

## 主题研究

# 5G 改变世界，重塑智联未来

观点聚焦

### 投资建议

2019 年是 5G 商用的元年，也是人类书写信息化进程下一个激荡十年的起点，4G 的空前成功余晖尚在，5G 描绘的美好蓝图闯入眼帘。我们认为 5G 技术将与人工智能、大数据、云计算等前沿技术深度融合，从底层重构当前世界。本篇报告从 5G 如何改变世界大胆假设，从 5G 技术和产业链的发展进程小心求证，详细分析了 5G 产业的投资逻辑，以全面视角挖掘 5G 周期稳步推进中涌现的投资机会。

### 理由

**5G 改变世界，是信息化浪潮下一步发展的必由之路。**5G 技术具有大带宽、低时延和超大规模连接的技术特点。5G 与人工智能、云计算、物联网将会构成新的网络基础设施，催生出更多的新社会运作模式。我们预测高质量、个性化的服务理念将快速在各个领域普及（例如教育、医疗、金融）；智能化全自动生产线将进一步提升生产效率，取代大规模标准生产而提供定制产品；社会管理能力因海量数据而提升，治安维护、环境保护等成本明显降低。

**5G 发展加速，网络建设和商用服务稳步展开。**中国已经于 6 月 6 日向三大运营商和广电授予 5G 商用牌照，我们预计 10 月 1 日前 5G 商用有望正式启动，5G 商用初期服务主要面向大城市的高 ARPU 用户和特定的垂直行业。我们认为用户向 5G 网络的大规模迁移会从 2020 年开始。我们预测运营商将尽快启动 5G 网络的规模部署，初期建设规模超过 40 个城市，5G 投资 2019 年约 300 亿元（对应 10 万基站），2020 年约 1,300 亿元（对应 50 万基站），并在 2020 年至 2022 年间达到投资高峰期，5G 整体投资或为 4G 投资的 1.5 倍至 2 倍。

**5G 最直接的受益板块：通信设备，射频半导体，PCB。**5G 基站相比 4G 频率更高，速度更快，单站价值量更高。对通信设备行业来说，子版块基站建设进入新建上升周期，单价同时提升。5G 建设会推动基站市场在 2019-2023 年保持 12% 的稳定增长，到 2023 年达到 480 亿美金，而中国地区增速将高于全球。**射频半导体**是另一个 5G 最直接受益的板块。为了支持 5G，基站和手机都需要搭载更复杂的射频半导体。以手机为例，我们预计初期每台手机新增成本约 150 美元。这会推动全球手机射频前端市场今后 4 年保持 18% 高速增长，到 2023 年达到 284 亿美元。在中美贸易摩擦升级的大环境下，如何实现射频半导体的国产化将会是 5G 面临的**最大挑战**。此外，电子元器件方面，我们预计 5G 推动**多层 PCB**，**手机天线**等板块有 10%/34% 的结构性增长机会。随着终端的普及，商用服务逐渐推广，运营商有望加速开拓垂直行业应用，如车联网、远程教育、远程医疗等。

### 盈利预测与估值

建议重点关注：①5G 通信设备和基础设施服务商：**中国铁塔、中兴通讯、烽火通信、中国通信服务**；②半导体、PCB 等核心器件进口替代厂商：**生益科技、深南电路、沪电股份、光迅科技、中芯国际、华虹半导体**；③产品升级：**东山精密、顺络电子、立讯精密、环旭电子**；④5G 应用推广：**四维图新、和而泰**。建议关注**三安光电、台湾稳懋、日本村田、信维通信、圣邦股份**等 5G 的发展机会。

### 风险

5G 商用竞争和商业模式的不确定性。

#### 钱凯

分析员

SAC 执证编号：S0080513050004

SFC CE Ref: AZA933

kai.qian@cicc.com.cn

#### 黄乐平

分析员

SAC 执证编号：S0080518070001

SFC CE Ref: AUZ066

leping.huang@cicc.com.cn

#### 闫慧辰

分析员

SAC 执证编号：S0080518120002

SFC CE Ref: BOK817

huichen.yan@cicc.com.cn

#### 陈真洋

分析员

SAC 执证编号：S0080518070012

SFC CE Ref: BNE480

zhenyang.chen@cicc.com.cn

#### 胡誉镜

分析员

SAC 执证编号：S0080517100004

SFC CE Ref: BMN486

yujing.hu@cicc.com.cn

## 目录

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| <b>摘要.....</b>                       | <b>7</b>  |
| 主要图表.....                            | 7         |
| 重点关注公司.....                          | 9         |
| <b>5G 畅想篇——2020-2030 十大趋势预测.....</b> | <b>11</b> |
| 5G 网络带来基础设施的革命性升级.....               | 11        |
| 5G 改变世界，未来 10 年的十大趋势.....            | 12        |
| 5G 时代龙头公司的潜质.....                    | 14        |
| 速度是网络进化的核心.....                      | 16        |
| 移动互联网构建以人为中心的数字世界.....               | 19        |
| 通信技术赋能数字化生活.....                     | 20        |
| 通信技术带来社会管理效率提升.....                  | 26        |
| <b>5G 实践篇——应用改变世界.....</b>           | <b>28</b> |
| 5G，从改变连接到改变社会.....                   | 28        |
| 5G 通过新连接构筑新生活.....                   | 31        |
| 5G 应用场景仍需进一步完善.....                  | 33        |
| 5G 将会是供给方主导下的长期网络演进.....             | 34        |
| 5G 时代，运营商的网络建设将长期稳步进行.....           | 36        |
| <b>5G 政策篇——牌照落地，运营商走进下一个十年.....</b>  | <b>37</b> |
| 5G 从幕后到台前，终于登场.....                  | 37        |
| 5G 频谱的规划与分配.....                     | 38        |
| 5G 从预备到起跑：商用牌照发放.....                | 41        |
| 5G 时代投资策略.....                       | 43        |
| <b>5G 建设篇——通信设备如何突围.....</b>         | <b>47</b> |
| 投资摘要：中美贸易摩擦下，自主可控助力 5G 基站突围.....     | 47        |
| 通信设备：中美贸易摩擦很难撼动华为领先地位.....           | 52        |
| 半导体：5G 推动射频前端及基带芯片发展.....            | 59        |
| PCB/CCL：5G 通信设备产业链主要受益者之一.....       | 64        |
| 其他零部件：天线、滤波器设计变革，多通道引领用量提升.....      | 70        |
| <b>5G 手机篇——手机零部件行业如何突围.....</b>      | <b>75</b> |
| 投资概要：5G 与中美贸易不确定将如何重塑手机行业.....       | 75        |
| 手机品牌：中美贸易影响品牌格局，但 5G 进程影响有限.....     | 78        |
| 半导体（基带/射频前端）：5G 手机核心部件，国产化替代空间大..... | 85        |
| 手机零部件：天线设计变革，电感迎接机遇.....             | 91        |

## 图表

|  |    |
|--|----|
| 图表 1: 5G 新基建带来信息化加速升级.....                           | 11 |
| 图表 2: 全球数据总量将保持快速增长.....                             | 11 |
| 图表 3: 通信技术发展时钟.....                                  | 16 |
| 图表 4: 不同通信技术对比.....                                  | 16 |
| 图表 5: 全球互联网连接的平均速率快速提升.....                          | 17 |
| 图表 6: 中国移动用户快速增长.....                                | 17 |
| 图表 7: 中国移动互联网用户规模.....                               | 17 |
| 图表 8: 中国移动宽带（3G/4G）普及率.....                          | 17 |
| 图表 9: 移动业务的数据流量单价大幅下滑.....                           | 17 |
| 图表 10: 移动业务的语音服务单价仍持续降低.....                         | 17 |
| 图表 11: 世界主要人口大国的网速比较，（2017 年 12 月至 2018 年 11 月）..... | 18 |
| 图表 12: 中国移动电话基站数量.....                               | 18 |
| 图表 13: 移动基站按照网络技术划分（2017 年）.....                     | 18 |
| 图表 14: 中国移动用户数量.....                                 | 18 |
| 图表 15: 移动用户按照网络制式划分.....                             | 18 |
| 图表 16: 手机流量情况.....                                   | 19 |
| 图表 17: 用户月均流量情况.....                                 | 19 |
| 图表 18: 世界前十大市值公司.....                                | 19 |
| 图表 19: 4G 网络的出现，互联网公司的市值出现了跨越式增长，打破了传统公司面临的天花板.....  | 20 |
| 图表 20: 中国语音通话服务.....                                 | 21 |
| 图表 21: 中国短信发送服务.....                                 | 21 |
| 图表 22: 中国彩信发送服务.....                                 | 21 |
| 图表 23: 移动电话普及率.....                                  | 21 |
| 图表 24: 微信和 QQ 的月度活跃用户.....                           | 21 |
| 图表 25: 抖音的月活人数.....                                  | 22 |
| 图表 26: 抖音平均用户每月使用时长.....                             | 22 |
| 图表 27: 中国广告业年营业额.....                                | 22 |
| 图表 28: 传统媒体和互联网走势.....                               | 22 |
| 图表 29: 移动广告市场规模.....                                 | 23 |
| 图表 30: 程序化购买展示广告市场.....                              | 23 |
| 图表 31: 今日头条月度活跃用户增长.....                             | 23 |
| 图表 32: 趣头条和一点资讯月度活跃用户增长.....                         | 23 |
| 图表 33: 中国在线教育用户规模.....                               | 24 |
| 图表 34: 中国在线教育市场规模.....                               | 24 |
| 图表 35: 移动支付用户规模.....                                 | 24 |
| 图表 36: 中国网上支付交易规模.....                               | 24 |
| 图表 37: 移动支付在 4G 时代的增长更为瞩目.....                       | 24 |
| 图表 38: 3Q18 中国第三方支付市场交易份额.....                       | 24 |
| 图表 39: 共享单车活跃用户在 2017 年初出现了急剧提升.....                 | 25 |
| 图表 40: 网络购物市场规模.....                                 | 25 |
| 图表 41: “双十一”支付宝总交易额.....                             | 25 |
| 图表 42: 餐饮 O2O 市场规模.....                              | 26 |
| 图表 43: 新零售代表应用月活人数迅速提升.....                          | 26 |
| 图表 44: 政府管理在新型数据采集系统上的投入迅速增加.....                    | 27 |
| 图表 45: 中国云计算 IaaS 市场规模.....                          | 27 |
| 图表 46: 中国云计算 SaaS 市场规模.....                          | 27 |
| 图表 47: 5G 三大场景的应用开发.....                             | 28 |
| 图表 48: 5G 技术和 4G 技术的对比.....                          | 29 |
| 图表 49: ITU、3GPP 5G 标准发布计划.....                       | 29 |

|  |    |
|--|----|
| 图表 50: 全球主要运营商 5G 商用部署时间表                  | 30 |
| 图表 51: 5G 产品演化路径图                          | 31 |
| 图表 52: 5G 三大场景的应用开发                        | 31 |
| 图表 53: 泛在现实 (UR) 主要应用场景                    | 32 |
| 图表 54: 5G 与车辆相结合的三大应用场景                    | 32 |
| 图表 55: 智能制造中的 5G 应用案例                      | 33 |
| 图表 56: 2025 年各国 5G 移动用户数、渗透率预测             | 33 |
| 图表 57: 5G 应用场景的分类                          | 34 |
| 图表 58: 通信技术的演进路线                           | 35 |
| 图表 59: 中国 5G 技术发展时间规划                      | 37 |
| 图表 60: 全球 5G 试验使用的频谱分布                     | 38 |
| 图表 61: 三大运营商已有的频谱分配                        | 39 |
| 图表 62: 美国、日本、韩国、欧洲、中国 5G 频谱规划              | 40 |
| 图表 63: 中国联通 5G 发展计划                        | 41 |
| 图表 64: 中国电信 5G 发展计划                        | 41 |
| 图表 65: 中国移动 5G 发展计划                        | 41 |
| 图表 66: 5G 产业链                              | 43 |
| 图表 67: 运营商历史及预测的资本支出                       | 44 |
| 图表 68: 运营商资本开支 2019 年开始企稳回升, 5G 资本开支开始明显增加 | 45 |
| 图表 69: 中国铁塔或面临运营商部署 5G 基站的第一波网络扩张红利        | 45 |
| 图表 70: 中通服的收入或因为运营商资本开支上扬而加速增长             | 46 |
| 图表 71: 通信基站结构                              | 48 |
| 图表 72: 5G 基站受益环节及主要厂商                      | 49 |
| 图表 73: 通信网络板块: 全球投资地图                      | 50 |
| 图表 74: 可比公司估值表                             | 51 |
| 图表 75: 全球无线设备市场规模                          | 52 |
| 图表 76: 全球通信设备市场份额                          | 52 |
| 图表 77: 全球公司 5G 相关技术专利贡献统计                  | 52 |
| 图表 78: 全球无线用户数及 5G 渗透率的预测                  | 53 |
| 图表 79: 各大洲 4G 人口渗透率 (4Q18)                 | 53 |
| 图表 80: 全球 5G 基站单年度建设量预测                    | 53 |
| 图表 81: 全球主要国家 5G 进展及计划                     | 54 |
| 图表 82: 通信基站产业链                             | 55 |
| 图表 83: 华为年报披露的存货情况                         | 56 |
| 图表 84: Xilinx FPGA 在通信板块的收入情况              | 56 |
| 图表 85: 通信设备全球投资地图                          | 56 |
| 图表 86: 四大无线厂商不同地区的运营商业务营收                  | 57 |
| 图表 87: 四大无线厂商不同地区的运营商业务营收比例                | 57 |
| 图表 88: 华为 2018 年分区域的营收组成                   | 58 |
| 图表 89: 全球通信设备可比公司估值表                       | 58 |
| 图表 90: 5G 基站用半导体元素主要构成 (2021E)             | 59 |
| 图表 91: 基站相关半导体国产化进程                        | 60 |
| 图表 92: 全球主要国家 5G 频谱分配                      | 60 |
| 图表 93: PA 单基站价格预测                          | 60 |
| 图表 94: 基站 PA 市场规模预测 (仅考虑宏站)                | 60 |
| 图表 95: 各材质 PA 在不同功率、频率条件下的表现               | 61 |
| 图表 96: 基站 GaN PA 占比将显著提升                   | 61 |
| 图表 97: LDMOS/GaAs/GaN 器件性能对比               | 61 |
| 图表 98: 5G GaN PA 市场规模预测 (仅考虑宏站)            | 62 |
| 图表 99: 全球 GaN PA 产业链情况                     | 62 |
| 图表 100: 2016 年全球 FPGA 市场份额情况               | 63 |
| 图表 101: 5G 前传网络利用 FPGA 提升集成度的案例            | 63 |
| 图表 102: 全球 PCB 市场下游应用分布情况                  | 64 |



|  |    |
|--|----|
| 图表 103: 中国 PCB 市场下游应用分布情况.....           | 64 |
| 图表 104: 通信类 PCB 的应用和特征.....              | 65 |
| 图表 105: 基站 AAU 中 PCB 的应用结构 .....         | 65 |
| 图表 106: 各个材料 PCB/CCL 对应的 Dk 和 Df 值 ..... | 65 |
| 图表 107: 多层板结构.....                       | 65 |
| 图表 108: 生益科技高频产品介绍.....                  | 66 |
| 图表 109: 4G 基站中的 PCB.....                 | 66 |
| 图表 110: 5G PCB 单基站价格预测 .....             | 67 |
| 图表 111: 5G 基站 PCB 市场规模预测 .....           | 67 |
| 图表 112: PCB 产业链划分.....                   | 67 |
| 图表 113: 2017 年 PCB 行业收入规模排行榜.....        | 68 |
| 图表 114: 2017 年刚性 CCL 行业收入规模排行榜 .....     | 68 |
| 图表 115: PCB&CCL 行业可比公司估值表 .....          | 69 |
| 图表 116: 金属腔体滤波器与陶瓷介质滤波器优势比较 .....        | 70 |
| 图表 117: 基站滤波器单基站价格对比 .....               | 70 |
| 图表 118: 传统金属腔体滤波器.....                   | 70 |
| 图表 119: 介质滤波器 .....                      | 70 |
| 图表 120: 5G 基站滤波器单基站价格预测对比.....           | 71 |
| 图表 121: 基站滤波器市场规模预测 .....                | 71 |
| 图表 122: 基站滤波器主要供应商及布局情况 .....            | 71 |
| 图表 123: 滤波器行业可比公司估值表 .....               | 71 |
| 图表 124: 2G 到 5G 天线形态演变 .....             | 72 |
| 图表 125: 中兴 64T64R 5G 天线.....             | 73 |
| 图表 126: 5G 天线拆解（无源部分） .....              | 73 |
| 图表 127: 5G 天线振子 .....                    | 73 |
| 图表 128: 天线振子单基站价格预测 .....                | 73 |
| 图表 129: 基站天线振子市场规模预测 .....               | 73 |
| 图表 130: 2018 年基站天线竞争格局：全球（按发货量） .....    | 74 |
| 图表 131: 2018 年基站天线竞争格局：国内（按发货量） .....    | 74 |
| 图表 132: 天线、滤波器行业可比公司估值表 .....            | 74 |
| 图表 133: 5G 终端结构及主要零部件变化.....             | 75 |
| 图表 134: 5G 终端相关环节市场规模及主要厂商 .....         | 76 |
| 图表 135: 可比公司估值表.....                     | 77 |
| 图表 136: IDC 全球智能手机出货量 .....              | 78 |
| 图表 137: 华为在各区域出货量占比 .....                | 78 |
| 图表 138: 3Q18 全球各地区手机出货量增速及各品牌市场份额 .....  | 79 |
| 图表 139: 国内各手机旗舰机型价格带一览（按国内最低售价计算） .....  | 79 |
| 图表 140: 安卓系统架构及谷歌移动服务 .....              | 80 |
| 图表 141: 华为在各区域销量 .....                   | 81 |
| 图表 142: 全球各区域主要品牌出货 .....                | 81 |
| 图表 143: 华为影响情景分析：全球主要品牌智能手机出货量 .....     | 81 |
| 图表 144: 目前已上市的 5G 手机及各厂商布局 .....         | 82 |
| 图表 145: 全球 5G 基站预测 .....                 | 83 |
| 图表 146: 全球 5G 手机出货预测 .....               | 83 |
| 图表 147: 5G 成本增加 .....                    | 83 |
| 图表 148: 2G-5G 终端：射频前端和天线价值量变化 .....      | 83 |
| 图表 149: 5G 手机出货及渗透率预测.....               | 84 |
| 图表 150: 全球 2G-5G 手机出货预测（中性假设） .....      | 84 |
| 图表 151: 5G 对手机半导体的发展的需求.....             | 85 |
| 图表 152: 智能手机无线通讯系统组成及相关公司 .....          | 85 |
| 图表 153: 主要手机 OEM 主芯片供应商一览 .....          | 86 |
| 图表 154: 高通专利费收取比例一览 .....                | 86 |
| 图表 155: 1H18 基带芯片市场份额 .....              | 86 |

|  |    |
|--|----|
| 图表 156: 5G 对手机半导体的发展的需求.....                         | 87 |
| 图表 157: iPhone 射频前端单价的变化.....                        | 87 |
| 图表 158: 射频前端用半导体市场结构（按器件，2017）.....                  | 87 |
| 图表 159: 2G-5G 手机射频前端单价统计.....                        | 88 |
| 图表 160: 射频前端市场规模测算.....                              | 88 |
| 图表 161: 手机相关半导体自主可控进展.....                           | 88 |
| 图表 162: SAW 滤波器 2017 年市场份额情况.....                    | 89 |
| 图表 163: BAW/FBAR 滤波器市场份额情况.....                      | 89 |
| 图表 164: 全球 GaAs 射频 PA 产业链情况.....                     | 90 |
| 图表 165: 5G 时代手机天线技术演进.....                           | 91 |
| 图表 166: 5G 时代手机天线数量的预测（信道提升至 10 以上，但天线数量很难继续提升）..... | 91 |
| 图表 167: LCP、MPI、PI 比较.....                           | 92 |
| 图表 168: 苹果 LCP、MPI 应用及 ASP.....                      | 92 |
| 图表 169: LDS 天线.....                                  | 93 |
| 图表 170: iPhone X 中的 LCP 天线.....                      | 93 |
| 图表 171: 天线技术比较.....                                  | 93 |
| 图表 172: 高通 3 毫米波天线模块方案.....                          | 94 |
| 图表 173: 博通 60GHz LTCC AIP 毫米波天线.....                 | 94 |
| 图表 174: 全球手机天线 ASP 变化.....                           | 94 |
| 图表 175: 全球手机天线市场规模.....                              | 94 |
| 图表 176: 智能手机电感单机用量变化.....                            | 95 |
| 图表 177: 2G-5G 手机电感单机价值变化.....                        | 95 |
| 图表 178: 2017 年全球片式电感行业市占率.....                       | 95 |

蜜蜂学堂



**HELLO**同学们，  
不要错过让你洞察  
整个商业世界的  
蜜蜂内参



扫码添加Eva助教拉你入群

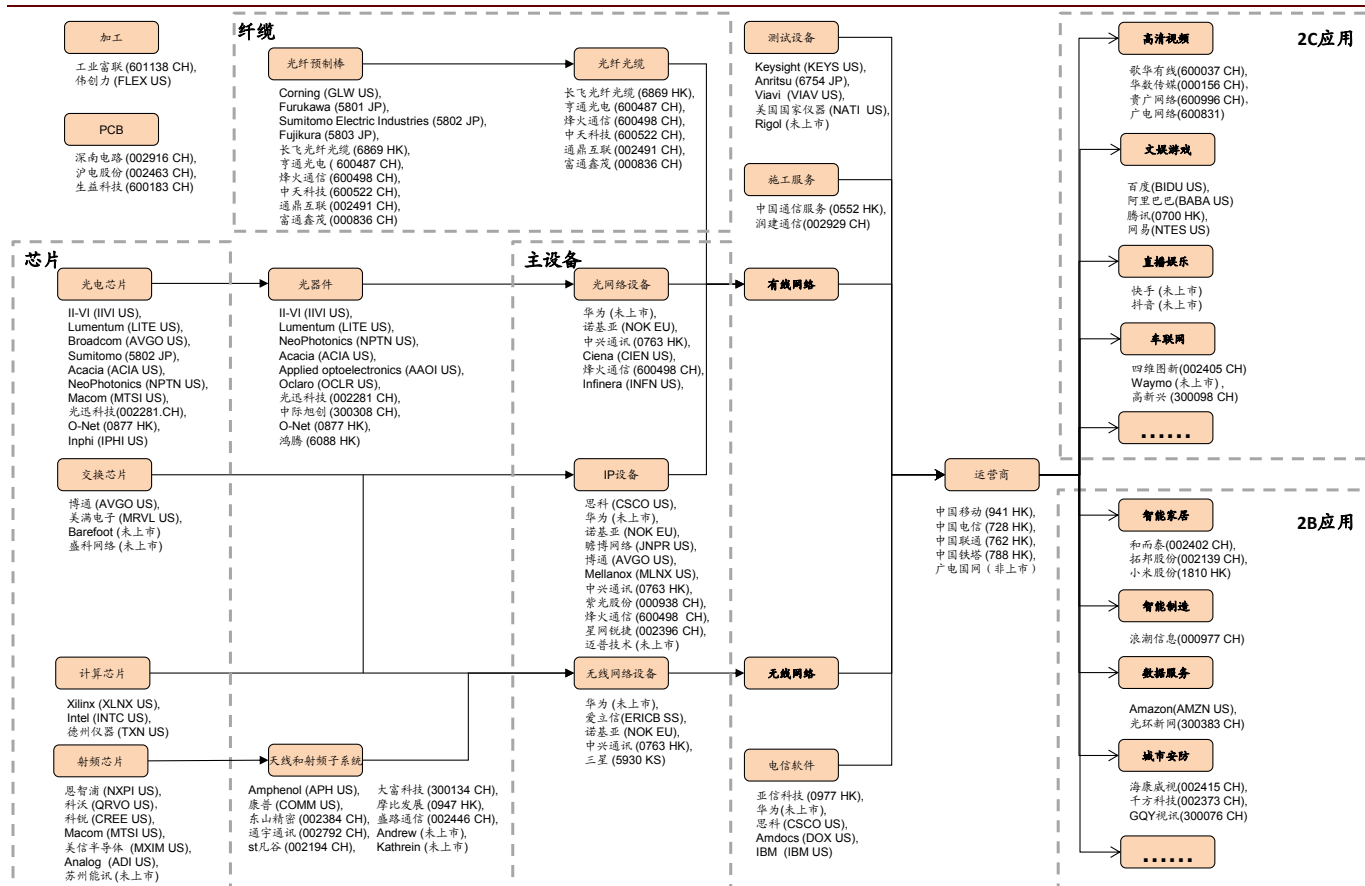


每日精选3份最值得关注的学习  
资料给你

## 摘要

### 主要图表

图表：通信板块全球投资地图



资料来源：中金公司研究部



图表: 5G 市场重要子版块市场规模和行业竞争者分析

| 产业链环节        | 市场规模(美元 百万元) |         |      | 主要厂商   |   |  |
|--------------|--------------|---------|------|--|---|--|
|              | 2019年        | 2023年   | CAGR | 美国   | 中国大陆  | 其他   |
| <b>基站侧</b>   |              |         |      |  |   |  |
| 通信设备         | 100,000      | 114,580 | 3%   |  | 华为(未上市),<br>中兴通讯(0763 HK)   | 爱立信(ERIC US),<br>诺基亚(NOK US),<br>三星电子(SSNLF US)      |
| 无线基站         | 30,500       | 48,000  | 12%  |  | 华为(未上市),<br>中兴通讯(0763 HK)   | 爱立信(ERIC US),<br>诺基亚(NOK US),<br>三星电子(SSNLF US)      |
| 射频前端半导体      | 673          | 1,391   | 20%  | 博通(AVGO US),<br>Qorvo(QRVO US),<br>Macom(MTSI US)                                | 能讯(未上市),<br>歌尔股份(002241 CH)   | Murata(6981 JP),<br>稳懋(3105 TT),<br>Infenion(IFX EU) |
| FPGA         | 7,435        | 9,698   | 7%   | Intel(INTC US),<br>Xilinx(XLNX US),<br>Lattice(LSCC US)                          | 紫光国微(002049 SZ),<br>复旦微电子(1385 HK)  |  |
| PCB/CCL      | 65,000       | 79,800  | 5%   | 罗杰斯(ROG US),<br>TTM(TTM US)  | 生益科技(600183 CH),<br>深南电路(002916 CH),<br>沪电股份(002463 CH),<br>华正新材(603186 CH) | 臻鼎-KY(4958 TT),<br>旗胜(未上市)                           |
| <b>手机侧</b>   |              |         |      |  |   |  |
| 基带芯片         | 22,643       | 32,816  | 10%  | 高通(QCOM US)  | 海思(未上市),<br>紫光展锐(未上市)   | 联发科(2454 TT),<br>三星电子(SSNLF US)                      |
| 射频前端         | 14,600       | 28,400  | 18%  | Skyworks(SWKS US),<br>Qorvo(QRVO US),<br>Broadcom(AVGO US),<br>Qualcomm(QCOM US) | PA: 海思, 汉天下, 唯捷创<br>芯, 慧智微;<br>开关: 卓胜微                                      | Murata(6981 JP),<br>Infenion(IFX EU)                 |
| 天线           | 1,734        | 5,608   | 34%  | Amphenol (APH US)  | 立讯精密(002475 CH),<br>信维通信(300136 CH)   | Murata(6981 JP),<br>嘉联益(6153 TT),<br>Careers(未上市)    |
| <b>半导体制造</b> |              |         |      |  |   |  |
| 硅基半导体        |              |         |      |  | 中芯国际(981 HK)  |  |
| 化合物半导体       |              |         |      |  | 三安光电(600703 CH)   | WinSemi(3105 TT)                                     |
| 系统级先进封装      |              |         |      |  | 环旭电子(601231 CH)   | 日月光(2311 TT),<br>Murata(6981 JP)                     |

资料来源：中金公司研究部

## 重点关注公司

图表：重点关注公司估值表

| 股票代码      | 公司名称    | 股价    | 第一作者 | 中金评级 | 交易货币 | 市值(百万美元) | 市盈率   |       | 市净率   |       | 净资产收益率(%) | 股价变动(%) |
|-----------|---------|-------|------|------|------|----------|-------|-------|-------|-------|-----------|---------|
|           |         |       |      |      |      |          | 2019E | 2020E | 2019E | 2020E |           |         |
| 通信设备      |         |       |      |      |      |          |       |       |       |       |           |         |
| 000063.SZ | 中兴通讯*   | 29.78 | 黄乐平  | 推荐   | CNY  | 16,743   | 28.8  | 22.8  | 3.7   | 3.2   | 15.0%     | 52.0%   |
| 002281.SZ | 光迅科技*   | 26.55 | 闫慧辰  | 推荐   | CNY  | 2,601    | 47.6  | 33.9  | 4.9   | 4.4   | 13.7%     | -1.2%   |
| 600498.SH | 烽火通信*   | 27.83 | 闫慧辰  | 中性   | CNY  | 4,706    | 30.5  | 26.9  | 3.0   | 2.9   | 11.0%     | -2.2%   |
| 00763.HK  | 中兴通讯*   | 20.05 | 黄乐平  | 推荐   | HKD  | 16,743   | 17.1  | 13.6  | 2.2   | 1.9   | 15.0%     | 35.5%   |
|           | 平均值     |       |      |      |      |          | 31.0  | 24.3  | 3.5   | 3.1   |           |         |
|           | 中位值     |       |      |      |      |          | 29.7  | 24.9  | 3.4   | 3.1   |           |         |
| 基础设施/服务商  |         |       |      |      |      |          |       |       |       |       |           |         |
| 00788.HK  | 中国铁塔*   | 1.91  | 钱凯   | 推荐   | HKD  | 11,364   | 58.5  | 36.3  | 1.6   | 1.6   | 4.4%      | 29.1%   |
| 00552.HK  | 中国通信服务* | 6.00  | 陈真洋  | 推荐   | HKD  | 1,829    | 10.9  | 9.0   | 1.0   | 1.0   | 11.3%     | -7.4%   |
|           | 平均值     |       |      |      |      |          | 34.7  | 22.7  | 1.3   | 1.3   |           |         |
|           | 中位值     |       |      |      |      |          | 34.7  | 22.7  | 1.3   | 1.3   |           |         |
| 消费电子      |         |       |      |      |      |          |       |       |       |       |           |         |
| 002463.SZ | 沪电股份    | 9.88  |      |      | CNY  | 2,465    | 20.9  | 15.8  | 3.4   | 2.9   | 18.3%     | 37.8%   |
| 600183.SH | 生益科技*   | 12.89 | 陈旭东  | 推荐   | CNY  | 3,956    | 25.0  | 21.2  | 4.2   | 3.9   | 19.0%     | 28.1%   |
| 002384.SZ | 东山精密*   | 13.28 | 胡蓉镜  | 推荐   | CNY  | 3,087    | 15.8  | 12.7  | 2.2   | 1.9   | 16.1%     | 17.6%   |
| 002138.SZ | 顺络电子*   | 14.89 | 胡蓉镜  | 推荐   | CNY  | 1,737    | 19.4  | 14.6  | 2.4   | 2.2   | 15.8%     | 7.6%    |
| 002475.SZ | 立讯精密*   | 21.22 | 胡蓉镜  | 推荐   | CNY  | 12,634   | 22.1  | 16.6  | 4.6   | 3.7   | 24.7%     | 50.9%   |
| 601231.SH | 环旭电子*   | 11.56 | 胡蓉镜  | 推荐   | CNY  | 3,640    | 16.2  | 13.0  | 2.4   | 2.1   | 17.2%     | 28.4%   |
|           | 平均值     |       |      |      |      |          | 19.9  | 15.7  | 3.2   | 2.8   |           |         |
|           | 中位值     |       |      |      |      |          | 20.2  | 15.2  | 2.9   | 2.6   |           |         |
| 半导体       |         |       |      |      |      |          |       |       |       |       |           |         |
| 600703.SH | 三安光电*   | 10.28 | 丁宁   | 中性   | CNY  | 6,067    | 14.8  | 10.6  | 1.8   | 1.6   | 15.8%     | -9.1%   |
| 00981.HK  | 中芯国际*   | 8.76  | 黄乐平  | 推荐   | HKD  | 5,641    | 45.8  | 41.3  | 0.6   | 0.6   | 2.4%      | 27.9%   |
| 01347.HK  | 华虹半导体*  | 15.20 | 黄乐平  | 推荐   | HKD  | 2,491    | 12.4  | 11.9  | 0.8   | 0.8   | 8.2%      | 4.8%    |
|           | 平均值     |       |      |      |      |          | 24.3  | 21.3  | 1.1   | 1.0   |           |         |
|           | 中位值     |       |      |      |      |          | 14.8  | 11.9  | 0.8   | 0.8   |           |         |
| 5G应用推广    |         |       |      |      |      |          |       |       |       |       |           |         |
| 002405.SZ | 四维图新*   | 21.77 | 于钟海  | 推荐   | CNY  | 4,121    | 56.6  | 52.7  | 3.6   | 3.4   | 6.6%      | 54.3%   |
| 002402.SZ | 和而泰*    | 8.31  | 陈真洋  | 推荐   | CNY  | 1,029    | 24.4  | 19.0  | 3.2   | 2.7   | 15.4%     | 34.5%   |
|           | 平均值     |       |      |      |      |          | 40.5  | 35.9  | 3.4   | 3.1   |           |         |
|           | 中位值     |       |      |      |      |          | 40.5  | 35.9  | 3.4   | 3.1   |           |         |

资料来源：万得资讯、彭博资讯、公司公告、中金公司研究部

注：标\*公司为中金覆盖，采用中金预测数据；其余使用市场一致预期

收盘价信息更新于北京时间 2019 年 6 月 9 日

**中国铁塔 (推荐)：**公司在电信通讯基站资源领域具有绝对领先优势，市场份额超过 90%，业绩可见性高，以轻资产的模式迅速地扩张站址满足 5G 庞大的站址资源需求，利润和现金流持续明显改善，我们预计公司将稳步提升派息率。

**中兴通讯 (推荐)：**中兴是全球第四大电信设备供应商，中国 5G 建设的主要受益者之一。在国内 5G 建设的推动下，我们预期中兴 2019/2020 年收入实现强劲复苏，净利润在 2019 年扭亏为盈的基础上，2020 年将保持 26% 的强劲增长。

**烽火通信 (中性)：**烽火通信是我国光通信设备的主要供应商，覆盖 5G 承载网通信设备、网络安全设备、有线接入网设备等产品，开始向云和芯片等角度发展，同时放眼全球市场。我们预计公司 2020 年净利润将稳健增长 13%。

**中国通讯服务 (推荐)：**公司是国内领先的电信基础设施服务商，将有望充分受益于运营商组建 5G 网络时资本开支上行带来的建设需求增长，以及网络规模和复杂性程度提升带来的维护需求增加，收入增长加速，派息率稳定。

**生益科技 (推荐)：**5G 时代高频覆铜板国产替代的核心标的。公司是全球覆铜板行业领先企业，高频覆铜板产品可部分替代罗杰斯产品，应用于 5G 基站。随着今年覆铜板价格企稳，和高频覆铜板产能的逐步释放，我们预计公司业绩逐季回暖。随着 5G 推动下游通信 PCB 成长，我们看好生益作为主力覆铜板供应商，将长期受益。我们预计公司 2020 年将实现 18% 的净利润增长。

**光迅科技（推荐）：**光迅科技是全球第四大通信光器件提供商，在 5G 接入和承载网建设中都将受益。同时公司从模组向高端芯片布局，我们认为这有望实现国产高速光电芯片替代。公司今年开启数通市场的拓展。我们预计光迅 2020 年将实现 26% 的营收增长，40% 的净利润增长。

**顺络电子（推荐）：**国内电感龙头，受益于 5G 时代终端用量大幅提升，介质滤波器、LTCC 器件等也有望突破。我们预计公司 2019/2020 净利润将同比增长 29%/33%。

**立讯精密（推荐）：**消费电子零部件龙头，以及苹果 LCP 天线主要供应商之一，基站侧也具备高速互联、RF 射频、光通讯一站式供应能力。我们预计公司 2019/2020 将维持 45%/33% 的强劲增长。

**中芯国际（推荐）：**中芯是中国规模最大，技术最先进的半导体代工企业。主要客户包括华为等中国主要科技公司。公司目前正在研发 14nm 及以下半导体生产，我们预计公司 14nm 工艺平台 2019 年 3 季度进入量产，助力 5G 射频、智能手机、安防、机顶盒等芯片的国产化进程。在 14nm 等新工艺平台的推动下，我们预计公司在经历了 2018/2019 两年的调整期以后，2020 年将重回增长轨道，实现 10% 的稳健净利润增长。

**华虹半导体（推荐）：**华虹是中国第二大半导体代工企业。公司生产的半导体被广泛用于功率器件，电源管理芯片等 5G 基站和手机内必不可少的芯片。公司目前正在无锡建设一座 12 寸晶圆厂，我们预计 2019 年 4 季度实现量产，有效解决功率器件产能不足的问题。随着新产能投入运营，我们预计公司 2020 年将实现 19% 的强劲净利润增长。

**环旭电子（推荐）：**全球 Sip 龙头，高通 QSip 模块独家供应商，今年就将逐步贡献，未来受益于 5G 终端基带、射频前端等模块化趋势。我们预计公司 2019/2020 净利润同比增长 32%/37%。

**东山精密（推荐）：**苹果 FPC 及 MPI 天线主要供应商之一，在基站侧也具备通讯 PCB 板、介质滤波器、腔体滤波器等供应能力，我们预计公司 2019/2020 净利润同比增长 67%/31%。

**四维图新（推荐）：**是国内数字地图内容、车联网及动态交通信息服务、地理位置相关的商业智能解决方案提供商。在高清地图和车联网领域深入布局，将有望受益于 5G 车联网的快速发展。

**和而泰（推荐）：**是国内最大的家用电器智能控制器提供商，全面布局物联网板块，有望受益于家居智能化浪潮，实现销售端的量价齐升。同时，公司收购了钹昌科技，后者从事微波毫米波射频芯片研发，作为产业链的一环也将受益于 5G 发展。

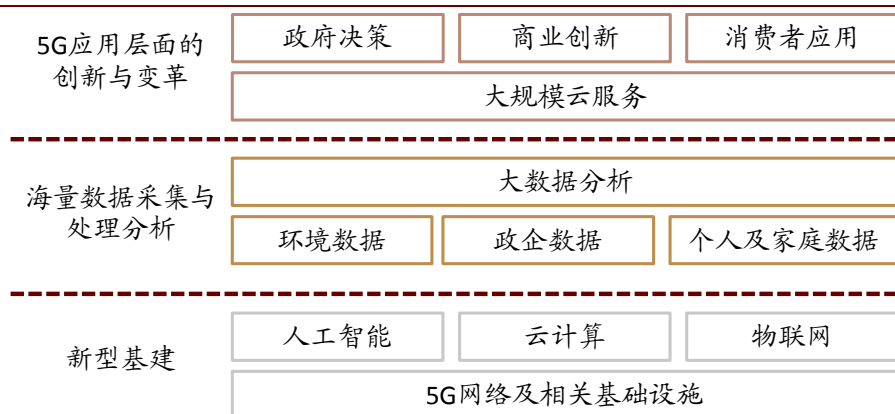
**三安光电（中性）：**三安 2015 年通过大基金扶持进入化合物半导体领域，公司产品路线图包括：1）PA 以及电力电子，2）VCSEL 以及 3）滤波器。公司目前电力电子产品在消费终端应用情况良好，GaN PA 已通过国内大客户认证，后续有机会在基站侧开始供货。公司主营的 LED 芯片业务，目前面临行业产能过剩导致产品价格下降，以及公司存货水平较高等问题，因此我们维持中性评级。

## 5G 畅想篇——2020-2030 十大趋势预测

## 5G 网络带来基础设施的革命性升级

5G 网络作为新型基建的底层技术，有望带来整个信息基础设施的革命性升级。我们认为 5G 的网络和人工智能、云计算、物联网将会构成新的网络基础设施，用于收集和处理海量连接产生的庞大数据资源。

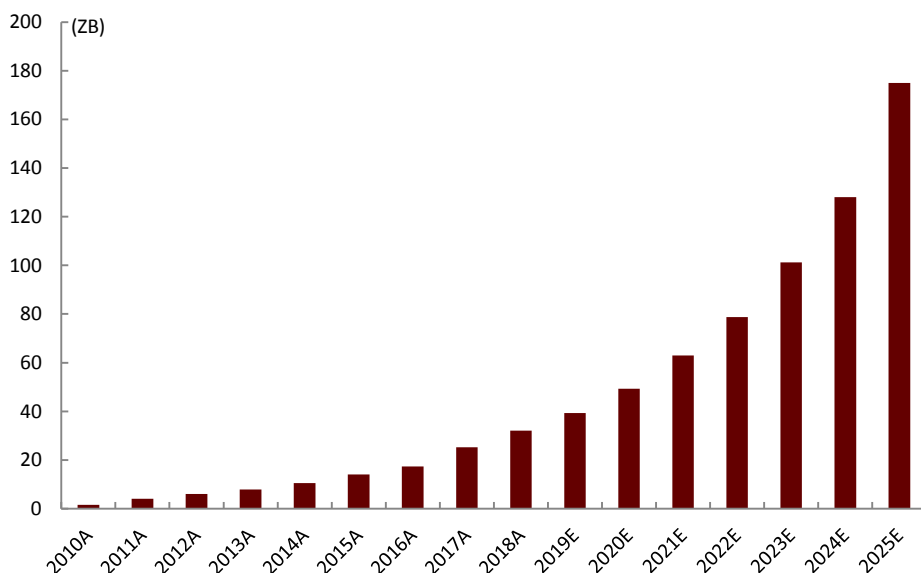
图表 1: 5G 新基建带来信息化加速升级



资料来源：中金公司研究部

在网络基础设施构建了强有力的平台之后，海量数据将在各个场景产生。通过强大的新无线网络，更多的环境数据、政府及企业的运营管理数据、个人及家庭活动数据将被发掘和输入，这为大数据的发展提供丰富的资源。

图表 2: 全球数据总量将保持快速增长



资料来源：IDC《Data Age 2020》，中金公司研究部

快速增长的数据量将对大数据的分析和应用带来从量变到质变的影响。大数据分析的成果将通过大规模的云服务应用对环境管理、政府和公司运作、个人生活领域，催生出更多的新社会运作模式。我们总结为十个主要的发展趋势。

## 5G 改变世界，未来 10 年的十大趋势

### 趋势一：教育娱乐化，娱乐教育化

教育和娱乐已经作为对立面的观点已经深入人心，我们认为主要的原因在于：

- ▶ **教育内容缺乏定制化。**教育内容通过教材的制定实现了高度的统一性，学习的过程通过学校传授也很难实现定制化，因此无法按照个人的兴趣进行调整，导致内容缺乏吸引力。
- ▶ **娱乐内容缺乏系统化。**娱乐本身也蕴含着教育内容，但是都是碎片化的，无法实现教育系统性的知识传递。

