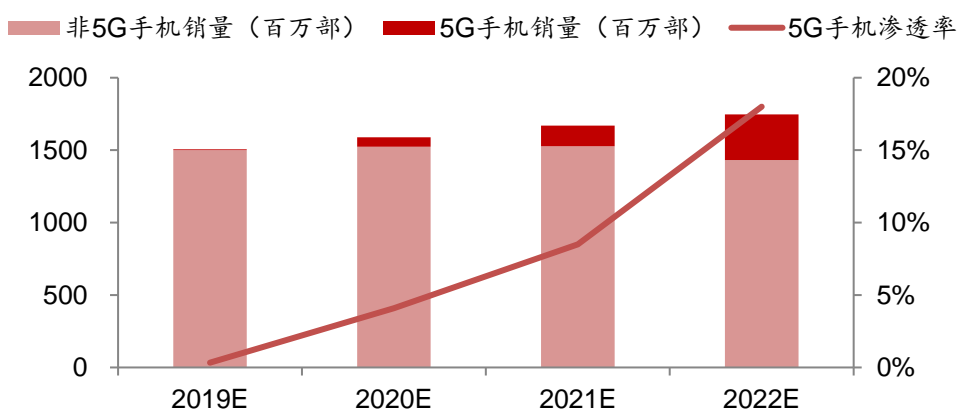
图 60：通信技术发展推动智能手机持续升级



数据来源：互联网、东方证券研究所

根据 Gartner 预测，随着 5G 手机将在 2019 年上市，到 2021 年市场中将有 9% 的智能手机支持 5G 网络，因此 2021 年以后 5G 手机年销量将突破亿部级别。而伴随 5G 手机渗透快速提升，从核心天线、射频等基础零部件升级，到 AR、折叠屏、3D 摄像等功能创新日趋成熟，有望推动智能手机新一轮革命，促进用户的换机意愿，进而助力智能手机产业持续成长。

**图 61：5G 手机未来有望快速渗透**

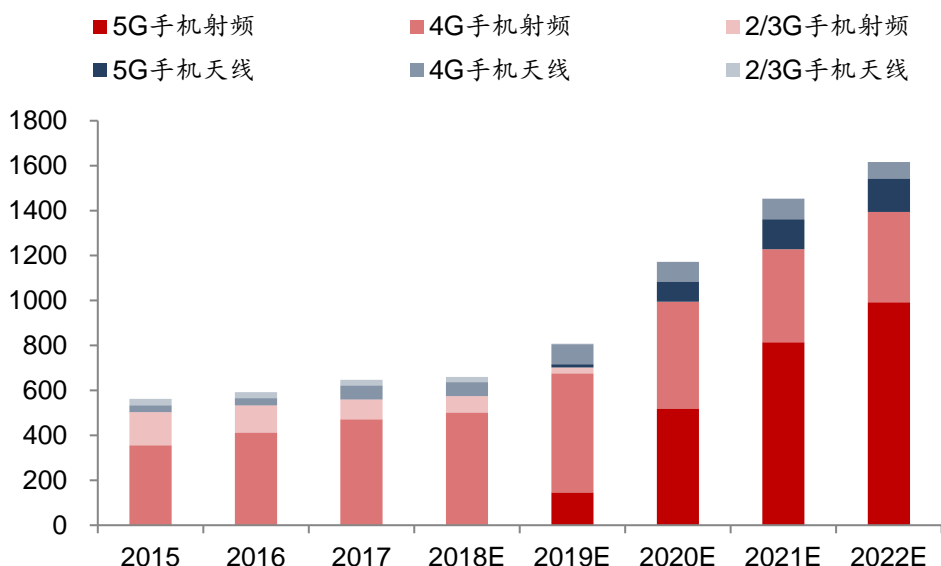


数据来源：Gartner、东方证券研究所

### 2.3.2 射频器件与天线等核心硬件率先升级

在由 4G 到 5G 的演进和过渡过程中，射频模块需要处理的频段数量大幅增加、以及高频段信号处理难度的增加都会进一步提升终端内部射频器件复杂度，各类射频器件将更广泛地应用于 5G 新技术中，天线与射频器件将率先迎来新的快速增长期。

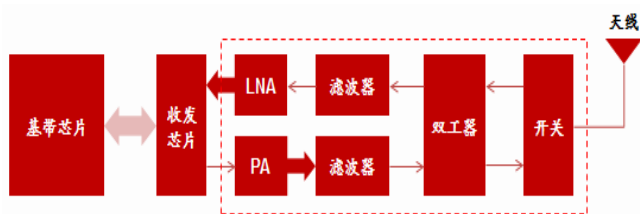
**图 62：全球手机射频器件与天线市场规模将迎来新的快速增长期（单位：亿元）**



数据来源: IHS、东方证券研究所

射频器件主要由滤波器、功率放大器 (PA)、低噪声放大器 (LNA)、射频开关、双工器等射频前端组件构成。通信技术从 4G 发展到 5G, 手机中涵盖的频段数量将显著增加, 而射频器件的数量与智能手机支持的频段数量呈正相关, 频段数量越多, 射频器件数量越多。一般来讲, 智能手机每增加一个频段, 需要增加 2 个滤波器、1 个功率放大器、1 个低噪声放大器、1 个开关和 1 个双工器 (双滤波器)。据 Skyworks 预测, 到 2020 年, 5G 应用支持的频段数量将达到 50 个以上, 因此在 4G 向 5G 过渡阶段, 智能手机中的射频前端器件单机用量呈现持续增长趋势。

图 63: 射频前端器件组成部分



数据来源: 产业信息网、东方证券研究所

图 64: 通信技术升级推动射频前端器件单机价值量显著提升

网络类型	3G	4G LTE	5G
使用频段数	5	20+	50+
单部手机价值量 (美元):			
滤波器	1.5	4-7.5	20+
开关	0.5	1.5-2.5	3.5+
PA/LNA	1.5	2-3.5	4+
其他	0	0.5	1+

数据来源: Yole、产业信息网、东方证券研究所

随着通信制式的不断复杂化与单机价值量的提升, 射频器件供应商需要具备一体化射频解决能力才能占领最大的市场份额, 自 2012 年以来, 海外巨头通过一系列并购整合进行布局, 来强化自己的射频技术布局。而近年来国内科技厂商也通过外延收购或与科研机构合作等方式布局滤波器、功放等射频前端领域, 未来有望在 5G 发展过程中获得新的业绩增长点。

**图 65：国内外科技厂商通过并购强化射频技术布局**

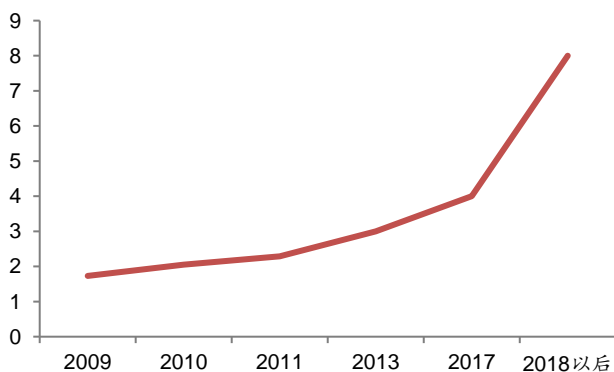


数据来源：互联网、东方证券研究所

Massive MIMO 技术的应用普及为手机天线行业带来快速增量的市场机会。除基站侧天线数量大幅度增加，移动终端采用 8 根或 16 根天线或将成为标配，有时甚至可能采用更多，比现有主流基于 MIMO 2x2 技术的天线配置增加数倍，天线行业即将迎来快速增长阶段。