我们认为 5G 带来的改变首先是对密集劳动力的进一步解放，通过工业互联网和人工智能现在自动化作业的升级，更多的劳动力向内容创造和服务业转移。其次是大数据和云服务带来的内容高度定制化，解决了教育内容缺乏定制化和娱乐内容缺乏系统化的弊病。最后是新科技带来的内容获取方式变化，深度结合 AR、VR 带来教育娱乐的新体验。因此，我们判断，未来教育和娱乐的发展方向不是背道而驰，而是逐渐走向融合。

### 趋势二：高质量个性化服务全面普及

目前，定制化的私人服务广泛存在于金融、交运、餐饮等服务行业。我们认为从需求端而言，消费者对高质量的定制化服务需求旺盛；但是从供给端而言，高质量的定制服务成本较高，难以有大规模普及的经济基础。

5G 大规模的普及之后，因为数据的爆发式增长，对个体行为有了更加精确的刻画，从而降低了定制化服务的成本。随着物联网和人工智能的发展，普通劳动力和服务逐渐被技术所替代。消费从大规模标准化服务变为个性化或定制化精细服务，导致很多行业发生根本性转变，例如：医疗从治疗变成了健康干预、保险业根据大数据全面推广定制化服务、私人银行全面普及。

### 趋势三：人口老龄化不再是问题

人类的预期寿命受到医疗水平的影响。但是目前的医疗手段都是事后治疗，尚未实现事前干预。大规模事前干预的医疗手段需要大数据的支持，我们认为 5G 时代万物互联的数据基础可以提供更多的环境和个人数据支持。

- ▶ **个人可穿戴设备的普及。**通过记录用户更多的活动数据，构建医疗大数据的基础，帮助用户实现早发现、早预防、早治疗。
- ▶ **生活环境监测和管理水平提升。**通过广泛的物联网连接，实现生活环境的全面数字化，减少环境对人的健康影响。
- ▶ **医疗资源可以打破区域限制。**因为优质的医疗资源集中在大城市内，中小城市及农村的居民获取优质医疗资源难度较大。5G、VR/AR 技术不仅可以在医疗教育上实现优质资源的复制和扩散，也可以实现远程医疗、手术等降低医疗资源流动的成本。

所以，我们认为人类的健康管理水平会出现大幅提升，寿命会明显延长，按照现在意义上的年龄划分的大部分老龄人会变成中年人。同时，基于 5G 网络的 AI 或机器人可以替代大部分目前由人力进行的生产和服务，导致更多劳动力的解放。

### 趋势四：大规模标准化产品时代走向终结，商业模式创新更加重要



技术差距带来的产品和服务差异正在被逐步缩小，互联网的创新越来越聚焦于模式和服务的创新。我们认为 5G 技术的普及为企业的模式和服务创新提供了新的发展空间。

3G 和 4G 时代，硬件的优势可以明显地影响市场竞争。对于硬件设备的研发是产业链关注的焦点，但是 4G 时代后期，互联网公司的崛起不断削弱了硬件设备的话语权。互联网公司凭借庞大的用户群体不断整合和统一设备标准，提供标准化的服务体验。

我们认为 5G 时代，这种趋势会加剧。以高质量大规模服务为主阵地的公司将会更加深入地渗透到商业和生活中，加速消除技术差距造成的服务差距。同时，高质量的服务一定是定制化的，按照用户的实际需求设计服务内容。因此，我们认为未来的大公司，一定是通过商业模式创新大规模提供高质量服务的公司。

#### 趋势五：产业工人被取代

5G 网络会带来人工智能和工业自动化的全面升级，减少了生产活动对劳动密集型工人的需求，因此我们认为劳动力的结构将会发生明显的转变。

- ▶ 物联网的发展为自动化生产提供了数据和管理支持，对智慧农业、智能制造的发展影响举足轻重。
- ▶ 5G 网络帮助远程作业和制造自动化技术快速升级，使得大规模制造企业可以实现更加智能的制造过程，减少对生产线工作人员的需求。

因此我们认为，5G 网络的发展将加速产业智能化、自动化的发展，减少对传统劳动密集型劳动力的需求。

#### 趋势六：警察越来越少

警察是传统城市管理的一个明显特点，象征以人力为主的政府日常管理活动。我们认为 5G 时代的智慧城市，以及伴生的更加智能的城市管理生态系统，将减少城市管理的需求。管理职能将转变为计划职能。

以交通为例，交通警察的存在是为了管理交通状况，因为没有办法对路况、车辆、人员进行实时的监控和数据管理。车联网（V2X，X：车、路、行人、互联网信息等），即将车辆与互联网进行连接的技术手段，车辆采用自动驾驶技术，需要及时对大量信息进行处理，并和其他主体（包括其他车辆、路况、人和互联网）进行实时的信息交换。因此，即使不存在交警，也可以对城市的交通状况进行实时管理。

我们认为由于 5G 网络的发展，智慧城市会快速发展，环境管理、交通管理、社会管理将全面升级。社会的犯罪率和意外伤害事故率大幅降低，公共服务更加智能便利。这会导致政府的“轻资产”转型，政府从日常繁重的管理职能中解放出来，聚焦在政策的制定和执行。

#### 趋势七：预测和预防自然灾害成为可能

目前对于自然灾害的预测和预防仍然道阻且艰，很多自然灾害仍然带来巨大的人身和财产损失。对自然灾害预测能力的提升取决于我们对自然的了解程度，但是受制于数据量的局限，我们对自然的了解程度很难深入。

在 5G 时代，大规模的物联网技术解决了数据的获取问题，我们获取的自然环境数据将大大增加，在气象水文、地质生态等领域的研究都会在大数据的帮助下找到新的突破口。因此我们认为人类对环境的监测和管理能力都会得到明显的提升。极端自然灾害造成的损失将得到控制。



#### 趋势八：政府成为数据服务的最大采购方

由于 AI、自动化、信息化的推动，政府的具体管理和服 务职责有一定的减轻。政府工作的核心变为政策的制定和执行。

- ▶ 政府规模变小。因为政府在具体的社会管理方面负担变轻，因此政府会和农业、工业一样，减少人力密集型的基础劳动力，而是以数据的分析和政策的制定为主。
- ▶ 政府信息化和智能化。更多的政府职能开始借助 5G 网络实现云化，实现数据的收集、分析和处理，通过大数据分析实现更有效的政策制定和执行。

我们认为数据的采集、处理、统计和分析将会由第三方的专业公司承担，因为目前三方公司可以通过庞大的用户基数和现有的用户服务降低获取信息的边际成本。而政府只需要从专业公司购买数据产品，做出相应的政策制定即可。

#### 趋势九：网络出现去中心化

目前的互联网是以人为节点构建的，网络之间的联系以人际关系作为纽带。在这种架构下，我们的网络呈现“中心化”的结构。关键的用户、用户聚集的公司成为超级节点。互联网中的超级节点具有巨大的经济价值，因为互联网的流量都会经过节点，掌握节点就抓住了用户。

5G 时代的物联网将会打破目前构建的互联网架构，因为物与物之间的沟通不会像人与人交流那样存在超级节点。随着物联网产生的数据量爆发式增长，我们的网络将会变得更加地扁平化和个性化。

中心化的网络架构容易提供集约化的标准服务，而扁平化的网络数据有了更多交汇和碰撞的机会，为定制化的服务提供了空间。因此，我们认为未来网络会出现去中心化，这会 给以中心化平台的流量红利为主要竞争力的公司带来增长压力。

#### 趋势十：“中关村”取代“硅谷”成为全球创新中心

5G 网络是一个万物互联的网络，网络红利的关键影响因素是网络的规模，即背后的使用人口、物联网的连接数量以及产生的流量总量。有了数据基础，产品和服务的创新才有了可持续的推动力。

我们认为以“中关村”模式为代表的公司，凭借着巨大的网络规模，在商业模式上的创新会引领未来全球经济的发展潮流。以“硅谷”为代表的科技创新，是 3G/4G 时期以硬件制造和软件互联网服务为代表的全球创新中心，而以“中关村”为代表的创新，将会以数据为基础，通过商业模式创新提供高质量大规模的定制化服务，引领创新潮流。

科研和创新机构及人才希望能够置身于全球最大的 5G 网络进行科研和创新。最大的 5G 网络意味着最多的人口、物联网连接数和模式创新，将引发新的创业潮。

### **5G 时代龙头公司的潜质**

#### 大规模高质量的定制服务

我们认为 5G 时代的龙头公司需要具备提供大规模、高质量、定制化的服务的能力，这是 5G 时代不可或缺的三个要素。

- ▶ **大规模：**随着 5G 网络的推广，现实世界和虚拟世界的交融将会更加紧密。网络进一步地拓宽了企业产品和服务的边界，也拓宽了企业的管理和经营边界，因此我们认

为企业的规模有望进一步地扩张。那么在 5G 时代领先的企业需要具备体量上的优势。

- ▶ **高质量：**凭借着 5G 的基础设施，AI 和大数据有了更好的施展空间。因此我们认为人类的数据积累将会发生质变，公司将有更多数据和技术支持去提高服务质量，只有提高服务质量才能从激烈的市场竞争中存活。
- ▶ **定制化：**物联网的快速渗透也带来了新的数据来源，丰富的数据积累为个性化服务提供更多的数据支持，实现更好的消费体验。

#### 服务创新型企业

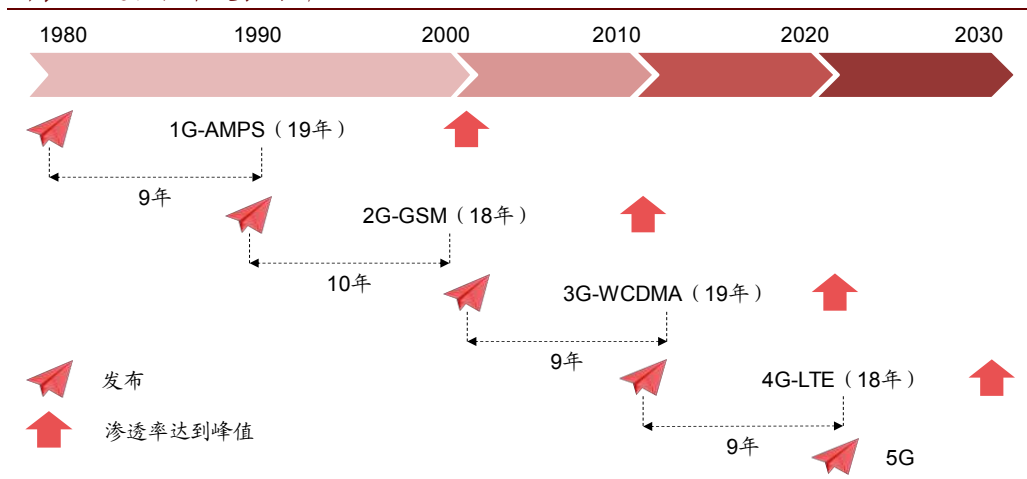
在现实世界和虚拟世界加速碰撞融合的阶段，以新思路、新解决方案全面改善行业服务的公司，如教育和游戏的融合公司、健康管理公司等；或是以自动化替代人力劳动的公司，通过 AI、大数据的手段实现作业流程的自动化，如智能驾驶、智能制造。

服务创新型企业需要提供具有行业普适性的解决方案。因为 3G、4G 时代互联网公司就已经打破了行业之间的界限，5G 时代行业之间的融合会加速推进，因此服务创新型公司只有通过扩张服务规模才能领先。

### 速度是网络进化的核心

通信技术是构建网络的底层技术，也是决定信息传输效率的决定性因素。通信技术的快速发展造就了今天随时随地互联互通的移动通讯，也成就了当下繁荣的互联网经济。通信技术的发展一般以 10 年为周期，即通信技术约每 10 年出现一次迭代更新；但由于世界各国社会经济的发展存在差异，网络的建设速度也不尽相同，所以技术的发布到网络渗透率达到顶峰需要近 20 年的时间。

图表 3：通信技术发展时钟



资料来源：GSMA Intelligence，中金公司研究部

**信息传递的效率是网络的生命线。**通信技术从 2G 到 4G 进化是一场关于传输速度的革命，网络的传输速率从 2G 时代的约 10Kbps 飞升到目前 4G 网络的约 100Mbps，在 20 年内增长了超过 1 万倍，并预计在随后的 5G 时代再提升 100 倍。

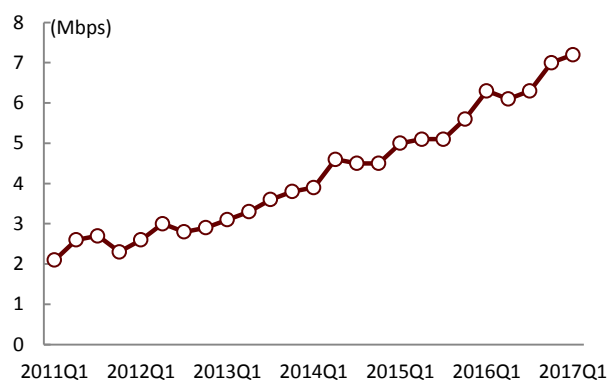
图表 4：不同通信技术对比

| 技术标准  | 推出时间 | 标准名称     | 上行速率     | 下行速率             | 典型服务        |
|-------|------|----------|----------|------------------|-------------|
| 2G    | 1991 | GSM      | 2.7Kbps  | 9.6Kbps-14.4Kbps | 语音通话        |
|       |      | CDMA     |          |                  |             |
|       |      | D-AMPS   |          |                  |             |
| 2.5G  |      | GPRS     |          | 171.2Kbps        | 短信、WAP      |
| 2.75G |      | EDGE     |          | 384Kbps          |             |
| 3G    | 2001 | CDMA2000 | 1.8Mbps  | 3.1Mbps          | 彩信、微博、贴吧论坛  |
|       |      | WCDMA    | 5.76Mbps | 7.2Mbps          |             |
|       |      | TD-SCDMA | 384Kbps  | 2.8Mbps          |             |
| 4G    | 2009 | TDD-LTE  | 50Mbps   | 100Mbps          | 移动互联网、直播短视频 |
|       |      | FDD-LTE  | 50Mbps   | 100Mbps          |             |

资料来源：维基百科，中金公司研究部

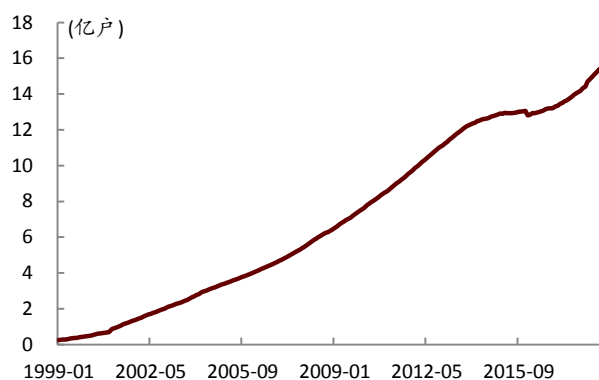
**速率的提升快速地拓宽了移动网络服务的边界。**2G 时代，移动网络的功能基本仅限于语音和文字的传输，因此即时通讯是主要服务，运营商掌握了从网络到内容的各个环节。**3G 时代**，移动互联网的概念出现，由于网络和视频的传输成为可能，移动互联网从黑白进入彩色，吸引力迅速增强，社交网络和论坛快速兴起。**4G 时代**，移动互联网的概念终于得以实现，主要的原因是网络的速率和时延明显改善，而且由于资费的大幅降低使得移动互联网普及率明显提升。

图表 5：全球互联网连接的平均速率快速提升



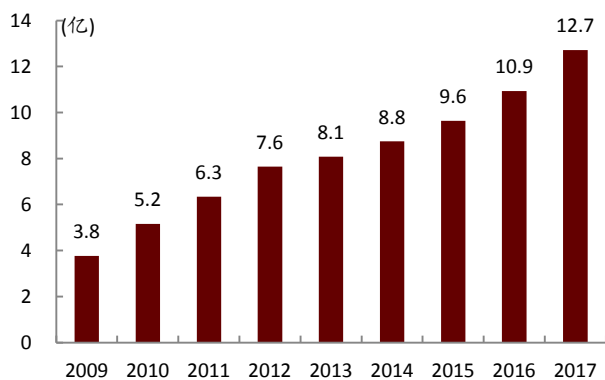
资料来源：Statista，中金公司研究部

图表 6：中国移动用户快速增长



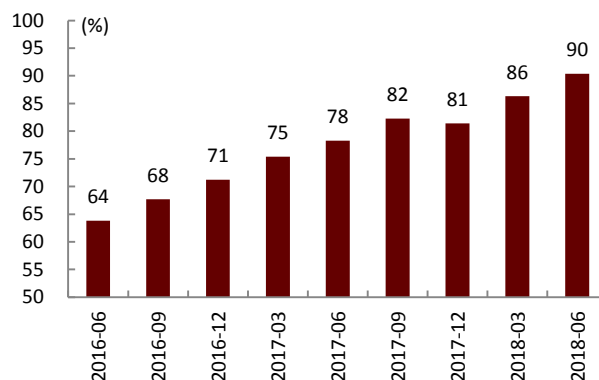
资料来源：工信部，万得资讯，中金公司研究部

图表 7：中国移动互联网用户规模



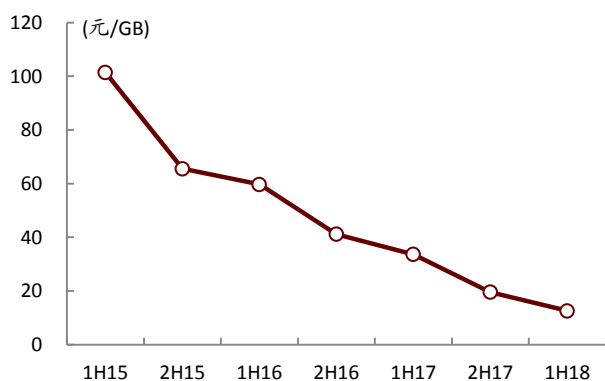
资料来源：工信部，万得资讯，中金公司研究部

图表 8：中国移动宽带（3G/4G）普及率



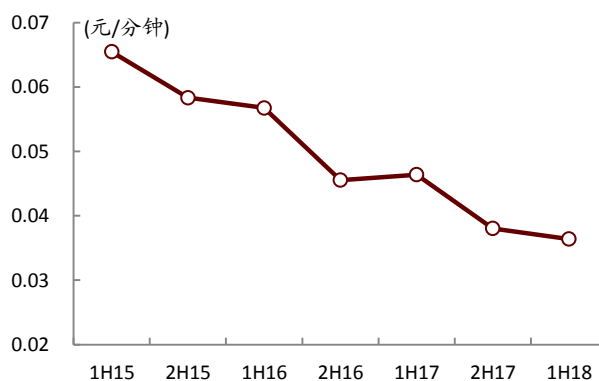
资料来源：工信部，万得资讯，中金公司研究部

图表 9：移动业务的数据流量单价大幅下滑



资料来源：三大运营商年报，万得资讯，中金公司研究部

图表 10：移动业务的语音服务单价仍持续降低



资料来源：三大运营商年报，万得资讯，中金公司研究部

从 3G 到 4G 时代，全球的网络平均连接速度提升了 3.5 倍。中国的网速提升更为瞩目，受到提速降费政策的驱动，网络的普及率、速率都出现了明显的提升。截止 2018 年 11 月，中国的网速在世界上主要的人口大国中处于前列。

- 移动用户在过去的 20 年增长超过 60 倍，移动普及率达到了 112.2（2018 年 11 月）。移动服务的普及为移动互联网的发展打下坚实基础。

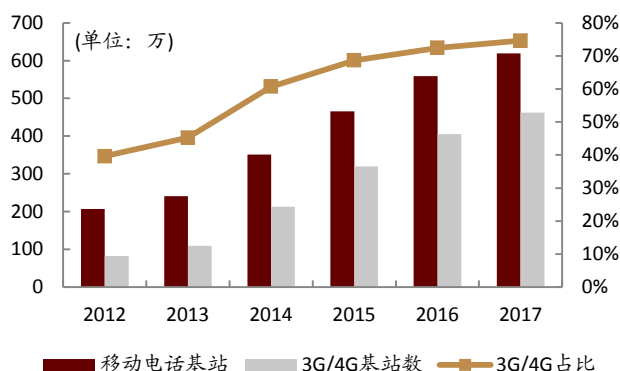
- 移动互联网用户在过去 10 年增长了 3 倍，移动宽带的普及率达到 90%。移动宽带的迅速普及为互联网的创新服务提供了发展空间。
- 流量单价快速下滑，现在的价格仅约 3 年前价格的十分之一；语音服务价格持续下滑。这影响了用户网络接入的方式和移动服务使用的频率。

图表 11：世界主要人口大国的网速比较，（2017 年 12 月至 2018 年 11 月）

| 国家    | 移动网络<br>平均下载速率 (Mbps) | 网速提升比例 | 宽带网络<br>平均下载速率 (Mbps) | 网速提升比例 |
|-------|-----------------------|--------|-----------------------|--------|
| 中国    | 30.96                 | -5.8%  | 76.03                 | 42.5%  |
| 印度    | 9.11                  | 15.2%  | 23.00                 | 50.4%  |
| 美国    | 28.50                 | 22.3%  | 92.77                 | 37.3%  |
| 印度尼西亚 | 10.39                 | 5.3%   | 14.89                 | 18.3%  |
| 巴西    | 18.65                 | 29.3%  | 22.95                 | 39.4%  |

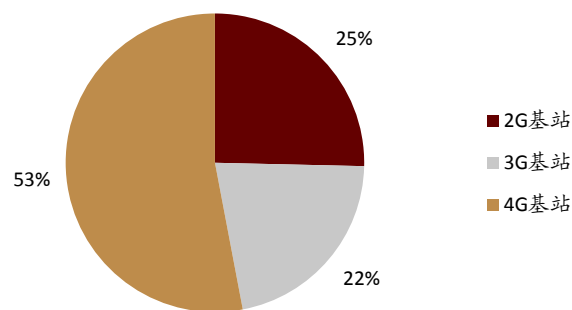
资料来源：Speedtest Data，中金公司研究部

图表 12：中国移动电话基站数量



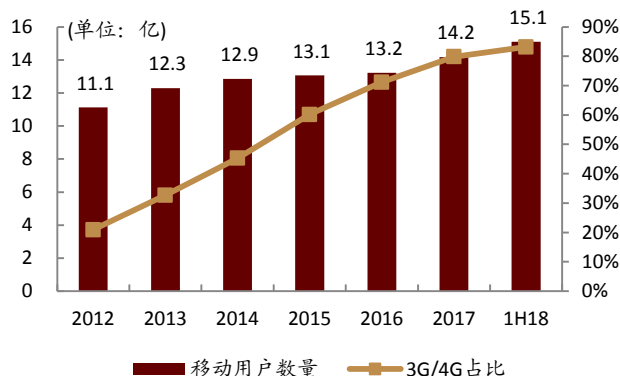
资料来源：工信部，中金公司研究部

图表 13：移动基站按照网络技术划分（2017 年）



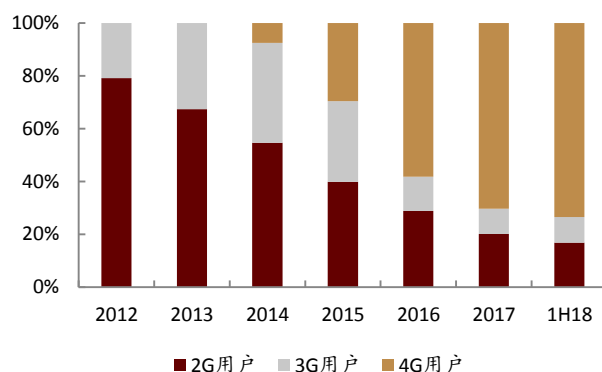
资料来源：工信部，中金公司研究部

图表 14：中国移动用户数量



资料来源：工信部，万得资讯，中金公司研究部

图表 15：移动用户按照网络制式划分

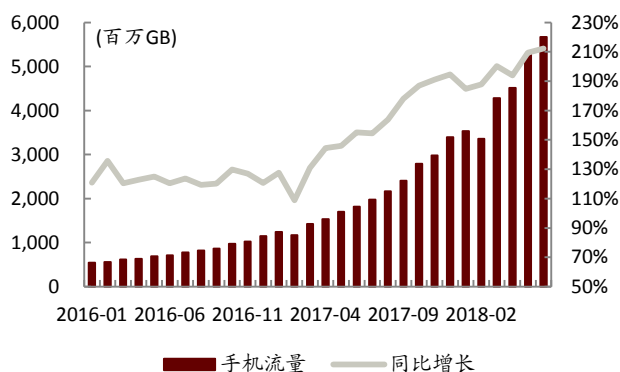


资料来源：工信部，万得资讯，中金公司研究部

用户流量迅速攀升，移动互联网繁荣的直观体现。网络基础设施的持续扩张，导致移动网络质量快速改善，更快的网速赋予互联网服务更多创新空间；同时资费的大幅下滑改变了用户接入互联网的方式，移动互联网的使用频率和时长都出现了明显提升。

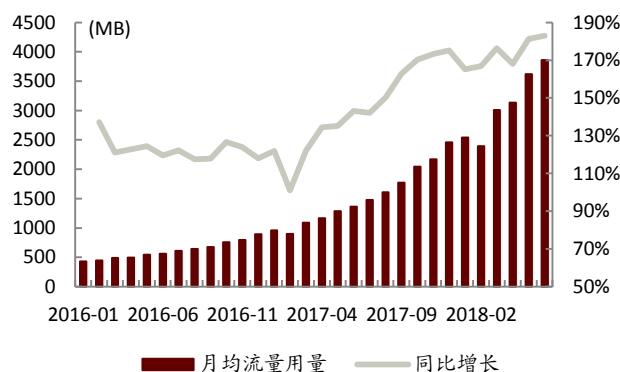
最直接的体现是网络流量的快速增长，用户月均数据流量（DOU）出现了跨越式发展，2016 年 1 月用户 DOU 仅不足 0.5 GB，2018 年 11 月已经达到 5.8 GB，不到两年的时间内增长了 10 倍以上。DOU 爆炸式增长的背后是移动支付、直播短视频、电子商务等产业的欣欣向荣。

图表 16: 手机流量情况



资料来源：工信部，万得资讯，中金公司研究部

图表 17: 用户月均流量情况



资料来源：工信部，万得资讯，中金公司研究部

### 移动互联网构建以人为中心的数字世界

时至今日，移动互联网搭建了一个以人为节点的中心化网络，通过数字化人类的日常和商业活动实现商业模式创新。主要特点为：

- ▶ **人是移动网络的主要服务对象**，数据的采集、分析、传播和交换都是以人为核心节点进行，网络的主要功能是满足节点间的交互。
- ▶ **网络服务是人类活动的数字化**，移动互联网主要的商业模式包括社交网络、电子商务、移动支付等，这些是传统社交、商业、金融等活动的数字化映射。
- ▶ **网络呈现出高度中心化**，因为目前网络从用户到服务都存在着显著的正外部性效应，一个通过提供大规模标准化服务的平台可以获得大量的用户流量，然后凭借正外部性效应不断的自我加强。

**互联网的快速发展重构了社会的经济力量**，以工业制造和食品零售为代表的传统公司正在不断地让位于电子设备和互联网软件公司。以世界前十大市值为公司为例，2000 年以后互联网公司快速崛起，占据榜单的大部分席位。

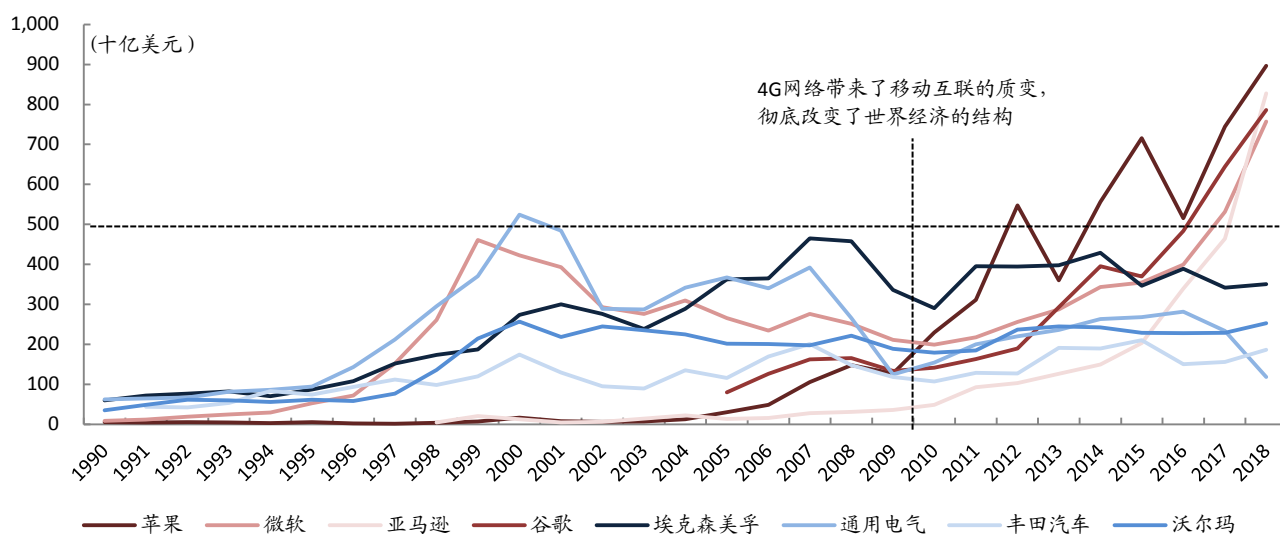
图表 18: 世界前十大市值公司

|      | 1            | 2            | 3                  | 4             | 5               | 6            | 7            | 8             | 9              | 10           |
|------|--------------|--------------|--------------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|---------------|----------------|--------------|
| 2018 | 苹果<br>消费电子   | 亚马逊<br>互联网   | 谷歌<br>互联网          | 微软<br>软件      | Facebook<br>互联网 | 腾讯<br>互联网    | 阿里巴巴<br>互联网  | 伯克希尔哈撒韦<br>金融 | JPMorgan<br>金融 | 埃克森美孚<br>能源  |
| 2015 | 苹果<br>消费电子   | 微软<br>软件     | 埃克森美孚<br>能源        | 谷歌<br>互联网     | 伯克希尔哈撒韦<br>金融   | 中国石油<br>能源   | 中国工商银行<br>金融 | 美国富国银行<br>金融  | 强生<br>医药       | 通用电气<br>综合企业 |
| 2013 | 埃克森美孚<br>能源  | 苹果<br>消费电子   | 微软<br>软件           | 伯克希尔哈撒韦<br>金融 | 沃尔玛<br>零售       | 强生<br>医药     | 通用电气<br>综合企业 | 谷歌<br>互联网     | 雪佛龙<br>能源      | 中国工商银行<br>金融 |
| 2011 | 埃克森美孚<br>能源  | 苹果<br>消费电子   | 中国石油<br>能源         | 中国工商银行<br>金融  | 必和必拓<br>能源      | 荷兰皇家壳牌<br>能源 | 微软<br>软件     | 雀巢<br>食品饮料    | 巴西国家石油<br>能源   | IBM<br>计算机硬件 |
| 2009 | 中国石油<br>能源   | 埃克森美孚<br>能源  | 中国工商银行<br>金融       | 微软<br>软件      | 中国移动<br>电信服务    | 沃尔玛<br>零售    | 中国建设银行<br>金融 | 巴西国家石油<br>能源  | 强生<br>医药       | 荷兰皇家壳牌<br>能源 |
| 2007 | 埃克森美孚<br>能源  | 通用电气<br>综合企业 | 微软<br>软件           | 荷兰皇家壳牌<br>能源  | AT&T<br>电信服务    | 花旗银行<br>金融   | 俄罗斯天然气<br>能源 | 英国石油公司<br>能源  | 丰田汽车<br>汽车制造   | 美洲银行<br>金融   |
| 2005 | 通用电气<br>综合企业 | 埃克森美孚<br>能源  | 微软<br>软件           | 花旗银行<br>金融    | 沃尔玛<br>零售       | 英国石油公司<br>能源 | 辉瑞制药<br>医药   | 美洲银行<br>金融    | 强生<br>医药       | 汇丰银行<br>金融   |
| 2003 | 通用电气<br>综合企业 | 微软<br>软件     | 埃克森美孚<br>能源        | 辉瑞制药<br>医药    | 花旗银行<br>金融      | 沃尔玛<br>零售    | AIG<br>金融    | 英特尔<br>计算机硬件  | 英国石油公司<br>能源   | 汇丰银行<br>金融   |
| 2001 | 通用电气<br>综合企业 | 微软<br>软件     | 埃克森美孚<br>能源        | 沃尔玛<br>零售     | 花旗银行<br>金融      | 辉瑞制药<br>医药   | 英特尔<br>计算机硬件 | 英国石油公司<br>能源  | 强生<br>医药       | 荷兰皇家壳牌<br>能源 |
| 1999 | 微软<br>软件     | 通用电气<br>综合企业 | NTT DoCoMo<br>电信服务 | 思科<br>网络硬件    | 沃尔玛<br>零售       | 英特尔<br>计算机硬件 | 日本电信<br>电信服务 | 埃克森美孚<br>能源   | 朗讯科技<br>通信设备   | 德国电信<br>电信服务 |
| 1997 | 通用电气<br>综合企业 | 荷兰皇家壳牌<br>能源 | 微软<br>软件           | 埃克森美孚<br>能源   | 可口可乐<br>食品饮料    | 英特尔<br>计算机硬件 | 日本电信<br>电信服务 | 默克<br>医药      | 丰田汽车<br>汽车制造   | 诺华<br>医药     |

资料来源：金融时报，Wikipedia，中金公司研究部



图表 19: 4G 网络的出现，互联网公司的市值出现了跨越式增长，打破了传统公司面临的天花板



资料来源：Factset，中金公司研究部

4G 时代，移动互联网的发展迎来了从量变到质变结果。移动互联网公司的市值出现了跨越式的发展，快速拓宽了公司的服务半径和业务限制，使得公司可以在全球范围内提供大规模、标准化产品。主要表征如下：

- **公司的服务边界进一步扩展。**传统公司仅是服务于某一场景或者某一行业，所以受到行业天花板的制约。互联网公司渗透入各个行业，成为生态系统。
- **公司的服务对象进一步扩大。**传统公司即使作为跨国公司，服务的人群也还是有限的。互联网公司为用户提供服务，使传统公司很难望其项背。
- **公司的边际成本走低，发展潜力巨大。**传统公司向上倾斜的边际成本会限制公司的扩张。然而互联网公司面临递减的边际成本，目前的商业模式还没有触及到网络正外部性的边界，因此即使互联网公司成为庞然大物，仍然充满扩张可能性。

最终结果，在我们以人为中心、人际关系为联系的网络中，用户聚集的超级网络核心成为时代的霸主，提供大规模、标准化、高质量服务的公司脱颖而出。

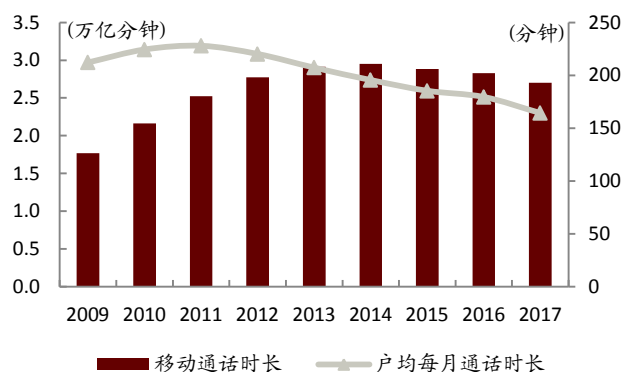
### 通信技术赋能数字化生活

#### 社交网络，虽天涯亦咫尺

**重建人际关系是通信技术解决的核心问题**，即打破距离对人际交往的限制性，主要解决两方面问题：沟通的及时性，交往的多样性。

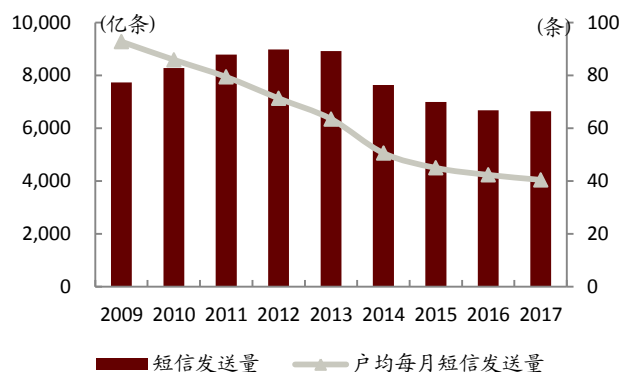
- **沟通的及时性。**2G 网络的出现解决了距离对即时通讯造成的不便，使得随时随地的沟通成为现实；同时短信的出现，丰富了即时沟通的方式。
- **交往的多样性。**3G/4G 网络将移动互联带入生活，社交网络成为颠覆传统社交的跨时代革新：1) 社交打破了传统的熟人圈子模式，交友网络可以凭借人际关系的脉络在全球范围内蔓延；2) 社交更加追求个性化和自由，通过网络的丰富展示和匿名属性，志趣相投的人有了更多沟通的平台；3) 社交活动的商业价值出现明显提升，不仅包括以拼多多为代表的社交电商，也包括网络中出现 KOL 所代表的流量价值。

图表 20: 中国语音通话服务



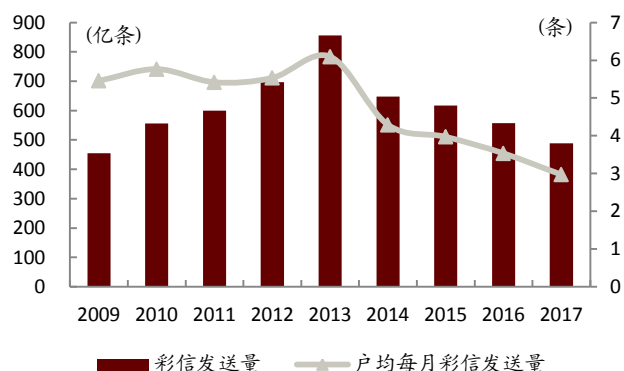
资料来源：工信部，中金公司研究部

图表 21: 中国短信发送服务



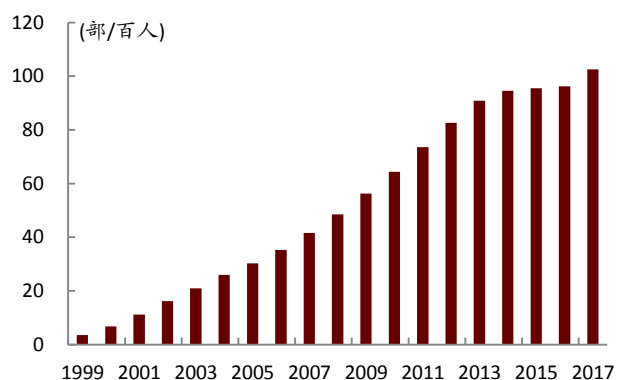
资料来源：工信部，中金公司研究部

图表 22: 中国彩信发送服务



资料来源：工信部，万得资讯，中金公司研究部

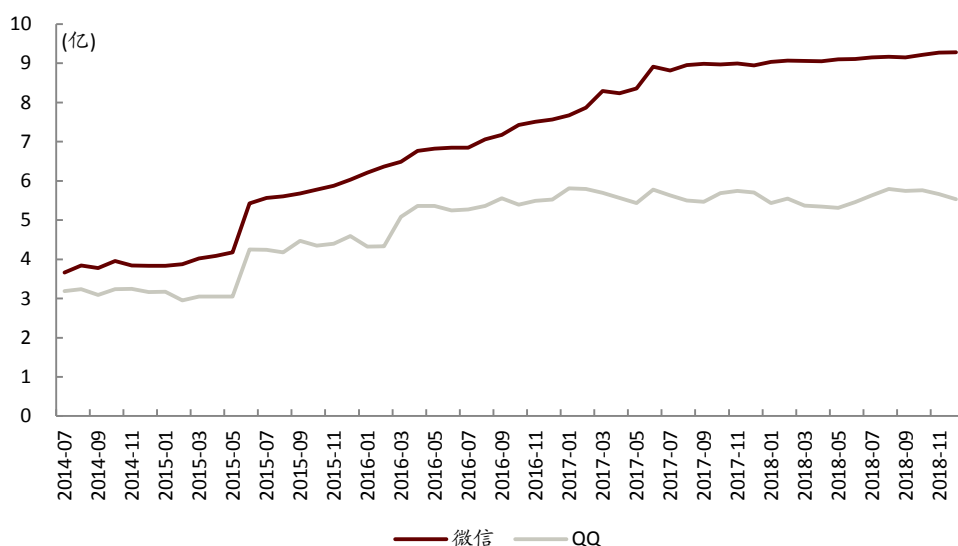
图表 23: 移动电话普及率



资料来源：工信部，万得资讯，中金公司研究部

语音、短信和彩信服务依然是运营商提供的最主要的沟通方式，尽管目前提供即时通服务的互联网公司层出不穷，基本通讯功能仍然在这个范畴之内。

图表 24: 微信和 QQ 的月度活跃用户



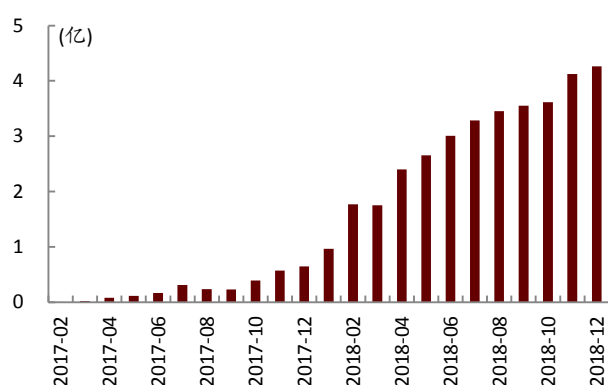
资料来源：万得资讯，中金公司研究部

微信和 QQ 两个即时通讯 APP 的月活，已经从 5 亿向 10 亿迈进。作为用户规模庞大的超级 APP，它们已经担任了日常通讯的需求，微信和 QQ 的快速发展也使得日常通讯进一步互联网化，借助互联网丰富的图文、视频功能实现更加丰富深入的交流。

因此，随着网络技术的迅速发展，新的服务业态被创造出来，互联网平台为人际交往提供了沟通、展示、学习、兴趣等多种用途的平台。抖音的横空出世将社交网络带入新的阶段，主要表现为：