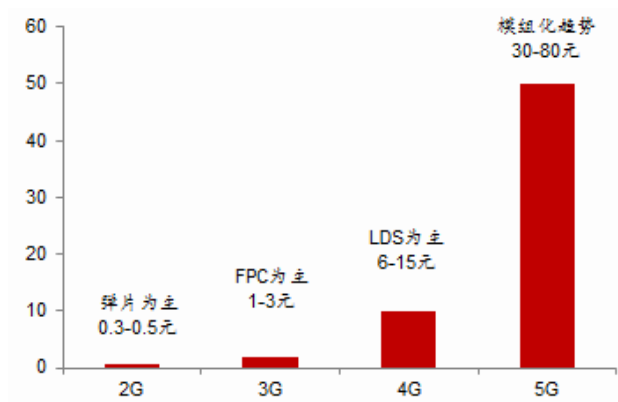
从功能机到 3G、4G 智能手机，再到 5G 智能手机，天线技术工艺持续升级，由功能机时代的弹片天线到智能机时代的 FPC、LDS 天线，再到未来更复杂的模组化天线，单机价值显著提升。

**图 66：手机天线单机用量有望快速提升**



数据来源：互联网、东方证券研究所

**图 67：手机天线单机价值持续提升**



数据来源：互联网、东方证券研究所

5G 时代智能手机终端天线数量持续叠加，朝着高度集成化，复杂化的方向发展，工艺技术也将不断升级。随着内置天线逐渐取代外置天线成为天线设计的主流，从工艺上来说，现有的手机天线主要通过双色注塑、印刷成型（PDS）、柔性电路板（FPC）、激光镭射（LDS）等制备而成。

目前来看，LDS 技术因其稳定的性能、较高的精度、较短的制造流程、较小的体积等优势成为当前各终端品牌采用的主流天线方案，同时 LDS 方案因能够避免手机内部元器件的干扰以保证信号要求，且能满足智能手机轻薄化的需求，故而有望在 5G 时代继续被各厂商所采用。同时，由于 5G 毫米波的波长很短损耗很大，在通信过程中极易被阻断，因此 5G 时代毫米波天线的设计和工艺难度将远高于低频段的的天线，各大科技厂商也积极开展毫米波天线工艺设计的研究。

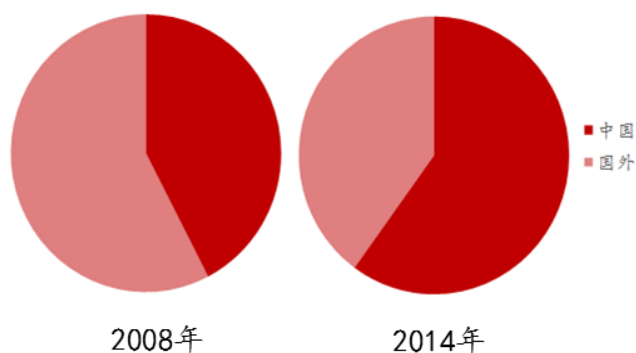
图 68：当前主流移动天线工艺

工艺	原理	技术含量	优点	缺点
双色注塑	按照固定图样，采用能被电镀和不能被电镀的两种材质，通过双射成型模具成型后进行电镀，在能被电镀的材质上通过铜镀和镍镀形成天线。	较低	效率高，适宜量产；产品精度高，品质稳定；结构强度高，耐久性好	局限性较多，模具成本高
PDS	在钢板上感光胶利用菲林曝光，显影蚀刻，通过移印机器利用特种胶头，将图案印刷在产品上去，然后通过热固化制作最终的天线	较低	可直接印刷电路，不需要特殊激光改性材料，成本低	量产时一致性难以控制
FPC	利用柔性基材制成的具有图形的印刷电路板，由绝缘基材和导电层构成，绝缘基材和导电层之间可以有粘结剂，粘贴于需要设置天线的部位	中	轻薄，弯折性好，成本低	贴合性较差，性能难以保证一致
LDS	利用激光镭射技术直接在成型的支架上电镀形成金属天线电路图	高	性能稳定，一致性好，精度高，制造流程短，无需电路图形模具，环保	需要特殊激光材料，需电镀，成本较高

数据来源：互联网、东方证券研究所

目前以安费诺、Molex 等为主的欧美厂商仍然占据全球移动终端天线市场主要份额，国内则主要是信维通信、硕贝德占据领先地位，其主要原因是国外厂商进入较早，形成一定技术壁垒和客户优势，综合实力雄厚，具有很强的先入优势。

一方面，伴随中国品牌手机份额持续提升，中国移动天线厂商依托于下游终端厂商的崛起，借助本地化的资源配合和快速的反应能力，市场规模也呈现上扬态势。另一方面，中国厂商通过一系列外延式并购扩展自身实力，并逐步将自己的领地由单纯的国内手机厂商扩张至国际市场，如信维收购莱尔德后莱尔德退出移动终端天线市场，信维综合实力大增。整体来看，移动终端天线产业欧美厂商市场份额下降，产业向中国转移趋势明显。未来随着 5G 技术的逐渐成熟，天线数量与工艺均将持续升级，为领先的移动天线供应商带来持续发展机遇，与下游大型品牌客户率先建立合作关系的的天线供应商有望获得新的利润增长点。

**图 69：国内移动终端天线厂商市场份额呈现扩大态势**


数据来源：Wind、东方证券研究所

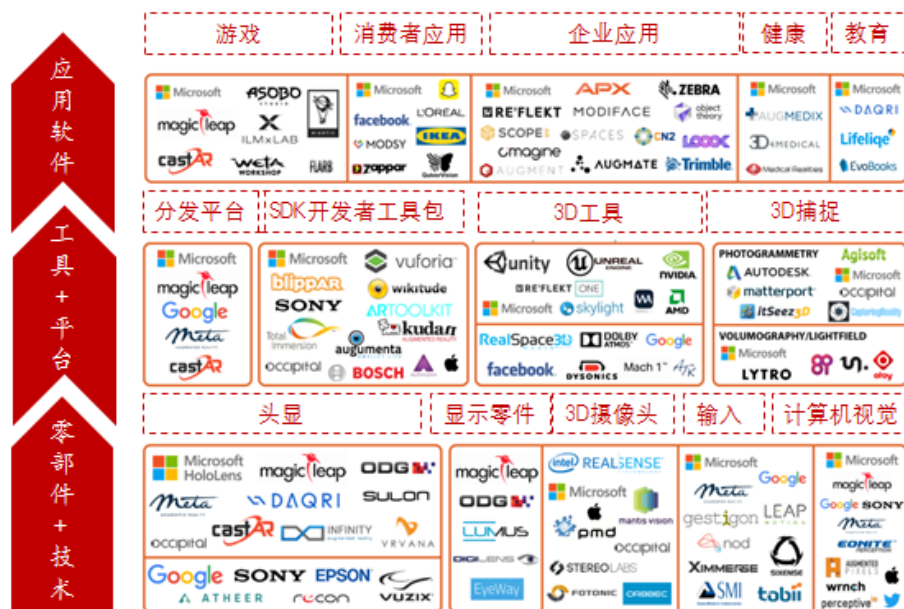
### 2.3.3 5G 推动手机功能创新不断，新生态逐渐形成

5G 带来上网速率等各方面性能提升，有望逐渐打破此前难以普及的创新功能的瓶颈，在天线等核心基础硬件持续升级的基础上，AR、3D 摄像、柔性屏等智能手机创新功能有望逐渐迎来更加成熟的产业生态。

#### AR 生态圈迎来发展良机，3D 摄像前景广阔

在普及 AR 的过程中，5G 的优势主要体现在三个方面：更高的容量，更低的延迟和更好的网络均匀性。当网络时延降低至毫秒级时，由于运动状态与视觉系统不一致造成的不适感将不复存在，因此 5G 网络的商用将使 AR 在传输方面的屏障将被打通，困扰 AR 技术在移动端应用的问题将会迎刃而解，AR 生态圈日趋成熟，将伴随 5G 迎来新的发展机会。

**图 70：AR 生态圈日趋成熟**

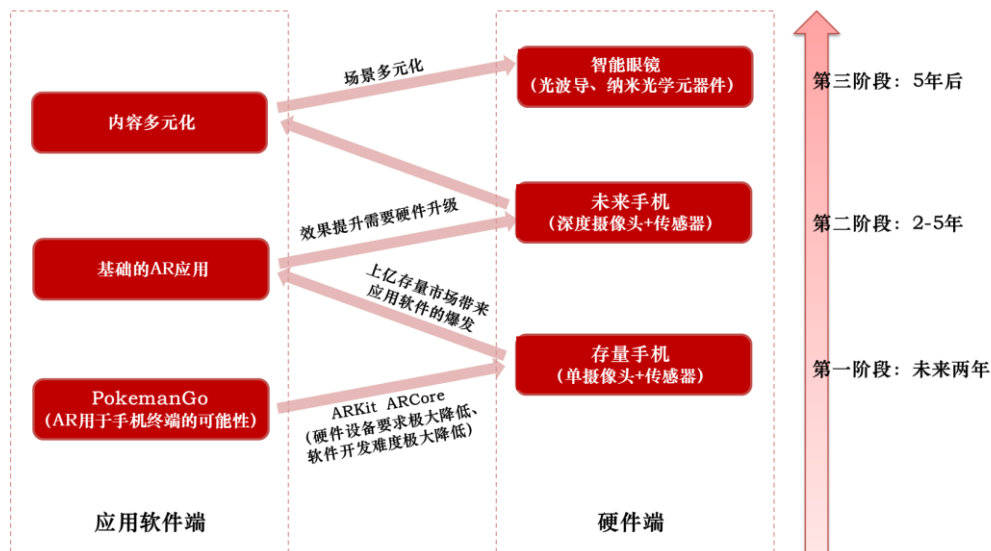


数据来源: THE VR FUND、东方证券研究所

而近年来，随着苹果和谷歌先后推出并不断升级基于智能手机应用的 AR 开发平台 ARKit 和 ARCore，逐渐打破了 AR 硬件和软件相持的困局，AR 的成长空间已被打开，未来随着 5G 的发展，AR 产生将是一个硬件和内容相互推动升级的过程，可划分为三个阶段：

- 1) 第一个阶段为未来两年，硬件带动内容升级：过亿的存量市场和应用软件开发难度的降低将带来 AR 内容的迅速发展，终端用户的习惯得以初步培养；
- 2) 第二阶段为 2-5 年，内容的爆发将推动 3D 信息采集效果更好的深度摄像头在终端的搭载，深度摄像头可实现更优异的 AR 效果，内容将再次得以升级；
- 3) 第三阶段为 5 年后，用户习惯已被培养起来、技术也得以提升，产业将迎来 AR 眼镜/头盔的兴起，人类的双手得到彻底的解放。

图 71：AR 推动硬件创新



数据来源：东方证券研究所

上游零部件的研发、生产是 AR 产业链最核心一环，国内硬件厂商已深入布局显示器件、光学器件、整机智能系统集成等环节，有望率先享受 5G 推动产业发展的红利。

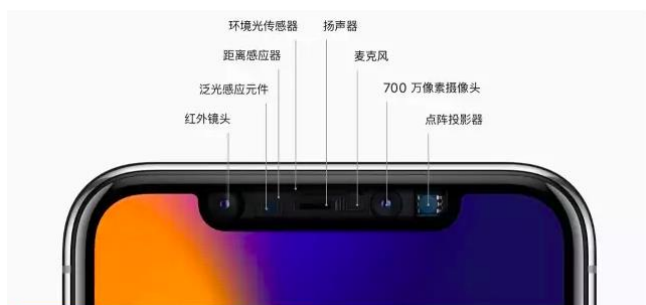
而摄像头作为 AR 获取内容的媒介，在 AR 应用中有着重要的作用，将是未来 5 年手机硬件升级的重要方向。AR 改变人类消费视觉内容的方式和人机交互的方式。传统/现在消费视觉内容的方式基于矩形的设备如早期的石碑、现在的电视、电影和智能手机等，在 AR 时代，摄像头的视野范围是 AR 内容的载体，不再有形状的束缚。传统/现在的人机交互方式更多是基于键盘、鼠标和语音等方式，在 AR 时代，除了这些交互方式外，整个摄像头覆盖的区域都将成为人机交互的入口，摇动手机、手势识别等将更加重要。

**图 72：AR 改变了人类消费视觉内容和人机交互的方式，摄像头起着关键作用**

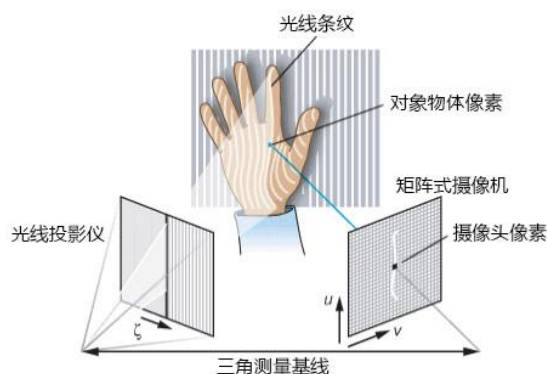


数据来源：Medium、东方证券研究所

近两年越来越多的旗舰机型开始搭载前置 3D 摄像头，可实现高效精准的人脸识别功能，使 3D 摄像头引起热烈关注。iPhone 系列机型的 3D 摄像头基于结构光方案，由红外镜头、泛光感应元件、距离感应器、环境光传感器、点阵投影仪构成，单机价值量约为 25 美元。后续 3D 摄像头有望逐渐应用于后置领域，与智能手机 AR 功能更广泛结合。

**图 73：iPhone 前置 3D 深度摄像头**


数据来源：苹果、东方证券研究所

**图 74：结构光方案原理图**


数据来源：互联网、东方证券研究所

主流的 3D 成像方案除了结构光以外，还有双目视觉和 TOF 飞行时间两种，双目视觉需要基于大量的算法，功耗大，但由于涉及光学元件，成本相对较低，TOF 受环境光线影响最小，但目前实现量产较为困难。受限于功耗和体积，结构光和 TOF 更适用于智能手机等终端设备。