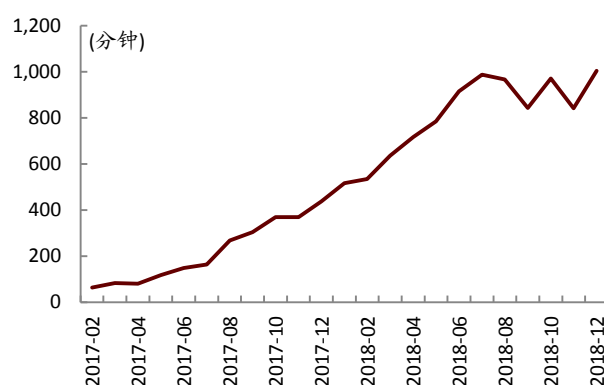
- ▶ 网络支持大流量的传输，网络的覆盖、速率以及接入成本使得视频传输得以普及。
- ▶ 视频的娱乐性和丰富性，比传统的图文为主的社交网络更具有用户粘性。
- ▶ 充分利用中心化互联网特征，凭借今日头条的流量、有号召力的 KOL 实现扩张。

图表 25: 抖音的月活人数



资料来源: QuestMobile, 中金公司研究部

图表 26: 抖音平均用户每月使用时长

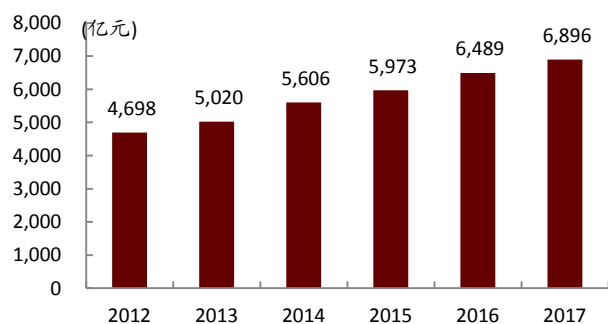


资料来源: QuestMobile, 中金公司研究部

### 互联网时代的信息传播

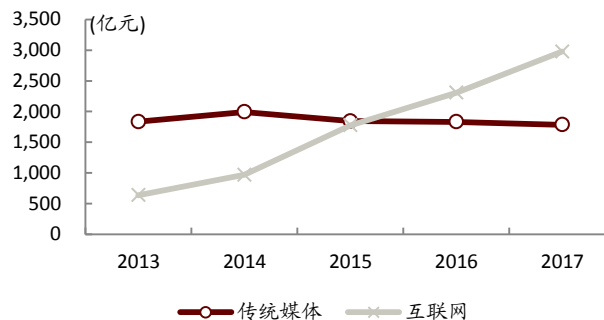
通讯技术的发展改变了人类获取和交换信息的方式。社交网络平台削弱了传统媒体对传播渠道的垄断权，带来人人自媒体的时代；由于媒体渠道的下沉，新闻的视角变得多样化，对事件的观点也变得多样化；信息的爆炸导致信息推送和智能筛选应用广泛，每个人都生活在定制化的新闻世界中。以广告为例，因为广告是对流量和曝光度最敏感的行业。广告媒体从报刊杂志、广播电视逐渐地转向电脑和手机为载体的互联网平台。

图表 27: 中国广告业年营业额



资料来源: 中国产业信息, 中金公司研究部

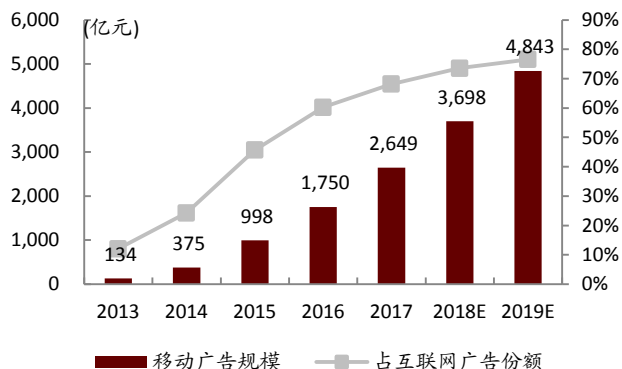
图表 28: 传统媒体和互联网走势



资料来源: 中国产业信息, 中金公司研究部

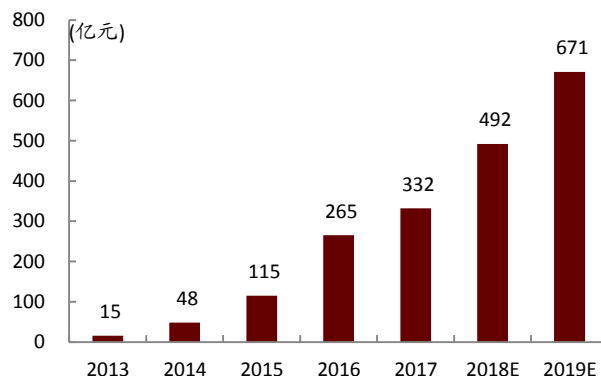
广告媒体平台的转变反映出人群和流量的转移。线下向线上的转移是一个长期的过程，伴随着网民基数的扩张和网络的更新迭代。互联网广告的规模也发生了显著的扩张，而其中，移动广告的增长最为引人注目。移动广告市场 2014 年开始增长加速，因为 4G 网络的普及，移动网络的使用频次得到了迅速的提升，成为网络流量的主要入口。

图表 29: 移动广告市场规模



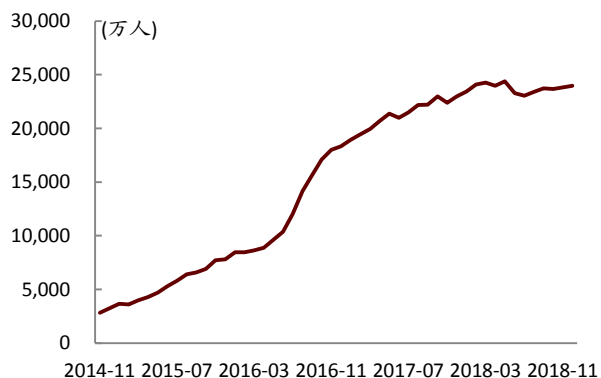
资料来源：中国产业信息，中金公司研究部

图表 30: 程序化购买展示广告市场



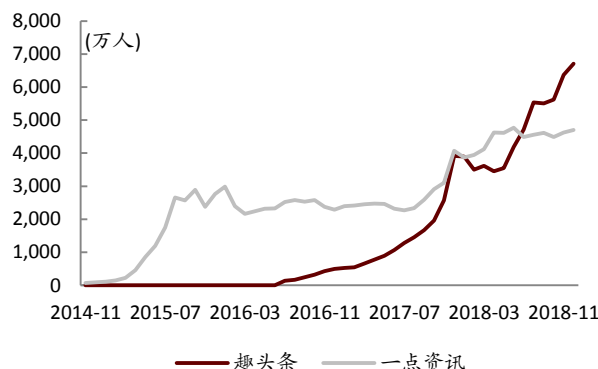
资料来源：中国产业信息，中金公司研究部

图表 31: 今日头条月度活跃用户增长



资料来源：QuestMobile，中金公司研究部

图表 32: 趣头条和一点资讯月度活跃用户增长



资料来源：QuestMobile，中金公司研究部

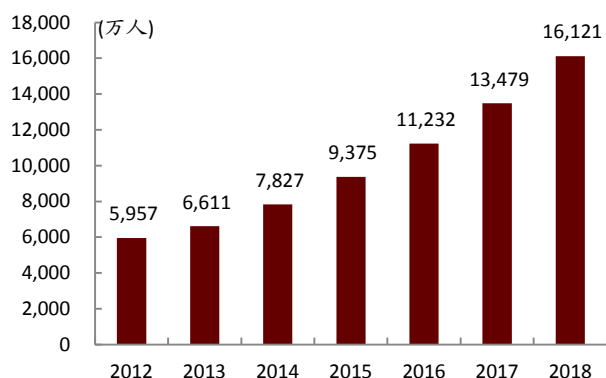
以今日头条为代表的公司从移动互联网的发展中收获巨大。通过 4G 网络接入的用户，在信息的获取层面变得更加的多元化：1) 碎片化时间利用效率提高，用户使用时长增加；2) 网络性能提升使得用户可以接收图文、视频等多媒体内容。

### 互联网时代的教育无边界

在线教育行业受惠于互联网的快速发展，用户规模和市场规模均出现了快速的上涨。与传统教育相比，在线教育更易满足用户对优质资源的需求，以及对个性化学习的追求。教育行业的核心竞争力就是教育内容，互联网为内容的传播途径带来了深刻改变。

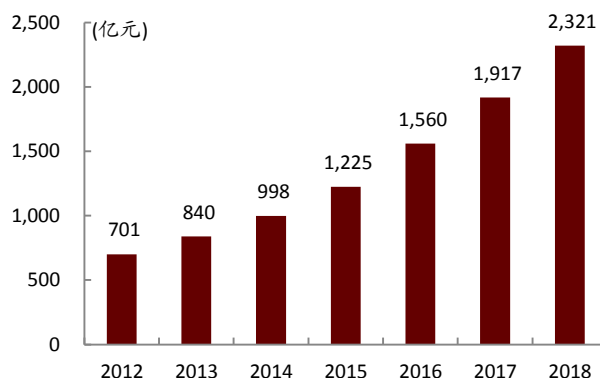
- 优质教育资源的传播突破了地理藩篱。**教育资源具有很强的地域限制，以教师授课为主要模式的传统教育尤甚。以网校、慕课为代表的互联网平台实现了优质资源的广泛传播，如一流大学的公开课程。
- 移动互联网带来在线教育的升级。**移动教育较传统在线教育而言，进一步放宽了对学习场所的限制，随时随地的学习成为可能。以工具类、培训类为代表的移动教育产品快速积累大量用户。根据中国互联网络信息中心报告，移动在线教育已经成为在线教育最大子版块，活跃用户渗透率达到 80% 以上。

图表 33: 中国在线教育用户规模



资料来源: QuestMobile, 中金公司研究部

图表 34: 中国在线教育市场规模

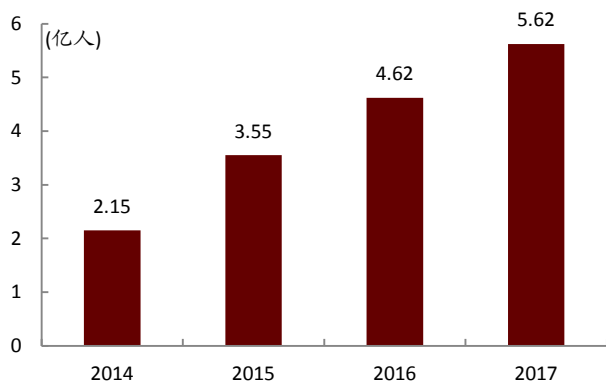


资料来源: QuestMobile, 中金公司研究部

### 互联网时代的衣食住行

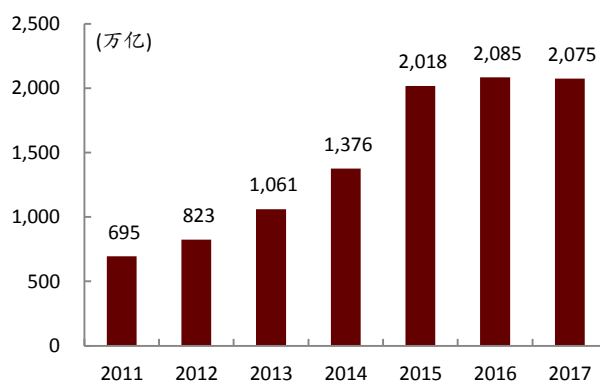
移动互联网的快速普及, 也为衣食住行和电商的深度融合创造了契机。移动互联网解决了信息传播、交易支付、人际沟通等底层的问题, 带来了商业模式的剧变。

图表 35: 移动支付用户规模



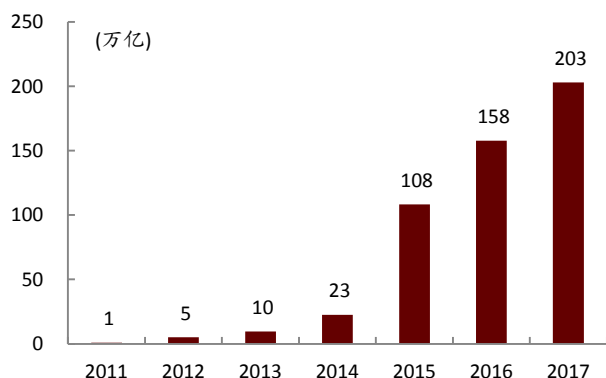
资料来源: 艾媒咨询, 中金公司研究部

图表 36: 中国网上支付交易规模



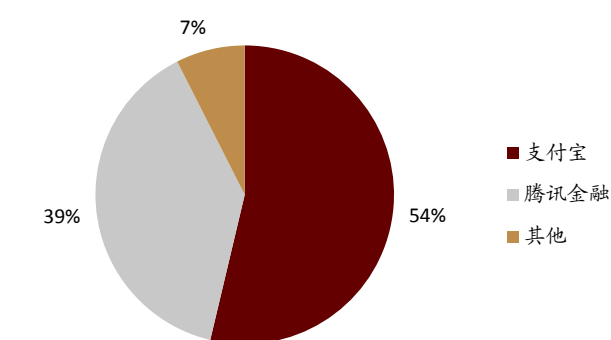
资料来源: 中国支付清算协会, 艾媒咨询, 中金公司研究部

图表 37: 移动支付在 4G 时代的增长更为瞩目



资料来源: 中国支付清算协会, 艾媒咨询, 中金公司研究部

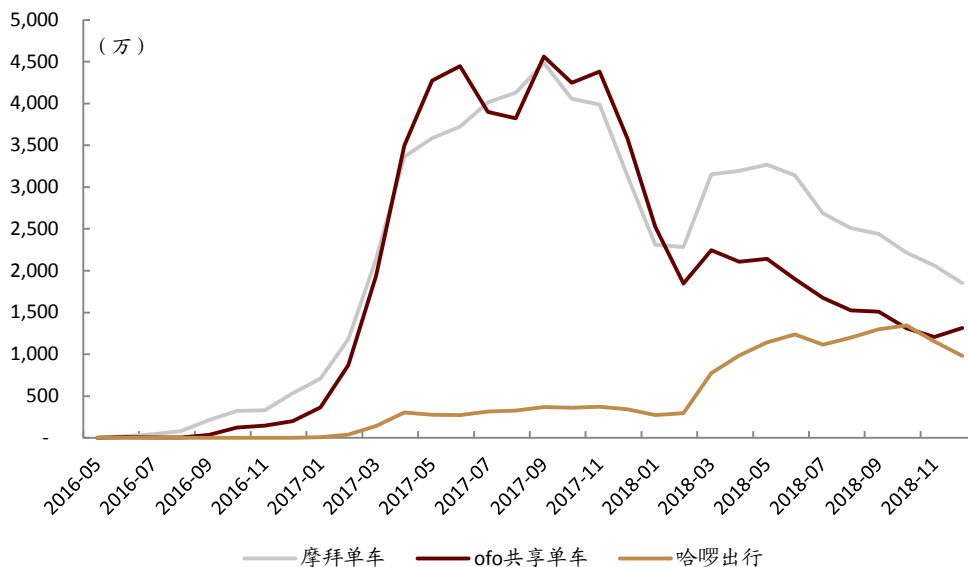
图表 38: 3Q18 中国第三方支付市场交易份额



资料来源: 易观, 中金公司研究部

有了移动互联网和移动支付作为底层支持，移动出行蓬勃发展。网约车和共享单车两种互联网出行模式迅速普及。以共享单车为例，凭借着移动网络（物联网）、移动支付等技术的推动，在短短不到一年时间内，用户呈现爆炸式增长，彻底改变了短途交通的生态。

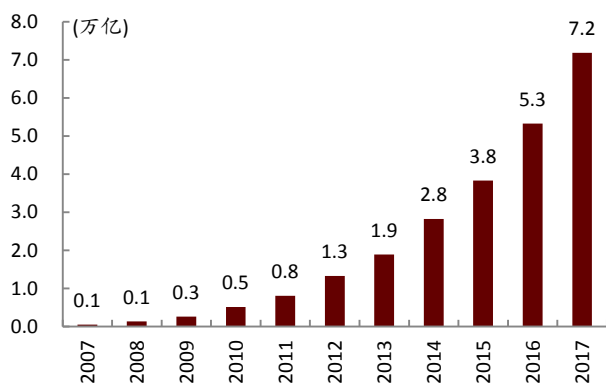
图表 39：共享单车活跃用户在 2017 年初出现了急剧提升



资料来源：万得资讯，中金公司研究部

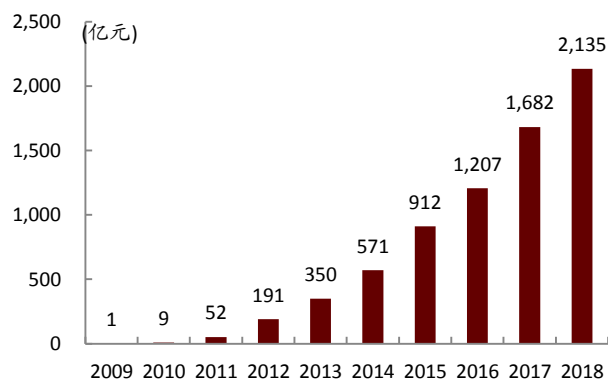
电商的崛起是另一个伴生于社会信息化的产物。商品的交换和流通信息开始通过网络传播，而移动互联网的发展解放了电商发展的空间限制，赋能了随时随地的购物体验。同时丰富了电商的内涵，以 O2O、新零售等为代表的新电商快速发展。

图表 40：网络购物市场规模



资料来源：中国电子商务研究中心，万得资讯，中金公司研究部

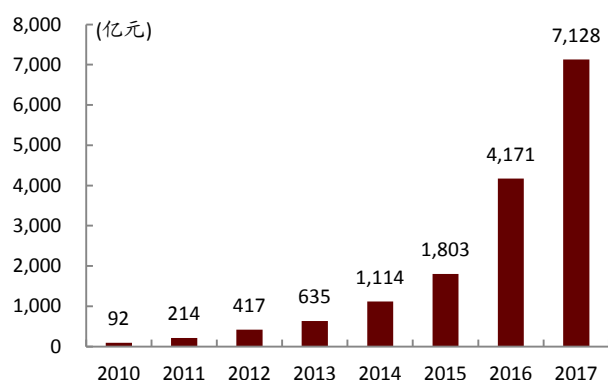
图表 41：“双十一”支付宝总交易额



资料来源：万得资讯，中金公司研究部

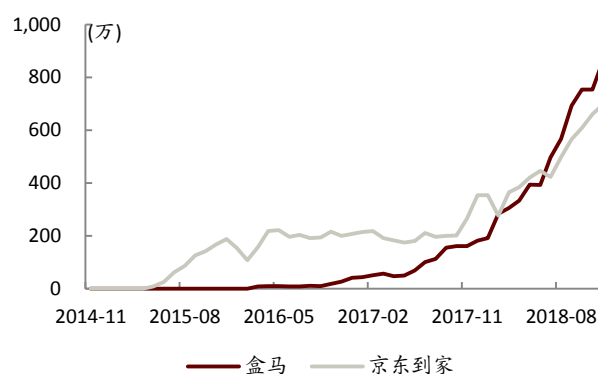


图表 42: 餐饮 O2O 市场规模



资料来源：万得资讯，中金公司研究部

图表 43: 新零售代表应用月活人数迅速提升



资料来源：QuestMobile，中金公司研究部

### 通信技术带来社会管理效率提升

通信技术在网络的传输覆盖和接入方式上带来的巨大变革的同时也带来社会管理效率的明显提升，生活环境和商业环境的智能化程度迅速提升。

**首先是信息传播效率的明显提升。**新闻的发掘和传播渠道从纸媒转向网络，而且网络渠道也不断迭代升级，从门户网站向社交网站和自媒体等移动媒体转移，我们认为这背后主要有两个推力：

- ▶ 移动媒体提高了信息传递的效率。信息传递的效率主要是时效性（新闻事件从发生和发布的间隔缩短至分钟级）、真实性（多渠道、多角度的新闻播报提供交叉验证的可能性）和丰富性（新闻的发布渠道下沉使得更多事件有了发布和传播的机会）。
- ▶ 移动媒体降低了获取信息的门槛。信息的传播渠道的转变降低了获取信息的成本，人们不需要再去特定的媒体（如报刊杂志、广播电台）上获取信息，移动媒体提供了广泛的人群覆盖和低成本的传播方式。

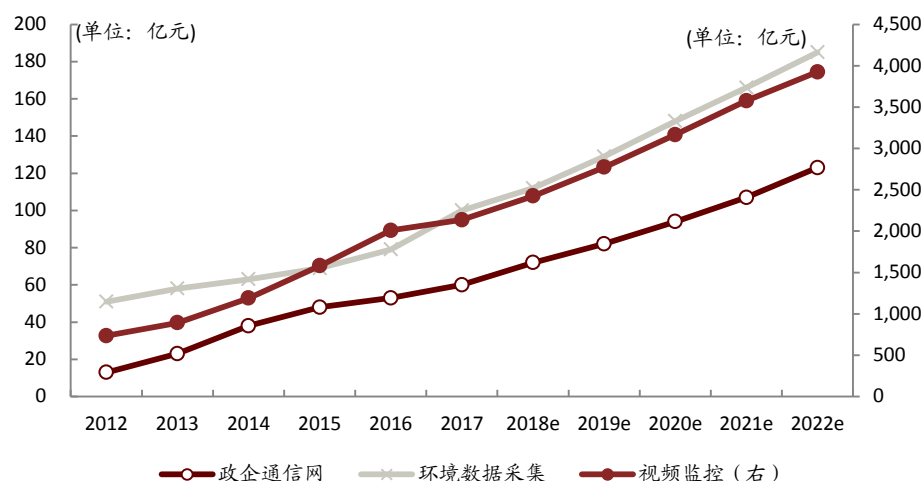
**其次是信息的透明度出现改善。**信息透明度的改善得益于媒体渠道的下沉，使得个人有了发布新闻的途径，从而导致新闻的报告有了更多的角度和监督，对事件进行全面和详尽的分析以及多角度的思考。信息传播的透明度提升有助于提升整个社会的监督水平，监督执法机构，监督个人和组织的违法违规。

### 社会的管理水平得到提升

社会管理水平的提升主要受益于两个方面能力的提升：一个是信息采集能力，另一个是信息的传播效率和透明程度。

从信息的采集能力看，移动网络的发展带来了信息采集技术的快速提升，视频采集、环境监测的技术手段被广泛应用在城市管理中。随着物联网技术的快速发展，信息采集变得更加的多元化。信息的丰富增加了管理者对实际情况的认知，便于政策的制定和执行。

图表 44: 政府管理在新型数据采集系统上的投入迅速增加



资料来源：弗若斯特沙利文，中金公司研究部

其次，得益于信息传播效率的提升，更多的在线便民服务陆续上线。政务信息化提高了政策执行的有效性和透明性，减少了中间层面的政策执行成本。以个税改革为例，通过个人所得税 APP，税收优惠措施可以快速落实。

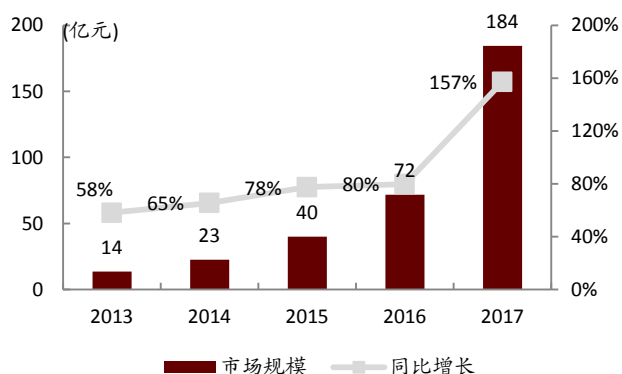
### 企业管理和创新能力不断提高

公司的办公终端发生了进化，从台式机到笔记本、智能手机。办公设备的变化是公司业务和流程变化的缩影，赋予公司更加灵活的办公体系和更高效的信息传播渠道。从月度的业务统计数据，到日度的统计数据，到目前云 ERP 实现的企业实时业务数据。公司的管理能力得到迅速提升。

公司信息传递效率的提升，带来企业竞争力的同步提升，公司业务和产品的创新与研发更加容易从实验室走向市场，产品实现快速迭代，通过真实用户的反馈及时调整业务和产业的发展策略。

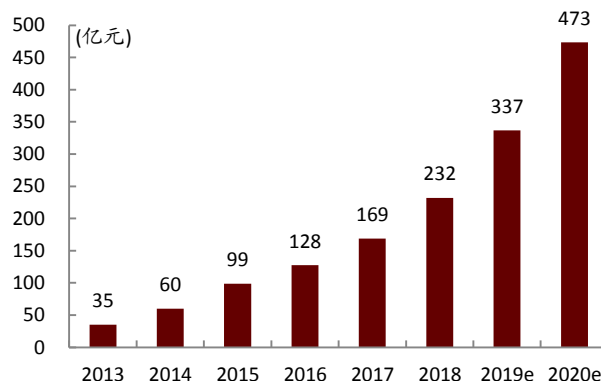
通信技术的发展夯实了现代企业发展和扩张的基础设施，帮助企业建立了更好的客户关系、更容易的业务扩张和更好的全面协同。

图表 45: 中国云计算 IaaS 市场规模



资料来源：易观，中金公司研究部

图表 46: 中国云计算 SaaS 市场规模



资料来源：艾瑞咨询，中金公司研究部

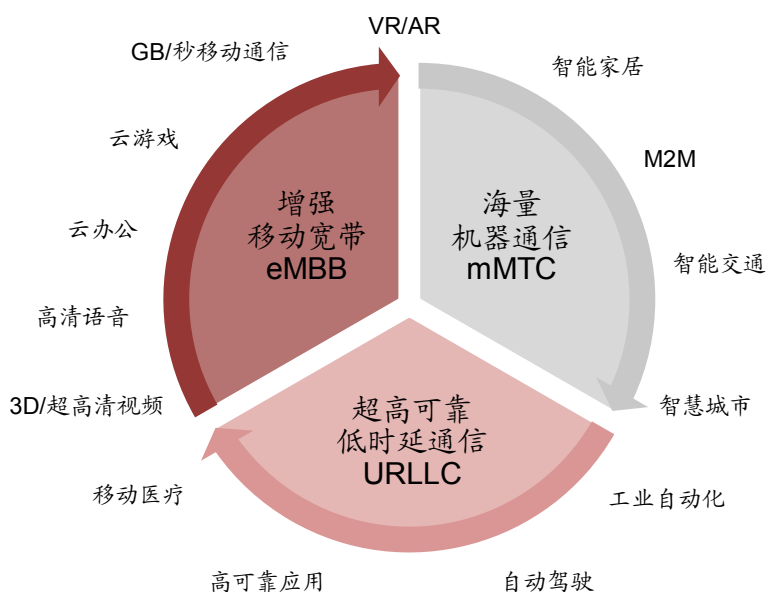
## 5G 实践篇——应用改变世界

5G（第五代通信技术）作为下一代通信技术，决定了未来十年整个电信行业的发展方向，因此在标准制定的过程中备受行业内各个板块的高度重视。5G 的技术标准和应用场景直接决定了设备制造、网络建设及运营服务等领域的未来走势。

### 5G，从改变连接到改变社会

5G 技术最核心的改变就是通过对三大应用场景的定义丰富了网络连接的适用范围，进而满足了新增的连接需求，将互联网从“人”进一步扩大到“物”。如果说 4G 改变了人与人之间的连接方式，那么 5G 就改变了“人与物”及“物与物”的连接方式。

图表 47: 5G 三大场景的应用开发

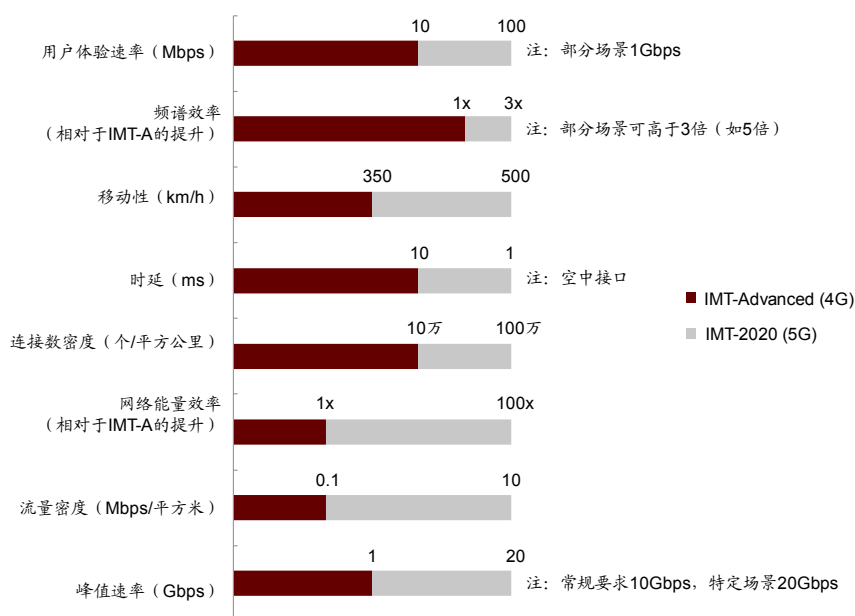


资料来源：ITU，中金公司研究部

5G 技术是对 4G 技术的一次全面革新，在速率、连接数、时延三个方面有巨大改善。这三个方面分别对应 5G 提出的三个核心应用场景：增强移动宽带（eMBB）、海量机器通信（mMTC）和超高可靠低时延通信（uRLLC）。

- **增强移动宽带（eMBB）**：增强移动宽带主要带来的改进是移动连接速率的大幅改善，峰值速率（从 1Gbps 提升到 10Gbps~20Gbps）和用户体验速率（从 10Mbps 提升到 100Mbps~1Gbps），在保证广覆盖和移动性的前提下为用户提供更快的数据速率。频谱效率提升 3 至 5 倍，降低了运营商提供流量的单位成本。
- **低功耗超大连接（mMTC）**：主要针对了传输速率较低、时延容忍度高、成本敏感且待机时间超长的海量机器类通讯，是当下物联网的进化版本。连接密度每平方公里超过 100 万，电池寿命超过 10 年。为今后大规模的物联网发展提供可能性。
- **低时延高可靠（uRLLC）**：主要针对了特殊的应用场景，这些场景对网络的时延和可靠性有着特殊的要求，如工业控制、车联网等。在 5G 的技术标准下，用户层面的时延要控制在 1ms 之内，这样才能满足特殊场景作业的需求。

图表 48: 5G 技术和 4G 技术的对比

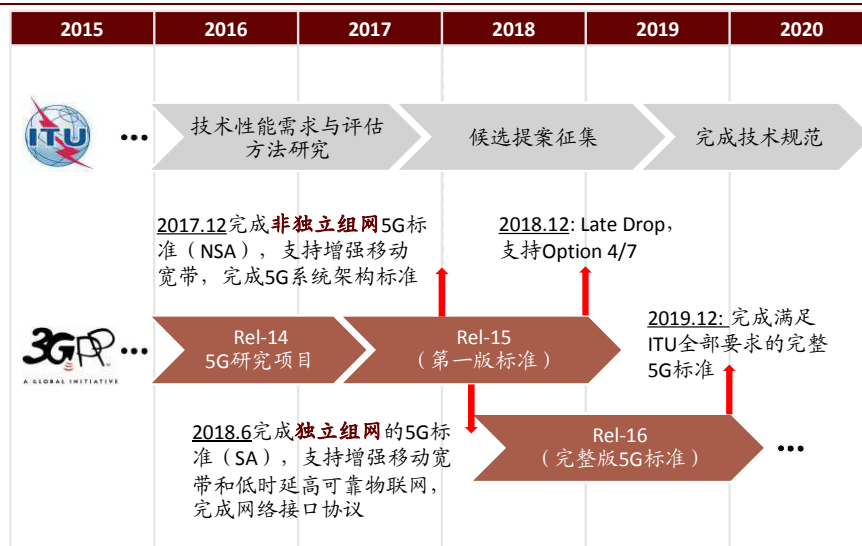


资料来源: ITU, 中金公司研究部

可以发现, 5G 带来的运营商服务的变化大致可以分为两类。一方面是现有服务的改进, 主要是增强移动宽带, 进一步提升运营商提供无线流量的能力, 在数据速率和流量容量上大幅提升运营商现有能力。另一方面是新服务的拓展, 海量物联网连接帮助运营商向物联网和垂直行业进行渗透, 低时延高可靠帮助运营商向特定应用场景扩展服务范围。

5G 带来的实质性转变实际上主要是指运营商的新增业务, 向物联网和特定应用场景等方面的进一步扩张, 这会大大增强移动互联网的实用性和适用范围, 改变人与物的信息交换方式, 从而带来社会层面的信息交互方式的转变。

图表 49: ITU、3GPP 5G 标准发布计划

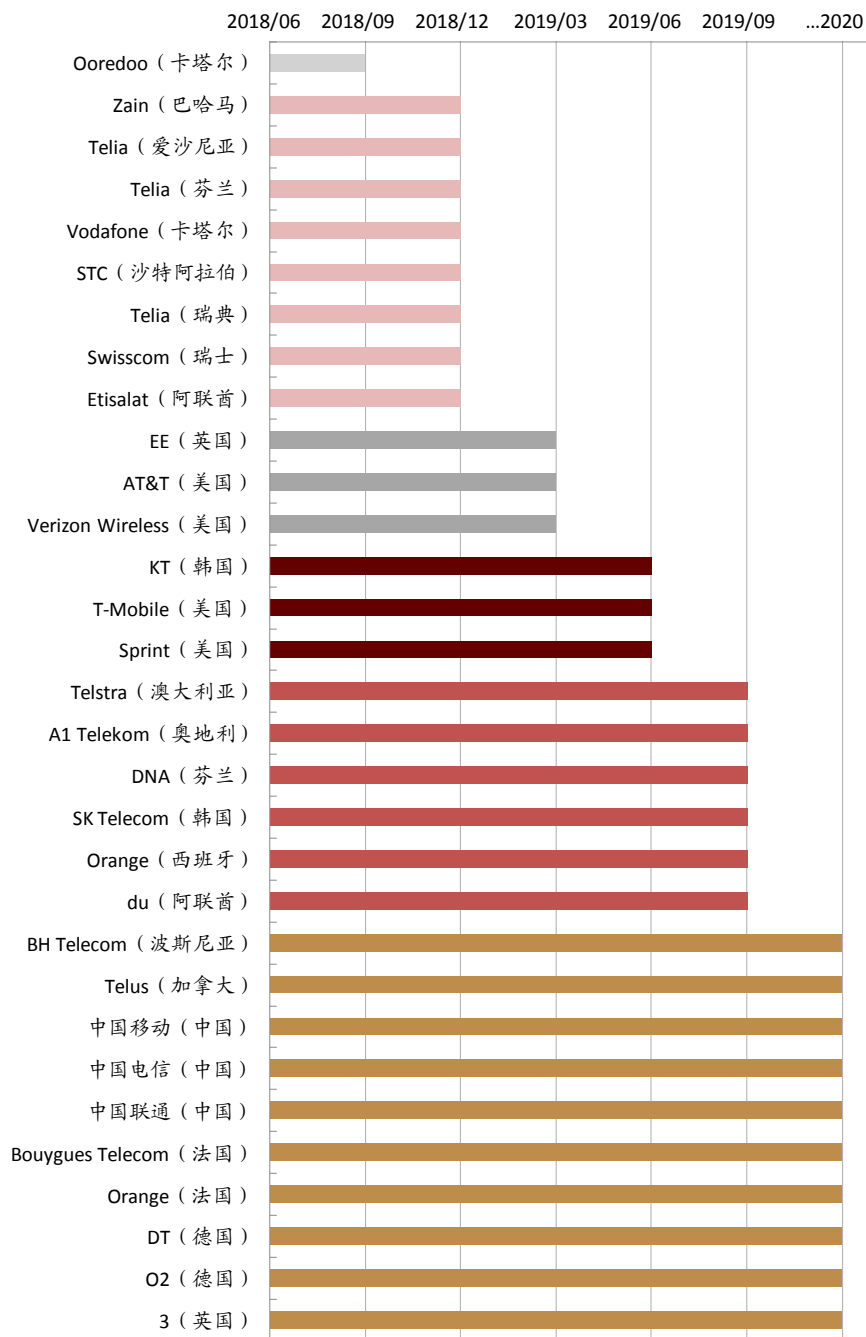


资料来源: ITU, 3GPP, 中金公司研究部

中国 5G 技术研发走在世界前列。以华为、中兴为代表的设备商和三大运营商在 5G 技术方面进行深入合作, 已经完成了 5G 技术研发试验的第一、第二阶段相关测试及第三阶段 NSA (非独立组网) 测试。目前第三阶段 SA (独立组网) 测试已全面启动, SA 外场试验预计在 2019 年初步完成。

全球主流运营商已公布 5G 商用时间点。全球已有 55 家移动运营商公布 5G 商用计划，其中 40% 计划在 2018 和 2019 年商用（中东地区最早），其它 60% 计划在 2020 年后商用。初期 5G 商用将主要用于高密度城市中心区域及产业创新集中的领域，以便在郊区和农村区域部署之前测试网络性能和用户使用水平。

图表 50: 全球主要运营商 5G 商用部署时间表



资料来源: GSMA Intelligence, 中金公司研究部

各国在 5G 频谱开发的侧重点有所不同。美国、日本、韩国等 5G 先行国家重点开发 28GHz 的毫米波频段，而我国和欧盟则侧重于开发中低频段。根据工信部发布的 5G 频谱规划，中国 5G 中频段为 3.3~3.6GHz 和 4.8~5.0GHz，而 24.75~27.5GHz 和 37~43.5GHz 高频段将用于 5G 高频技术研发试验。

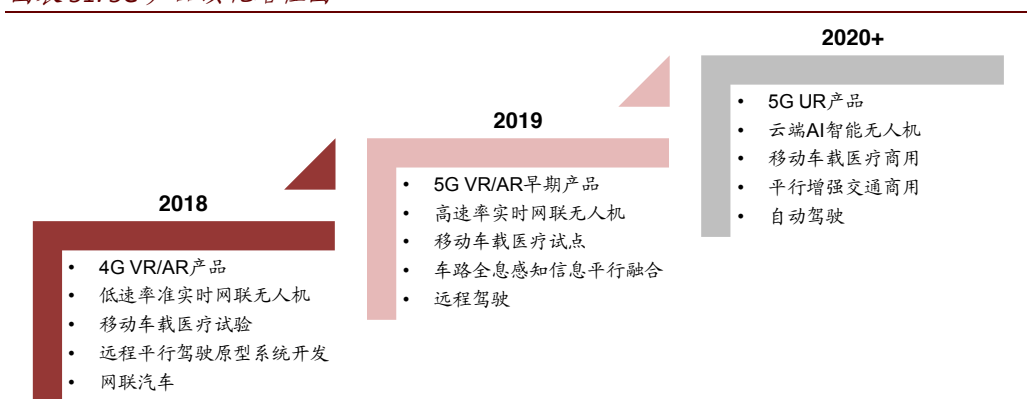
由于应用场景更加多元化，5G 频谱资源使用时也会更加复杂。在低频段实现物联网功能，中频段实现一般通信功能，在高频段实现超大带宽的毫米波传播。这与 5G 应用的复杂程度高于 4G 是相一致的。通过网络切片技术，5G 网络可以独立地管理好各个应用层面的独特网络需求。

## 5G 通过新连接构筑新生活

**5G 相较于 4G 将实现速率、连接数、时延等各方面指标的大幅提升。**在系统性能方面，5G 技术将实现 10~20Gbps 的峰值速率，100Mbps~1Gbps 的用户体验速率，每平方公里 100 万的连接数密度，1ms 的空口时延，500km/h 的移动性支持，每平方米 10Mbps 的流量密度等关键能力指标，相对 4G 提升 3 到 5 倍的频谱效率、百倍的能效。

**2019 年将率先出现的 5G 产品及服务：**5G VR/AR 早期产品、高速率低时延无人机、5G 车载移动医疗试点、车载 4K 高清视频、早期自动驾驶、车路信息感知平台等。

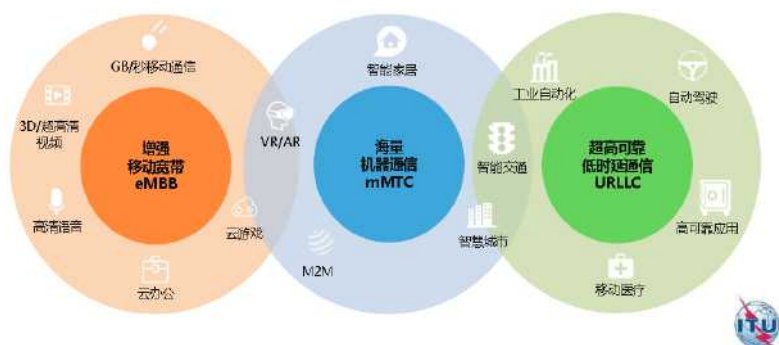
图表 51: 5G 产品演化路径图



资料来源：IMT-2020 (5G) 推进组，中金公司研究部

基础通讯功能仅是 5G 应用中的一小部分，在商业和工业领域应用的物联网应用才是 5G 真正发挥作用的蓝海，5G 三大应用场景的规划满足了产业互联网对移动通讯网络要求。我们认为 5G 应用中以高清视频传输、VR/AR 产品为代表的大带宽应用将首先实现商用；其次，以物联网和大规模连接为代表的智慧城市、工业应用将快速普及；最后以人工智能和自动驾驶为代表的先进技术将在 5G 网络的辅助下加快发展。

图表 52: 5G 三大场景的应用开发



资料来源：ITU，中金公司研究部

三大应用场景分别对应着不同的实际应用。eMBB 针对的大流量应用场景有 3D/4K 等格式的超高清视频传输、高清语音（或多人高清语音或视频），更先进的云服务、AR/VR 等。mMTC 对应的应用场景主要是物联网目前涵盖的范围，包括智能家居、智能交通、智慧城市等。URLLC 场景对应的特殊应用场景包括工业自动化、自动驾驶、移动医疗等。



### 泛在现实（UR）

泛在现实（Ubiquitous Reality）将成为 5G 技术 eMBB 场景的核心应用之一。泛在现实在 4G 网络下的应用主要体现在 VR（虚拟现实）和 AR（增强现实），但受制于现有 4G 网络在低时延、高速率传输等方面仍有待优化，因此还处于 VR/AR 本地传输阶段。随着 5G eMBB 场景的开发，将实现毫秒级时延及高速率传输，泛在现实的应用场景有望进一步增强。