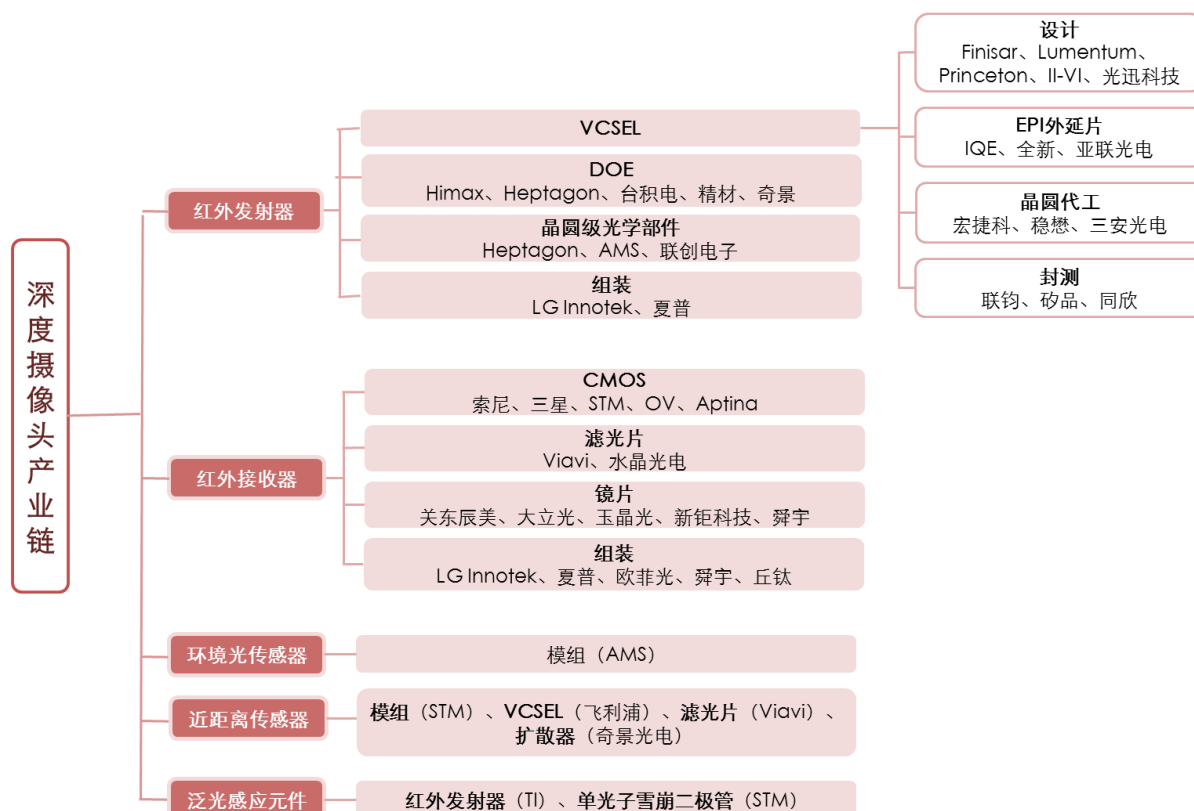
**图 75：三种深度摄像头方案的对比**

方案	双目	结构光	TOF
基础原理	双目匹配，三角测量	激光散斑编码	反射时差
分辨率	中高	中	低
精度	中	中高	中
帧率	低	中	高
抗光照（原理角度）	高	低	中
硬件成本	低	中	高
算法开发难度	高	中	低
内外参标定	需要	需要	不需要

优点	1. 不涉及光学元件，成本低 2. 不受光线因素的干扰，适用于室外	1. 技术成熟、识别距离远 3. 深度图像分辨率可做得比较高	1. 是受环境影响最小的技术 2. 响应速度快、深度信息精度高
缺点	1. 需要庞大的程序计算量，功耗高，对硬件设备有一定要求 2. 对环境有一定要求，环境光线昏暗、背景杂乱、有遮挡物等情况下不适用	1. 激光器发出的编码光斑容易被太阳光淹没掉，不适合在室外进行 2. 以折射光的落点位移来计算位置，不能计算出精确的深度信息，对识别的距离也有严格的要求	1. 传感器芯片并不成熟，成本很高，实现量产困难 2. 分辨率不高，不适合精度要求高的场景
应用	智能安防监控、机器人视觉、物流检测等领域，代表产品：LeapMotion，大疆无人机等	业界比较成熟的方案，很多的激光雷达和3D扫描技术都采用结构光方案，代表产品：Kinect一代	机器人、制造、医疗技术以及数码摄影等领域的设备控制，代表产品：Kinect2代

数据来源：互联网、东方证券研究所

3D摄像头主要由红外发射器、红外接收器、环境光传感器、近距离传感器和反光感应元件五大部件组成，产业链上的国内企业包括三安光电、联创电子、欧菲科技等。

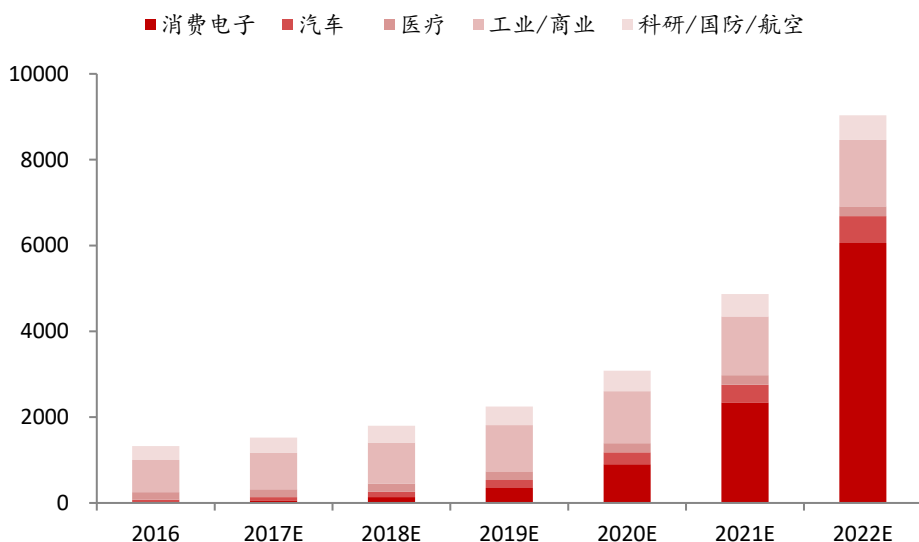
**图 76：基于结构光方案的 3D 深度摄像头产业链**


有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责声明。

数据来源：互联网、东方证券研究所

3D 摄像头的市场规模将迅速扩大。根据第三方机构 Yole 的预测数据，全球 3D 成像和传感器的市场规模在 2016 – 2022 年的 CAGR 为 38%，2017 年市场规模 18.3 亿美元，2022 年将超过 90 亿美元。其中，消费电子是增速最快的应用市场，2016 – 2022 年的 CAGR 高达 160%，到 2022 年市场规模将超过 60 亿美元。领先布局的公司将受益行业的发展。

**图 77：3D 成像和传感器的市场规模将迅速扩大（百万美元）**

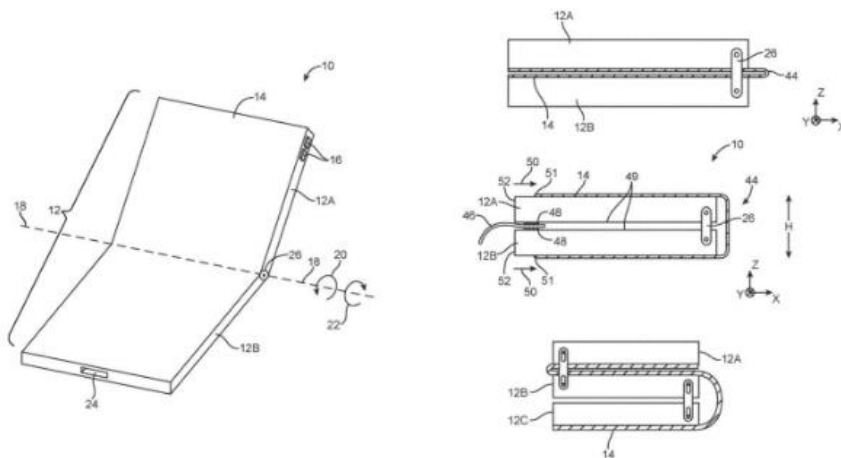


数据来源：Yole 2017、东方证券研究所

### 柔性 OLED 日趋成熟，折叠屏手机备受期待

由于 5G 时代具有大容量、低时延、大连接特点，智能手机作为未来万物互联的最主要接口，交互方式的升级将首先体现在显示屏方面，大屏幕化趋势和更高效直观的交互需求将在 5G 手机中体现得更加明显，同时让用户在便携的基础上能够在 5G 更快速的网络中体验到更大的屏幕、更高清的视频，折叠屏也有望在 5G 手机中被广泛搭载。

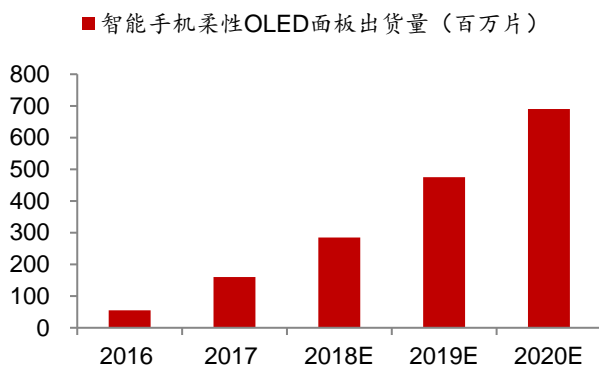
**图 78：苹果可折叠手机专利**



数据来源：苹果、东方证券研究所

近年来智能手机显示屏向着屏占比持续增长的方向发展，而 AMOLED 以其轻薄、柔性、COP 组装的特性使得全面屏设计将更加容易实现，因此伴随手机厂商竞相增加柔性 OLED 布局比重，为 OLED 面板的快速增长打下基础。根据第三方研究机构数据，2017 年全球智能手机柔性 OLED 面板出货量达到 1.6 亿片，未来四年 CAGR 达到 88%。而作为柔性 OLED 的重要应用方向，曲面屏有望越来越多地被搭载于智能手机中。

图 79：智能手机柔性 OLED 面板出货量快速增长



数据来源：CINNO、东方证券研究所

图 80：曲面屏是柔性 OLED 的应用方向



数据来源：新材料在线、东方证券研究所

国内厂商近年来坚定布局柔性 OLED 技术和产能，并在近期取得实质性进展。京东方成都柔性 OLED 产线自 2017 年底量产以来产能良率爬坡进度顺利，并已于 2018 年下半年为国产代表旗舰机型批量供货，同时绵阳和重庆两条柔性 OLED 产线将陆续于 19 年和 20 年投产，三条线规划 144k 的月产能将跃居全球第二；深天马第 6 代 OLED 产线于 18 年 6 月份正式量产，并向品牌大客户供货，同时拟投资 145 亿元将月产能扩充至 37.5k；维信诺第 6 代柔性 OLED 生产线 18 年 5 月份在固安启动运行，设计月产能 30k，主要面向国内终端厂商；柔宇类 6 代全柔性 OLED 生产线于 18

年6月份成功点亮投产，并与国内外行业伙伴广泛展开合作。随着国内厂商不断在智能手机 OLED 显示领域取得突破，未来有望打破韩国厂商一家独大的垄断局面，并凭借显著的盈利水平使各公司整体业绩长期受益于 OLED 发展趋势。

**图 81：中韩小尺寸 OLED 产线布局和规划（包括刚性）**

国家	公司	生产线	世代	产能（千片/月）	量产时间
韩国	三星	A1	4.5	40	2007Q2
		A2	5.5	152	2011Q2
		A3	6	165	2015Q2
		L7	6	45	2017
		A4	6	135	2017Q4
	A5	6	270	2019	
	LG	E2	4.5	12	2013
		E5	6	30	2017Q3
		E6	6	60	2018Q3
中国	京东方	鄂尔多斯	5.5	2	2014Q2
		成都	6	48	2017Q3
		绵阳	6	48	2019Q3
		重庆	6	48	2020
	深天马	上海	5.5	30	2016Q2
		武汉	6	37.5	2018
	和辉光电	上海	4.5	15	2014
		上海	6	30	2019
	维信诺	昆山	5.5	15	2015
		固安	6	30	2018Q4
	信利	惠州	4.5	30	2016Q4
		眉山	6	30	2021
	华星光电	武汉	6	45	2020Q1
	柔宇	深圳	5.5	-	2018

数据来源：公司公告、观研天下、东方证券研究所

5G 时代到来之际，作为手机显示屏发展的下一个方向，可折叠手机被许多厂商提上日程，三星、苹果等科技巨头均已披露可折叠手机产品发布计划或技术专利的获取情况。2018 年 10 月，柔宇科技发布了全球首款折叠屏手机——柔派 FlexPai，配备 7.8 英寸蝉翼柔性 OLED 屏 2 代，显示上具有大色域、强对比等特性，可承受超 20 万次的弯折操作。2018 年 11 月，三星在其开发者大会上发布了可折叠手机的原型。我们认为，2019 年有望成为折叠屏手机元年，华为等领先的安卓品牌有望发布搭载折叠屏的 5G 旗舰手机，为 5G 智能手机时代引领显示屏创新新方向。

图 82：三星在开发者大会上发布可折叠手机原型



数据来源：三星、东方证券研究所

图 83：柔宇发布全球首款折叠屏手机



数据来源：柔宇科技、东方证券研究所

折叠屏手机正式实现商业化需要智能手机整体产业链的配合，柔性 AMOLED 面板是实现屏幕折叠的关键技术，需要满足被多次折叠的高信赖度。而配套零部件的技术成熟度要求也显著提升，如手机内部的电路板、电池等均要求具备一定柔韧性，在研发生产过程中必须经受大量弯曲考验，同时手机的内部空间、架构也需要重新设计，在满足可折叠的同时还要符合智能手机轻薄化的特性，各环节零部件的领先供应商有望深度参与新一代可折叠 5G 手机的研发和探索。

### 3 展望 5G，加速生态体系形成

5G 是跨时代的技术，突破了现有 4G 网络在传输速率、带宽、时延、可靠性等多方面的局限，带来超高速、大容量、低延时高可靠的传输能力，这解决了包括车联网、智能家居、智慧城市、AR/VR 等众多新兴应用的信息传输瓶颈，将有力推动各新兴领域的快速发展。

图 84：5G 相关下游应用领域



数据来源：华为、东方证券研究所

### 3.1 5G 助力 C-V2X 更进一步，加快自动驾驶技术发展

自动驾驶是 5G 的最高端的应用场景之一。5G 能提供的可靠、大带宽、低延时通信是自动驾驶的信息融合、路径规划、传感系统和紧急刹车等功能的关键保障。具体而言，5G 将为自动驾驶提供通信、计算和定位能力开放。通信能力开放可利用网络切片技术，满足自动驾驶对大带宽、低时延、高可靠通信的需求；计算能力开放面向网联自动驾驶的 5G 边缘计算平台，降低传输和处理时延，并融合各传感器对环境的感知结果；定位能力开放为自动驾驶提供全场景的高精度定位能力。