图表 53: 泛在现实（UR）主要应用场景

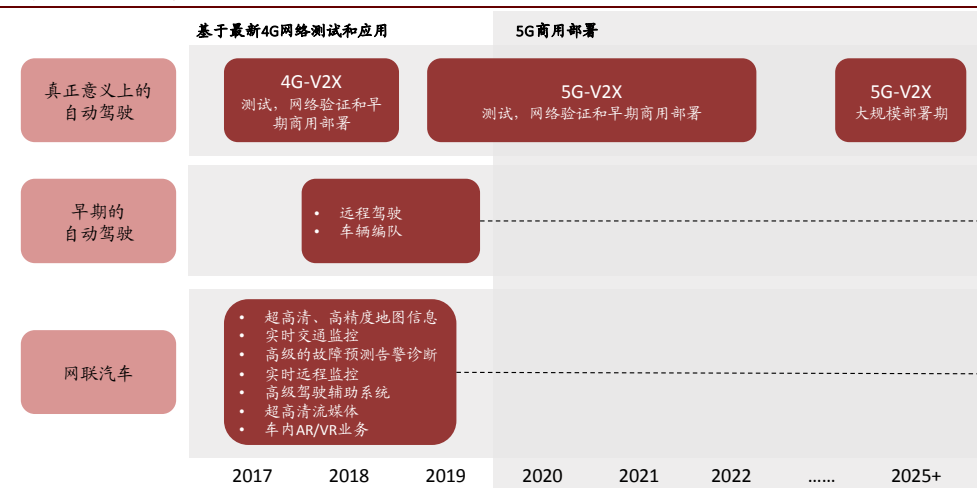


资料来源：IMT-2020 (5G)推进组，中金公司研究部

### 从车联网到自动驾驶

5G 将推动汽车驾驶从“车联网”演进到真正意义上的自动驾驶。当前在 4G 网络下，网联汽车是已经实现的一类应用场景，但通过 5G 网络的赋能可以使汽车驾驶从网联汽车进一步演进到真正意义上的自动驾驶。中国三大运营商已经在车联网、车连接、远程信息处理等领域进行积极布局，并与垂直领域的合作伙伴推出多种应用方案。根据中国信通院《5G 经济社会影响白皮书》，预计到 2030 年我国车联网行业中 5G 相关投入大约 120 亿元左右。

图表 54: 5G 与车辆相结合的三大应用场景



资料来源：GSMA Intelligence，中金公司研究部

智能制造

**5G 技术将进一步推动工业领域智能制造的发展。**5G 技术在智能制造中的应用将主要体现在机器和机器人技术、远程实时制造、现有劳动力增强以及智能分析领域。根据中国信通院《5G 经济社会影响白皮书》，预计到 2030 年，我国工业领域中 5G 相关投入约达 2000 亿元。电信运营商在智能制造领域可以通过为客户单独提供连接或提供完整成套服务来获得利润，后者能够提供更高的整体价值。

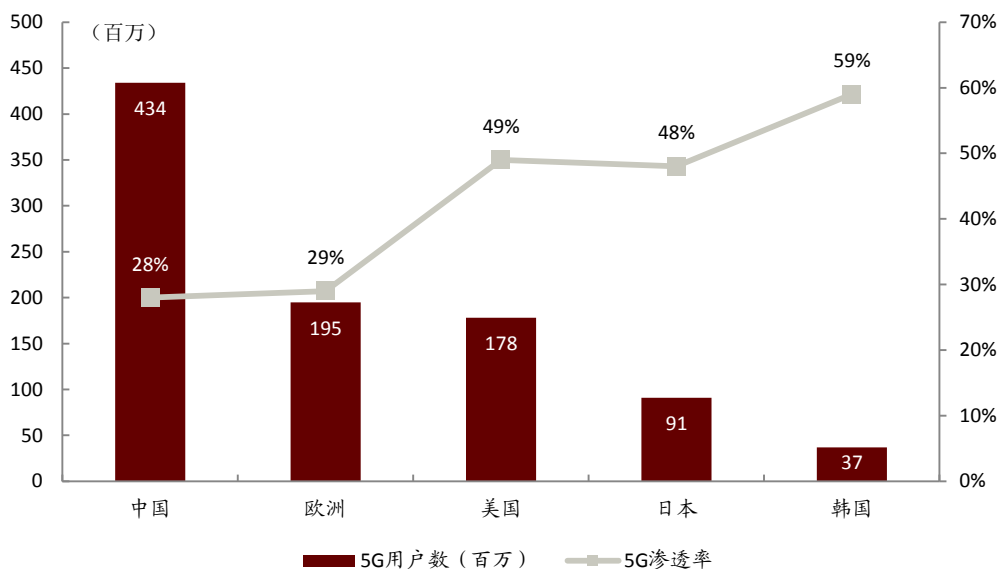
图表 55: 智能制造中的 5G 应用案例

| 机器和机器人技术   | 远程实时或近距离实时制造  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>5G 将逐渐取代工厂中基于 Wi-Fi 的连接</li> <li>整个生产线上机器人实时协作和集成</li> <li>基于云的无线机器人技术</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>远程实时监控、机器人重新配置</li> <li>远程质量检测</li> </ul>  |
| 劳动力增强  | 关联运作的智能和分析  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>5G 与工业 AR 结合使用，可以进行员工培训并提高员工技能</li> <li>各种制造环境下对人机交互进行高精度模拟</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>5G 与 AI 结合可以实时收集数据，以实现即时制造决策</li> <li>基于 5G 的各领域大规模数据分析（例如过程、低效率、机器人的预测性维护）</li> </ul> |

资料来源：GSMA Intelligence，中金公司研究部

**预计 2025 年全球 5G 连接数将达到百亿量级。**根据 GSMA 预测，2025 年全球将拥有 14 亿 5G 移动用户，其中中国 4.3 亿，是 5G 最大的市场。中国 5G 网络渗透率将达到 28%，与欧洲持平，低于美国、韩国和日本。根据 IDC 预测，2025 年全球物联网终端连接数将达到 822 亿，其中 170 亿（约 20%）是通过 5G 的物联网连接。

图表 56: 2025 年各国 5G 移动用户数、渗透率预测



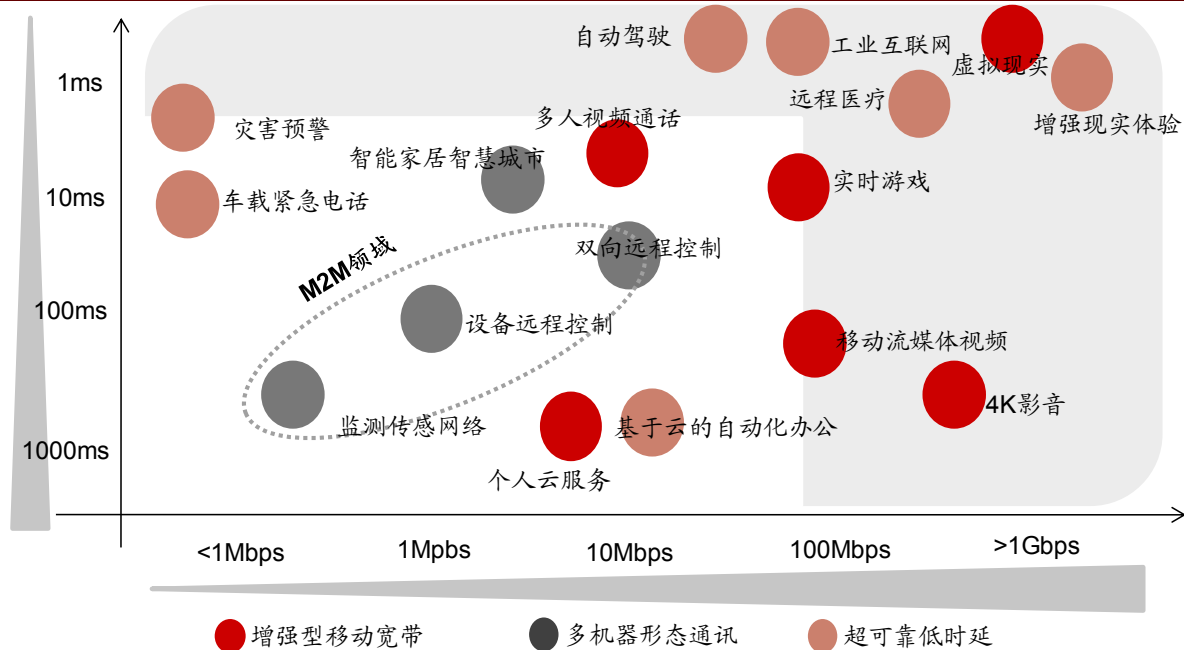
资料来源：GSMA Intelligence，中金公司研究部

**5G 应用场景仍需进一步完善**

尽管 5G 提出的应用场景对应了三大应用场景及其所包含的数十个具体应用，但是目前这些应用仍然没有充分反映出 5G 网络带来的革命性变化，以及采用 5G 网络的必要性。我们认为，实际需要 5G 的应用相对匮乏的原因主要有两个方面：一是 5G 仅仅是在网络连

接层面提供了革命性的技术进步，但是实际的应用需要相关的垂直领域同样取得革命性的技术进步，目前这些领域虽然发展迅速，但是距离实际的大规模商用还尚有距离；另一方面是目前的网络已经可以覆盖一些应用场景（下图中白色部分的应用已经可以被目前的移动网络覆盖，灰色部分需要 5G 提供移动网络覆盖），如果考虑 Wi-Fi 的补充，那么尚需 5G 覆盖的应用场景会更少。

图表 57: 5G 应用场景的分类



资料来源：GSMA Intelligence，中金公司研究部

从上图可以看出，最需要 5G 网络覆盖的服务实际上位于象限的右上方（即低时延大流量服务），具体的应用包括自动驾驶、工业自动化、AR/VR、远程医疗等。但是这些应用仍然处于早期研发阶段，因此实际的应用场景和市场规模仍有较大的不确定性，因此对移动网络的实际需求也不明朗。

### 5G 将会是供给方主导下的长期网络演进

根据我们之前的分析，可以得出两个结论：一是 5G 目前并没有需求端的强有力的拉动，实际上变成了供给侧自发推动的技术进步；二是 5G 所提出的潜在应用场景，已经有不少可以被目前的网络所覆盖，缺乏突破性的应用革新。

也正是这两个原因，导致 5G 网络的发展和 4G 网络有明显的差异性。4G 网络发展的时候，互联网内容已经非常丰富，对于移动上网的需求强有力地拉动了网络建设和 4G 服务的快速渗透，是典型的需求端拉动的技术进步；而且相对于 3G 网络，4G 网络在早已成熟的上网需求层面给出了更好的移动解决方案，有效地促使了用户快速地转向 4G 服务。

图表 58: 通信技术的演进路线

| 通信技术 | 主要服务                 | 关键区别         | 主要缺陷（与下一代通信技术比较）         |
|------|----------------------|--------------|--------------------------|
| 1G   | 模拟通话                 | 移动性          | 频谱效率低、安全性差               |
| 2G   | 数字通话和短信/彩信服务         | 安全性、大规模普及    | 数据速率有限，难以支持互联网/e-mail的需求 |
| 3G   | 通话、信息、数据服务           | 更好的互联网体验     | 用户体验与宣传差距较大，移动互联网使用体验较差  |
| 3.5G | 通话、信息、移动宽带           | 移动宽带、网络应用    | 时延过长、移动网络的结构和协议局限性较大     |
| 4G   | 全面网络服务（VoLTE、移动宽带等）  | 更好的移动宽带、更低延迟 |                          |
| 5G   | 增强移动宽带、海量机器连接、低延时高可靠 |              |                          |

资料来源：GSMA Intelligence，中金公司研究部

我们相信，5G 网络将是供给方主导下的长期网络演进。这种网络的升级将分为两个层面：一是在需求不足的情况下，网络的建设将是长期的渐进式投资，运营商的投资将会按照实际的需求首先进行热点覆盖，然后逐步扩大；二是 4G 网络仍将会长期存在，长期承担主要针对个人用户的电信服务，因为 4G 已经提出了 All-IP 服务的理念，这与 5G 的网络演进相吻合，因此在网络承载能力允许的情况下，用户和运营商都没有足够的动力向 5G 转型。

除此之外，从全球范围内看，4G 和 5G 网络之间的切换并不会那么快的发生，按照 GSMA Intelligence 的预测全球 4G 的渗透率将在 2030 年左右达到峰值，然后由于用户转向 5G 开始出现渗透率下降。

通信技术的推出和推广中间存在约 20 年的时差。从历代通信技术的发展而言，大约 10 年就会有一代通信技术的推出，而通信技术的推出到渗透率达到顶峰大约需要近 20 年的时间。这个约 20 年的时间缺口与运营商稳步推进网络建设，用户逐步迁移相一致。技术的推出到运营商逐步建立起网络覆盖需要 10 年左右的时间，用户开始淘汰旧技术转向新服务还需要 10 年的时间，在这 10 年内运营商不断降低新服务的资费，逐步淘汰旧服务网络，完成网络的迭代更新。

4G 时代这个时钟的规律仍然有效，全球范围内 4G 建设依然处于网络发展建设的早期阶段，欧洲、东南亚、非洲、南美洲这些地方仍然是以 3G 服务为主。但是中国跳出了这个时钟规律的范畴，中国从 2015 年开始，4G 的网络发展和用户渗透率的提高进入了一个超速发展的阶段，使得 3G 网络的服务生涯戛然而止。我们认为中国的 4G 出现跳跃式发展的背后主要包含以下原因：

- ▶ 中国的电信市场存在严重的不对称竞争。中国移动独大的局面使得其在行业内具有较强的话语权。网络的建设发展，服务的推广普及都较为依赖中国移动的一家运营商的做法。因此当中国移动放弃 3G 网络，转而大力发展 4G 网络的时候，我国的移动用户结构很快发生根本性转变。
- ▶ 3G 时代运营商面临不对称监管。3G 时代中国移动因为网络制式的原因在竞争中处于不利地位，网络质量、网络建设成本、用户体验均相比处于劣势，因此急于改变自身不利局面。因为网络制式问题，中国移动直接跳过了 3.5G 的发展，进入 4G，通过 4G 网络服务对其他运营商进行降维打击，扭转了颓势。
- ▶ 4G 网络发展出现抢跑。中国移动率先拿到了 4G 牌照，先于其他运营商开始发展 4G 服务，为了充分利用这个抢跑优势，中国移动进行了跨越式的网络发展，在 2014、2015 和 2016 年三年间进行巨额投资，拉大了与其他运营商的差距。而其他运营商只能被动跟进，与中国移动进行直面竞争，因此也在短时间内进行了巨额投资，集中精力建设 4G 网络，导致我国的网络发展在短时间内出现跃进。

我们认为 5G 时代这种现象将出现改善，首先在终端用户层面 5G 短时间内带来的改进不会带来明显的用户体验升级；其次 4G 阶段，运营商的网络不存在明显的优劣之分，运营商抢跑的动力被削弱；而且，4G 时代的巨额投资建成的网络有待充分利用，提高投资回报率。因此，我们认为 5G 时代，我国将会回归通信技术发展时钟的规律。同时，从供给端来看，也缺乏加速网络发展的动力。



## 5G 时代，运营商的网络建设将长期稳步进行

我们认为 5G 时代，运营商的网络建设将呈现出稳步推进、长期渐进的特点。4G/5G 网络将出现长期共存的局面，并且分工明确。5G 网络将在高流量密度的热点区域、物联网等场景下提供服务，而 4G 仍将作为广覆盖的移动通信网为终端消费者提供通信服务。

### 运营商 5G 投资思路发生转变

5G 目前的试验频段要比 4G 更高，这意味同等情况下，基站的覆盖范围会明显缩小，为了实现 5G 覆盖，运营商就需要进行更大规模的投资，建设更多 5G 基站。这样的投资对于运营商而言压力过于沉重，因此运营商会改变之前快马加鞭全面覆盖的做法，转为稳步推进，按需投资的思路。

5G 应用端的需求不足也为运营商的这一投资思路提供了支持，在供给端主导的技术进步中，网络建设将更具弹性，运营商会按照实际产生的需求进行网络规划，按需建设提高投资回报率。因此，我们预计 2020 年之后也不会出现大规模集中建设的局面，5G 网络将会是渐进式的网络改善。

### 5G 竞争结构更加公平

目前三大运营商 4G 网络的服务质量不存在明显的优劣，三家运营商的 4G 渗透率也接近高位，4G 网络巨大投资之后的回报期才开始不久。我们认为没有明显的迹象表明有运营商会存在抢跑的动机。而由于 5G 网络制式将更加统一，运营商的牌照发放也不会存在先后顺序，大概率下将会是三家运营商同时获牌，因此也不会存在运营商被迫跟进的局面。

运营商在进行网络建设时面临“囚徒困境”的局面，如果运营商“有默契”的选择延缓网络建设进度放弃大规模集中建设，那么运营商的利润、现金流等财务指标都会表现更好，但是如果有一家运营商选择了先建设，那么其他运营商就会陷入被动挨打的局面，只能被迫跟进。最终导致所有运营商都会选择率先发展网络建设，而现金流恶化，利润率受到影响。

4G 时代这个情况尤为明显。那么在 5G 时代运营商的“囚徒困境”有望得到改善吗？我们认为答案是肯定的。首先，运营商有望同时获得 5G 牌照，那么就不会出现 4G 时代有运营商率先获得选择权；其次，5G 时代打破“囚徒困境”的关键在于 5G 网络需要的巨额投资，这使得没有一家运营商有实力独自完成 5G 网络的集中大规模建设，因此抢跑优势会被削弱，抢跑动力也会被相应的减弱；最后，运营商的网络建设环节出现了新的角色，即铁塔公司，这会导致运营商的网络建设没有办法完全按照自己的步骤进行。

因此，我们认为 5G 周期中，运营商的生存方式将会出现明显的转变。4G 网络将会长期负担起基础通信业务，其投资红利期将会被相应地拉长；5G 的网络投资将会在 2020 年左右牌照发放后正式展开，并且 5G 的投资将会是渐进式的推进；运营商凭借 5G 网络的发展有望继续进行服务的扩展，深化在物联网垂直领域的发展。

## 5G 政策篇——牌照落地，运营商走进下一个十年

### 5G 从幕后到台前，终于登场

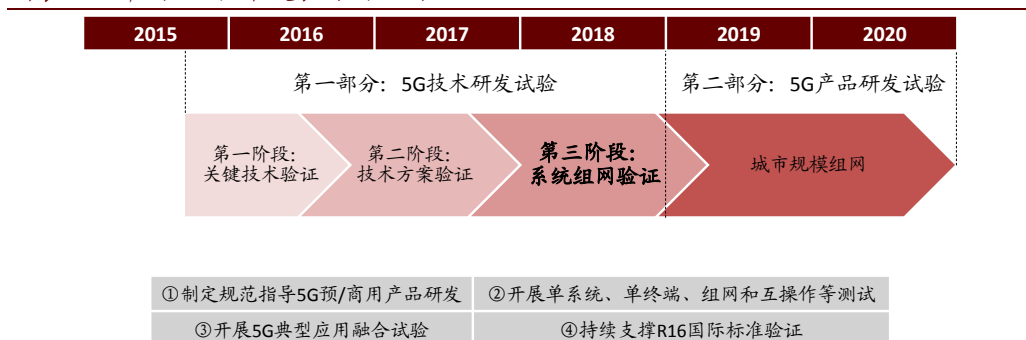
#### 5G eMBB 的完整标准和初期商用于 2019 年尘埃落地

完整的 5G eMBB 标准于 2019 年发布。5G 技术标准的制定工作在 3GPP、ITU（国际电信联盟）等国际组织的推动下稳步推进。根据最新 3GPP 和 ITU 的 5G 标准推进时间表，5G eMBB 标准的完全确定（Release 16 冻结）在 2019 年完成。

中国 5G 技术研发走在世界前列。以华为、中兴为代表的设备商和三大运营商在 5G 技术方面进行深入合作，已经完成了 5G 技术研发试验的第一、第二阶段相关测试及第三阶段 NSA（非独立组网）测试。目前第三阶段 SA（独立组网）测试已全面启动，SA 外场试验预计在 2019 年初步完成。按目前进度，我们预计 5G 商用可以如期展开。

按目前中国 5G 技术的推进步伐，技术研发推进会和国际 5G 标准的制定同步进行，2019 年初完成 5G 技术研发试验阶段，进入产品研发试验阶段，而牌照的发放会在产品研发试验基本成形的阶段。我国在 2019 年正式发放 5G 牌照并开启 5G 商用。

图表 59：中国 5G 技术发展时间规划



资料来源：IMT-2020 (5G) 推进组，中金公司研究部

全球主流运营商已公布 5G 商用时间点。全球已有 55 家移动运营商公布 5G 商用计划，其中 40% 计划在 2018 和 2019 年商用（中东地区最早），其它 60% 计划在 2020 年后商用。在中国，三大运营商均计划在 2019 年商用。初期 5G 商用将主要用于高密度城市中心区域及产业创新集中的领域，以便在郊区和农村区域部署之前测试网络性能和用户使用水平。



## 5G 频谱的规划与分配

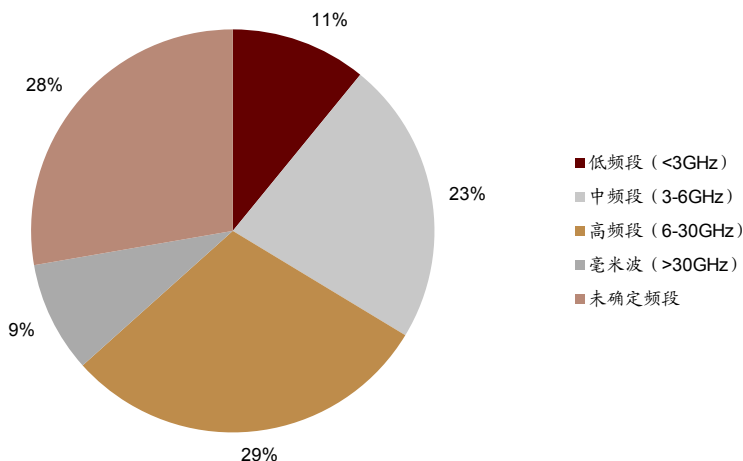
### 5G 的规划频谱

**5G 频谱将涵盖高频（>6GHz）、中频（3-6GHz）和低频（<3GHz），进行全频段布局。**其中，高频段由于波长较短，单个基站覆盖能力较弱，难以实现全国范围覆盖，因此需要与中低频段联合组网，在室内和城市热点地区使用高频段以实现高速大容量数据传输，而在偏远地区和户外地带使用中低频段以保证全面覆盖。

- ▶ **高频段：用于热点地区高速率、大容量覆盖。**在高频段中，毫米波由于具有连续大带宽的特点，将主要用于满足热点区域高速率和大容量的传输需求。毫米波频率大约在 30~300GHz，其中 28GHz 频段和 60GHz 频段是最有希望使用在 5G 的两个频段。
- ▶ **中频段：兼顾覆盖和容量，是商用首选频段。**中频段兼备广覆盖、大容量的特点，其传播特性优于高频段，连续带宽优于低频段，因此成为大多数电信运营商实现 5G 商用的首选频段。
- ▶ **低频段：用于偏远地区广域覆盖。**低频段由于波长较长，传播特性较好，因此适用于偏远地区、户外地区的大范围覆盖，且同时支持高速移动过程中较好的通信体验。其中，700MHz 频段被称为数字红利，受到美国及欧洲多国的青睐并倾向于释放 700MHz 频段来部署 5G 网络。

**各国在 5G 频谱开发的侧重点有所不同。**美国、日本、韩国等 5G 先行国家重点开发 28GHz 的毫米波频段，而我国和欧盟则侧重于开发中低频段。根据工信部发布的 5G 频谱规划，中国 5G 中频段为 3.3~3.6GHz 和 4.8~5.0GHz，而 24.75~27.5GHz 和 37~43.5GHz 高频段将用于 5G 高频技术研发试验。

图表 60：全球 5G 试验使用的频谱分布



资料来源：GSMA Intelligence，中金公司研究部

### 三大运营商频谱分配方案确定

- ▶ 中国电信获得 3400MHz-3500MHz 共 100MHz 带宽的 5G 试验频率资源。
- ▶ 中国联通获得 3500MHz-3600MHz 共 100MHz 带宽的 5G 试验频率资源。
- ▶ 中国移动获得 2515MHz-2675MHz、4800MHz-4900MHz 频段的 5G 试验频率资源，其中 2515-2575MHz、2635-2675MHz 和 4800-4900MHz 频段为新增频段，2575-2635MHz 频段为重耕中国移动现有的 TD-LTE（4G）频段。

图表 61: 三大运营商已有的频谱分配

| 信号频率范围 (MHz) | 使用技术    | 电信运营商 |
|--------------|---------|-------|
| 825~835      | CDMA    | 中国电信  |
| 870~880      |         |       |
| 890~909      | GSM900  | 中国移动  |
| 935~954      |         |       |
| 909~915      | GSM900  | 中国联通  |
| 954~960      |         |       |
| 1710~1735    | GSM1800 | 中国移动  |
| 1805~1830    |         |       |
| 1735~1755    | GSM1800 | 中国联通  |
| 1830~1850    |         |       |
| 1745~1765    | FDD-LTE | 中国联通  |
| 1840~1860    |         |       |
| 1765~1780    | FDD-LTE | 中国电信  |
| 1860~1875    |         |       |
| 1880~1900    | TDD     | 中国移动  |
| 2010~2025    |         |       |
| 1920~1940    | FDD-LTE | 中国电信  |
| 2110~2130    |         |       |
| 1940~1965    | FDD-LTE | 中国联通  |
| 2130~2155    |         |       |
| 2320~2370    | TD-LTE  | 中国移动  |
| 2575~2635    |         |       |
| 2300~2320    | TD-LTE  | 中国联通  |
| 2555~2575    |         |       |
| 2370~2390    | TD-LTE  | 中国电信  |
| 2635~2655    |         |       |

资料来源：工信部，中金公司研究部

**中国移动获得 160MHz 的 2.6Ghz 频谱和 100Mhz 的 4.9Ghz 频谱的组合频段：预期中最好的结果。**截至 2018 年 10 月，中国移动总移动用户数达 9.19 亿，其中 4G 用户数 7.0 亿，移动总用户数在三大运营商中占比超 60%；而中国联通和中国电信各自的用户规模仅约为移动的 1/3。相比中国联通和中国电信各获得 100M 频段，中国移动的组合频谱，可以支持更大的用户数量和流量，与其拥有更大的用户规模相符。

## 频谱划分兼顾三大运营商利益

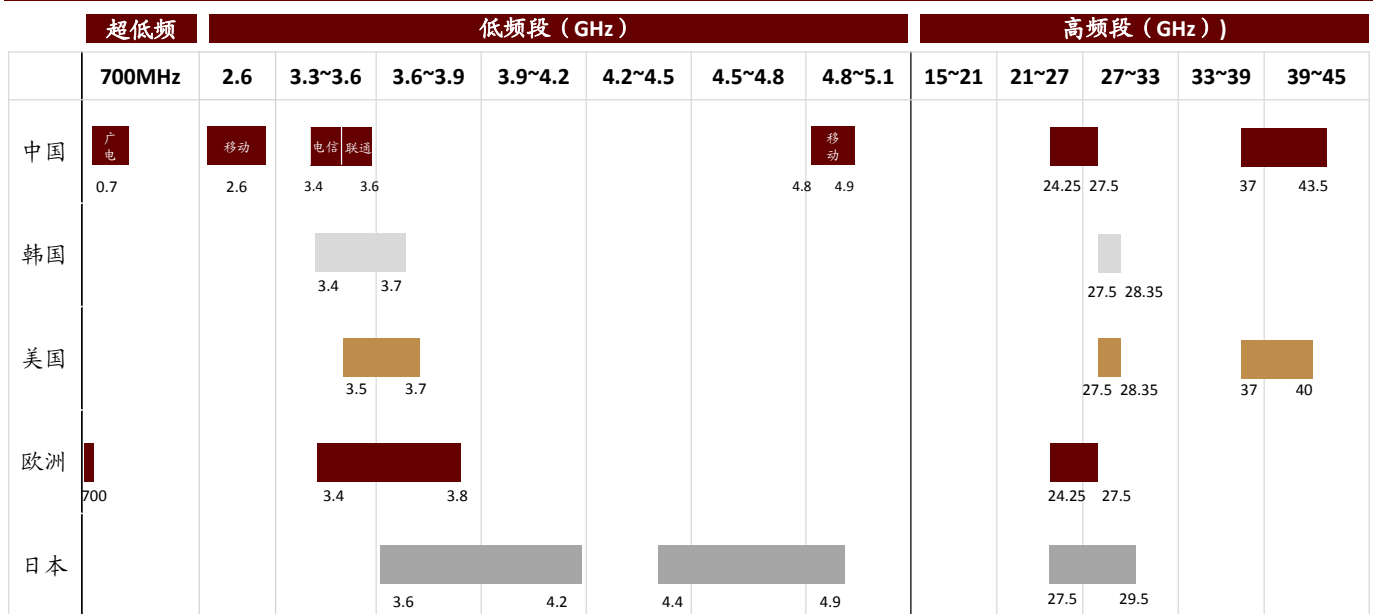
中国联通和中国电信分别获得 3.5GHz 附近各 100M 的国际主流频段。

- ▶ 3.5GHz 附近频段是国际范围内主流 5G 频段资源，具有如下特点：1) 产业链相对成熟，研发比较完善，最具有全球通用的可行性，此前我国 5G 测试主要针对的就是 3.5GHz 附近的频段；2) 发展进度比较快，3.5GHz 频段多数区域尚未使用，运营商不需要通过频谱重耕就可以直接使用，因此实现商用的时间会比较早；3) 相比于 4.9GHz 频段，3.5GHz 附近频段更低频、更经济，所需基站密度更低，资本支出相对更小。
- ▶ 中国联通和中国电信可能实现一定程度的网络共享。由于频谱资源相近、国内 5G 技术统一、共用室分频段，我们认为中国联通和中国电信存在联合组网的可能性，这也有利于进一步加快 5G 网络覆盖的建设。但是我们对网络层面的共享持审慎的态度，因为技术发展、兼容性、投资节奏以及管理运营等方面的问题，网络共享的实际操作困难重重。

中国移动获得 2.6+4.9GHz 组合频段：双保险，确保 5G 商用如期展开。

- ▶ 中国移动在 4.9GHz 频段获得 100M 带宽，对资本支出带来一定压力。相比中国联通和中国电信在 3.5GHz 各自拿到 100M 带宽，中国移动 4.9GHz 频段的产业链虽然也相对成熟，但是频谱资源偏高，基站覆盖范围更小，资本支出会偏高。
- ▶ 2.6GHz 频谱资源虽然产业链成熟度低，但覆盖范围广、资本开支小。2.6GHz 频段产业链尚不完善，商用的成熟度低于 3.5GHz 附近的频谱，需要中国移动主动推动产业链的培育和布局，对中国移动来说也是一定的挑战。优势在于，低频资源所需的资本支出小，既可以降低中国移动 5G 网络建设成本，也可以为 5G 商用带来“双保险”，因为可选频段增多。中国移动作为优势运营商将会获得产业链的倾斜，虽然 2.6GHz 频段研发起步较晚，但我们预计 2019 年下半年将拥有大规模组网能力（比 3.5GHz 和 4.9GHz 约晚半年），因此不会明显影响规模商用步伐。

图表 62：美国、日本、韩国、欧洲、中国 5G 频谱规划

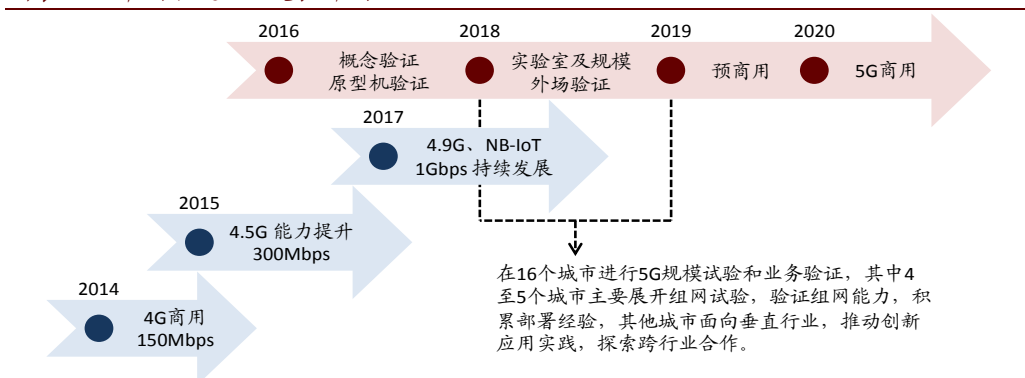


资料来源：GSA, FCC, RSPG, 工信部，中金公司研究部

总体来看，5G 频谱资源的划分相对比较公平。相对弱势的中国联通和中国电信获得产业链最成熟、研发进展最快的 3.5GHz 附近频段；运营规模大、资源丰厚的中国移动获得大带宽资源和双频段保险。这样的分配方案既照顾到了三大运营商的利益，也平衡了市场竞争格局。随着 5G 研发的有序推进，我们预计 2019 商用可以顺利推进。三家运营商在

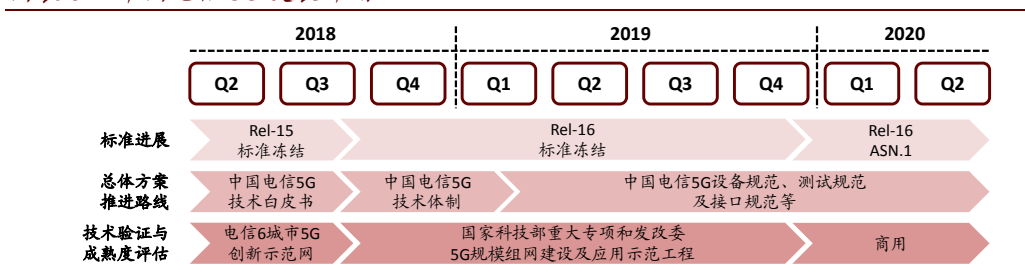
拿到频谱后会加速开展外场试验和业务规范测试，我们认为 5G 商用会如期落地。

图表 63：中国联通 5G 发展计划



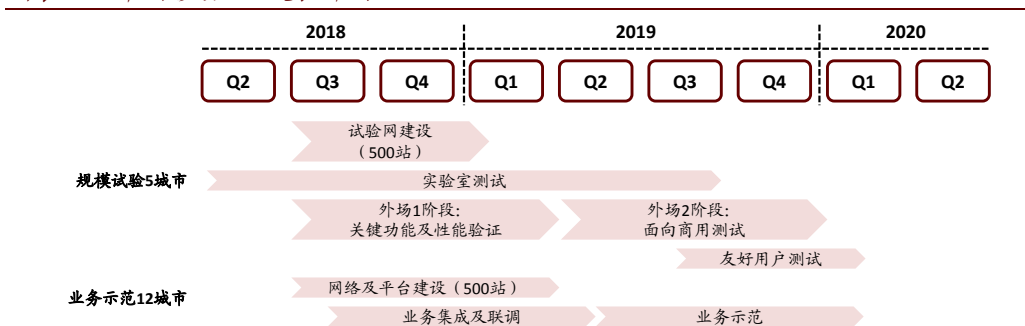
资料来源：IMT-2020 (5G) 推进组，中金公司研究部

图表 64：中国电信 5G 发展计划



资料来源：IMT-2020 (5G) 推进组，中金公司研究部

图表 65：中国移动 5G 发展计划



资料来源：IMT-2020 (5G) 推进组，中金公司研究部

## 5G 从预备到起跑：商用牌照发放

### 5G 牌照发放意味着什么？

频谱是部署 5G 网络的资源，牌照是提供 5G 服务的许可。运营商在拿到牌照之后就可以着手进行 5G 网络的建设，并开发和提供商用服务。因此，牌照是进入 5G 时代的门卡。工信部已正式发放 5G 牌照，这表明 5G 产业链已经达到商用标准。

运营商在拿到牌照后会积极推进 5G 建设，建设初期在有限的重点城市和区域进行网络覆盖，与全国普遍覆盖尚有差距。而且，由于网络规模建设有限，运营商服务的规模和范围也会相对局限。我们认为初期的服务将聚焦在两个方向：1) 为大城市的高 ARPU 用户提供 5G 网络服务；2) 在特定垂直行业展开应用创新和示范。

### 牌照发放对 5G 进程有什么影响？

**从预备到起跑，5G 服务将很快落地。**运营商在拿到牌照之后就可以着手进行 5G 网络的建设，并开发和提供商用服务。我们认为牌照的发放将稳步推进产业链的成熟，加速网络部署。

- ▶ **从构想到落地**，牌照的发放标志着 5G 的网络和应用已经开始从前期的测试阶段逐渐过渡到部署和应用阶段。产业链的上下游都会受益于行业快速增长，表现在：运营商资本支出会逐渐增加，上游设备商和基础设施服务商收入增长提速；下游服务开发创新，运营商、服务商和内容商收入增加。
- ▶ **从试验到组网**，牌照的发放意味着运营商即将开始规模组网，且组网规模未来会迅速提升，这也是产业链成熟度进一步提升的标志。我们认为运营商的 5G 资本支出今年在 320 亿元左右，明年就会增加至 1,000 亿元以上，所以产业链上游会面临 5G 发展的第一波红利。
- ▶ **从投资到服务**，牌照的发放预示着运营商可以在授权地点和范围内提供 5G 商用服务，包括传统的个人基础电信服务和 2B 的产业互联网服务，运营商前期的持续投入将迎来收获期。我们认为尽管初期主要的收入仍然来自于个人用户，但是运营商在垂直行业的应用示范已经初见成效，5G 在产业互联网领域的发展将更值得期待。

### 5G 牌照正式落地，产业链逐步成熟

5G 商用牌照正式发放较市场预期提前约两个季度，反映出 5G 产业链快速成熟已经具备商用基础，也表明政策对发展 5G 产业的支持和决心。我们认为运营商将尽快启动 5G 网络的规模部署，初期建设规模超过 40 个城市。中国目前拥有全球最大的网络规模（据工信部数据，2018 年中国 4G 基站为 372 万，约占世界 4G 基站总数一半），背后决定因素是人口规模和用户用量，因此我们预计 5G 网络的规模也会继续领先，三大运营商将继续以开放合作态度发展 5G，促进全球产业链协同合作，因此我们认为华为事件对运营商 5G 组网影响有限。5G 基站建设 2019 年起步后将长期稳步增长，我们预计三大运营商 2019 年投入约 300 亿元建设约 10 万座基站；2020 年将新建约 50 万座基站，资本投入约 1,350 亿元。

**我们预计运营商将聚焦产业互联网，培育 5G 创新应用。**5G 商用初期服务主要面向大城市的高 ARPU 用户和特定垂直行业的产业互联网，使用场景处于初步阶段，市场和用户都有待培育。2C 端，运营商将推动用户向 5G 网络迁移，缓解 4G 扩容压力，以更高质量的 5G 服务稳定用户 ARPU；2B 端，运营商与垂直行业龙头强强联手，通过 5G 技术实现产业升级，目前已涵盖物流、直播、无人驾驶、工业制造、远程医疗等行业。我们认为 5G 有望助力运营商 2020 年收入提速。

**5G 建设：节省成本建更大网络，共享模式将充分受益。**受制于高频谱资源特点，我们预计 5G 网络需要更密集的基站部署，预计 5G 基站将达到 4G 基站的 1.5 倍以上（即超过 600 万个基站）。我们预计运营商为缓解资本支出压力，将进一步深化资源共享。工信部和国资委也近日<sup>1</sup>发文，要求在 5G 建设中进一步提升站址资源的共建共享，在铁塔、微站、室分等领域严格遵守共享原则。我们认为中国铁塔的共享模式将在 5G 建设中发挥更重要作用，目前铁塔已经建设超过 190 万站址资源，并储备了超过 1,200 万根社会杆塔资源，我们认为铁塔将长期受益于 5G 建设推进，实现站址资源和盈利能力的快速扩张。

<sup>1</sup> <http://www.cwww.net.cn/article?id=452977>



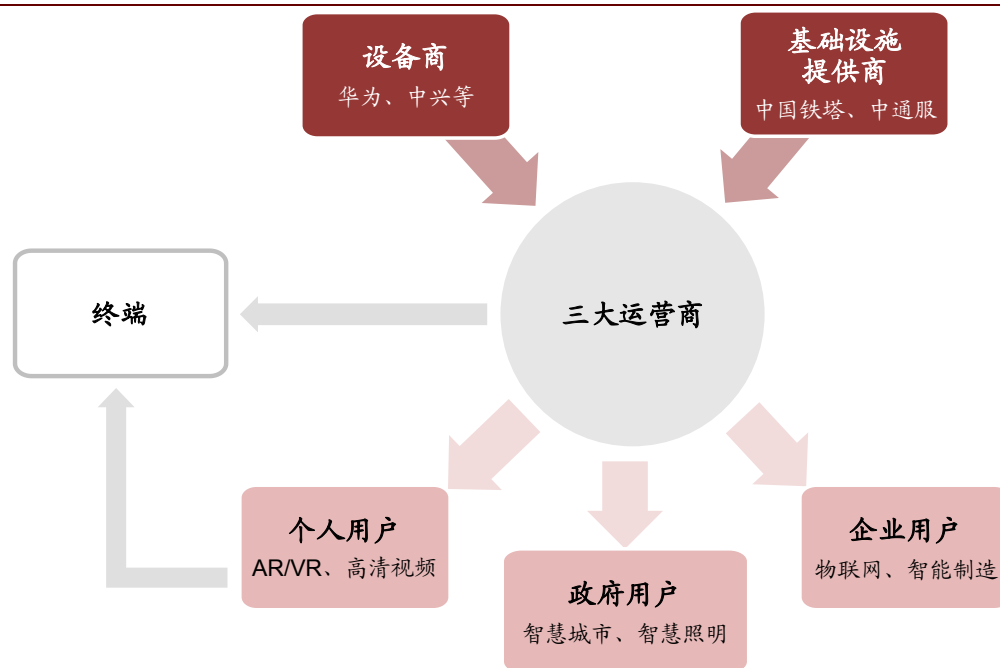
## 5G 时代投资策略

我们认为 5G 网络的建设将是长周期和渐进式的，5G 与 4G 网络将长期共存。根据通信技术发展时钟，约 10 年会有新技术推出，而技术从推出到渗透率达到顶峰约需要 18 年。4G 网络巨额投资仍有待充分利用，因此 4G/5G 网络将出现长期共存局面，5G 网络将在高流量密度热点区域、工业互联网等场景提供服务，而 4G 仍将作为广覆盖的移动通信网。

运营商将以稳步推进、按需投资的思路进行 5G 网络部署。5G 基站覆盖范围比 4G 小，大规模的基站建设成本给运营商带来沉重的压力。为了提高投资回报率，我们认为运营商将改变之前快马加鞭全面覆盖的做法，转为稳步推进、按需投资的思路，率先在城市热点地区（连接密度高、数据需求大）和产业创新地区（与垂直行业融合发展）部署。

- ▶ **2019 年：**仍处于 5G 试验、发牌照及商用初级阶段，我们认为三大运营商不会大规模铺设网络，而是率先集中于热点地区和产业创新地区进行试点，因此整体投资规模有限，运营商资本支出不会出现明显增加。
- ▶ **2020 年：**进入 5G 商用阶段，运营商整体投资开始爬坡，将呈现渐进式的推进，对于城市热点地区和产业创新地区的覆盖进一步增加，产业链中上游会更多受益于 5G 周期的展开。
- ▶ **2021 年及以后：**5G 是一个稳步推进的长期投资过程，设备商和基础设施提供商会持续受益；随着下游垂直领域应用场景的不断丰富和成熟，三大运营商将受益于流量容量、速率的提升以及连接数的爆发性增长，积极拓展物联网、智慧城市等新增业务，带来收入和利润的持续增长。

图表 66: 5G 产业链



资料来源：中金公司研究部

## 5G 初期的投资策略是什么？

聚焦产业链上游和基础设施服务商面临的周期性机遇。我们认为短期内，5G 产业第一波红利将集中在产业链的中上游，由运营商资本支出上行带来的基建扩张。在市场波动加剧的环境中，我们更偏好业绩稳定、确定性高的基础设施服务行业，推荐中国铁塔和中国通信服务，看好运营商资本支出增加及网络规模扩张，带来的基础设施服务需求稳步增长。



### 运营商 5G 发展计划

中国联通 5G 试验网部署计划为“7+33+n”，即在北京、上海、广州、深圳、南京、杭州、雄安 7 个城市城区连续覆盖，在福建、厦门等 33 座城市的热点区域和 n 座城市行业应用区域提供 5G 网络服务。计划投入 60-80 亿元资本开支用于 5G 组网和试验。目前，联通与 OPPO 等厂商积极合作，从终端开发到用户使用的多个环节都有进展。

中国电信明确提出 SA 的组网策略，已经建成 SA 为主、SA/NSA 混合组网的跨省跨域规模试验网，在北京、上海、广州和深圳等 17 个城市开展 5G 创新示范试点。中国电信计划今年投资 90 亿元，我们估计新增基站在 3 万个左右。

中国移动实施“5G+”计划，推进 5G+4G、5G+AICDE、5G+Ecology 等场景的协同发展。计划年内将在超过 40 个城市建设 5G 网络，目前已在 17 个城市开展 5G 规模试验和应用示范。将稳步推进 5G 基站建设，计划年内增加 3 万-5 万个，公司计划 2019 年 5G 投入不超 172 亿元。同时积极推进 C 端使用，与韩国 KT 完成首个 5G 国际漫游演示。

图表 67: 运营商历史及预测的资本支出

| 运营商资本开支汇总<br>(人民币 十亿元) | 2015         | 2016         | 2017         | 2018         | 2019E        | 2020E        | 同比变化         |               |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
|                        |              |              |              |              |              |              | 2019E        | 2020E         |
| <b>中国移动</b>            | <b>195.6</b> | <b>187.3</b> | <b>177.5</b> | <b>167.1</b> | <b>164.9</b> | <b>194.7</b> | <b>-1.3%</b> | <b>18.1%</b>  |
| 5G 网络                  |              |              |              |              | 15.0         | 70.0         |              | 366.7%        |
| 4G 网络                  | 83.0         | 74.2         | 65.7         | 68.5         | 68.2         | 51.2         | -0.4%        | -25.0%        |
| 固网宽带                   | 25.5         | 13.5         | 18.4         | 17.3         | 17.1         | 15.4         | -1.3%        | -10.0%        |
| 其他                     | 87.1         | 99.6         | 93.4         | 81.3         | 64.6         | 58.1         | -20.5%       | -10.0%        |
| <b>中国联通</b>            | <b>133.6</b> | <b>71.8</b>  | <b>42.1</b>  | <b>44.9</b>  | <b>58.0</b>  | <b>72.2</b>  | <b>29.2%</b> | <b>24.5%</b>  |
| 5G 网络                  |              |              |              |              | 8.0          | 30.0         |              | 275.0%        |
| 4G 网络                  | 33.5         | 25.9         | 18.0         | 18.9         | 18.7         | 14.0         | -0.9%        | -25.0%        |
| 固网宽带                   | 33.8         | 16.8         | 9.0          | 9.0          | 9.9          | 8.9          | 9.8%         | -10.0%        |
| 其他                     | 66.3         | 29.1         | 15.1         | 17.1         | 21.5         | 19.3         | 25.8%        | -10.0%        |
| <b>中国电信</b>            | <b>109.1</b> | <b>96.8</b>  | <b>88.7</b>  | <b>74.9</b>  | <b>78.0</b>  | <b>92.9</b>  | <b>4.1%</b>  | <b>19.1%</b>  |
| 5G 网络                  |              |              |              |              | 9.0          | 35.0         |              | 288.9%        |
| 4G 网络                  | 51.2         | 41.1         | 36.0         | 29.6         | 28.0         | 21.0         | -5.3%        | -25.0%        |
| 固网宽带                   | 37.4         | 36.7         | 31.8         | 24.4         | 18.0         | 16.2         | -26.4%       | -10.0%        |
| 其他                     | 20.5         | 19.0         | 20.9         | 20.9         | 23.0         | 20.7         | 10.0%        | -10.0%        |
| <b>资本开支总计</b>          | <b>438.3</b> | <b>356.0</b> | <b>308.3</b> | <b>286.9</b> | <b>300.9</b> | <b>359.8</b> | <b>4.9%</b>  | <b>19.6%</b>  |
| 5G 网络                  |              |              |              |              | 32.0         | 135.0        |              | 321.9%        |
| 4G 网络                  | 167.7        | 141.2        | 119.7        | 116.9        | 114.9        | 86.2         | -1.8%        | -25.0%        |
| 固网宽带                   | 96.7         | 67.0         | 59.2         | 50.8         | 45.0         | 40.5         | -11.4%       | -10.0%        |
| 其他                     | 173.9        | 147.7        | 129.5        | 119.3        | 109.1        | 98.2         | -8.5%        | -10.0%        |
| <b>5G 资本开支</b>         |              |              |              |              | <b>32.0</b>  | <b>135.0</b> |              | <b>321.9%</b> |
| 建站规模 (千站)              |              |              |              |              | 106.7        | 540.0        |              | 406.3%        |
| 单站成本 (千元)              |              |              |              |              | 300.0        | 250.0        |              | -16.7%        |

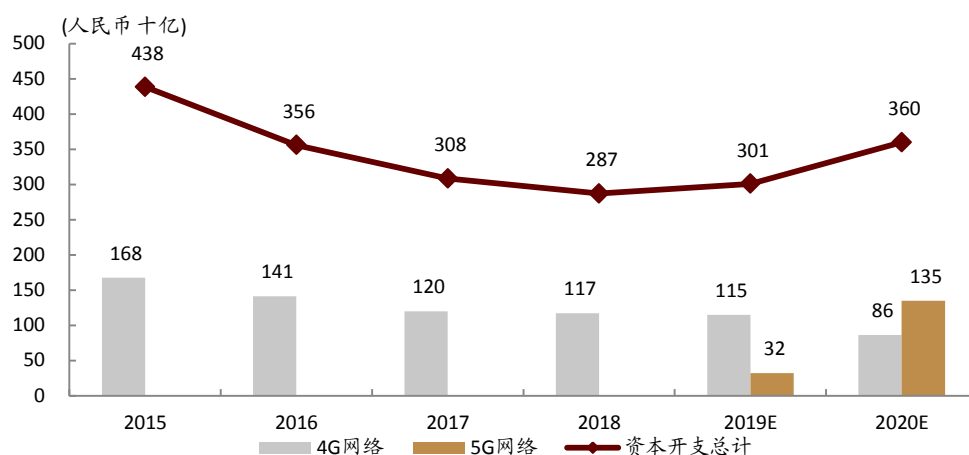
资料来源：公司年报，公司官网，中金公司研究部

### 运营商资本支出上行周期中的投资机遇

我们预计运营商 2019 年的资本开支同比上升 4.9%，主要增量来自于 5G 资本开支约 300 亿元，对应 5G 基站约 10 万站。

预计运营商 2020 年资本开支同比上升 19.6%，主要增量来自于 5G 资本开支约 1,350 亿元，对应 5G 基站约 50 万站。

图表 68: 运营商资本开支 2019 年开始企稳回升, 5G 资本开支开始明显增加



资料来源: 公司年报, 公司官网, 中金公司研究部

在 5G 建设初期, 运营商的资本支出增加为上游设备商和基础设施服务商带来机遇。我们推荐市场份额高及业绩可预见性高的行业龙头:

图表 69: 中国铁塔或面临运营商部署 5G 基站的第一波网络扩张红利

|                    | 不含 5G       |            |            | 含 5G    |         |         |
|--------------------|-------------|------------|------------|---------|---------|---------|
|                    | 2018A<br>4G | 2019<br>4G | 2020<br>4G | 悲观情形    | 基本情形    | 乐观情形    |
| 宏站站址数量 (千)         | 1,897.7     | 1,954.7    | 2,000.7    |         |         |         |
| 新增宏站站址 (千)         |             | 57.0       | 45.9       |         |         |         |
| 宏站租户数量 (千)         | 2,810.1     | 2,970.3    | 3,114.4    |         |         |         |
| 新增租户数量 (千)         |             | 160.2      | 144.2      |         |         |         |
| 租户共享率              | 1.48        | 1.52       | 1.56       |         |         |         |
| 平均租金 (元)           | 25,074.3    | 24,318.6   | 23,987.0   |         |         |         |
| 平均租户数量 (千)         | 2,719.6     | 2,890.2    | 3,042.4    |         |         |         |
| 租金收入 (亿元)          | 681.9       | 702.9      | 729.8      |         |         |         |
| 宏站租金增长             |             | 3.1%       | 3.8%       |         |         |         |
| 运营商加挂 5G 基站数量 (千)  |             |            |            | 300.0   | 500.0   | 700.0   |
| 单基站贡献收入 (元)        |             |            |            | 7,196.1 | 7,196.1 | 7,196.1 |
| 5G 基站贡献增量收入 (亿元)   |             |            |            | 21.6    | 36.0    | 50.4    |
| 增量收入占比             |             |            |            | 3.0%    | 4.9%    | 6.9%    |
| 考虑 5G 之后的宏站收入 (亿元) |             |            |            | 751.4   | 765.8   | 780.1   |
| 宏站收入增长             |             |            |            | 6.9%    | 8.9%    | 11.0%   |
| 铁塔总收入 (亿元)         | 718.2       | 773.3      | 837.6      | 859.2   | 873.6   | 888.0   |
| 非宏站收入 (亿元)         | 36.3        | 70.4       | 107.8      | 107.8   | 107.8   | 107.8   |
| 收入增速               |             | 7.7%       | 8.3%       | 11.1%   | 13.0%   | 14.8%   |
| EBITDA (亿元)        | 417.7       | 450.2      | 488.4      | 503.5   | 513.6   | 523.6   |
| EBITDA 率           | 58.2%       | 58.2%      | 58.3%      | 58.6%   | 58.8%   | 59.0%   |
| 同比增长               |             | 7.8%       | 8.5%       | 11.8%   | 14.1%   | 16.3%   |

资料来源: 公司年报, 公司官网, 中金公司研究部

图表 70：中通服的收入或因运营商资本开支上扬而加速增长

|                    | 2015A          | 2016A          | 2017A          | 2018A          | 2019E          | 2020E          |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>收入</b>          | <b>80,960</b>  | <b>88,449</b>  | <b>94,572</b>  | <b>106,177</b> | <b>120,090</b> | <b>138,598</b> |
| 同比增长率              | 10.6%          | 9.3%           | 6.9%           | 12.3%          | 13.1%          | 15.4%          |
| <b>收入拆分</b>        |                |                |                |                |                |                |
| 通信基础设施服务 (TIS)     | 39,209         | 45,887         | 50,511         | 57,359         | 65,292         | 75,552         |
| 业务流程外包服务 (BPO)     | 33,014         | 32,533         | 32,763         | 35,103         | 38,573         | 43,958         |
| 应用、内容及其他服务 (ACO)   | 8,737          | 10,029         | 11,298         | 13,715         | 16,224         | 19,088         |
| <b>占收入比重</b>       |                |                |                |                |                |                |
| 通信基础设施服务 (TIS)     | 48.4%          | 51.9%          | 53.4%          | 54.0%          | 54.4%          | 54.5%          |
| 业务流程外包服务 (BPO)     | 40.8%          | 36.8%          | 34.6%          | 33.1%          | 32.1%          | 31.7%          |
| 应用、内容及其他服务 (ACO)   | 10.8%          | 11.3%          | 11.9%          | 12.9%          | 13.5%          | 13.8%          |
| <b>运营商和铁塔的资本支出</b> |                |                |                |                |                |                |
| 中国移动               | 195,600        | 187,300        | 177,500        | 167,100        | 164,900        | 194,700        |
| 中国联通               | 133,599        | 71,836         | 42,130         | 44,900         | 58,000         | 72,200         |
| 中国电信               | 109,094        | 96,817         | 88,700         | 74,900         | 78,000         | 92,900         |
| 中国铁塔               |                | 64,103         | 43,836         | 26,466         | 30,000         | 30,000         |
| <b>资本开支加总</b>      | <b>667,363</b> | <b>420,056</b> | <b>352,166</b> | <b>313,366</b> | <b>330,900</b> | <b>389,800</b> |
| 同比增长率              |                |                | -16.2%         | -11.0%         | 5.6%           | 17.4%          |
| <b>中通服的市场份额</b>    | <b>4.7%</b>    | <b>8.5%</b>    | <b>11.0%</b>   | <b>12.9%</b>   | <b>13.8%</b>   | <b>14.5%</b>   |
| 同比增长率              | -2.33ppt       | 3.79ppt        | 2.44ppt        | 1.89ppt        | 0.9ppt         | 0.77ppt        |

资料来源：公司年报，中金公司研究部

## 5G 建设篇——通信设备如何突围<sup>2</sup>

近期，中美贸易摩擦升温、华为进入美国实体名单等事件引起市场关注，投资者对于“在中美贸易不确定性背景下中国如何继续发展 5G 产业”这一问题较为关心。通过对中国通信企业全球竞争力及产业链的分析，我们认为贸易摩擦很难撼动华为中兴在全球的领先地位，看好通信设备板块（中兴、烽火、铁塔、中通服），通信半导体国产替代（光迅、圣邦、稳懋），5G 带动高频 PCB（生益、沪电、深南）、天线、滤波器等结构件（东山、顺络、立讯）等投资机会。

**贸易摩擦很难撼动华为在全球通信设备行业的领先地位。**2018 年，华为、中兴在全球通信设备市场份额合计占比接近 40%，除美国之外几乎所有主要国家都有华为中兴信号覆盖。通信设备业务的特点是用户粘性高，网络的重置成本高。运营商很难在现有 4G 网络上放弃使用华为设备。虽然中美贸易摩擦加剧，可能导致海外运营商放缓 5G 建设速度，但 6 月 3 日工信部宣布近期将发放 5G 商用牌照，反映中国政府大力发展 5G 决心不变。我们认为，华为、中兴能够通过国内市场份额的提升来弥补海外负面影响。

**“断供”加速通信用半导体国产化进程。**中国通信设备企业面临的风险是因被加入实体清单，导致自身的半导体等供应链断裂。短期来看，华为前期芯片备货能避免现有产品断供风险。基站用半导体芯片主要包括数字逻辑芯片、射频芯片、模拟芯片、电源芯片等。数字逻辑芯片方面，华为中兴自研产品已经得到广泛使用。**射频芯片**是目前国内主要短板，我们看到华为和稳懋的合作，以及**能讯**等国内初创企业芯片正逐步替代美国进口产品。在模拟芯片、电源、光电芯片方面，我们也看好，圣邦、光迅等企业逐步替代进口机会。

**5G PCB&CCL 和天线等结构件升级带来结构性增长机会。**除了半导体以外，5G 为通信设备带来的主要变化包括：（1）5G 对高速传输和高频通信的需求，推动 PCB 及 CCL 材料升级和单价提升。（2）Massive MIMO（大规模有源天线阵）技术在 5G 中的运用，带动天线和滤波器数量的提升，以及各自材料的变化。关注 PCB/CCL 产业链（深南电路、沪电股份、生益科技）、基站滤波器（东山精密、顺络电子），天线及天线振子（立讯、通宇、京信、摩比）等企业。

### 投资摘要：中美贸易摩擦下，自主可控助力 5G 基站突围

#### 回答市场疑虑：在中美贸易不确定性背景下如何继续发展 5G 产业

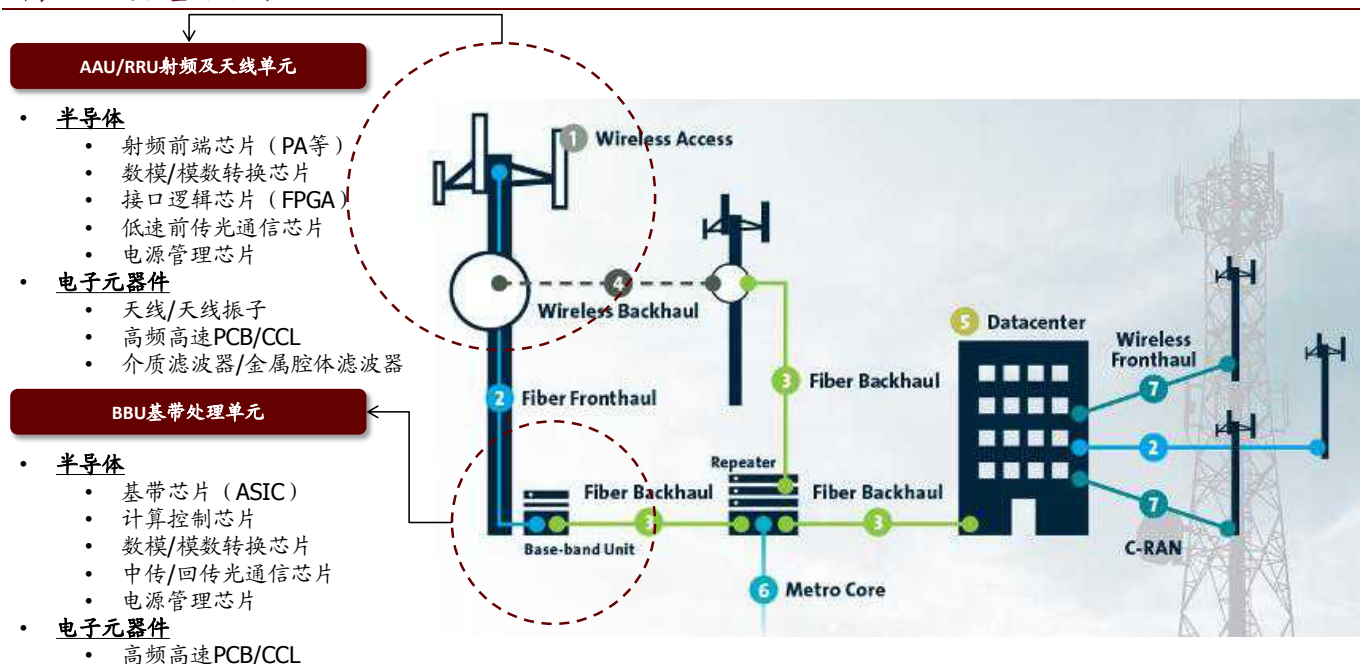
**中美贸易摩擦并未拖缓我国 5G 建设进程。**近期，中美贸易摩擦升温、华为进入美国实体名单等事件引起市场关注，投资者对于“在中美贸易不确定性背景下中国如何继续发展 5G 产业”这一问题较为关心。

**我们认为 5G 发展应该分国内、国外分别看待。**华为、中兴在 5G 技术与商用能力上领先全球，中美贸易摩擦很难撼动华为在通信设备上的领先优势。**国内方面**，工信部宣布近期将发放 5G 商用牌照，体现了我国 5G 建设进度没有受到明显影响。在牌照之后，运营商即可进行 5G 商用，相比此前 2020 年商用的目标，甚至会有所提前。华为准备充分，网络的提前建设有利于华为在市场竞争中获得较好份额，华为目前单月出货基站数已达 2 万左右。而中兴也有望受益于国内 5G 建设。诺基亚、爱立信在国内的 5G 建设中由于准备相对较慢，份额可能较低。**国外方面**，部分运营商如欧洲抉择是否采用华为 5G 设备将导致 5G 建设放缓，而日本等国家放弃使用华为设备有可能导致华为 5G 份额下滑。另外，**4G 网络**由于海外存量较大，性价比高，替换成本高，因此华为在海外 4G 份额短期将不会明显下滑。

<sup>2</sup> 分析员 黄乐平 SAC 执证编号：S0080518070001，SFC CE Ref: AUZ066；分析员 闫慧辰 SAC 执证编号：S0080518120002，SFC CE Ref: BOK817；分析员 胡誉镜 SAC 执证编号：S0080517100004，SFC CE Ref: BMN486；分析员 丁宁 SAC 执证编号：S0080117070001，SFC CE Ref: BNN540；联系人 陈旭东 SAC 执证编号：S0080117110105。

5G 网络的第一批建设主要围绕中美日韩，且欧洲等国家的 5G 本身并不紧迫，因此我们认为目前时点，我国 5G 的牌照对华为、中兴存在利好。但应跟踪美国对于中国 5G 牌照可能做出的进一步反应。

图表 71: 通信基站结构



资料来源: Macom, 中金公司研究部

### 5G 的机遇与挑战：技术变革带动市场规模提升，半导体自主可控为突围重点

贸易不确定背景下，通信基站建设主要风险来自于客户与供应链两方面。我们认为中国5G进展快于海外，利好国内产业链。但目前我国在半导体领域（芯片等）仍存在短板，亟待自主可控。

**机遇与挑战#1: 半导体领域自主可控为突围的主要方向。**供应链角度, 半导体领域存在**短板, 自主可控为解决方案**。中国大陆供应商在 1) 天线环节实力较强, 2) 在 PA/LNA、滤波器 etc 射频前端拥有一定的市场地位、但仍有较大的进口替代空间, 3) 国产替代空间较大的环节主要处于半导体领域, 包括 PA、基带芯片、数字芯片、模拟芯片、电源芯片等。5G 相比 4G 的性能提升很大程度上依赖于芯片的设计和选用, **我们认为芯片领域的自主可控是我国 5G 基站建设突围的重点。**

**机遇与挑战#2: 5G 特性带动 PCB、天线振子、PA、介质滤波器等基站器件需求提升。**5G 高频高速特点带动 PCB/CCL、天线、PA、滤波器的材料与工艺发生变化,多通道/大带宽则主要带动 PCB、天线、PA、开关、滤波器等用量显著提升。



图表 72: 5G 基站受益环节及主要厂商

| 产业链环节             | 市场规模(美元 百万元) |         |      | 主要厂商   |   |   |
|-------------------|--------------|---------|------|--|---|---|
|                   | 2019 年       | 2023 年  | CAGR | 美国   | 中国大陆  | 其他  |
| 通信设备              | 100,000      | 114,580 | 3%   |  | 华为(未上市)<br>中兴通讯(0763 HK)  | 爱立信(ERIC US)<br>诺基亚(NOK US)<br>三星(5930 KS)            |
| PA                | 673          | 1,391   | 20%  | Macom(MTSI US)<br>博通(AVGO US)<br>Qorvo(QRVO US)                  | 能讯(未上市)<br>三安光电(600703 CH)<br>歌尔股份(002241 CH)<br>海思半导体(未上市)<br>中兴微电子(未上市)<br>紫光同创(未上市)<br>安路信息(未上市)<br>高云半导体(未上市)             | Murata(6981 JP)<br>稳懋(3105 TT) - 中国台湾                 |
| 基带芯片              | n.a.         | n.a.    | n.a. | Intel(INTC US)<br>Xilinx(XLNX US)<br>Lattice(LSCC US)            |   |   |
| 电源管理/数模-模数转换/光芯片等 | n.a.         | n.a.    | n.a. | TI(TXN US)<br>ADI(ADI US)<br>Lumentum(LITE US)<br>II-IV(IIVI US) | 圣邦股份(300661 CH)<br>光迅科技(002281 CH)<br>中际旭创(300308 CH)   |   |
| PCB/CCL           | 650          | 798     | 5%   | 罗杰斯(ROG US)<br>TTM(TTMI US)                                      | 建滔积层板(1888 HK)<br>生益科技(600183 CH)<br>深南电路(002916 CH)<br>沪电股份(002463 CH)<br>华正新材(603186 CH)                                    | 臻鼎-KY(4958 TT)<br>旗胜(未上市)                             |
| 基站滤波器             | 825          | 1,182   | 9%   | Commscope(COMM US)<br>CTS(CTS US)<br>Powerwave(未上市)              | 东山精密(002384 CH)<br>顺络电子(002138 CH)<br>风华高科(000636 CH)<br>灿勤科技(未上市)<br>大富科技(300134 CH)<br>春兴精工(002547 CH)<br>*ST 凡谷(002194 CH) | Murata(6981 JP)<br>Sawmics(未上市)<br>Partron(091700 KS) |
| 基站天线/天线振子         | 74           | 104     | 9%   | Commscope(COMM US)<br>Amphenol (APH N)<br>RFS(未上市)               | 华为(未上市)<br>京信通讯(2342 HK)<br>通宇通讯(002792 CH)<br>摩比发展(947 HK)<br>盛路通信(002446 CH)<br>信维通信(300136 CH)<br>立讯精密(002475 CH)          | 爱立信(ERIC US)<br>Ace Technology(未上市)                   |

资料来源：万得资讯，Bloomberg，Yole，中金公司研究部

### 投资建议：哪些中国大陆公司将会受益？

**通信设备：**我们认为，未来我国市场网络建设将带动我国厂商业绩提升。看好基站供应商中兴通讯，关注光迅科技、烽火通信等相关标的。

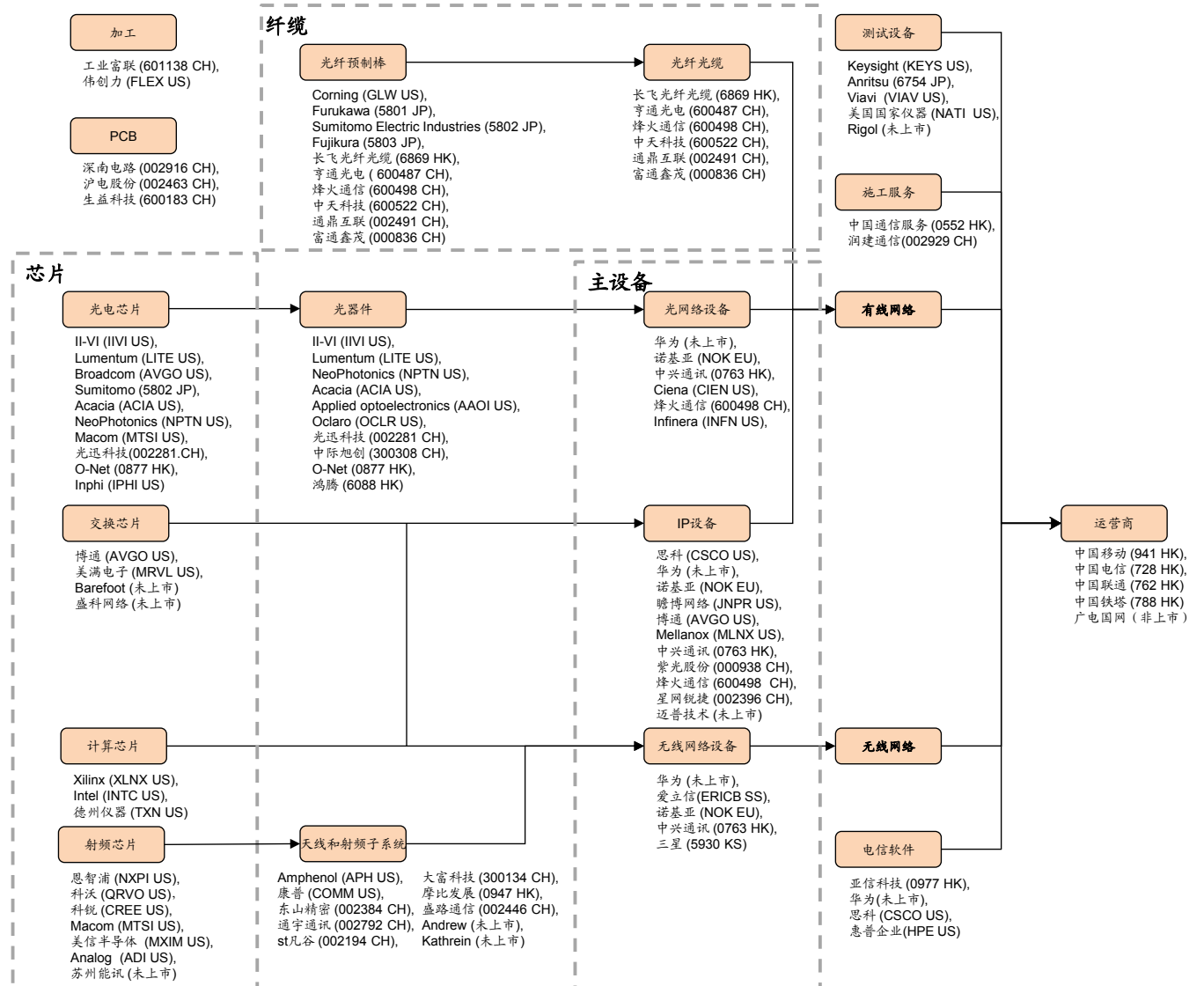
**半导体：**贸易摩擦将对中国半导体的国产替代过程起到加速作用，建议关注圣邦股份（数模转换/电源管理芯片）、光迅科技（光器件芯片）、稳懋（GaN）、能讯半导体（未上市；GaN）、三安光电（GaN PA 代工）等公司产品在基站中的份额提升。此外，我们建议关注和舰、晶晨、中微等科创板拟上市半导体设计公司。

**PCB/CCL：**中国厂商在 PCB/CCL 实力较强，优先受益。PCB 方面，关注在全球高频 PCB 中占据一定的市场份额的深南、沪电以及生益电子（生益科技子公司）。CCL 方面，我国建滔基层板、生益科技是全球 CCL 份额前 2 企业，有望技术替代台湾高端 CCL；而生益科技和华正新材有望部分替代美国 Rogers 高频 CCL。

**其他零部件：**滤波器方面，建议关注东山精密（艾福电子母公司；介质/金属腔体）、灿勤科技、顺络电子、风华高科等介质滤波器公司，并关注通宇通讯、大富科技、\*ST 凡谷等于介质滤波器的布局进展。**基站天线方面**，我们建议关注：1) 主设备商：通宇、京信、摩比等天线供应商；2) 推荐基站天线代工领域领先者东山精密；2) 天线振子：飞荣达、硕贝德、信维通信、立讯精密等基站天线振子供应商。



图表 73: 通信网络板块：全球投资地图



资料来源：中金公司研究部

图表 74：可比公司估值表

| 股票代码      | 公司名称   | 股价    | 第一作者 | 中金评级 | 交易货币 | 市值（百万美元） | 市盈率   |       | 市净率   |       | 净资产收益率（%） | 股价变动(%)            |
|-----------|--------|-------|------|------|------|----------|-------|-------|-------|-------|-----------|--------------------|
|           |        |       |      |      |      |          | 2019E | 2020E | 2019E | 2020E |           |                    |
| 通信设备      |        |       |      |      |      |          |       |       |       |       |           |                    |
| 000063.SZ | 中兴通讯*  | 29.78 | 黄乐平  | 推荐   | CNY  | 16,743   | 28.8  | 22.8  | 3.7   | 3.2   | 15.0%     | <div></div> 52.0%  |
| 002281.SZ | 光迅科技*  | 26.55 | 闫慧辰  | 推荐   | CNY  | 2,601    | 47.6  | 33.9  | 4.9   | 4.4   | 13.7%     | <div></div> -1.2%  |
| 600498.SH | 烽火通信*  | 27.83 | 闫慧辰  | 中性   | CNY  | 4,706    | 30.5  | 26.9  | 3.0   | 2.9   | 11.0%     | <div></div> -2.2%  |
| 00763.HK  | 中兴通讯*  | 20.05 | 黄乐平  | 推荐   | HKD  | 16,743   | 17.1  | 13.6  | 2.2   | 1.9   | 15.0%     | <div></div> 35.5%  |
| 300134.SZ | 大富科技   | 13.72 |      |      | CNY  | 1,523    | 31.7  | 15.6  | 1.9   | N.A.  | 9.9%      | <div></div> 46.0%  |
| 02342.HK  | 京信通信   | 1.6   |      |      | HKD  | 506      | 16.8  | 10.1  | 1.0   | 0.9   | 9.0%      | <div></div> 24.0%  |
| 00947.HK  | 摩比发展   | 1.05  |      |      | HKD  | 110      | N.A.  | N.A.  | N.A.  | N.A.  | N.A.      | <div></div> -1.9%  |
|           | 平均值    |       |      |      |      |          | 28.8  | 20.5  | 2.8   | 2.7   |           |                    |
|           | 中位值    |       |      |      |      |          | 29.7  | 19.2  | 2.6   | 2.9   |           |                    |
| 半导体       |        |       |      |      |      |          |       |       |       |       |           |                    |
| 600703.SH | 三安光电*  | 10.28 | 丁宁   | 中性   | CNY  | 6,067    | 14.8  | 10.6  | 1.8   | 1.6   | 15.8%     | <div></div> -9.1%  |
| 00981.HK  | 中芯国际*  | 8.76  | 黄乐平  | 推荐   | HKD  | 5,641    | 45.8  | 41.3  | 0.6   | 0.6   | 2.4%      | <div></div> 27.9%  |
| 01347.HK  | 华虹半导体* | 15.2  | 黄乐平  | 推荐   | HKD  | 2,491    | 12.4  | 11.9  | 0.8   | 0.8   | 8.2%      | <div></div> 4.8%   |
|           | 平均值    |       |      |      |      |          | 24.3  | 21.3  | 1.1   | 1.0   |           |                    |
|           | 中位值    |       |      |      |      |          | 14.8  | 11.9  | 0.8   | 0.8   |           |                    |
| PCB       |        |       |      |      |      |          |       |       |       |       |           |                    |
| 002463.SZ | 沪电股份   | 9.88  |      |      | CNY  | 2,465    | 20.9  | 15.8  | 3.4   | 2.9   | 18.3%     | <div></div> 37.8%  |
| 600183.SH | 生益科技*  | 12.89 | 陈旭东  | 推荐   | CNY  | 3,956    | 25.0  | 21.2  | 4.2   | 3.9   | 19.0%     | <div></div> 28.1%  |
| 603186.SH | 华正新材   | 26.1  |      |      | CNY  | 488      | 25.2  | 18.6  | 4.5   | 3.8   | 20.4%     | <div></div> 72.3%  |
| 01888.HK  | 建滔积层板* | 6.89  | 陈旭东  | 推荐   | HKD  | 2,707    | 7.4   | N.A.  | 1.1   | N.A.  | N.A.      | <div></div> 6.7%   |
|           | 平均值    |       |      |      |      |          | 19.6  | 18.5  | 3.3   | 3.5   |           |                    |
|           | 中位值    |       |      |      |      |          | 23.0  | 18.6  | 3.8   | 3.8   |           |                    |
| 元器件       |        |       |      |      |      |          |       |       |       |       |           |                    |
| 002384.SZ | 东山精密*  | 13.28 | 胡蓉镜  | 推荐   | CNY  | 3,087    | 15.8  | 12.7  | 2.2   | 1.9   | 16.1%     | <div></div> 17.6%  |
| 002138.SZ | 顺络电子*  | 14.89 | 胡蓉镜  | 推荐   | CNY  | 1,737    | 19.4  | 14.6  | 2.4   | 2.2   | 15.8%     | <div></div> 7.6%   |
| 000636.SZ | 风华高科   | 11.68 |      |      | CNY  | 1,513    | N.A.  | N.A.  | N.A.  | N.A.  | N.A.      | <div></div> 8.8%   |
| 002792.SZ | 通宇通讯   | 30.5  |      |      | CNY  | 993      | 41.5  | 29.4  | N.A.  | N.A.  | 11.5%     | <div></div> -0.4%  |
| 300602.SZ | 飞荣达    | 23.1  |      |      | CNY  | 1,023    | 21.5  | 15.7  | 3.8   | 3.0   | 20.4%     | <div></div> -30.9% |
| 300322.SZ | 硕贝德    | 12.57 |      |      | CNY  | 739      | 31.2  | 21.1  | 6.3   | 5.1   | 21.2%     | <div></div> 31.8%  |
| 002475.SZ | 立讯精密*  | 21.22 | 胡蓉镜  | 推荐   | CNY  | 12,634   | 22.1  | 16.6  | 4.6   | 3.7   | 24.7%     | <div></div> 50.9%  |
|           | 平均值    |       |      |      |      |          | 25.3  | 18.4  | 3.9   | 3.2   |           |                    |
|           | 中位值    |       |      |      |      |          | 21.8  | 16.2  | 3.8   | 3.0   |           |                    |

资料来源：万得资讯、彭博资讯、公司公告、中金公司研究部

注：标\*公司为中金覆盖，采用中金预测数据；其余使用市场一致预期

收盘价信息更新于北京时间 2019 年 6 月 9 日

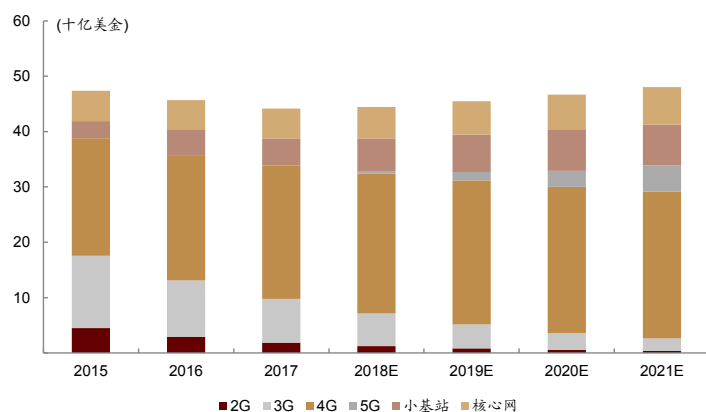
## 通信设备：中美贸易摩擦很难撼动华为领先地位

华为，中兴在 5G 技术和商用能力上领先全球

全球通信设备市场规模随着技术的换代升级呈现波动趋势，而目前全球无线电信网络正在经历从 4G 向 5G 发展的转折点。随着 5G 建设期到来，市场规模出现提升趋势。

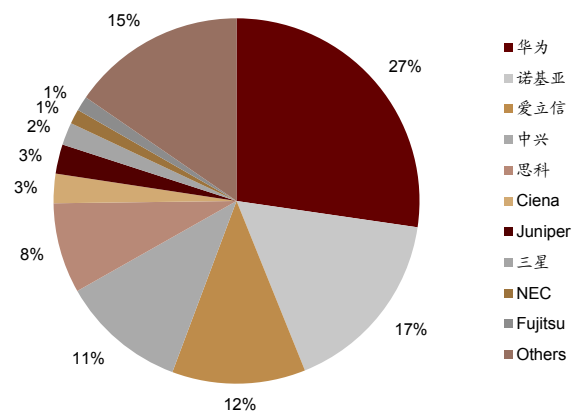
以基站及无线通信设备市场为例，Gartner 预测，从 2018 年起，全球无线设备市场规模将呈现提升趋势。根据 Gartner 的数据显示，2018 年通信设备市场中我国厂商华为、中兴市场份额排名领先，其中华为排名第一，份额达到 27%。

图表 75：全球无线设备市场规模



资料来源：Gartner，中金公司研究部

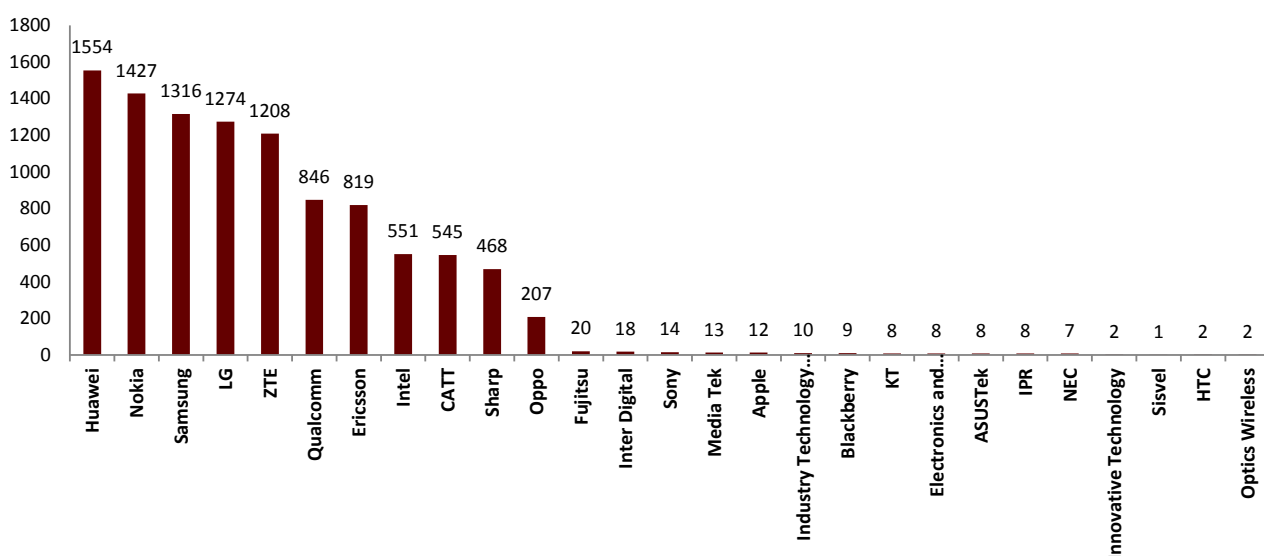
图表 76：全球通信设备市场份额



资料来源：Gartner，中金公司研究部

从技术方面来看，华为、中兴经过了 4G 时代的专业积累，在 5G 实现了技术反超。专利层面，华为、中兴在 5G 专利比例方面排名全球第一和第五。在商业化方面，中国企业也领先全球。19 年 5 月，华为宣布已经出货 5G 基站超过 10 万，中兴通讯 4 月也曾表示 5G 基站累计出货量超过 1 万站。