图 85：自动驾驶是 5G 的重要应用场景

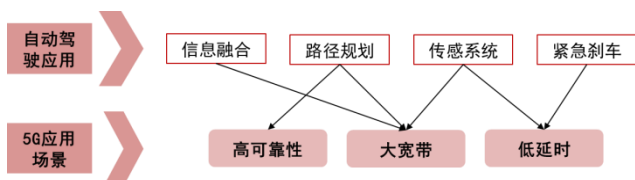
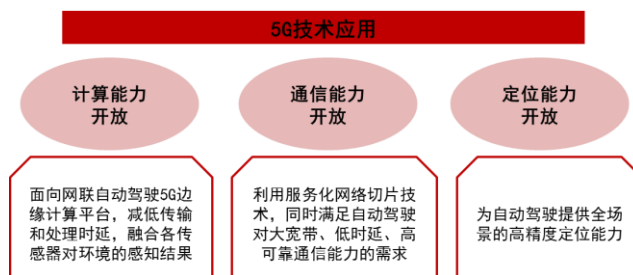
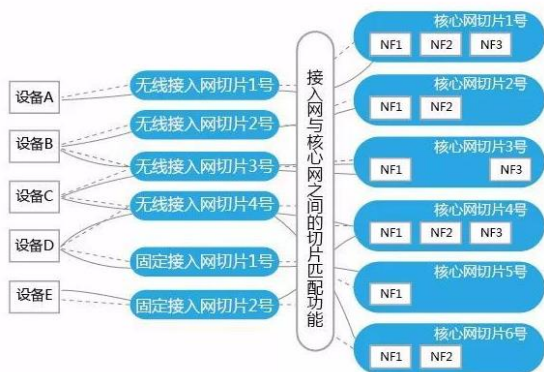


图 86：5G 为自动驾驶提供开放能力



数据来源：5G 自动驾驶联盟、东方证券研究所

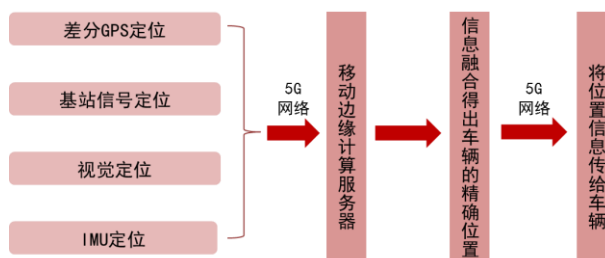
**图 87：5G 网络切片参考架构**



数据来源：互联网、东方证券研究所

数据来源：互联网、东方证券研究所

**图 88：5G 提供全场景高精度定位能力**



数据来源：互联网、东方证券研究所

5G 通过改善 C-V2X (vehicle-to-everything) 性能直接推动自动驾驶的发展。C-V2X 是自动驾驶车辆实现 100%安全性决策的重要保障。车辆的本地传感器包括雷达、激光雷达、摄像头、超声波等受限于视距、环境等因素影响无法实现高准确度的外界感知，C-V2X 通过将汽车与周围环境及云端智能互联的方式，可实现车与车 (V2V)、车与人 (V2P)、车与基础设施 (V2I)、车与云端 (V2N) 的连接，能弥补本地传感器所欠缺的感知能力，提高自动驾驶的预测和自动化水平。

**图 89：本地传感器的外界感知能力有限**



数据来源：5G、东方证券研究所

**图 90：C-V2X 可实现汽车与周围环境及云端智能互联**



数据来源：5G 自动驾驶联盟、东方证券研究所

2015 年，3GPP 在 Release-14 (Rel-14) 中启动了基于 LTE 网络的 C-V2X 服务标准研究，于 2016 年 9 月发布首版涵盖 V2V 和 V2I 的标准，并于 2017 年 6 月发布进一步增强型方案。Rel-14 V2X

实现了包括严禁超车预警、在交叉路口盲区提供交叉路口移动辅助、弯道盲区/局域危险预警等安全功能，但自动驾驶能力仍然有限。

预计将于明年发布的 Rel-16 5G 新空口 C-V2X 将支持全新的功能，如实时本地更新、意图/轨迹共享、高吞吐量传感器共享、协作式驾驶等，为 Rel-14 提供补充，推动自动驾驶技术更进一步。

**图 91：Rel-16 5G 新空口 C-V2X 将实现更多自动驾驶功能**



数据来源：5G 自动驾驶联盟、东方证券研究所

以车辆变道为例，不支持 C-V2X 的车辆不能进行盲区侦测，有碰撞的风险，不支持 C-V2X 的自动驾驶车辆可以安全行车，但所需时间长，而支持 Rel-16 5G 新空口 C-V2X 的自动驾驶车辆可以选择更快的安全路径。

**图 92：5G 可提供近实时的高清视频传输**



数据来源：5G、东方证券研究所

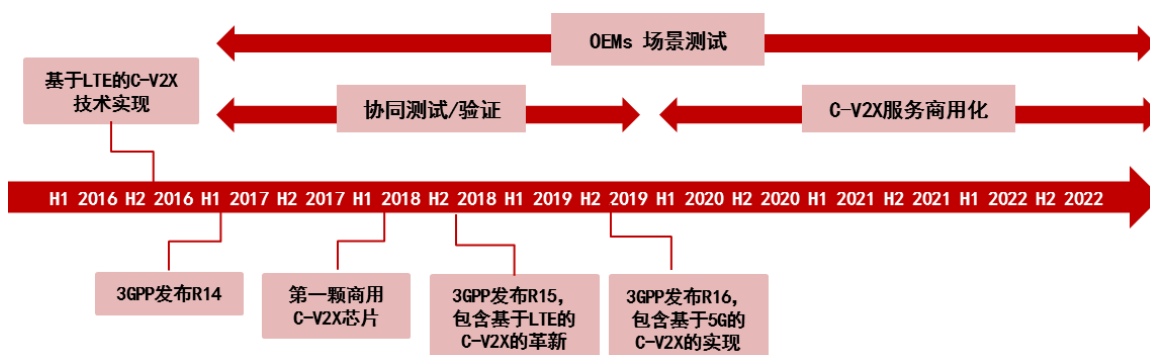
**图 93：Rel-16 5G 新空口 C-V2X 更好地支持自动驾驶**



数据来源：5G 自动驾驶联盟、东方证券研究所

3GPP Release 16 制定后，OEMs 将开始推出 C-V2X 商业服务。

图 94：C-V2X 商用化进展时间表



数据来源：5GAA、东方证券研究所

### 3.2 5G 解决视频传输的网络问题，促进 IoT 发展

IoT 时代实现不同场景下海量设备的接入和相互间数据的快速传输，其中视频资源的传输起着重要的作用，在此背景下先进的连接技术必不可少。我们将分别以室内无线家庭娱乐、室外智慧城市为例说明 5G 对 IoT 的巨大推动作用。

#### 5G 改善 WTTx 性能，促进无线家庭娱乐产业发展

众多家庭应用包括超高清 8K 视频、云游戏、家庭监控、流媒体等均基于视频信息，这些应用对无线网络的传输性能提出高要求，现有的 4G 网络无法提供支撑。例如，超高清 8K 视频要求带宽超过 100 Mbps，而云游戏目前的图像质量不超过 720 p。

图 95：家庭超高清 8K 视频对网络连接性能要求高



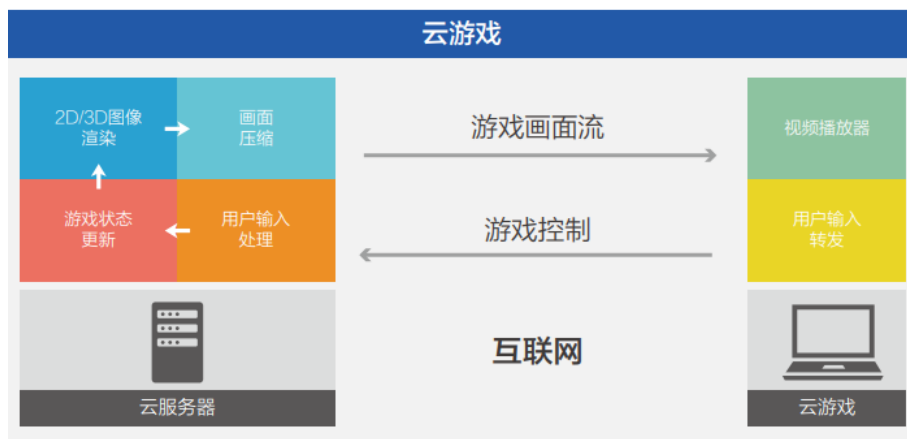
图 96：家庭云游戏对网络连接性能要求高



数据来源：华为、东方证券研究所

数据来源：华为、东方证券研究所

**图 97：云游戏的处理过程**



数据来源：互联网、东方证券研究所

5G 将使用移动网络技术替代原有的固定线路为家庭提供互联网接入，改善无线家庭宽带业务（WTTx）的性能，直接提供无线家庭娱乐所需要的网络支持。以云游戏为例，5G 将提供大于 75 Mbps 的传输速率和低于 10 毫秒的延迟，有望以 90 fps 的传输速率提供响应式和沉浸式的 4K 游戏体验。

WTTx 作为 5G 的首要商业用例，国际巨头包括 AT&T、Verizon、Google、华为等均已进行广泛部署。Google 早在 17 年便已发起光纤部署计划，并在同年 6 月收购了高速无线互联网服务提供商 WebPass，华为已发布 WTTx 商业解决方案，WTTx 将迎来快速发展。据第三方预测数据，到 2020 年全球购买 WTTx 服务的家庭数量有望达到 3.5 亿户。

**5G 支持高清和 AI 视频监控，推动智慧城市发展**

智慧城市包括交通管理、污染监控、病房监控、停车监控和视频监控等多个组成部分，其中视频监控处于核心位置。

**图 98：视频监控在智慧城市中扮演核心角色**



数据来源：互联网、东方证券研究所

视频监控对信号传输的实时性、单位连接密度、可靠性、移动性等性能均具有较高要求，高清交通监控要求带宽为 50 Mbps，且未来 8K 60 fps 将要求带宽超过 120 Mbps。

**图 99：智慧城市视频监控对网络连接性能要求高**



数据来源：华为、东方证券研究所

此外，未来视频监控将朝向智能化发展，AI 监控的引入对信号传输速率提出了更高的要求。监控的发展可分为两个阶段，第一阶段为单摄像头监控，数据速率达 20 Mbps，分辨率为 4K，第二极端为 AI 辅助的过摄像头监控，数据传输速率大于 60 Mbps，分辨率要求为 360 度 4K+。

**图 100：智能化是未来发展趋势**



数据来源：互联网、东方证券研究所

**图 101：AI 摄像机对数据速率提出更高要求**

AI 辅助的无线监控摄像机		
阶段	数据速率	分辨率
阶段 1：单摄像头监控	20 Mbps	4K
阶段 2：AI 辅助的多摄像头监控	>60 Mbps	360° 4K+

数据来源：华为、东方证券研究所

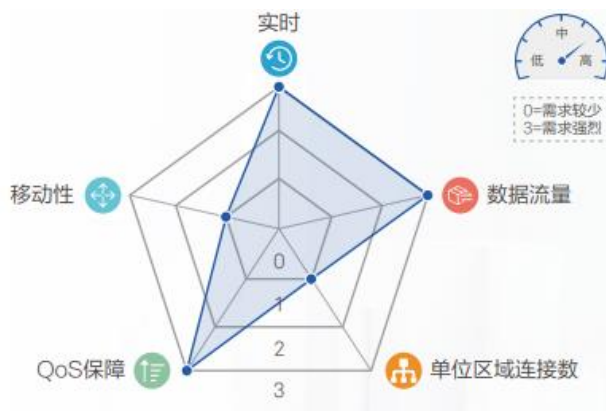
5G 的峰值速率大于 10 Gbps、端到端延时小于 10 毫秒，满足智慧城市视频监控高清化、智能化的需求，将加快智慧城市朝向高清化、智能化的发展进程。

### 3.3 5G 推动 AR/VR 步入云发展阶段

AR/VR 是能够实现传统人机交互方式更新换代的变革性技术，在电影、游戏、零售、医疗、教育、房地产、建筑工程设计等众多领域均有着巨大的应用潜力。但现阶段 AR/VR 终端存在视觉清晰度不够、空间束缚、眩晕、价格高昂、体积大等问题，这极大限制了 AR/VR 技术的大规模普及。

云 AR/VR 将原来在主机和头显设备中进行的大规模复杂计算、存储和传输转移至云端进行，能极大减少终端芯片、电池等零部件的使用，进而有效减小终端体积并降低成本。但云 AR/VR 需实现终端和云端间高效的信息传输，时延要求低于 5 ms，带宽要求高达 100 Mbps-9.4 Gbps，目前 4G 技术无法满足要求，5G 技术必不可少。

**图 102：云 VR/AR 对信息传输的实时性、速率和可靠性要求高**



数据来源：华为、东方证券研究所

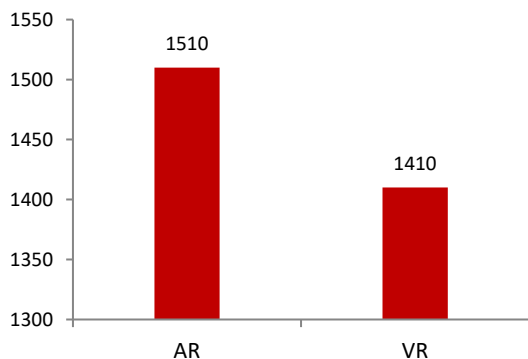
5G 将边缘计算技术和网络切片技术引入 AR/VR 应用场景，提供云 AR/VR 需要的高速、低时延、高可靠数据传输的制程，直接推动 AR/VR 迈入其连接需求和演进的最高阶段，加速实现消费者市场的渗透。

图 103：AR/VR 连接需求及演进阶段

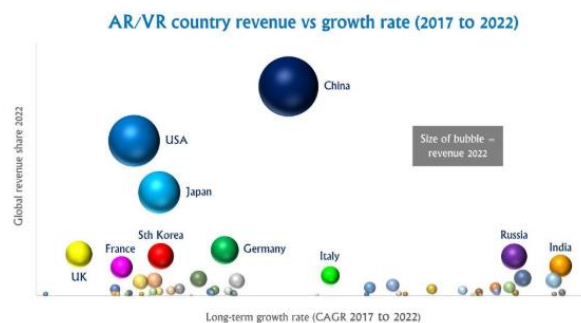
云VR/AR演进5阶段				
	阶段0/1		阶段2	阶段3/4
VR应用及技术特点	PC VR	Mobile VR	Cloud Assisted VR	Cloud VR
	 游戏、建模 (本地渲染, 动作本地闭环)	 360 视频、教育 (全景视频下载, 动作本地闭环)	 沉浸式内容、互动式模拟、可视化设计 (动作云端闭环, FOV (+) 视频流下载)	 超高体验的游戏和建模实时渲染/下载 (动作云端闭环, 云端 CG 渲染, FOV (+) 视频下载)
AR应用及技术特点	2D AR		3D AR/Mixed Reality	Cloud MR
	 操作模拟及指导、游戏、远程办公、零售、营销可视化 (图像和文字本地叠加)		 空间不断扩大的全息可视化, 高度联网化的公共安全 AR 应用 (图像上传, 云端响应多媒体信息)	 基于云的混合现实应用, 用户密度和连接性增加 (图像上传, 云端图像重新渲染)
连接需求	以Wi-F连接为主 4G和Wi-Fi 内容为流媒体 20 Mbps + 50ms时延要求		4.5G 内容为流媒体 40 Mbps + 20ms时延要求	5G 内容为流媒体 100 Mbps-9.4 Gbps + 2-10ms时延要求