图表 77：全球公司 5G 相关技术专利贡献统计

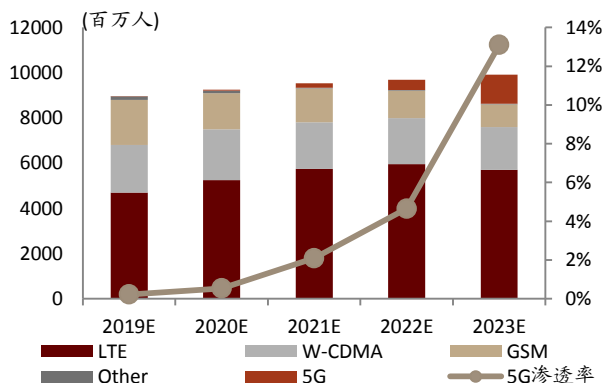


资料来源：IPlytics，中金公司研究部

### 5G 建设 2020 年预计进入高峰期

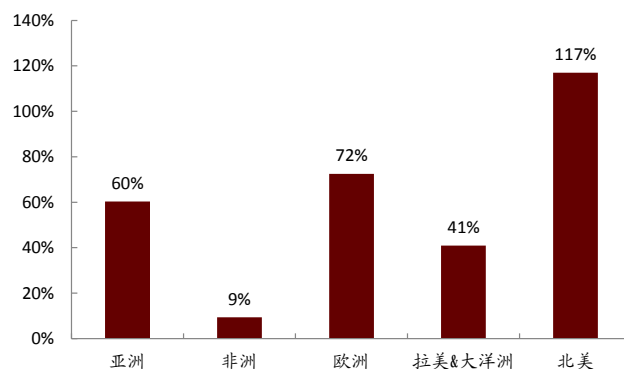
根据 GSA 统计，截至 4Q18，全球 4G 用户数达到 39.9 亿。全球 4G 在各洲的渗透率不同。而真正早期布局 5G 的国家主要将为韩国、美国、中国、日本、中东和欧洲部分国家等 4G 渗透率较高国家。GSA 预测到 2023 年，全球预计有 13 亿 5G 用户。

图表 78：全球无线用户数及 5G 渗透率的预测



资料来源：GSA，中金公司研究部

图表 79：各大洲 4G 人口渗透率 (4Q18)

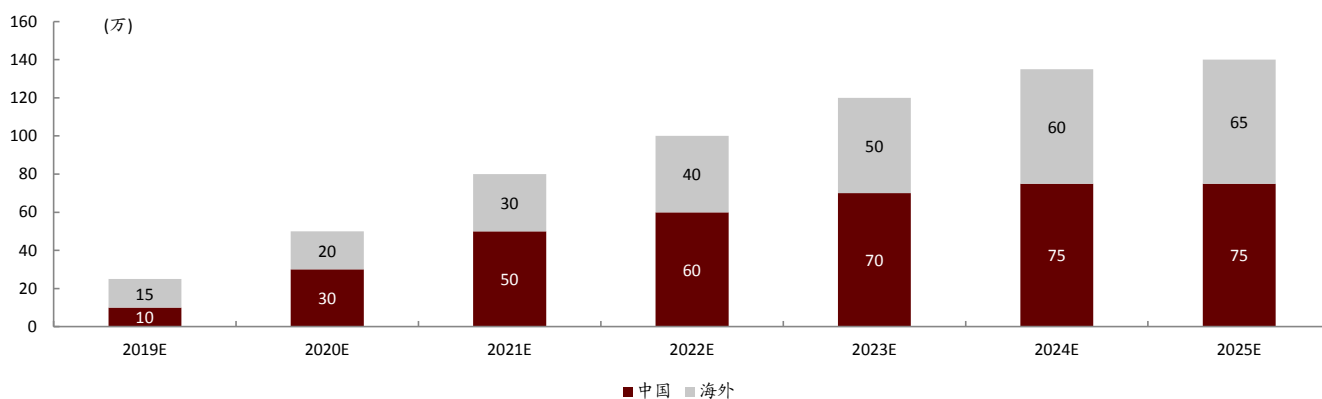


资料来源：GSA，联合国，中金公司研究部

截至 2019 年 4 月初，全球 4G 运营商 720 家，准备提供 4G 服务的运营商 116 家。5G 方面，88 个国家的 224 家运营商开启了 5G 网络的测试、试验、试商用或商用。其中试商用或商用的运营商达到 39 家，商用的运营商为 15 家。

华为预计 2025 年全球将有 650 万个 5G 基站、28 亿用户，覆盖全球 58% 的人口。我们基于对产业链的调研和判断，认为 2019 年是 5G 基站出货的元年，而中国将成为未来三年 5G 建设的主力。

图表 80：全球 5G 基站单年度建设量预测



资料来源：中金公司研究部

全球主要国家 5G 频谱划分及网络建设的进展情况如下：

- 中国：**三大运营商在全国各地的 5G 网络建设热情高涨。北京截至 5 月下旬建设了 4700 个 5G 基站建设，年底将实现五环内 5G 覆盖；上海电信 2019 年将建设超过 3000 个 5G 基站，到 2021 年底建设 1 万个 5G 基站；广东截至 5 月已建 5G 基站超 14,200 个，其中广州 5G 基站超过 7100 个。广东移动在全省 21 个地市已开通 5G 网络；湖北移动 2019 年将在全省投资 10 亿元人民币，建设 2000 个 5G 基站；山东联通年内宣布在全省 16 地市正式开通 5G 试验网。

- ▶ **韩国：**三大运营商 KT、SK、LG U+ 2019 年 4 月 3 日起开启了全国 5G 运营，单月用户数突破 26 万。当时 LG U+ 共架设约 1.18 万个 5G 基站，主要供应商包括华为。而 KT 和 SK 供应商包括爱立信和三星。
- ▶ **美国：**5G 采用 28GHz、24GHz、37GHz、39GHz 和 47GHz 进行 5G 部署。5 月末美国完成了第二次频谱拍卖。目前美国的 5G 主要用于家庭无线宽带接入。而近期美国 FCC 表示将批准国内第三大、第四大无线运营商 Sprint 和 T-Mobile 的合并。合并后的运营商在中频段将活动 130MHz 带宽，可考虑用于 5G 部署。美国目前 5G 设备的提供商包括爱立信、诺基亚和三星。
- ▶ **日本：**5G 也在建设中，《朝日新闻》报道称，预计 2020 年春天将提供服务。根据朝日新闻，日本三大运营商 NTT Docomo Inc.，KDDI Corp.，SoftBank Group Corp.以及新兴运营商乐天移动 Rakuten Mobile Inc.将主要选择爱立信、诺基亚、三星和本土公司的 5G 设备。
- ▶ **欧洲、中东：**部分运营商在进行 5G 的试验和试商用过程。如欧洲运营商 Telia 将在 1-2 个欧洲国家开展 5G 服务。中东运营商 Etisalat 1H19 将会在 300 个城市推出 5G 服务。

图表 81：全球主要国家 5G 进展及计划

| 国家    | 运营商        | 商用时间 | (可能)部署的频谱  | 设备商合作伙伴         | 规模  |
|-------|------------|------|--|-----------------|---|
| 中国    | 中国移动       | 2019 | 2515-2675MHz; 4.8-4.9GHz   | 华为，中兴，诺基亚，爱立信   | 2019年在40个城市实现5G覆盖                                     |
|       | 中国电信       | 2019 | 3.4-3.5GHz   |                 | 2019年在全国8个城市开展SA+NSA混合组网的扩大试点                         |
|       | 中国联通       | 2019 | 3.5-3.6GHz   |                 | 将在国内40个城市开通5G试验网络。                                    |
| 日本    | NTT Docomo | 2020 | 3600-3700 MHz, 4500-4600 MHz, 27.4-27.8 GHz                                      | 爱立信，诺基亚，三星，本土公司 | 在两年内在全国各州提供5G服务的承诺，并在五年内在至少一半的国土上建立5G基站               |
|       | KDDI       | 2020 | 3700-3800 MHz, 4000-4100 MHz and 27.8-28.2 GHz                                   |                 |   |
|       | Softbank   | 2020 | 3900-4000 MHz and 29.1-29.5 GHz  |                 |   |
| 美国    | AT&T       | 2018 | 3.55-3.7GHz, 3.7-4.2GHz, 5.9-7.1GHz, 28GHz(已拍卖), 24GHz(拍卖中), 37GHz, 39GHz, 47GHz | 爱立信，诺基亚，三星      | 2019年将5G网络扩大到19座城市，2020年要保证美国至少有2亿用户体验上5G网络           |
|       | Verizon    | 2018 |  |                 | 合并后，于2024年实现5G网络覆盖全美90%的人口                            |
|       | Sprint     | 2019 |  |                 |   |
|       | T-mobile   | 2019 |  |                 |   |
| 韩国    | SKT        | 2019 | 3600MHz-3700MHz, 28.1GHz-28.9GHz   | 爱立信，三星          | 已部署3.4万个5G基站，覆盖韩国85个城市主要区域                            |
|       | KT         | 2019 | 3500MHz-3600MHz, 26.5GHz-27.3GHz   |                 | 已部署3万个5G基站  |
|       | LG U+      | 2019 | 3420MHz-3500MHz, 27.3GHz-28.1GHz   | 华为，爱立信，三星       | 截至2019/04共架设约1.18万个5G基站                               |
| 欧洲、中东 | Vodafone   | 2020 | 3.4GHz-3.7GHz  | 华为              | 2022年底时中标公司需要为德国98%的家庭提供5G网络服务，2024年底时5G服务覆盖主要公路和铁路路段 |
|       | 德国电信       | 2020 |  |                 | 今年上半年建设300个5G基站                                       |
|       | Telefonica | 2021 |  |                 |   |
|       | Etisalat   | 1H19 |  |                 |   |

资料来源：GSA，MIIT，FCC，中金公司研究部

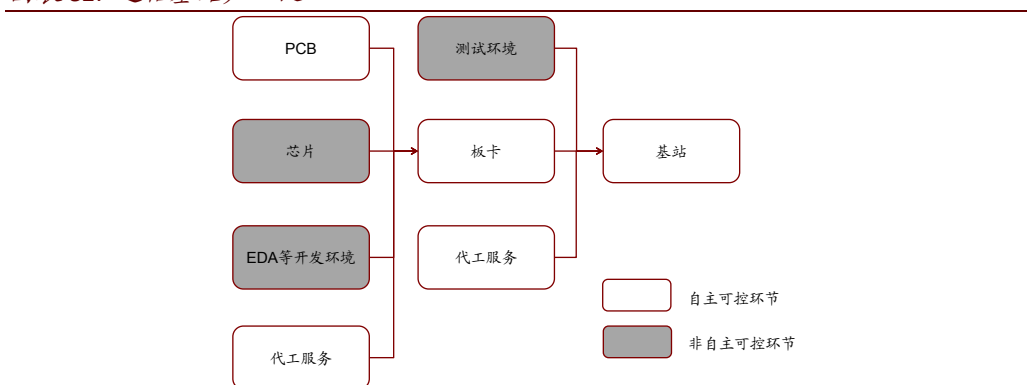
实体名单影响分析#1：供应链面临挑战，华为通过存货及国产化积极应对

华为的角度，通信设备产业链属于软硬件联合开发，目标是将板卡组合形成系统，通过测试实现商用。而在板卡的设计制造中，原材料主要包括各类芯片和 PCB 板，通过代工的方式加工成商用板卡，而在 PCB 设计和芯片的设计过程中，需要使用 EDA 等软件开发环境。

► 目前国产替代空间较大的产业环节：

- **芯片环节：**基站通信系统的性能和稳定性的要求导致了其芯片选用十分苛刻。
- **EDA 等开发环境环节：**我们认为华为将主要通过现有已购软件实现生产。
- **测试环境环节：**类似于 EDA 等开发环境，测试仪器仪表主要由海外厂商提供，但其中部分厂商如罗德史瓦茨等公司为非美国企业。

图表 82：通信基站产业链



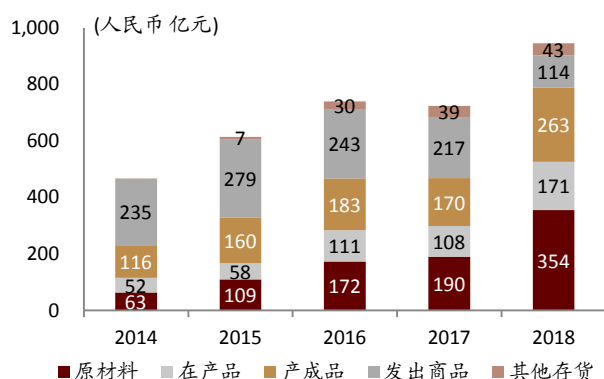
资料来源：中金公司研究部

► 中国厂商如何应对：

- **短期依靠存货。**华为的芯片设计公司海思已经十分成熟，EDA、测试环境等规模已经可以支持现有研发。而芯片短板短期难以解决，需要通过存货的方式短期应对。但经历了 2018 年中兴事件，华为在存货的准备上更加从容，原材料规模从 2017 年末的 190 亿元提升至 2018 年末的 354 亿元。以 FPGA 为例，华为通过渠道不断积累 FPGA 存货，导致 4FQ19，FPGA 提供商 Xilinx 通信板块收入达到历史最高水平。
- **长期依靠国产化。**芯片的设计需要不断的投入和试错。而国内产业链也已经涌现出了一批可以在相关产业链提供备选方案的公司，通过不断打磨，国产化存在较大可能性。



图表 83: 华为年报披露的存货情况



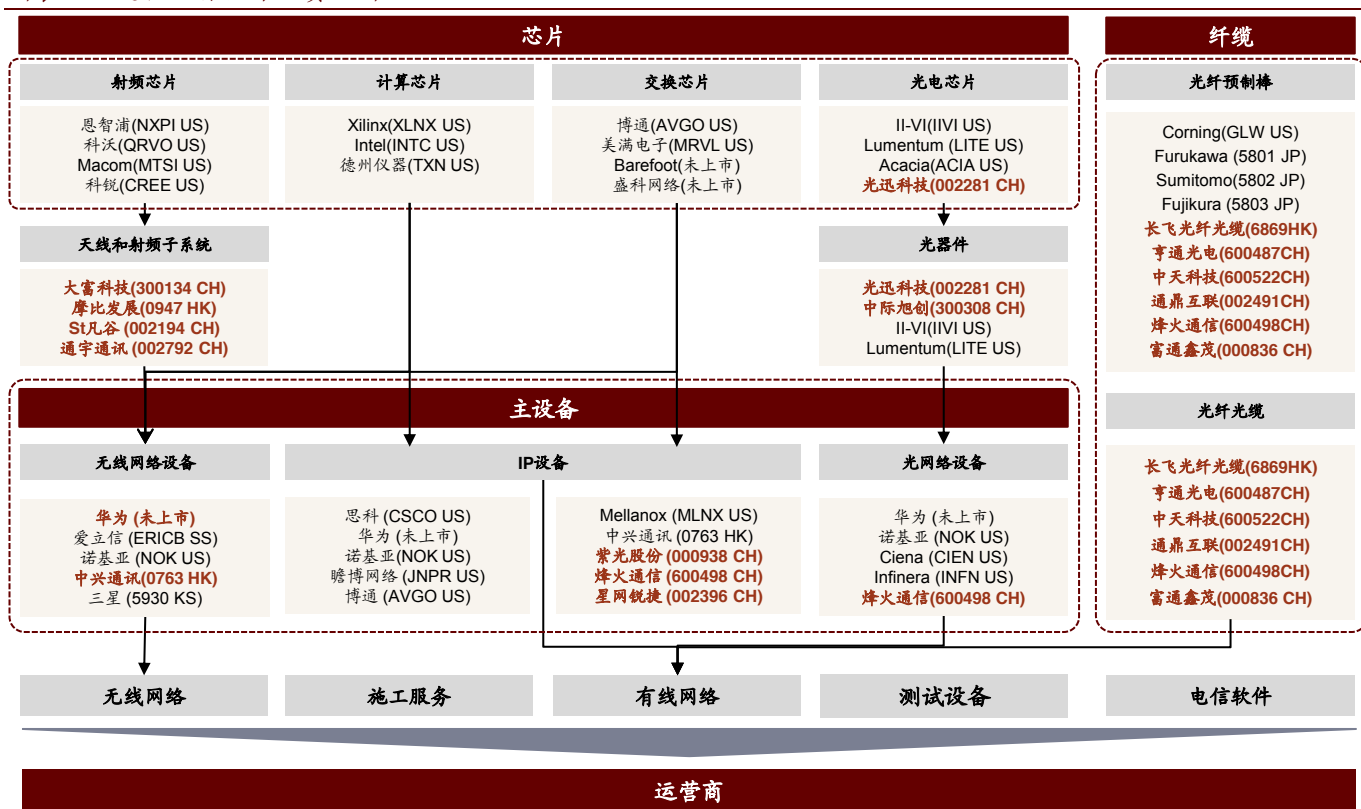
资料来源：华为官网，中金公司研究部

图表 84: Xilinx FPGA 在通信板块的收入情况



资料来源：Xilinx 官网，中金公司研究部

图表 85: 通信设备全球投资地图



资料来源：中金公司研究部

## 实体名单影响分析#2: 4G 份额很难被撼动, 5G 存在不确定性

### ► 4G 份额难以撼动。

基站本身在中国移动等运营商的采购体系中被认为是非充分竞争领域, 一个重要原因是现网基站需要不断维护、升级, 难以更换现网基站供应商。华为在 4G 基站领域排名前二, 服务运营商客户覆盖全球。目前情况难以判断持续性, 现有 4G 客户如更换供应商需要投入大量资本开支。对于华为的现有客户而言, 客观上替换华为的基站存在一定难度。

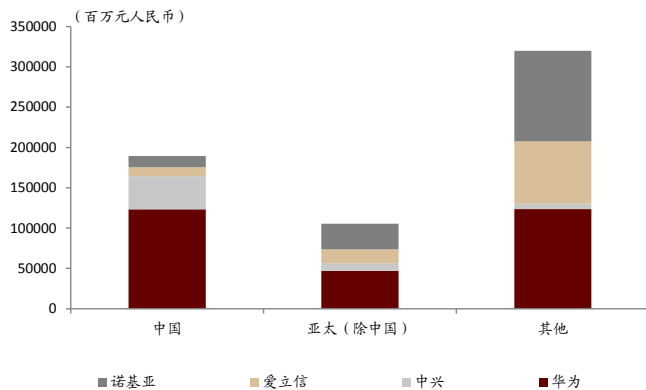
另一方面, 华为的产品在业内以高性价比闻名, 在现有全球运营商增长乏力的背景下,

运营商客户主观上也不愿意放弃华为设备。一个典型的例子是沃达丰。沃达丰在其全球网络中选择了华为基站和核心网设备。但在贸易不确定性背景下，沃达丰不得不放弃华为的核心网设备，但保留其基站设备供应商资格。

► 5G 份额存在不确定性。

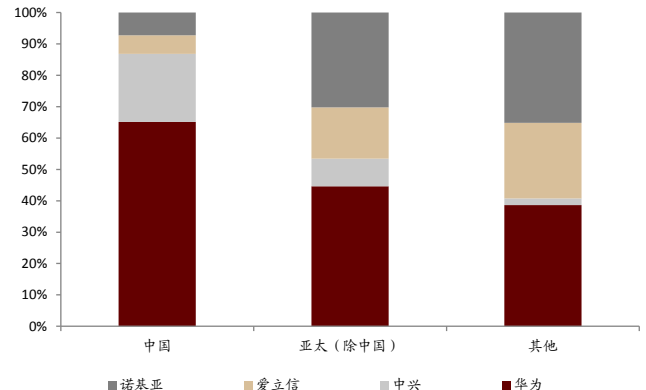
对比 4 家主要无线厂商运营商板块各地区的业务结构，这里华为、中兴和诺基亚运营商业务不仅限于基站，光网络设备、IP 网络设备等产品也在其中。如果仅对比基站业务，由于爱立信主要产品为基站产品，因此海外厂商占比应该略高。

图表 86：四大无线厂商不同地区的运营商业务营收



资料来源：华为年报，爱立信年报，诺基亚年报，中兴年报，中金公司研究部

图表 87：四大无线厂商不同地区的运营商业务营收比例



资料来源：华为年报，爱立信年报，诺基亚年报，中兴年报，中金公司研究部

► 中国区域：市场规模为全球 31%。华为 2018 年占比 65%，市场稳定。

- **5G 进度：**中国将于 2020 年开启 5G 建设，按照运营商最新的反馈 2020 年正式开启 5G 商用的目标没有变化。而工信部表示，近期预计中国的 5G 商用牌照将落地。随着年内 5G 牌照的发放，我国网络建设将进入新阶段。中国移动 2019 年即将在 40 个城市建设 5G 网络。因此我国的 5G 牌照发放没有受到华为事件的影响。
- **份额：**华为和中兴通讯作为本土供应商，2018 年获得运营商市场份额超过 80%。而 2018 年中兴通讯二季度曾被美国发出 Denial Order。然而爱立信、诺基亚的份额没有明显的提升。我国运营商和华为、中兴在研发等方面保持了紧密的合作，在 5G 领域的份额有望进一步提升。我国的 5G 牌照近期发放，对技术领先厂商如华为、中兴进一步有利，因此牌照发放后如果建设速度加快，国内厂商的份额可能进一步提升。

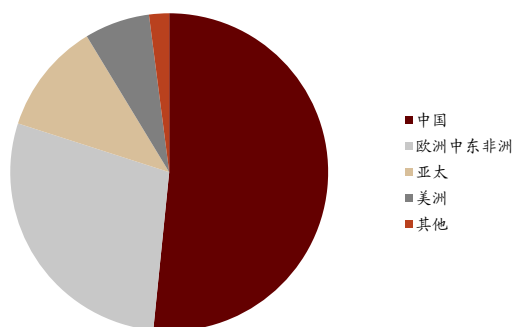
► 亚太（不包括中国）区域：市场规模为全球的 17%，华为 2018 年占比 45%，市场存在竞争。

- **5G 进度：**不同国家 5G 进度不一，领先者如日韩正在进行 5G 建设，大部分国家正在进行 4G 网络的建设和推广。5G 建设需要等待时间。部分国家在 5G 建设中可能考虑在华为事件落地后再进行 5G 建设。此次事件无形中对 5G 建设造成了影响。
- **份额：**可能由于贸易不确定性的影响，日本软银近期没有选择华为、中兴合作 5G 网络。因此日本没有同中国厂商合作。而韩国只有 LG U+ 选择了部分华为设备，其他运营商 SK、KT 均没有和国内厂商合作，但韩国厂商并没有排斥华为的设备。两国基站的主要供应商为爱立信、诺基亚和三星。其他国家中，爱立信、诺基亚在澳大利亚、新加坡、越南等国份额较高；而华为、中兴通讯在柬埔寨、泰国、缅甸、孟加拉国等国份额较高。目前这些国家中没有明显受到华为事件的影响。目前这些国家还没有 5G 需求，4G 的选型部分原因在于华为和中兴设备的性能优异和价格适中。而长期发展中，这些国家的 5G 网络也预计将采用华为和中兴的设备。

► **其他区域：**市场规模为全球的 52%，华为 2018 年占比 39%，市场存在激烈竞争。

- **5G 进度：**美国是 5G 建设的先锋；欧洲的 5G 建设类似于部分亚洲国家，存在因为贸易不确定性而短暂观望的情况，因此将对部分国家的 5G 进度造成影响。部分国家如英国、德国、荷兰等欧洲国家仍然没有最后决定设备供应商。近期英国运营商 EE 采用华为 5G 设备进行了无线直播，获得良好效果。
- **份额：**华为在欧洲、中东和非洲市场 2018 年营收 2045 亿元人民币；美洲市场营收 479 亿元人民币。以上营收包含消费者业务和政企业务。华为事件有可能导致其中部分运营商在 5G 建设中选择非华为的设备。但由于华为在现网中的应用，部分国家难以瞬间转换。

图表 88：华为 2018 年分区域的营收组成



资料来源：华为年报，中金公司研究部

图表 89：全球通信设备可比公司估值表

| 股票代码      | 公司名称               | 股价     | 第一作者 | 中金评级 | 交易货币 | 市值 (百万美元) | 市盈率   |       | 市净率   |       | 净资产收益率 (%) | 股价变动 (%) |
|-----------|--------------------|--------|------|------|------|-----------|-------|-------|-------|-------|------------|----------|
|           |                    |        |      |      |      |           | 2019E | 2020E | 2019E | 2020E | 2020E      | 年初至今     |
| 002281.SZ | 光迅科技*              | 26.55  | 闫慧辰  | 推荐   | CNY  | 2,601     | 47.6  | 33.9  | 4.9   | 4.4   | 13.7%      | -1.2%    |
| 600498.SH | 烽火通信*              | 27.83  | 闫慧辰  | 中性   | CNY  | 4,706     | 30.5  | 26.9  | 3.0   | 2.9   | 11.0%      | -2.2%    |
| 000063.SZ | 中兴通讯*              | 29.78  | 黄乐平  | 推荐   | CNY  | 16,743    | 28.8  | 22.8  | 3.7   | 3.2   | 15.0%      | 52.0%    |
| 002583.SZ | 海能达*               | 7.98   | 闫慧辰  | 推荐   | CNY  | 2,121     | 21.1  | 16.1  | 2.2   | 1.9   | 12.7%      | 1.1%     |
| 300628.SZ | 亿联网络*              | 88     | 闫慧辰  | 推荐   | CNY  | 3,814     | 23.7  | 18.2  | 6.2   | 5.0   | 30.5%      | 13.3%    |
| 300098.SZ | 高新兴*               | 7.83   | 闫慧辰  | 推荐   | CNY  | 1,999     | 19.3  | 15.4  | 2.2   | 1.9   | 13.2%      | 15.8%    |
| 00763.HK  | 中兴通讯*              | 20.05  | 黄乐平  | 推荐   | HKD  | 16,743    | 17.1  | 13.6  | 2.2   | 1.9   | 15.0%      | 35.5%    |
| QCOM.US   | 高通公司 (QUALCOMM)    | 68.69  |      |      | USD  | 83,506    | 14.4  | 10.9  | 12.1  | 9.9   | 106.9%     | 20.7%    |
| QRVO.US   | QORVO              | 64.38  |      |      | USD  | 7,671     | 12.3  | 10.1  | 1.7   | 1.6   | 16.7%      | 6.0%     |
| SWKS.US   | 思佳讯解决方案 (SKYWORKS) | 70.15  |      |      | USD  | 12,114    | 10.7  | 9.2   | 2.9   | 2.6   | 27.6%      | 4.7%     |
| 6981.JP   | 村田制作所              | 4447   |      |      | JPY  | 27,709    | 13.1  | 11.4  | 1.6   | 1.4   | 13.2%      | 70.3%    |
| NOK.US    | 诺基亚                | 5.08   |      |      | USD  | 28,631    | 15.6  | 12.3  | 2.0   | N.A.  | N.A.       | 12.7%    |
| ERIC.US   | 爱立信                | 9.98   |      |      | USD  | 33,264    | 21.6  | 17.5  | 3.2   | 2.9   | 16.3%      | 12.5%    |
| XLNX.US   | 赛灵思 (XILINX)       | 107.49 |      |      | USD  | 27,294    | 24.9  | 21.1  | 7.2   | 6.1   | 29.9%      | 26.2%    |
| 平均值       |                    |        |      |      |      |           | 21.5  | 17.1  | 3.9   | 3.5   |            |          |
| 中位值       |                    |        |      |      |      |           | 20.2  | 15.8  | 3.0   | 2.9   |            |          |

资料来源：万得资讯、彭博资讯、公司公告、中金公司研究部

注：标\*公司为中金覆盖，采用中金预测数据；其余使用市场一致预期

收盘价信息更新于北京时间 2019 年 6 月 9 日

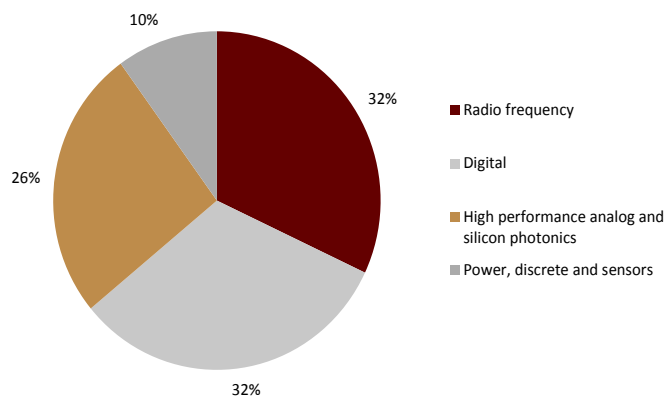
### 半导体：5G 推动射频前端及基带芯片发展

半导体是基站的核心部件，是基站价值量占比最大的组成部分。5G 宏基站主要以 AAU+DU+CU 的模式呈现，其中 AAU 是原本的射频部分 RRU 叠加有源天线所组成，同时基带部分 BBU 分立成 CU 中央单元以及 DU 分布处理单元。其中 AAU 主要半导体芯片隶属于模拟大类，如射频芯片（滤波器、功率放大器、射频开关等），而 DU/CU 主要以数字芯片为核心（如基带处理芯片等，具体形态为 ASIC 或 FPGA）。DU/CU/AAU 都配以电源管理芯片以保证供电持续稳定。基站内光纤传输，光电接口芯片同样必不可少。

随着 5G 基站的建设强度提升，基站用半导体市场也将迎来高速增长期。而根据 STMicro 的预测，2021 年单个基站内，射频相关/数字相关半导体价值占总半导体元素比重均达到 32%，而高性能模拟及光电/功率及传感器价值占比分别为 26%/10%。

**基站相关半导体国产化进展现状：**目前国内厂商在基站相关半导体器件实现了部分“自主可控”。数字部分来看，1）国内主要的通信设备商华为、中兴在基站领域有多年经验，已经均拥有 ASIC 自行设计能力，可以通过台积电等合作伙伴代工生产，2）对于基带处理/接口用的 FPGA 芯片，目前主要依靠海外厂商供应，但设备商华为也在先前进行了大量的存货积累。我国紫光同创、安路信息、高云半导体分别都有商用产品推出，但产品性能及出货规模与 Xilinx、Altera、Lattice 等头部厂商仍存在巨大差距；虽然部分国内厂商有布局功率放大器业务，如苏州能讯（未上市）、三安光电（600703.SH），但基站供应商采购核心器件领域中国与海外仍然存在较大差距；滤波器方面，风华高科（000636.SZ）、武汉凡谷（002194.SZ）生产的陶瓷介质滤波器已可以用于 5G 基站；数模转换/电源管理芯片方面，随着技术实力的不断提高，圣邦股份（300661.SZ）在未来有望进一步切入基站侧市场。光器件方面，目前低速（100G 以下）芯片已经实现国产替代，主要厂商涉及光迅科技（002281.SZ），昂纳光通信（0877.HK）等，但高速芯片仍然空缺。

图表 90: 5G 基站用半导体元素主要构成（2021E）



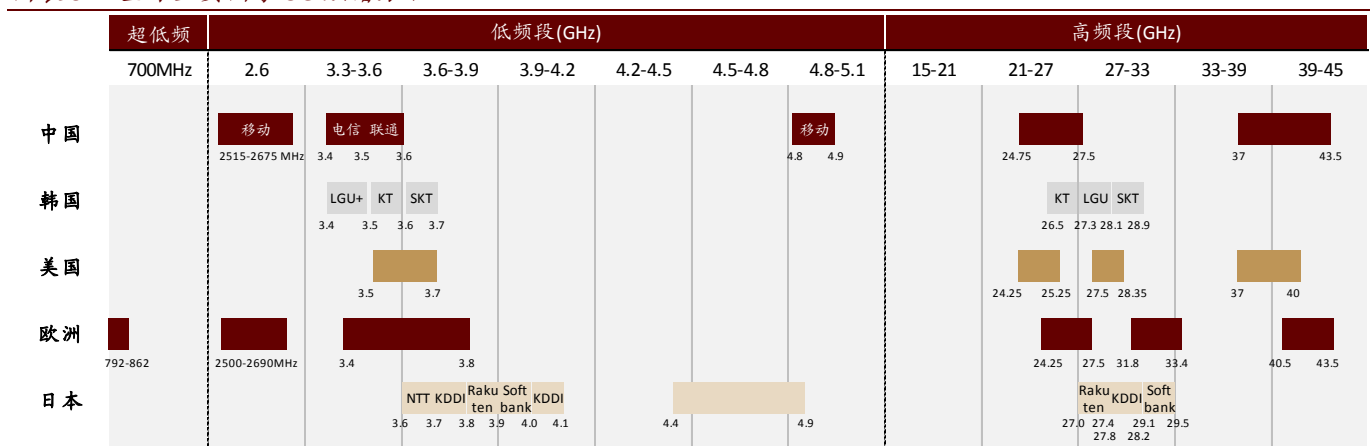
资料来源：STMicroelectronics，中金公司研究部

图表 91: 基站相关半导体国产化进程

| 基站用半导体芯片种类  | 基站半导体成分占比 | 芯片名称      | 海外主要供应商                   | 国内进口替代情况  |
|-------------|-----------|-----------|---------------------------|---|
| 射频前端        | ~32%      | 射频开关      | Skyworks, Qorvo           | 暂无  |
|             |           | 功率放大器     | Skyworks, Qorvo, Sumitomo | 华为目前基站PA主要采购日本住友的产品，未来能讯、三安光电有机会切入（产品已全部通过验证）                                   |
|             |           | 滤波器       | Murata                    | 风华高科(000636.SZ)生产的陶瓷介质滤波器已应用于5G基站，武汉凡谷(002194.SZ)也有相关产品                         |
| 基带处理器       | ~32%      | ASIC      | Intel, Samsung            | 海思半导体，中兴微电子已基本实现进口替代，自研产品已广泛应用于自身的通信设备产品  |
|             |           | FPGA      | Xilinx, Altera            | 紫光同创、安路信息、高云半导体已有商用产品，但性能与海外仍然差距较大  |
| 电源管理相关      | ~10%      | PMIC      | TI, ADI                   | 圣邦股份(300361.SZ)有望进一步切入  |
| 其余模拟器件及光电器件 | ~26%      | 数模/模数转换芯片 | TI, ADI                   | 中国科学院微电子研究所所有机会实现进口替代   |
|             |           | 光芯片       | Lumentum, II-V            | 低速光芯片已实现进口替代，相关厂商有光迅科技(002241.SZ)、中际旭创(300383.SZ)等，昂纳光通信(0877.HK)，但100G以上高速芯片空缺 |

资料来源：万得资讯，彭博资讯，相关公司官网，中金公司研究部

图表 92: 全球主要国家 5G 频谱分配

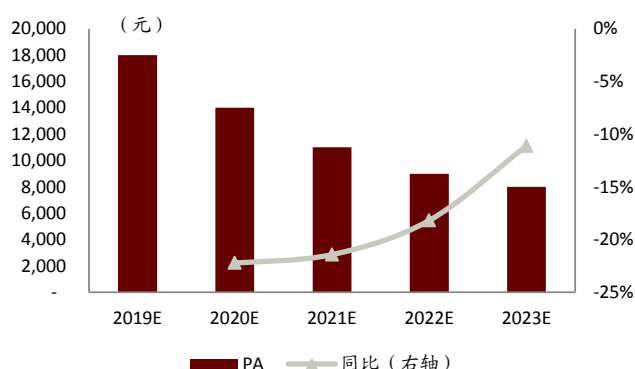


资料来源：GSA, MIIT, FCC, MSIT, 中金公司研究部

### 发展趋势#1: 频率速率提升带动 GaN PA 应用普及

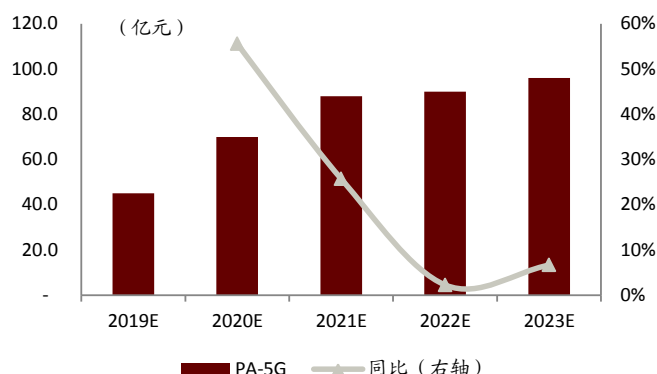
功率放大器是基站射频单元中的关键组成部分。我们预测基站 PA 全球市场规模将从 2019 年的 46 亿元增长 116% 至 2023 年的 96 亿元，CAGR 达 20.9%。在市场规模成长的同时，器件结构也在发生变化。

图表 93: PA 单基站价格预测



资料来源：万得资讯，Yole，中金公司研究部

图表 94: 基站 PA 市场规模预测 (仅考虑宏站)

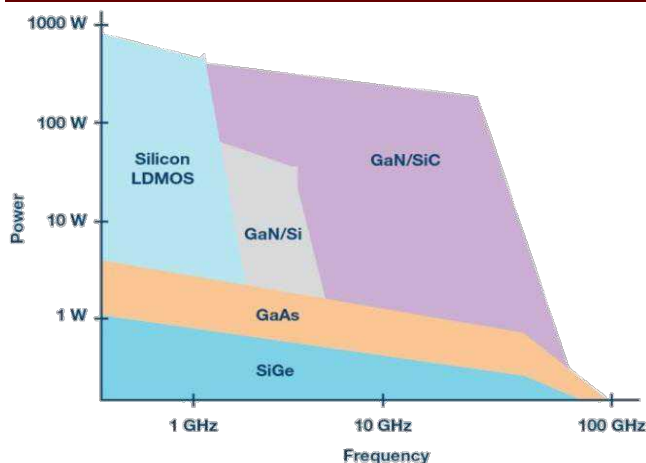


资料来源：万得资讯，Yole，中金公司研究部



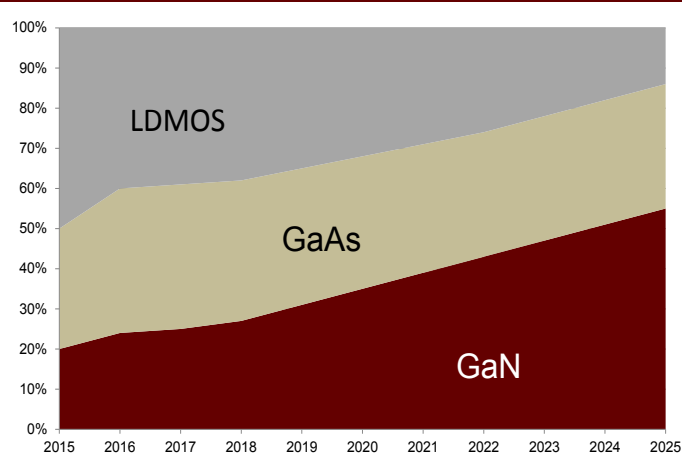
**5G 驱动基站内 GaN PA 占比提升。**4G 宏基站中主要以 LDMOS 为主（华为部分使用了 GaN RF），全球 LDMOS（包含基站射频）市场规模在 100-200 亿美元，供应商主要为 Infineon 及 NXP。砷化镓不适用于高功率、LDMOS 不适用于高频段，因此 5G 高频高速、基站高功率要求下，氮化镓（GaN）将成为 PA 的理想材料。GaN 功放已经在雷达等军用市场有了一系列应用，通信市场需求将首先来自于基站射频市场，用于替代 3.5GHz 以上高频通信中 LDMOS 器件。Yole 预计 2025 年 GaN PA 占比将由 2018 年的 30% 不到，提升至 2025 年的近 50%。但 GaN 工作在高电压（10V 以上），因此主要应用在基站端。

图表 95：各材质 PA 在不同功率、频率条件下的表现



资料来源：All-electronics，中金公司研究部

图表 96：基站 GaN PA 占比将显著提升



资料来源：Yole，中金公司研究部

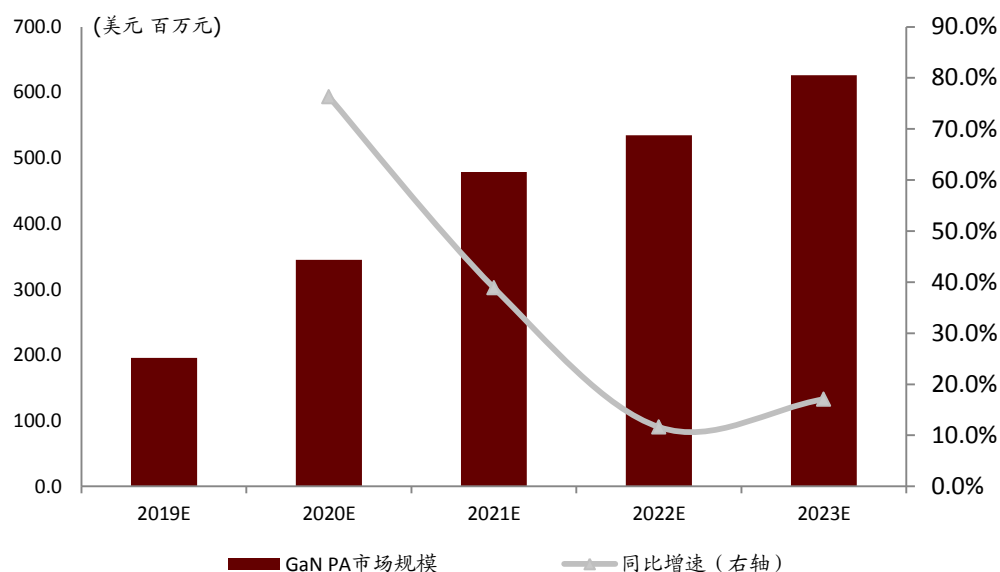
图表 97：LDMOS/GaAs/GaN 器件性能对比

|      | LDMOS    | GaAs   | GaN       |
|------|----------|--------|-----------|
| 适用频率 | 3.5GHz以下 | 40GHz  | 40GHz     |
| 输出功率 | 1800W    | 50W以下  | 1800W     |
| 功率密度 | 1~2W/mm  | -      | 6~8W/mm   |
| 尺寸   | 1x       | 较小     | 1/4~1/6x  |
| 成本   | 低        | 中等     | 高         |
| 适用范围 | 3G/4G基站  | 终端射频前端 | 5G宏基站、小基站 |

资料来源：NXP, Qorvo，中金公司研究部

目前单扇区 GaN PA 价格在 700 美元左右，未来有望逐年递减。我们预测，5G 基站用 GaN PA 市场规模有望从 2019 年的 2.02 亿美元，成长至 2023 年的 6.26 亿美元。年复合增长率达 33%。2022 年后，尽管 GaN PA 单价有所下滑，但小基站数目增加推动市场规模持续提升，我们看好 GaN PA 的发展前景。

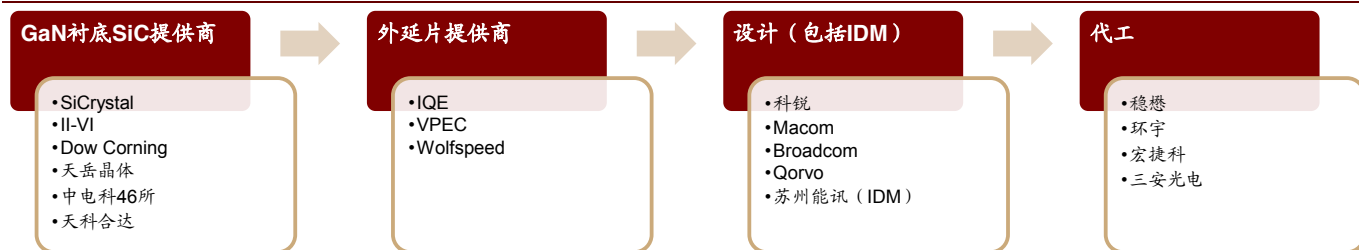
图表 98: 5G GaN PA 市场规模预测（仅考虑宏站）



资料来源: Yole, 中金公司研究部

**GaN PA 产业链:** 全球 GaN PA 产业链主要包含衬底提供商、外延片提供商、设计及代工四个环节。氮化镓器件的制造有两种衬底方式，一种是 GaN-on-SiC 工艺，由 Qorvo 和其他大多数厂商采用，占比 95% 以上；另一种是 GaN-on-Si，由 Macom（子公司 Nitronex）采用。在 LED 产业链中，GaN 也有选择蓝宝石衬底路线。科锐（Cree）旗下的 Wolfspeed 是纯 GaN 生产商，不生产其他材料器件，还同时是 SiC 衬底供应商龙头，市场占比超三分之一，同德国 SiCrystal、美国 II-VI、美国 Dow Corning 合计占比该市场超 90% 份额。日本住友公司在 GaN 的产品拥有领先的实力，和全球第一大通信设备商华为的合作紧密深入。

图表 99: 全球 GaN PA 产业链情况



资料来源: Yole, 中金公司研究部

我国本土运营商对 GaN PA 需求强劲。对于中国移动，前期 LDMOS 可以支持 2.6GHz 的通信业务，但后期随着高频段的应用，GaN PA 成为首选器件。对于中国联通和中国电信，GaN 已经取代 LDMOS 成为下一代功放的重要材料。预计毫米波频率功放将采用 GaN 材料制作，一大好处是提升功放的空间利用率。在中美贸易摩擦的大背景下，实现 GaN PA 的“自主可控”确保了我国 5G 商用部署的顺利进行。目前大陆较为优质的 GaN PA 相关企业主要为苏州能讯（IDM）及三安光电（化合物半导体代工）。

**能讯半导体（未上市）**拥有中国第一家氮化镓（GaN）电子器件工厂，GaN 相关发明专利数 260 余个，仅次于住友及科锐，是致力于 GaN 器件的中国领军厂商。公司 2017 年推出基于 0.4um 的第一代 RF PA，今年将推出第二代产品，计划 2020 年突破 0.2um 制程。公司通过生产线升级改造，目前已达到年处理 4 寸 GaN 5 万片的能力。未来公司将积极布局高压产品，突破 GaN on Si（硅上氮化镓）工艺，并建设 8 寸产线。

**三安光电（600703.SZ）**2015 年通过大基金扶持进入化合物半导体领域，公司产品路线图包括 1）PA 以及电力电子，2）VCSEL 以及 3）滤波器。公司目前电力电子产品在消费终

端应用情况良好，GaN PA 已通过国内大客户认证，后续有机会在基站侧开始供货。

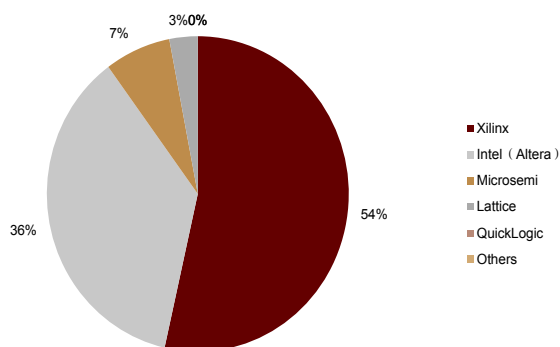
### 发展趋势#2：基站用处理芯片性能提升

为了满足 5G 相比 4G 的性能提升，基站基带芯片将全面升级。除了上文提到的功放芯片，基站芯片还包括信号处理芯片、接口芯片、控制芯片和其他芯片等。

其中，基带处理芯片方面，宏基站厂商的基带芯片一般选择 Fabless 模式，自主设计，选择台积电等 Foundry 代工生产。中兴、华为、Nokia、Ericsson、三星等公司均设有自己的研发团队。而在设计环节，FPGA、DSP 为主要的测试芯片，一旦技术成熟，即设计为 ASIC。目前各个厂商基本掌握了 10nm 和 7nm 的工艺，开始向 5nm 制程进发。

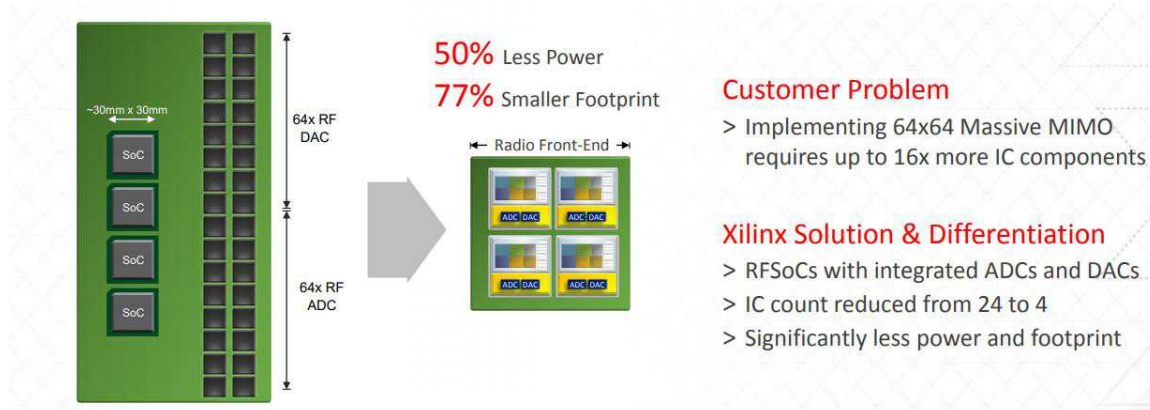
接口芯片方面，RRU 部分为了保持灵活性，一般方案中采用 FPGA 作为接口芯片。FPGA 全球市场规模约为 40 亿美元（2016 年），主要供货商为 Xilinx 和 Altera（Intel 收购）。FPGA 主要用于 5G 前传的 Massive MIMO、基站的计算加速场景和回传场景。Xilinx 2018 财年通信市场营收约 9.4 亿美元，预计 FPGA 通信市场在 15 亿美元以内，而 2019 年通信潜在市场规模将达到 52 亿美元。最新季度（2019 财年二季度），Xilinx 通信板块收入单季度同比增长 33%。公司已从原型设计阶段转向以 5G 芯片的早期生产阶段。

图表 100: 2016 年全球 FPGA 市场份额情况



资料来源：半导体行业观察，中金公司研究部

图表 101: 5G 前传网络利用 FPGA 提升集成度的案例



资料来源：Xilinx，中金公司研究部

## PCB/CCL：5G 通信设备产业链主要受益者之一

## PCB 市场规模：2018 年全球 PCB 产值 624 亿美元，5G 带动行业稳定增长

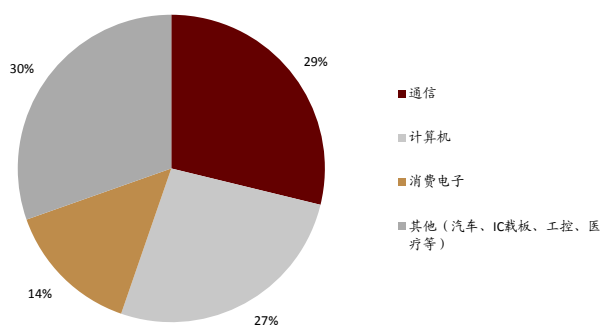
根据 Prismark 预测数据，全球 2018 年 PCB 产值总规模达到 624 亿美元，同比 2017 年增长 6%。其中，中国地区 327 亿美元，同比增长 10%，是全球增长最快的区域，占全球产值的 52%。

从分类来看，其增长主要由于多层板应用的增长，我们认为，多层板应用的增长源于数据中心和通讯类应用的快速增长。从全球来看，根据 Prismark 2016 年数据，下游应用主要包括通信领域 28.8%、计算机 26.5%和消费电子 14.3%，合计 70%。

而从中国大陆下游分布来看，根据前瞻数据，中国大陆 PCB 下游通信业务占 35%，产值约 100 亿美元，成为占比最高的 PCB 应用。而计算机应用仅 10%，这主要是因为中国大陆通讯由于华为和中兴带动增长较快，但服务器等高速板材应用主要厂商在台湾和日本，中国大陆相对占比较低。

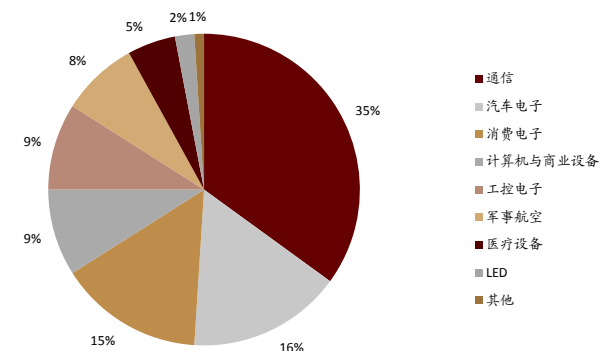
Prismark 预计到 2022 年全球 PCB 市场有望达到 760 亿美元，2019-2022 年的复合增长率 CAGR 为 5%。我们认为，5G 对于通信、计算机、消费电子的需求都将带来正面利好。对于中国大陆，其利好尤其体现在通信领域的应用。

图表 102：全球 PCB 市场下游应用分布情况



资料来源：Prismark 2016，中金公司研究部

图表 103：中国 PCB 市场下游应用分布情况



资料来源：EJL Wireless Research，万得资讯，中金公司研究部

## 5G 对通信 PCB 的主要变化：高频材料用量增加，PCB 层数不断提升

5G 阶段，传统的 FR-4 型材料已无法满足高频传输需求，因此多采用 PTFE 和 HydroCarbon 类的新材料替代。其 PCB 版层数也有相应的提升，目前多为 12 层以上，多采用高频材料+复合板材+高速材料的混压方式，其单价较传统产品也明显提升。

图表 104: 通信类 PCB 的应用和特征

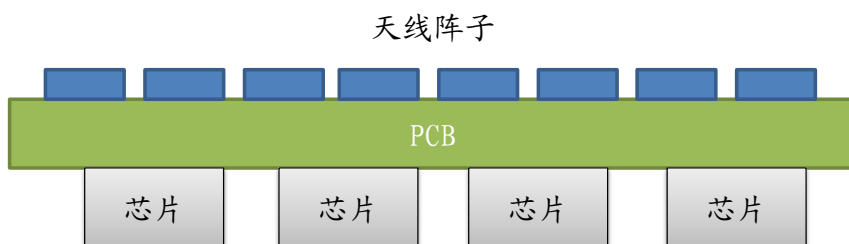
| 应用领域 | 主要设备             | 相关 PCB 产品              | 特征                                 |
|------|------------------|------------------------|------------------------------------|
| 无线网  | 通信基站             | 背板、高速多层板、高频微波板、多功能金属基板 | 金属基、大尺寸、高多层、高频材料及混压                |
| 传输网  | OTN 传输设备、微波传输设备  | 背板、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、服务器/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                           |

资料来源: Chyxx.com, 中金公司研究部

### 5G 对 PCB 的变化#1: AAU 中 PCB 材料从传统 FR4 变为高频 PTFE 和 HydroCarbon 材料

通信类 PCB 主要采用多层混压板, 在靠近 AAU 天线传输信号侧, 由于输入信号为 5G 高频调制信号, 对 PCB 传输材料的 Dk (介电常数) 和 Df (损耗因子) 提出更高的要求。

图表 105: 基站 AAU 中 PCB 的应用结构

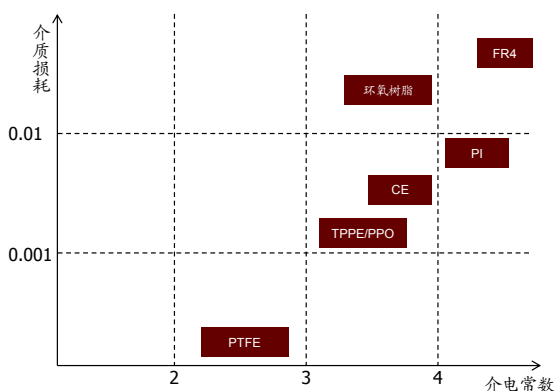


资料来源: 万得资讯, 中金公司研究部

目前 PCB 产品材料主要为传统的 FR-4, 其 Dk 值一般为 5.0 左右, Df 值为 0.04, 难以满足 5G 通讯行业高频应用需求。

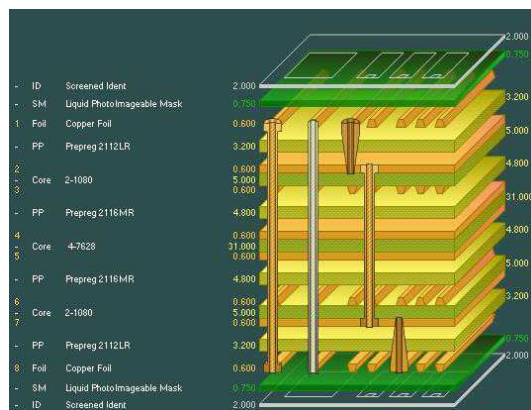
随着 5G 时代, 载波频率的上升, 对基站 AAU 中 PCB/CCL 产品材料需求有进一步提升。由于高频信号更容易发生衰减和屏蔽, PCB 产品的 Dk (介电常数) 和 Df (损耗因子) 必须较小, 一般 Dk 值需小于 3.5, Df 小于 0.003。5G 基站无论在 Sub-6GHz 还是毫米波频率, AAU 中都将采用适合高频高速应用的聚四氟乙烯 PTFE 和碳氢材料, 以满足高频高速要求。

图表 106: 各个材料 PCB/CCL 对应的 Dk 和 Df 值



资料来源: 《现代印刷电路先进技术》, 中金公司研究部

图表 107: 多层板结构



资料来源: OurPCB, 中金公司研究部



尽管 3G/4G 基站中，射频板块的 PCB 已需要采用高频材料如 Rogers 4350。但为节约成本，用量很少，其多与普通 FR4 产品混压在一起。我们预计 5G 中高频材料在混压板中的占比有所提升，将推高单板的价值量。

目前其 PCB 价格约 3000-6000 元/平方米，较传统的 PCB 约 1900 元/平方米的价格有较大的提高。我们认为随着每年基站数量的提升及高频材料应用占比的提升，高频新材料 PCB 板材在 5G 中将广泛应用。

图表 108：生益科技高频产品介绍

| 产品种类                | 产品名称          | 特点   | 应用领域                                       | Dk   | Df     |
|---------------------|---------------|--|--|------|--------|
| 天线射频路用玻<br>璃增强 PTFE | SCGA500 GF220 | Dk/Df 在不同频率和温度保持稳定、低介电损耗角正切、低吸水性、卓越的性价比                        | 基站天线卫星通讯滤波器、耦合器、低噪声放大器、功率放大器相控阵天线航空电子和航空航天 | 2.20 | 0.0009 |
|                     | SCGA501 GF255 |  |  | 2.55 | 0.0014 |
|                     | SCGA502 GF265 |  |  | 2.65 | 0.0017 |
| 覆铜板                 | SCGA503 GF300 | Dk/Df 在不同频率和温度下保持稳定、低介电损耗角正切、低吸水、卓越的性价比                        | 基站天线卫星通讯天线馈电网络 DAS&CPE 天线射频无源元件            | 3.00 | 0.0023 |
| 高频用电子级玻<br>璃        | LNB33         | 不同频率下稳定的介电性能、电子级玻璃纤维布增强无机陶瓷填料和碳氢类树脂复合介质材料、低的 Z 轴膨胀系数、优异的尺寸稳定性  | LNA/LNB 基站天线卫星信号传输设备微带和蜂窝基站天线高频无线通讯        | 3.30 | 0.0025 |
| 纤维增强碳氢陶<br>瓷覆铜板     | S7136H        | 电子级玻璃纤维布增强无机陶瓷填料和碳氢类树脂复合介质材料、具有优异的低介电常数和介电损耗等高频性能、不同频率下稳定的介电性能 | 微带和蜂窝基站功率放大器、天线、LNA/LNB 高频无线通讯卫星信号传输设备     | 3.42 | 0.0030 |

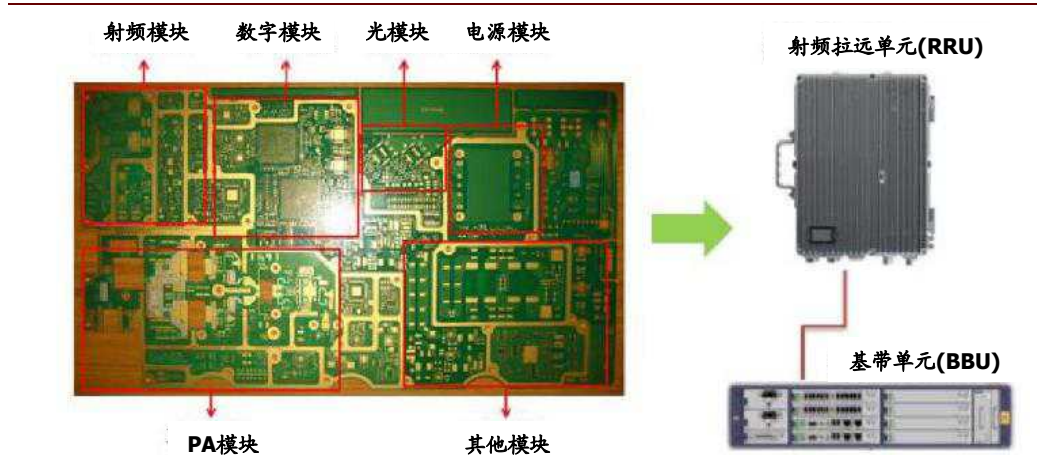
资料来源：生益科技官网，中金公司研究部

#### 5G 对 PCB 的变化#2：CU 和 DU 中 PCB 层数从 16-20 层提升至 20 层以上

**CU/DU 中，PCB 层数提升，带动 PCB 市场上升：**由于 5G 对于数据处理的需求，PCB 的层数有望从 16-20 层提升至 20 层之上，带动产品单价的提升。

对于解调后的基带信号，不再需要高频材料。但是由于 5G 时代数据处理量的增加，PCB 将会向层数提升（多层板）和密度提升（HDI）两个方向发展。PCB 产业有望受益。

图表 109：4G 基站中的 PCB

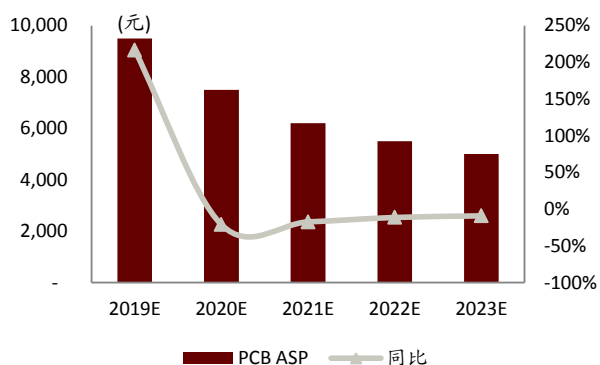


资料来源：中金公司研究部

#### 5G 基站市场规模测算：

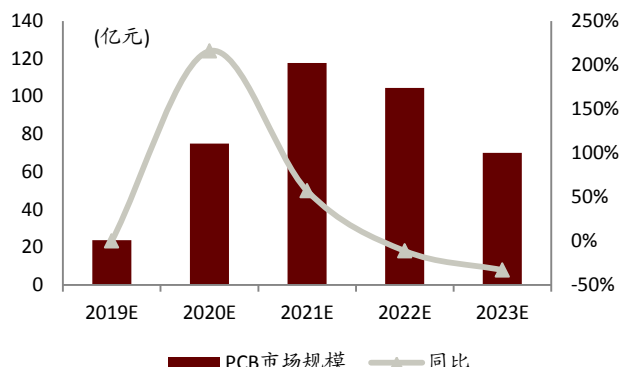
4G 宏基站单站 PCB 的价值约为 5000 元，5G 时代对高频材料的需求和 PCB 层数的提升带动 ASP 增长，2019 年我们预计单站价值将约为 10000 元，随着 5G 量产，2020 年开始单个基站的价值回落，但随着建设数量的提升，5G 基站 PCB 市场规模将从 19 年的 24 亿元人民币增长至 2021 年的约 120 亿元人民币。

图表 110: 5G PCB 单基站价格预测



资料来源：万得资讯，Yole，中金公司研究部

图表 111: 5G 基站 PCB 市场规模预测

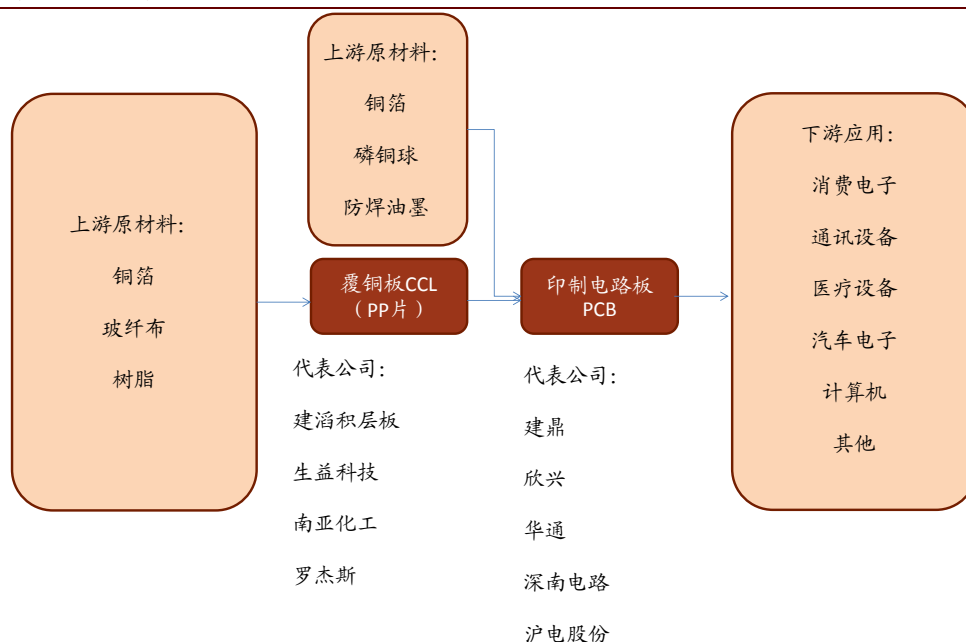


资料来源：万得资讯，Yole，中金公司研究部

### PCB/CCL 主要关注公司：中国厂商在全球高频 PCB 中加速国产替代

**PCB 产业链介绍：** PCB 产业链可大致分为上游原材料，覆铜板，PCB 板，以及终端应用。在 CCL 的上游原材料方面，主要有铜箔、玻纤和树脂。

图表 112: PCB 产业链划分



资料来源：digitime，中金公司研究部

PCB 全球来看，中国台湾的臻鼎、日本的旗胜、美国 TTM，中国台湾的欣兴、华通、健鼎占据前几位；中国大陆的深南、沪电、景旺、胜宏都属于优质标的；特别是深南、沪电以及生益电子（生益科技子公司），在全球高频 PCB 中占据一定的市场份额。

图表 113: 2017 年 PCB 行业收入规模排行榜

| 排名 | 供应商            | 国家/地区 | 2017 年收入<br>(百万美元) | 备注                                      |
|----|----------------|-------|--------------------|---|
| 1  | 臻鼎科技           | 台湾    | 3575               | FPC、R-PC、HDI、IC 载板能力的企业，FPC 占 70%，苹果供应商 |
| 2  | 日本旗胜           | 日本    | 3198               | 全球最大 FPC 企业，苹果供应商                       |
| 3  | 迅达科技 TTM       | 美国    | 2659               | HDI、FPC、刚挠结合板、IC 载板                     |
| 4  | 欣兴电子           | 台湾    | 2135               | 世界第一大 HDI 厂商                            |
| 5  | 华通电脑           | 台湾    | 1778               | HDI 领先，扩展 PCB 业务                        |
| 6  | 永丰集团           | 韩国    | 1715               | 韩国 FPC 供应商，包括单层、双面、多层 FPC 和硬板 PCB       |
| 7  | 健鼎科技           | 台湾    | 1505               |   |
| 8  | 瀚宇博德           | 台湾    | 1302               | 产品包括多层 PCB 和一阶、二阶 HDI，市场集中在汽车、笔电及主板     |
| 9  | 三星电机           | 韩国    | 1279               | HDI、刚挠结合板、IC 载板，产品集中在 IC 载板和手机          |
| 10 | 奥特斯 AT&S       | 奥地利   | 1119               | 欧洲最大的 PCB 厂家，HDI 领先，在中国投入 IC 载板产能       |
| 13 | 建滔集团           | 中国大陆  | 1057               |   |
| 16 | MFLX<br>(东山精密) | 中国大陆  | 946                |   |
| 21 | 深南电路           | 中国大陆  | 842                |   |
| 31 | 景旺电子           | 中国大陆  | 620                |   |
| 36 | 兴森快捷           | 中国大陆  | 486                |   |
| 37 | 依顿电子           | 中国大陆  | 486                |   |
| 39 | 崇达技术           | 中国大陆  | 459                |   |
| 45 | 方正             | 中国大陆  | 381                |   |

资料来源：万得资讯，立鼎产业研究，中金公司研究部

CCL 全球范围看，建滔、生益、南亚、松下等公司在传统产品中排名靠前，而罗杰斯在高频 CCL 领域独占鳌头，其他包括松下、ISOLA、日立化成等。

目前国内国产替代 Rogers 高频材料的公司主要为生益科技和华正新材。中美贸易摩擦的不确定性，可能使生益和华正等高频产品在华为、中兴等中国客户中的份额提升，带来一定利好。

图表 114: 2017 年刚性 CCL 行业收入规模排行榜

| 排名 | 供应商    | 国家/地区 | 2017 年收入<br>(百万美元) | 份额  |
|----|--------|-------|--------------------|-----|
| 1  | 建滔化工   | 中国大陆  | 1665               | 14% |
| 2  | 生益科技   | 中国大陆  | 1515               | 12% |
| 3  | 南亚塑胶   | 台湾    | 1472               | 12% |
| 4  | 松下电子   | 日本    | 945                | 8%  |
| 5  | 台光电子   | 台湾    | 740                | 6%  |
| 6  | 联茂电子   | 台湾    | 696                | 6%  |
| 7  | 金安国纪   | 中国大陆  | 533                | 4%  |
| 8  | 台耀电子   | 台湾    | 473                | 4%  |
| 9  | 斗山电子   | 韩国    | 460                | 4%  |
| 10 | 日立化成   | 日本    | 425                | 4%  |
| 11 | Isola  | 日本    | 387                | 3%  |
| 12 | 三菱瓦斯   | 日本    | 310                | 3%  |
| 13 | Rogers | 美国    | 301                | 3%  |

资料来源：Prismark，立鼎产业研究，中金公司研究部

建议关注高频 PCB 的深南电路、沪电股份；高频 CCL 行业的生益科技，华正新材。

从 PCB 和 CCL 的竞争格局来看，中国厂商已经拥有一定的市场份额，在传统的产品已经获得不错的市场地位。

在 CCL 领域，中国的建滔、生益已成为全球份额前两位的企业。在高端 CCL 领域，目前中国大陆厂商在高速板服务器领域还有待加强，但随着技术的提升有望赶上台湾产业。高频领域，目前主要还是美国 Rogers 主导，其中中国大陆 CCL 的生益科技和华正新材在高频的产品中已可以部分替代美国 Rogers 的主力产品，在中美贸易摩擦的不确定性下，我们认为将加速国产替代的进程，这些公司有望受益。

在 PCB 方面，深南、沪电等 PCB 公司已经是华为、中兴等公司在 5G 基站 PCB 的主要供应商，将持续受益于 5G 推动通信行业的增长。

图表 115: PCB&CCL 行业可比公司估值表

| 股票代码      | 公司名称   | 股价     | 第一作者 | 中金评级 | 交易货币 | 市值（百万美元） | 市盈率   |       | 市净率   |       | 净资产收益率（%） | 股价变动(%)            |
|-----------|--------|--------|------|------|------|----------|-------|-------|-------|-------|-----------|--------------------|
|           |        |        |      |      |      |          | 2019E | 2020E | 2019E | 2020E | 2020E     | 年初至今               |
| CCL       |        |        |      |      |      |          |       |       |       |       |           |                    |
| 600183.SH | 生益科技*  | 12.89  | 陈旭东  | 推荐   | CNY  | 3,956    | 25.0  | 21.2  | 4.2   | 3.9   | 19.0%     | <div></div> 28.1%  |
| 01888.HK  | 建滔积层板* | 6.89   | 陈旭东  | 推荐   | HKD  | 2,707    | 7.4   | N.A.  | 1.1   | N.A.  | N.A.      | <div></div> 6.7%   |
| ROG.US    | 罗杰斯    | 156.28 |      |      | USD  | 2,899    | 22.3  | N.A.  | 2.9   | N.A.  | N.A.      | <div></div> 57.8%  |
| 000823.SZ | 超声电子   | 8.6    |      |      | CNY  | 668      | N.A.  | N.A.  | N.A.  | N.A.  | N.A.      | <div></div> 10.3%  |
| 002288.SZ | 超华科技   | 4.39   |      |      | CNY  | 591      | 23.6  | 17.4  | 2.3   | 2.0   | 11.7%     | <div></div> -2.7%  |
| 603186.SH | 华正新材   | 26.1   |      |      | CNY  | 488      | 25.2  | 18.6  | 4.5   | 3.8   | 20.4%     | <div></div> 72.3%  |
|           | 平均值    |        |      |      |      |          | 20.7  | 19.1  | 3.0   | 3.2   |           |                    |
|           | 中位值    |        |      |      |      |          | 23.6  | 18.6  | 2.9   | 3.8   |           |                    |
| PCB       |        |        |      |      |      |          |       |       |       |       |           |                    |
| 002384.SZ | 东山精密*  | 13.28  | 胡蓉镜  | 推荐   | CNY  | 3,087    | 15.8  | 12.7  | 2.2   | 1.9   | 16.1%     | <div></div> 17.6%  |
| 002463.SZ | 沪电股份   | 9.88   |      |      | CNY  | 2,465    | 20.9  | 15.8  | 3.4   | 2.9   | 18.3%     | <div></div> 37.8%  |
| 002815.SZ | 崇达技术   | 14.45  |      |      | CNY  | 1,741    | 13.7  | 11.5  | 3.4   | 2.8   | 23.8%     | <div></div> -1.1%  |
| 300476.SZ | 胜宏科技*  | 10.22  | 陈旭东  | 推荐   | CNY  | 1,152    | 15.4  | 13.7  | 2.4   | 2.0   | 16.1%     | <div></div> -12.6% |
|           | 平均值    |        |      |      |      |          | 16.5  | 13.4  | 2.9   | 2.4   |           |                    |
|           | 中位值    |        |      |      |      |          | 15.6  | 13.2  | 2.9   | 2.4   |           |                    |

资料来源：万得资讯、彭博资讯、公司公告、中金公司研究部

注：标\*公司为中金覆盖，采用中金预测数据；其余使用市场一致预期

收盘价信息更新于北京时间 2019 年 6 月 9 日

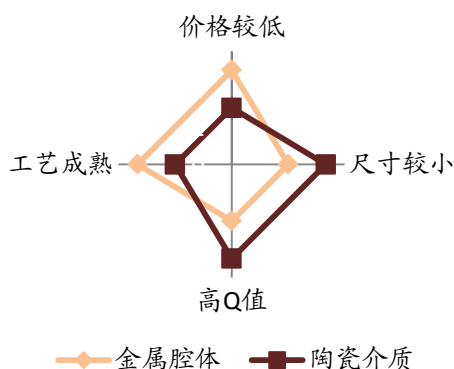
其他零部件：天线、滤波器设计变革，多通道引领用量提升

滤波器：腔体与介质仍将共存，但介质滤波器成为趋势

► 趋势：陶瓷介质滤波器成为趋势，腔体仍有一席之地。

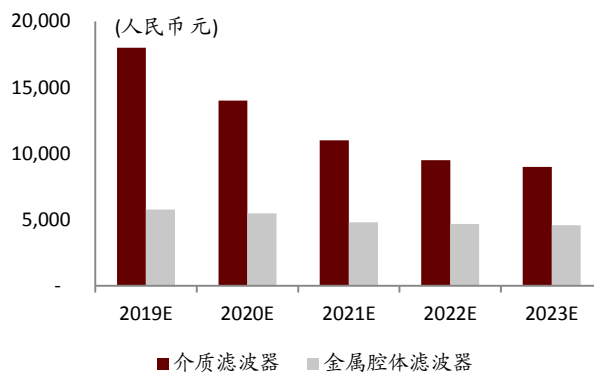
**金属腔体滤波器：**电磁波在金属腔体中发生振荡，为 3G/4G 主流，技术较为成熟，且方案成本较低。**陶瓷介质滤波器：**电磁波在介质材料谐振器中发生振荡，具有体积小、重量轻、Q 值高、损耗较小等优势。

图表 116：金属腔体滤波器与陶瓷介质滤波器优势比较



资料来源：中国联通网络技术研究院，中金公司研究部

图表 117：基站滤波器单基站价格对比



资料来源：万得资讯，Yole，中金公司研究部

**5G 时代**，伴随滤波器数量提升，体积较小、质量较轻的小型金属腔体滤波器及陶瓷介质滤波器有望获得大规模应用。

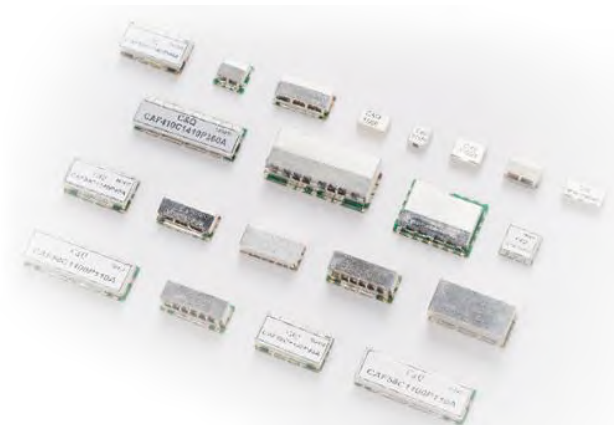
运营商在不同的主网条件下对两种技术有所取舍。腔体滤波器在欧美地广人稀的地方长期存在，且在一些频段性能优于介质滤波器。但长期来看介质滤波器有空间小、体积小等优势更加顺应人口大城市集中趋势。目前介质滤波器以陶瓷作为主流材质，未来玻璃、纤维也有可能导入。

图表 118：传统金属腔体滤波器



资料来源：Elecfans，中金公司研究部

图表 119：介质滤波器



资料来源：灿勤科技官网，中金公司研究部

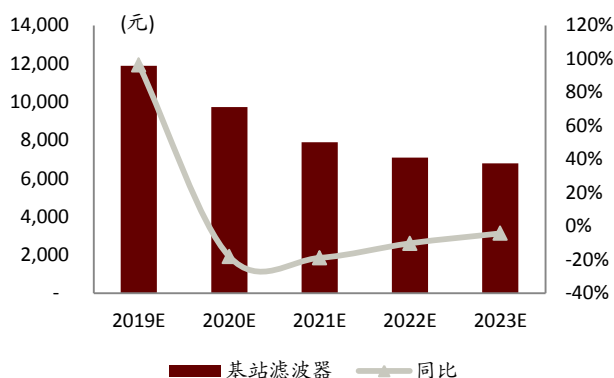
► 市场规模：介质滤波器迎接高速增长。

2018 年，我们按照全球 100 万新建 3G/4G 基站、单基站滤波器价值 320 元测算，2018 年全球基站滤波器市场规模约 37 亿元人民币。



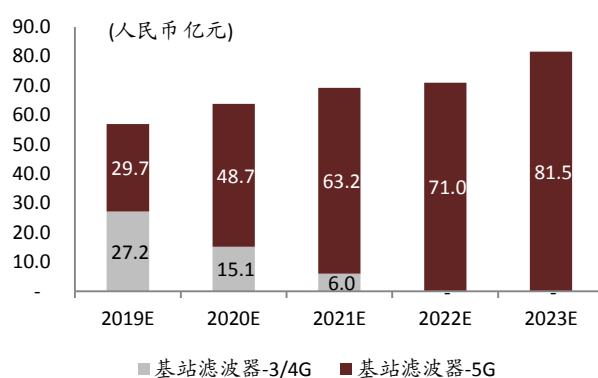
我们看好滤波器（介质、小型金属腔体滤波器共存）在 5G 时代的增长潜力。伴随 5G 基站用量大幅提升，我们估计今年 **5G 滤波器** 单个基站价值将提升至 1.6 万元以上，对应全球市场规模将从 2019 年的 29.7 亿元、至 2023 年增长至 81.5 亿元，对应 CAGR 达 29%。

图表 120: 5G 基站滤波器单基站价格预测对比



资料来源：万得资讯，Yole，中金公司研究部

图表 121: 基站滤波器市场规模预测



资料来源：万得资讯，Yole，中金公司研究部

► 主要关注公司：国内厂商话语权强，关注介质滤波器供应商。

基站滤波器国产化程度较高，具有一定规模的国外厂商包括 Commscope (Andrew)、Powerwave 等个别厂商。4G 时代滤波器主要国内公司包括大富科技、春兴精工、\*ST 凡谷等，通宇、京信、摩比发展等天线厂商也有金属腔体滤波器能力，

5G 时代，建议关注东山精密（艾福电子母公司；介质/金属腔体）、灿勤科技、顺络电子、风华高科等介质滤波器公司，并关注通宇通讯、大富科技、\*ST 凡谷等于介质滤波器的布局进展。

图表 122: 基站滤波器主要供应商及布局情况

| 技术方案   | 东山精密 | 顺络电子 | 灿勤科技 | 风华高科 | *ST 凡谷 | 大富科技 | 春兴精工 | 通宇通讯 | 京信通信 | 摩比发展 |
|--------|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|------|
| 金属腔体   | ✓    | ✗    | ✗    | ✗    | ✓      | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    |
| 小型金属腔体 | ✓    | ✗    | ✗    | ✗    | ✓      | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    |
| 介质滤波器  | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | !      | !    | ✗    | !    | ✗    | ✗    |
| 基站天线业务 | !    | ✗    | ✗    | ✗    | ✗      | ✗    | ✗    | ✓    | ✓    | ✓    |

资料来源：万得资讯，中金公司研究部；注：“✓”代表供应，“✗”代表没有布局，“!”代表正有所布局

图表 123: 滤波器行业可比公司估值表

| 股票代码      | 公司名称              | 股价    | 第一作者 | 中金评级 | 交易货币 | 市值 (百万美元) | 市盈率   |       | 市净率   |       | 净资产收益率 (%) | 股价变动 (%) |
|-----------|-------------------|-------|------|------|------|-----------|-------|-------|-------|-------|------------|----------|
|           |                   |       |      |      |      |           | 2019E | 2020E | 2019E | 2020E |            |          |
| 002384.SZ | 东山精密*             | 13.28 | 胡蓉镜  | 推荐   | CNY  | 3,087     | 15.8  | 12.7  | 2.2   | 1.9   | 16.1%      | 17.6%    |
| 002138.SZ | 顺络电子*             | 14.89 | 胡蓉镜  | 推荐   | CNY  | 1,737     | 19.4  | 14.6  | 2.4   | 2.2   | 15.8%      | 7.6%     |
| 300134.SZ | 大富科技              | 13.72 |      |      | CNY  | 1,523     | 31.7  | 15.6  | 1.9   | N.A.  | 9.9%       | 46.0%    |
| 002547.SZ | 春兴精工              | 11.1  |      |      | CNY  | 1,811     | N.A.  | N.A.  | N.A.  | N.A.  | N.A.       | 109.8%   |
| 002194.SZ | *ST 凡谷            | 16.26 |      |      | CNY  | 1,328     | 65.2  | N.A.  | N.A.  | N.A.  | N.A.       | 156.5%   |
| 002475.SZ | 立讯精密*             | 21.22 | 胡蓉镜  | 推荐   | CNY  | 12,634    | 22.1  | 16.6  | 4.6   | 3.7   | 24.7%      | 50.9%    |
| 02342.HK  | 京信通信              | 1.6   |      |      | HKD  | 506       | 16.8  | 10.1  | 1.0   | 0.9   | 9.0%       | 24.0%    |
| 002792.SZ | 通宇通讯              | 30.5  |      |      | CNY  | 993       | 41.5  | 29.4  | N.A.  | N.A.  | 11.5%      | -0.4%    |
| 00947.HK  | 摩比发展              | 1.05  |      |      | HKD  | 110       | N.A.  | N.A.  | N.A.  | N.A.  | N.A.       | -1.9%    |
| COMM.US   | COMMScope Holding | 16.54 |      |      | USD  | 3,203     | 5.9   | 5.0   | 1.4   | 1.3   | 27.2%      | 0.9%     |
| 平均值       |                   |       |      |      |      |           | 27.3  | 14.9  | 2.3   | 2.0   |            |          |
| 中位值       |                   |       |      |      |      |           | 20.8  | 14.6  | 2.1   | 1.9   |            |          |