数据来源：华为、东方证券研究所

根据 ABI Research 的数据,到 2025 年全球 AR 和 VR 的市场规模将分别达到 1510 亿美元和 1410 亿美元,两者市场规模共计将达到 2920 亿美元,其中运营商市占率为 30%,规模客观。分地域看,中国将成为未来最大的 AR/VR 市场。

**图 104：2025 年 AR 和 VR 市场规模总额将达到 2900 亿美元**


数据来源：ABI Research、东方证券研究所

**图 105：中国将成为最大的 AR/VR 市场**


数据来源：Digi-Capital、东方证券研究所

## 4 投资建议

5G 将推动电子产业从上游材料发展到核心零部件升级，从内外部结构变化到功能应用创新，我们看好提前布局并具有发展优势的产业链相关厂商。

**1) 5G 材料：**我们认为，化合物半导体材料对传统材料的替代则成为 5G 射频器件升级的必然趋势，且 5G 将会为消费电子领域带来显著的电磁屏蔽和导热的增量需求，建议关注国内领先布局化合物半导体材料的三安光电(600703，买入)、华灿光电(300323，买入)，建议关注飞荣达(300602，未评级)（电磁屏蔽与导热材料及器件）、中石科技(300684，未评级)（电磁屏蔽与导热材料）、合力泰(002217，买入)（吸波材料）。

**2) PCB：**5G 高频高速化将推动产业采用性能更好、价值量更高的 PCB 板材，基站端 PTFE 将更多取代 FR-4，带来 PCB 价的提升。此外，基站数量增加、结构重构、MIMO 的使用均将带来 PCB 量的提升。通信 PCB 板将直接受益 5G 的商用化，建议关注国内通信 PCB/覆铜板领先厂商东山精密(002384，买入)、深南电路(002916，未评级)、沪电股份(002463，未评级)、生益科技(600183，未评级)。

**3) 5G 手机：**建议关注与高通紧密合作的环旭电子(601231，买入)，建议关注布局 5G 天线的立讯精密(002475，未评级)、硕贝德(300322，未评级)、信维通信(300136，买入)。核心硬件升级推动智能手机功能进行革命性的创新，国内消费电子各领域领先企业有望深度参与 5G 智能手机创新研发，建议关注布局 3D 摄像产业链的汇顶科技(603160，未评级)、欧菲科技(002456，买入)、联创电子(002036，买入)，国内领先 AR 供应商歌尔股份(002241，买入)，以及可折叠 OLED 屏供应商京东方 A(000725，买入)。

## 5 风险提示

**5G 商用进程可能不及预期：**若 5G 商用进程不及预期，将减缓产业链厂商相关业务营收的增长速率，可能影响 5G 商用进程的因素包括宏观经济发展不及预期等。若宏观经济发展不及预期，则运营商的设备投入进展可能不及预期，终端的销量也可能不及预期，这将延缓 5G 的商用进程。

**材料和零部件的技术升级不及预期：**电子产业中的材料、零部件等是 5G 技术发展的基石，若相关材料如电磁屏蔽件、导热材料、化合物半导体材料的技术升级和创新技术的应用不达预期，或诸如天线等零部件的研发进度不及预期，将对供应链相关公司的业绩造成影响。

## 信息披露

---

依据《发布证券研究报告暂行规定》以下条款：

发布对具体股票作出明确估值和投资评级的证券研究报告时，公司持有该股票达到相关上市公司已发行股份1%以上的，应当在证券研究报告中向客户披露本公司持有该股票的情况，

就本证券研究报告中涉及符合上述条件的股票，向客户披露本公司持有该股票的情况如下：

截止本报告发布之日，东证资管仍持有生益科技(600183)股票达到相关上市公司已发行股份1%以上。

截止本报告发布之日，东证资管仍持有欧菲科技(002456)股票达到相关上市公司已发行股份1%以上。

截止本报告发布之日，东证资管仍持有立讯精密(002475)股票达到相关上市公司已发行股份1%以上。

截止本报告发布之日，东方证券股份有限公司自营业务持有立讯精密(002475)一定仓位！

提请客户在阅读和使用本研究报告时充分考虑以上披露信息。

## 分析师申明

每位负责撰写本研究报告全部或部分内容的研究分析师在此作以下声明：

分析师在本报告中对所提及的证券或发行人发表的任何建议和观点均准确地反映了其个人对该证券或发行人的看法和判断；分析师薪酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来，均与其在本研究报告中所表述的具体建议或观点无任何直接或间接的关系。

## 投资评级和相关定义

报告发布日后的 12 个月内的公司的涨跌幅相对同期的上证指数/深证成指的涨跌幅为基准；

### 公司投资评级的量化标准

- 买入：相对强于市场基准指数收益率 15%以上；
- 增持：相对强于市场基准指数收益率 5%~15%；
- 中性：相对于市场基准指数收益率在-5%~+5%之间波动；
- 减持：相对弱于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级 —— 由于在报告发出之时该股票不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该股票的研究状况，未给予投资评级相关信息。

暂停评级 —— 根据监管制度及本公司相关规定，研究报告发布之时该投资对象可能与本公司存在潜在的利益冲突情形；亦或是研究报告发布当时该股票的价值和价格分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确投资评级；分析师在上述情况下暂停对该股票给予投资评级等信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该股票的投资评级、盈利预测及目标价格等信息不再有效。

### 行业投资评级的量化标准：

- 看好：相对强于市场基准指数收益率 5%以上；
- 中性：相对于市场基准指数收益率在-5%~+5%之间波动；
- 看淡：相对于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级：由于在报告发出之时该行业不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该行业的研究状况，未给予投资评级等相关信息。

暂停评级：由于研究报告发布当时该行业的投资价值分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确行业投资评级；分析师在上述情况下暂停对该行业给予投资评级信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该行业的投资评级信息不再有效。

## 免责声明

本研究报告由东方证券股份有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

本研究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本公司的当然客户。本报告的全体接收人应当采取必备措施防止本报告被转发给他人。

本报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的证券研究报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的证券研究报告之外，绝大多数证券研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人作出邀请。

本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。过去的表现并不代表未来的表现，未来的回报也无法保证，投资者可能会损失本金。外汇汇率波动有可能对某些投资的价值或价格或来自这一投资的收入产生不良影响。那些涉及期货、期权及其它衍生工具的交易，因其包括重大的市场风险，因此并不适合所有投资者。

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，投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面协议授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

经本公司事先书面协议授权刊载或转发，被授权机构承担相关刊载或者转发责任。不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

提示客户及公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告，慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

## 东方证券研究所

地址：上海市中山南路 318 号东方国际金融广场 26 楼

联系人：王骏飞

电话：021-63325888\*1131

传真：021-63326786

网址：[www.dfzq.com.cn](http://www.dfzq.com.cn)

Email：[wangjunfei@orientsec.com.cn](mailto:wangjunfei@orientsec.com.cn)