资料来源：万得资讯，彭博资讯，公司公告，中金公司研究部

注：标\*公司为中金覆盖，采用中金预测数据；其余使用市场一致预期

收盘价信息更新于北京时间 2019 年 6 月 9 日



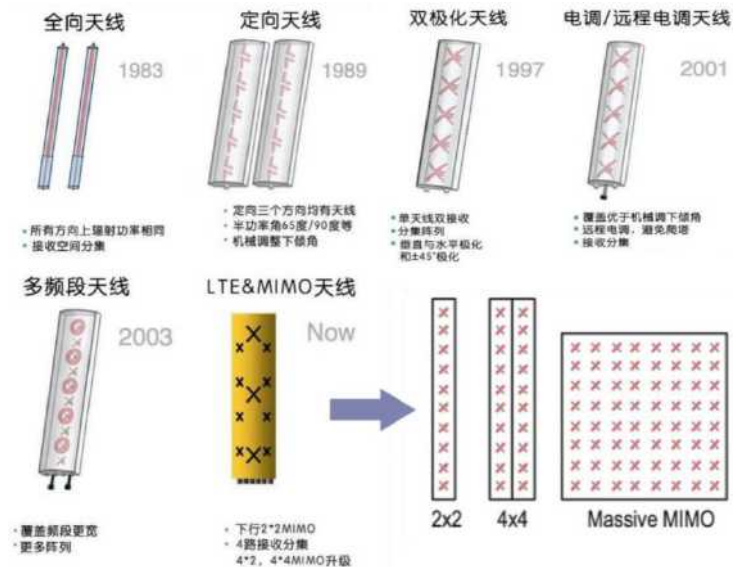
### 基站天线：有源化趋势确定，多通道引领数量大幅提升

#### ► 趋势#1: Massive MIMO 阵列应用推进、AAU 有源化成趋势。

**Massive MIMO 阵列应用推进。**作为射频系统中的重要部分，为适应 5G 通信技术核心变革，天线形态将出现较大革新。**1) Massive MIMO 优势凸显。**Massive MIMO 拥有更好覆盖、更高容量、更小尺寸、缩短安装时间等优点，以大规模天线阵列设计为核心，其波束赋形增益可以弥补 3.5GHz 频段传播的额外损耗。**2) 与 4G 的区别：**传统天线多采用 2T2R（两发射、两接收），4G 后期出现 4T4R、8T8R，5G 时代由于通道数提升至 64 个，可能采用 32T32R 及以上方案。

**5G 时代 AAU 有源化成趋势。**有源天线（AAU）中射频模块与天线高度集成，拥有 1) 多频段一次部署、2) 简化站点物理设备、3) 提升网络覆盖等优点，在 4G 网络部署中已有所运用，华为、中兴、爱立信等设备商均推出了有源天线产品。5G 时代，一方面为减小馈线损耗、增强覆盖等，另一方面为适应 Massive MIMO 高复杂度设计，天线有源化将成为趋势。

图表 124: 2G 到 5G 天线形态演变

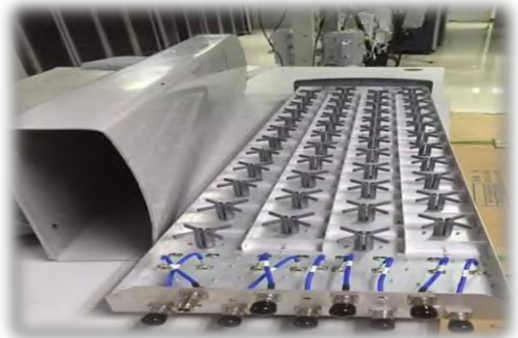
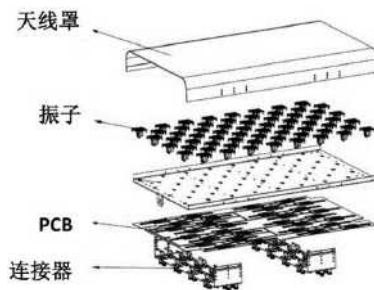


资料来源：中国联通网络技术研究院，中金公司研究部

#### ► 趋势#2: 多通道带动天线振子用量和高速 PCB 大幅提升。

基站天线主要由天线罩、天线振子、PCB、连接器、接口等部分组成，其中天线振子：**1) 用量方面**，5G 时代，通道数量的提升以及 Massive MIMO 天线阵列的应用将直接带动一面天线中天线振子的用量大幅提升。**2) 材质方面：**塑料振子凭借高精度、低成本、轻重量等优势，将在 5G 时代加大应用。

图表 125: 中兴 64T64R 5G 天线 图表 126: 5G 天线拆解(无源部分) 图表 127: 5G 天线振子



资料来源: MWC2018, 中金公司研究部

资料来源: 通信产业网, 中金公司研究部

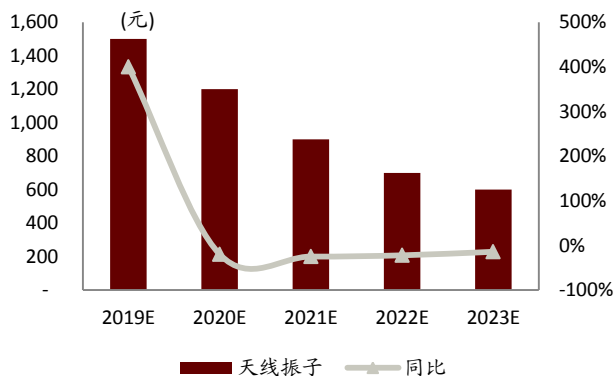
资料来源: RFsister, 中金公司研究部

► 市场规模: 成本降低与数量提升叠加, 整体市场规模较为稳定。

今年为 5G 建设元年, 出于天线材质、设计改变及用量的大幅提升, 我们估计单个基站中天线振子的价值将高达 5,500 元左右, 而后伴随上量, 天线振子成本将逐年降低。

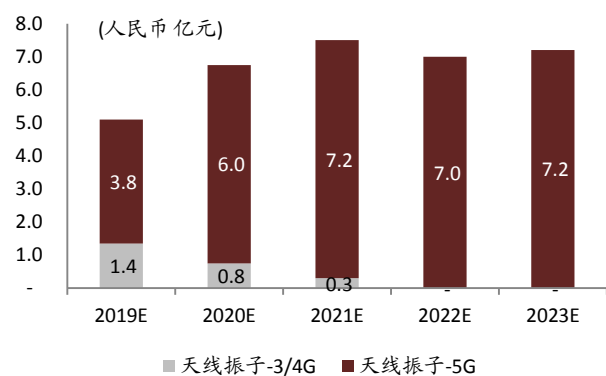
我们测算 2019 年全球基站天线振子市场规模约 5.1 亿元人民币。考虑 5G 新建基站数量的逐年提升, 我们预测基站天线振子全球市场规模将在 2020 年前增长至 7.5 亿元, 而后较为稳定。

图表 128: 天线振子单基站价格预测



资料来源: 万得资讯, Yole, 中金公司研究部

图表 129: 基站天线振子市场规模预测



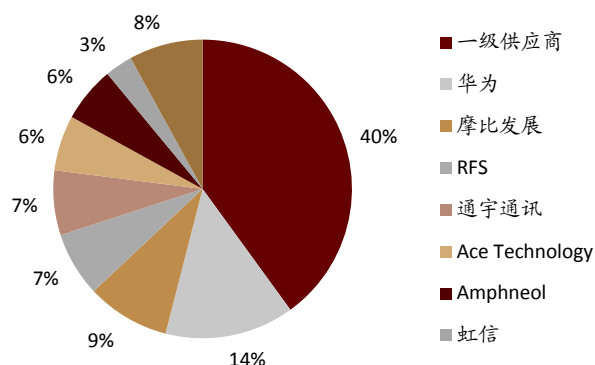
资料来源: 万得资讯, Yole, 中金公司研究部

► 主要关注公司: 国产化水平相对较高, 占据全球产能半壁江山。

全球范围看, 美国康普、京信通信、德国凯瑟琳等一级供应商占据全球基站天线 40% 份额, 国内天线企业产能达全球 50% 以上。除华为外, 国内主要的基站天线供应商包括华为、京信通信、通宇通讯、摩比发展、盛路通信等, 剩余厂商较为分散。

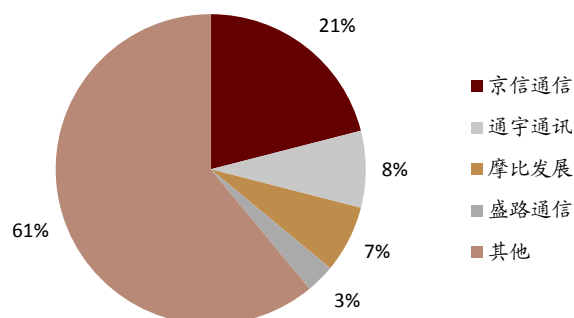
5G 背景下, 我们建议关注: 1) 主设备商: 通宇、京信、摩比等厂商; 2) 基站天线代工领域领先者 东山精密; 2) 天线振子: 飞荣达、硕贝德、信维通信、立讯精密等基站天线振子供应商。

图表 130: 2018 年基站天线竞争格局：全球（按发货量）



资料来源：EJL Wireless Research，中金公司研究部

图表 131: 2018 年基站天线竞争格局：国内（按发货量）



资料来源：EJL Wireless Research，中金公司研究部

图表 132: 天线、滤波器行业可比公司估值表

| 股票代码      | 公司名称              | 股价    | 第一作者 | 中金评级 | 交易货币 | 市值 (百万美元) | 市盈率   |       | 市净率   |       | 净资产收益率 (%) | 股价变动 (%) |
|-----------|-------------------|-------|------|------|------|-----------|-------|-------|-------|-------|------------|----------|
|           |                   |       |      |      |      |           | 2019E | 2020E | 2019E | 2020E | 2020E      |          |
| COMM.US   | COMMScope HOLDING | 16.54 |      |      | USD  | 3,203     | 5.9   | 5.0   | 1.4   | 1.3   | 27.2%      | 0.9%     |
| 02342.HK  | 京信通信              | 1.6   |      |      | HKD  | 506       | 16.8  | 10.1  | 1.0   | 0.9   | 9.0%       | 24.0%    |
| 002792.SZ | 通宇通讯              | 30.5  |      |      | CNY  | 993       | 41.5  | 29.4  | N.A.  | N.A.  | 11.5%      | -0.4%    |
| 00947.HK  | 摩比发展              | 1.05  |      |      | HKD  | 110       | N.A.  | N.A.  | N.A.  | N.A.  | N.A.       | -1.9%    |
| 002446.SZ | 盛路通信              | 9.58  |      |      | CNY  | 1,223     | 30.9  | N.A.  | 2.1   | N.A.  | N.A.       | 21.1%    |
| 002384.SZ | 东山精密*             | 13.28 | 胡誉镜  | 推荐   | CNY  | 3,087     | 15.8  | 12.7  | 2.2   | 1.9   | 16.1%      | 17.6%    |
| 300602.SZ | 飞荣达               | 23.1  |      |      | CNY  | 1,023     | 21.5  | 15.7  | 3.8   | 3.0   | 20.4%      | -30.9%   |
| 300322.SZ | 硕贝德               | 12.57 |      |      | CNY  | 739       | 31.2  | 21.1  | 6.3   | 5.1   | 21.2%      | 31.8%    |
| 002475.SZ | 立讯精密*             | 21.22 | 胡誉镜  | 推荐   | CNY  | 12,634    | 22.1  | 16.6  | 4.6   | 3.7   | 24.7%      | 50.9%    |
| APH.US    | 安费诺 (AMPHENOL)    | 93.19 |      |      | USD  | 27,839    | 23.0  | 21.1  | 6.1   | 5.3   | 26.9%      | 15.0%    |
| 平均值       |                   |       |      |      |      |           | 23.2  | 17.4  | 4.2   | 3.8   |            |          |
| 中位值       |                   |       |      |      |      |           | 22.1  | 16.6  | 4.2   | 3.7   |            |          |

资料来源：万得资讯、彭博资讯、公司公告、中金公司研究部

注：标\*公司为中金覆盖，采用中金预测数据；其余使用市场一致预期

收盘价信息更新于北京时间 2019 年 6 月 9 日

5G 手机篇——手机零部件行业如何突围<sup>3</sup>

投资概要：5G 与中美贸易不确定将如何重塑手机行业

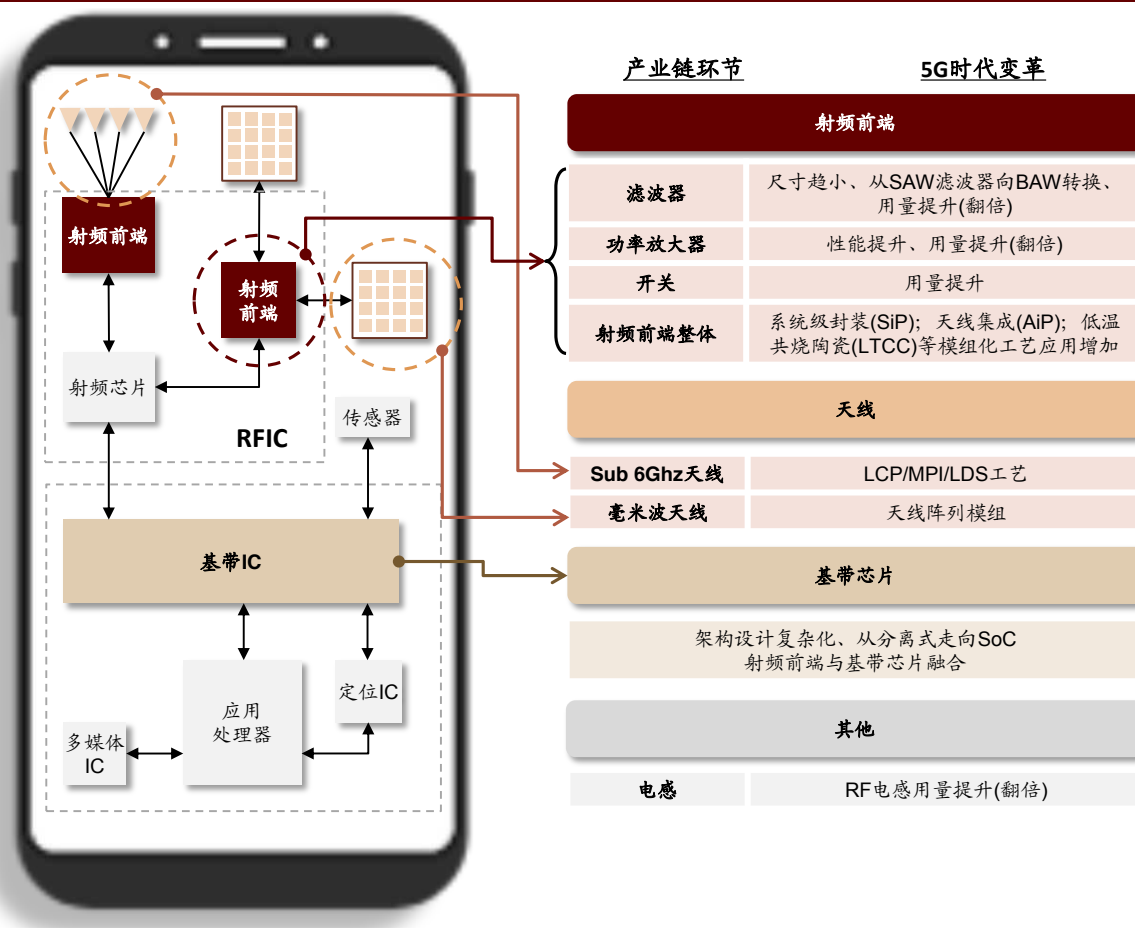
5G 高频、高速、大带宽特性驱动终端核心变革

**基带芯片：**5G 具备高速、大带宽、低时延等多种特性和场景应用，在不同场景下基带芯片也必须具备不同特性，以便支持 eMMB、uRLLC 与 mMTC 等 5G 应用，架构设计难度进一步提升。

**射频前端：**高频高速、大带宽及频段增加，将推动滤波器、开关数量的增加及包括功率放大器在内的器件性能升级。同时随着信号损耗、空间设计、测试调谐等难度增加，射频前端模块化成为主流，甚至与基带芯片整合。

**天线等零部件：**高频高速及频段增加，5G Sub6 频段 MIMO 4\*4/8\*8 天线成为主流，并新增毫米波阵列天线。RF 电感用量也跟随着频段大幅提升。

图表 133: 5G 终端结构及主要零部件变化



资料来源：IEEE，中金公司研究部

<sup>3</sup> 分析员 黄乐平 SAC 执证编号: S0080518070001, SFC CE Ref: AUZ066; 分析员 闫慧辰 SAC 执证编号: S0080518120002, SFC CE Ref: BOK817; 分析员 胡誉镜 SAC 执证编号: S0080517100004, SFC CE Ref: BMN486; 分析员 丁宁 SAC 执证编号: S0080117070001, SFC CE Ref: BNN540; 联系人 陈旭东 SAC 执证编号: S0080117110105.

图表 134: 5G 终端相关环节市场规模及主要厂商

| 产业链环节 | 市场规模(美元 百万元) |        |      | 主要厂商   |  |  |
|-------|--------------|--------|------|--|--|--|
|       | 2019年        | 2023年  | CAGR | 美国   | 中国大陆   | 其他   |
| 基带芯片  | 22,643       | 32,816 | 10%  | 高通(QCOM US)  | 华为海思、紫光展锐(未上市)   | 联发科(2454 TT)<br>三星电子(SSNLF US)                                     |
| 射频前端  |              |        |      |  |  |  |
| 滤波器   | 6,980        | 13,570 | 18%  | Broadcom(AVGO US)<br>Qorvo(QRVO US)                      | 麦捷科技(300319 CH)<br>信维通信(300136 CH)   | Murata(6981 JP)<br>TDK(6762 JP)                                    |
| PA    | 4,088        | 7,804  | 18%  | Skyworks(SWKS US)<br>Qorvo(QRVO US)<br>Broadcom(AVGO US) | 设计:<br>华为海思、紫光展锐、中科汉天下、<br>唯捷创芯、飞驒科技、慧智微、宜确<br>半导体(未上市)<br>代工:<br>三安光电(600703 CH)<br>中芯国际(981 HK)<br>海特高新(未上市) | WinSemi(3105 TT)<br>Murata(6981 JP)<br>Infineon(IFNNF US)          |
| 开关    | 2,755        | 5,315  | 18%  | Qorvo(QRVO US)   | 卓胜微、紫光展锐(未上市)  | Murata(6981 JP)<br>Infineon(IFNNF US)                              |
| 天线    | 1,734        | 5,608  | 34%  | Amphenol (APH US)  | 立讯精密(002475 CH)<br>信维通信(300136 CH)   | Murata(6981 JP)<br>嘉联益(6153 TT)<br>Careers(未上市)<br>Murata(6981 JP) |
| 电感    | 34           | 43     | 7%   |  | 顺络电子(002138 CH)<br>麦捷科技(300319 CH)   | TDK(6762 JP)<br>太阳诱电(6976 JP)<br>奇力新(2456 TT)<br>日月光(2311 TT)      |
| SiP   | n.a.         | n.a.   | n.a. |  | 环旭电子(601231 CH)  | Murata(6981 JP)<br>TDK(6762 JP)                                    |

资料来源: Bloomberg, 万得资讯, 中金公司研究部

#### 投资建议：关注手机半导体国际合作、进口替代以及 5G 时代手机零部件机会

我们认为，中国厂商在天线、电感等零部件环节实力较强，将率先受益于 5G 变革，推荐**立讯精密**、**顺络电子**、**环旭电子**等；在手机半导体领域（基带芯片、滤波器、PA），我们也看到部分出色的中国厂商，有望于中长期逐步实现自主可控与进口替代，建议关注**稳懋**、**三安光电**、**中芯国际**等。

- ▶ **天线**：LCP/MPI、LDS、毫米波天线模组等变化值得关注，推荐**立讯精密**（LCP 天线），建议关注**信维通信**（LDS /LCP 天线），**鹏鼎控股**（MPI 天线），**长电科技**（毫米波天线模组）。
- ▶ **电感**：RF 电感用量大幅提升，推荐国内片式电感龙头**顺络电子**，建议关注**麦捷科技**。
- ▶ **SiP**：推荐 SiP 行业先行者**环旭电子**（与高通合作研发的 QSip 包括处理器/基带、射频前端、电源管理、存储和音讯编解码器等）。
- ▶ **基带芯片**：华为海思的基带芯片已经达到全球领先水平，紫光展锐也同样拥有自研基带能力，产品外销印度及欧洲市场，但均未上市。
- ▶ **滤波器**：中国企业在 SAW 滤波器开始突破，建议关注**麦捷科技**、**信维通信**（参股的德清华莹具备批量出货能力）。
- ▶ **PA**：1) PA 代工：**稳懋**为全球第一 GaAs 代工龙头，国内建议关注**三安光电**（已拥有较高良率的 GaAs PA 代工能力）、**海特高新**、**中芯国际**（有 SOI 工艺平台）。2) PA 设计：建议关注**华为海思**（自行设计 PA）、**紫光展锐**（自主设计 GSM CMOS PA，拥有射频前端全产品线）、**中科汉天下**（国内领先的射频前端芯片/射频 SoC 供应商）、**唯捷创芯**（4G PA 出货量排名国内厂商第一）、**飞驒科技**、**慧智微**、**宜确半导体**等。
- ▶ **射频开关**：**卓胜微**（300782.SZ）（国内最大的开关供应商，已经实现三星、小米、VIVO 等大客户的全面切入），**紫光展锐**（三星供应商，开关产品外销韩国）。

图表 135: 可比公司估值表

| 彭博代码         | 彭博代码         | 公司名称                         | 股价    | 交易货币 | 市值 (百万美元) | 市盈率          |              | 市净率         |             | 净资产收益率 (%) | 华为事件 (5/15)至今 |
|--------------|--------------|------------------------------|-------|------|-----------|--------------|--------------|-------------|-------------|------------|---------------|
|              |              |                              |       |      |           | 2019E        | 2020E        | 2019E       | 2020E       | 2020E      | 股价变动          |
| <b>品牌</b>    | <b>品牌</b>    | <b>Brand</b>                 |       |      |           |              |              |             |             |            |               |
| 0992.HK      | 992 HK       | LENOVO GROUP*                | 5.52  | HKD  | 8,456     | 14.30        | 12.70        | 2.10        | 2.00        | 19%        | 10%           |
| 1810.HK      | 1810 HK      | XIAOMI-W*                    | 9.22  | HKD  | 20,373    | 19.70        | 14.50        | 2.40        | 2.10        | 16%        | -9%           |
|              |              | <b>Average</b>               |       |      |           | <b>17.00</b> | <b>13.60</b> | <b>2.25</b> | <b>2.05</b> | <b>18%</b> | <b>-10%</b>   |
|              |              | <b>Median</b>                |       |      |           | <b>17.00</b> | <b>13.60</b> | <b>2.25</b> | <b>2.05</b> | <b>18%</b> | <b>-10%</b>   |
| <b>手机零部件</b> | <b>手机零部件</b> | <b>Components</b>            |       |      |           |              |              |             |             |            |               |
| 2382.HK      | 2382 HK      | SUNNY OPTICAL*               | 68.45 | HKD  | 9,573     | 20.60        | 16.90        | 5.60        | 4.40        | 29%        | 19%           |
| 002138       | 002138 CH    | SUNLORD*                     | 15.40 | CNY  | 1,798     | 20.00        | 15.10        | 2.50        | 2.30        | 16%        | 17%           |
| 0285.HK      | 285 HK       | BYD ELECTRONIC*              | 10.52 | HKD  | 3,022     | 8.90         | 8.20         | 1.20        | 1.00        | 13%        | 17%           |
| 601138       | 601138 CH    | FOXCONN INDUSTRIAL INTERNET* | 13.08 | CNY  | 37,585    | 14.00        | 13.00        | 2.80        | 2.40        | 20%        | 16%           |
| 6088.HK      | 6088 HK      | FIT HON TENG*                | 3.03  | HKD  | 2,616     | 8.80         | 8.00         | 1.20        | 1.00        | 14%        | 14%           |
| 000049       | 000049 CH    | DESAYBATTERY*                | 24.61 | CNY  | 731       | 10.70        | 9.00         | 2.30        | 1.90        | 23%        | 12%           |
| 002681       | 002681 CH    | FENDA*                       | 4.27  | CNY  | 1,276     | 18.20        | 15.40        | 1.50        | 1.40        | 10%        | 11%           |
| 300408       | 300408 CH    | CCTC*                        | 18.30 | CNY  | 4,619     | 20.90        | 19.70        | 3.90        | 3.50        | 19%        | 10%           |
| 002241       | 002241 CH    | GOERTEK*                     | 8.02  | CNY  | 3,769     | 21.50        | 15.60        | 1.60        | 1.40        | 10%        | -9%           |
| 002384       | 002384 CH    | DSBJ*                        | 14.21 | CNY  | 3,306     | 16.90        | 13.60        | 2.40        | 2.00        | 16%        | -8%           |
| 300115       | 300115 CH    | EWPT*                        | 10.41 | CNY  | 1,371     | 18.70        | 14.60        | 2.40        | 2.10        | 16%        | -7%           |
| 300433       | 300433 CH    | LENS*                        | 6.83  | CNY  | 3,884     | 16.20        | 14.10        | 1.50        | 1.40        | 10%        | -7%           |
| 601231       | 601231 CH    | USISH*                       | 12.32 | CNY  | 3,882     | 17.30        | 13.80        | 2.50        | 2.20        | 17%        | -7%           |
| 002475       | 002475 CH    | LXJM*                        | 21.95 | CNY  | 13,078    | 22.80        | 17.20        | 4.80        | 3.80        | 25%        | -6%           |
| 2018.HK      | 2018 HK      | AAC TECH*                    | 41.00 | HKD  | 6,338     | 15.50        | 13.00        | 2.20        | 2.00        | 16%        | -5%           |
| 002635       | 002635 CH    | ANJIE*                       | 12.85 | CNY  | 1,284     | 11.50        | 9.50         | 1.20        | 1.10        | 12%        | -2%           |
| 002008       | 002008 CH    | HAN'S LASER*                 | 34.20 | CNY  | 5,284     | 20.90        | 17.30        | 3.60        | 3.00        | 19%        | -1%           |
|              |              | <b>Average</b>               |       |      |           | <b>16.67</b> | <b>13.76</b> | <b>2.54</b> | <b>2.17</b> | <b>17%</b> | <b>-10%</b>   |
|              |              | <b>Median</b>                |       |      |           | <b>17.30</b> | <b>14.10</b> | <b>2.40</b> | <b>2.00</b> | <b>16%</b> | <b>-9%</b>    |
| <b>半导体</b>   | <b>半导体</b>   |                              |       |      |           |              |              |             |             |            |               |
| 600703       | 600703 CH    | SAN'AN OPTO*                 | 10.58 | CNY  | 6,248     | 15.20        | 10.90        | 1.80        | 1.60        | 16%        | -8%           |
| 0981.HK      | 981 HK       | SMIC*                        | 8.88  | HKD  | 5,718     | 46.50        | 41.90        | 0.60        | 0.60        | 2%         | 9%            |
|              |              | <b>Average</b>               |       |      |           | <b>30.85</b> | <b>26.40</b> | <b>1.20</b> | <b>1.10</b> | <b>9%</b>  | <b>0%</b>     |
|              |              | <b>Median</b>                |       |      |           | <b>30.85</b> | <b>26.40</b> | <b>1.20</b> | <b>1.10</b> | <b>9%</b>  | <b>0%</b>     |

资料来源：万得资讯、彭博资讯、公司公告、中金公司研究部

注：标\*公司为中金覆盖，采用中金预测数据；其余使用市场一致预期

收盘价信息更新于北京时间 2019 年 6 月 10 日



## 手机品牌：中美贸易影响品牌格局，但 5G 进程影响有限

### 中美贸易不确定性提升，影响全球手机格局，但 5G 商用进展影响有限

受华为被美国商务部工业安全局（BIS）加入实体名单影响，高通、Intel 等美国企业<sup>4</sup>，以及 ARM<sup>5</sup>等非美国企业相继宣布停止对华为供货，我们在《[美国对中国科技限制长期加速半导体国产化进程](#)》中也提到华为海外市场将受到 Google 服务缺失冲击。近期我们开始从供应链看到华为 3Q 手机出货预期下调的消息，市场也对华为产业链及全球 5G 进展表示关心。

我们认为受华为事件影响：1) 手机品牌格局将迎来重塑，华为在海外市场面临挑战，而三星、苹果等品牌受益；2) 全球 5G 终端整体进展影响有限，全球 5G 基础设施建设及商用计划仍较为积极，5G 手机关键零部件断供风险也不大。

### 手机品牌趋势#1：品牌格局迎来重塑

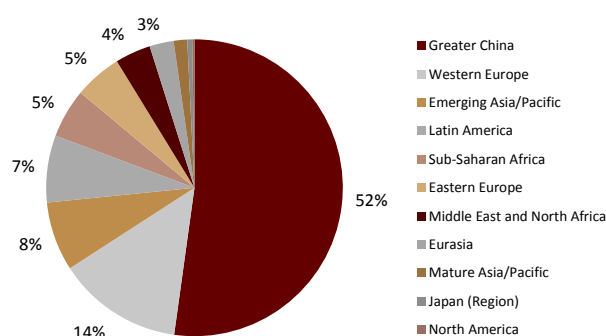
**华为 2018 年的市场份额分析：**1) 从收入看，根据华为披露的年报，华为的消费者业务 2018 年的收入为 3,489 亿元人民币（约 500 亿美元）。根据 GFK 数据，全球智能手机销售额为 5220 亿美元，华为收入份额占全球的 10%。2) 根据 IDC 数据，2018 年，华为手机出货 2.06 亿台（ASP 约人民币 1600 元），占全球智能手机出货量的 15%，是除三星、苹果之后第三大智能手机厂商。2018 年，在智能手机增速放缓的大环境下（-4.1%YoY），华为的手机取得了 34% 的同比增长，是前五大品牌中增长最快的公司。其中，华为在大中华区、西欧、亚洲发展中国家地区、拉美等地区的占比较高。

图表 136: IDC 全球智能手机出货量

|   | 品牌   | 2018 出货量<br>(百万台) | 2018 市场<br>份额 | 2017 出货量<br>(百万台) | 2017 市场<br>份额 | 同比<br>增长% |
|---|------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-----------|
| 1 | 三星   | 292.3             | 20.8%         | 317.7             | 21.7%         | -8.0%     |
| 2 | 苹果   | 208.8             | 14.9%         | 215.8             | 14.7%         | -3.2%     |
| 3 | 华为   | 206               | 14.7%         | 154.2             | 10.5%         | 33.6%     |
| 4 | 小米   | 122.6             | 8.7%          | 92.7              | 6.3%          | 32.2%     |
| 5 | Oppe | 113.1             | 8.1%          | 111.7             | 7.6%          | 1.3%      |
|   | 其他   | 462               | 32.9%         | 573.4             | 39.1%         | -19.4%    |
|   | 总计   | 1404.9            | 100%          | 1465.5            | 100.00%       | -4.10%    |

资料来源：IDC，中金公司研究部

图表 137: 华为在各区域出货量占比



资料来源：Gartner，中金公司研究部

**分地区手机品牌竞争情况：**从全球 3Q18 地区的份额看，华为在各个主要占比较高地区的竞争对手如下：

- **大中华地区：**华为出货量份额排名第一，其主要竞争对手为 Oppo、Vivo、Xiaomi 和 Apple。
- **西欧地区：**华为排名第三（21%），仅次于 Apple（43%）、三星（24%）。西欧市场分为运营商市场和开放市场，运营商市场份额较为集中。因此前三大品牌在西欧的份额之和超过 7 成。
- **亚洲发展中国家地区：**尽管市场很大，但华为目前市场份额仅 4%，排名第六，目前主要的市场份额为小米（印度南部居多）、三星、以及 Oppo/Vivo（北方居多）。

<sup>4</sup> <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-05-19/google-to-end-some-huawei-business-ties-after-trump-crackdown>

<sup>5</sup> <https://www.bbc.com/news/technology-48363772>

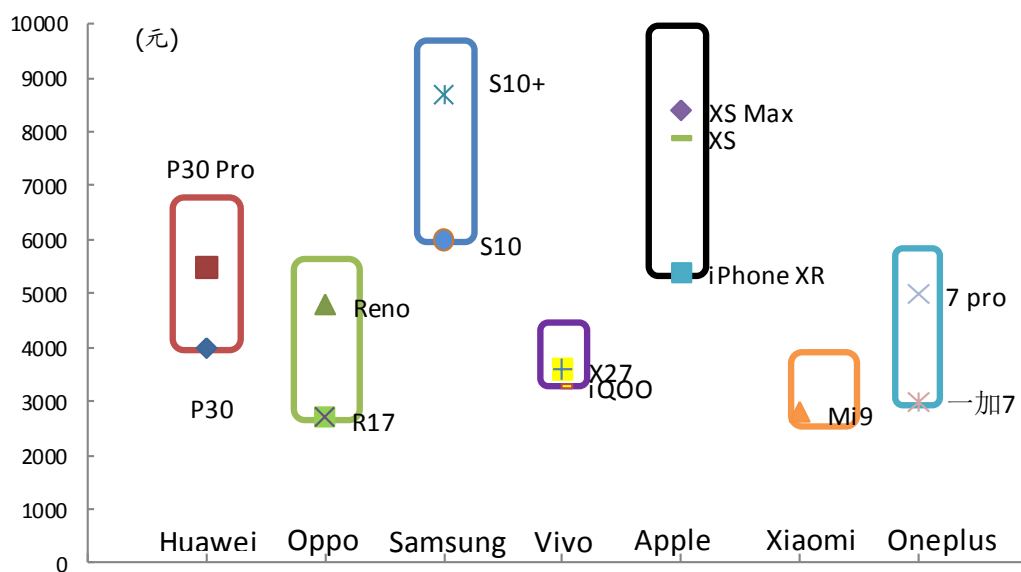
- 拉丁美洲：华为排名第三（13%），仅次于三星（25%）、联想（18%），比 LG 和 TCL 略高。

图表 138: 3Q18 全球各地区手机出货量增速及各品牌市场份额

|         | 地区占全球比例 | 3Q18市占率   |              |                      |               |                  |                |                          |                          |             |                     |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------|---------------|------------------|----------------|--------------------------|--------------------------|-------------|---------------------|
|         |         | 1         | 2            | 3                    | 4             | 5                | 6              | 7                        | 8                        | 9           | 10                  |
| 大中华区    | 27.1%   | 华为<br>25% | OPPO<br>20%  | Vivo<br>20%          | 小米<br>12%     | 苹果<br>8%         | 魅族<br>2%       | 三星<br>2%                 | Gionee<br>1%             | Konka<br>1% | Koobee Mobile<br>1% |
| 新兴亚太    | 24.2%   | 小米<br>19% | 三星<br>18%    | OPPO<br>9%           | Vivo<br>9%    | Micromax<br>5%   | 华为<br>4%       | Lava International<br>2% | 苹果<br>1%                 | Asus<br>1%  | 联想<br>1%            |
| 北美      | 10.8%   | 苹果<br>43% | 三星<br>24%    | LG<br>15%            | 联想<br>7%      | TCL<br>3%        | 中兴<br>2%       | BLU Products<br>2%       | Kyocera<br>1%            | HTC<br>1%   | Asus<br>0%          |
| 西欧      | 9.2%    | 三星<br>30% | 苹果<br>22%    | 华为<br>21%            | Wiko<br>5%    | 小米<br>2%         | LG<br>2%       | 中兴<br>2%                 | 联想<br>2%                 | 索尼<br>1%    | TCL<br>1%           |
| 拉丁美洲    | 8.5%    | 三星<br>25% | 联想<br>18%    | 华为<br>13%            | LG<br>9%      | TCL<br>6%        | 苹果<br>4%       | 中兴<br>3%                 | BLU Products<br>3%       | Asus<br>1%  | 索尼<br>0%            |
| 撒哈拉以南非洲 | 5.6%    | 三星<br>31% | 华为<br>14%    | Tecno Telecom<br>12% | Mi-Fone<br>8% | TCL<br>1%        | Gionee<br>1%   | Orange<br>1%             | Lava International<br>1% | 中兴<br>1%    | 索尼<br>1%            |
| 东欧      | 3.0%    | 三星<br>39% | 华为<br>24%    | 中兴<br>7%             | 苹果<br>5%      | LG<br>3%         | TCL<br>3%      | 小米<br>2%                 | Orange<br>2%             | 索尼<br>2%    | Vodafone<br>2%      |
| 成熟亚太    | 1.9%    | 三星<br>42% | 苹果<br>23%    | 华为<br>11%            | LG<br>7%      | OPPO<br>5%       | 小米<br>2%       | 索尼<br>1%                 | HTC<br>1%                | 中兴<br>0%    | 联想<br>0%            |
| 欧亚大陆    | 3.2%    | 华为<br>14% | 联想<br>13%    | 三星<br>13%            | 苹果<br>8%      | Fly Mobile<br>7% | Micromax<br>6% | 小米<br>6%                 | 微软<br>3%                 | 中兴<br>3%    | LeEco<br>2%         |
| 日本地区    | 1.9%    | 苹果<br>46% | Sharp<br>13% | Kyocera<br>10%       | Fujitsu<br>8% | 索尼<br>8%         | 三星<br>6%       | 华为 4%                    | LG<br>2%                 | 松下<br>1%    | Asus<br>1%          |
| 总计      | 100.0%  | 三星<br>19% | 华为<br>13%    | 苹果<br>12%            | 小米<br>9%      | OPPO<br>8%       | Vivo<br>7%     | LG<br>3%                 | 联想<br>3%                 | TCL<br>1%   | 中兴<br>1%            |

资料来源：Gartner，中金公司研究部

图表 139: 国内各手机旗舰机型价格带一览（按国内最低售价计算）



资料来源：中关村在线，中金公司研究部

图表 140: 安卓系统架构及谷歌移动服务



资料来源：中金公司研究部

**华为事件对手机品牌格局情景分析：**我们测算在华为出货结构中，大中华区（2018 年占 51.4%）受到影响较小，海外相对发达市场（西欧、东欧、日本、北美等，占 24.8%，其中西欧就占到 14%）由于习惯于 Google GMS 服务，将受到较大冲击；新兴市场（23.8%）受影响则介于两者之间。具体我们分为乐观、中性、悲观三种情形作出分析：

► **乐观情形：中美之间很快达成和解，对华为等品牌不构成长期影响。**

- 19/20e 华为手机出货量为 2.5/2.9 亿部，同比增长 23.2%/16.0%，占全球总出货的 16.7%/19.0%。
- 19/20e 全球手机出货量 15.0/15.3 亿部，同比增长-3.6%/1.7%。

► **中性情形：华为在海外发达市场出货下滑 70%，新兴市场下滑 30%。**

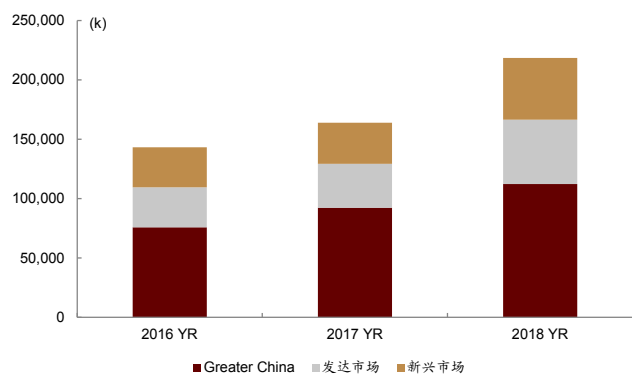
- 中美贸易摩擦持续，华为 Google 服务缺失对海外发达市场（占 24.8%）影响较大，其中西欧（14.0%）、日本（1.4%）、亚太成熟市场（1.5%）、北美（0.3%）最为直接，占发达市场约 70%。新兴市场运营商渠道也将受到冲击，但影响小于发达市场；下半年华为自研的鸿蒙操作系统也有机会挽回部分海外市场。
- 我们按照华为在发达和新兴市场分别下滑 70%和 30%测算，**对华为总量影响 24.5%**，19/20e 华为手机出货量为 2.2/2.2 亿部，同比增长 8.1%/-0.2%，占全球总出货的 14.7%/14.7%。
- 我们认为华为丢失的份额将主要由苹果、三星、小米、Oppo、Vivo 五大品牌承接，三星、苹果承接发达市场客户转移，受益幅度较大，按照 2018 年的份额静态预测，三星、苹果年销量分别增加 8.1%和 5.7%，其次为小米（+2.1%）、Oppo（+0.8%）、Vivo（+0.6%）。
- 19/20e 全球手机出货量 14.9/14.9 亿部，同比增长-4.3/0.4%。

► **悲观情形：华为海外市场全部丢失。**

- 对华为总量影响 48.6%，19/20e 华为手机出货量为 2.2/2.2 亿部，同比下降 6.8/21.2%，占全球总出货的 12.8%/10.1%。

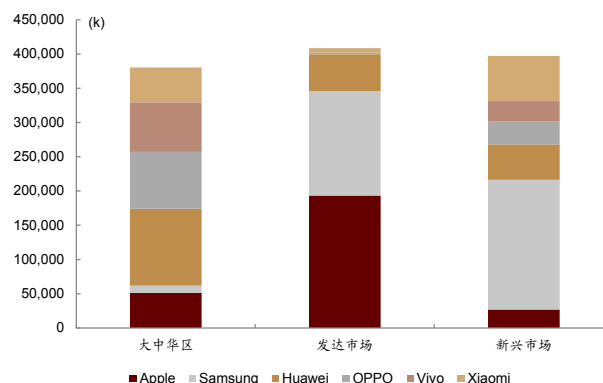
- 三星最为受益 (+19.0%)，其次是 Apple (+10.1%)、小米 (+5.5%)、Oppo (+2.5%)、Vivo (+2.1%)。
- 19/20e 全球手机出货量 14.8/14.7 亿部，同比增长-4.7%/-0.5%。

图表 141: 华为在各区域销量



资料来源: Techinsights, iFixit, iHS, 中金公司研究部

图表 142: 全球各区域主要品牌出货



资料来源: Skyworks, 中金公司研究部

图表 143: 华为影响情景分析: 全球主要品牌智能手机出货量

|               | 乐观    |        |        | 中性    |        |        | 悲观    |        |        |
|---------------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|
|               | 2018  | 2019E  | 2020E  | 2018  | 2019E  | 2020E  | 2018  | 2019E  | 2020E  |
| 全球智能手机出货 (百万) | 1,555 | 1,499  | 1,525  | 1,555 | 1,488  | 1,494  | 1,555 | 1,482  | 1,474  |
| 苹果            | 209   | 182    | 189    | 209   | 187    | 200    | 209   | 191    | 208    |
| 三星            | 295   | 299    | 305    | 295   | 311    | 330    | 295   | 327    | 363    |
| 华为            | 203   | 250    | 290    | 203   | 219    | 219    | 203   | 189    | 149    |
| Oppo          | 119   | 115    | 116    | 119   | 115    | 117    | 119   | 116    | 119    |
| Vivo          | 102   | 102    | 103    | 102   | 102    | 104    | 102   | 103    | 105    |
| 小米            | 122   | 132    | 145    | 122   | 133    | 148    | 122   | 136    | 153    |
| 其他            | 627   | 419    | 377    | 627   | 419    | 377    | 627   | 419    | 377    |
| 全球智能手机出货 yoy  | 1.3%  | -3.6%  | 1.7%   | 1.3%  | -4.3%  | 0.4%   | 1.3%  | -4.7%  | -0.5%  |
| 苹果            | -2.8% | -12.9% | 3.8%   | -2.8% | -10.4% | 6.7%   | -2.8% | -8.5%  | 8.8%   |
| 三星            | -8.2% | 1.4%   | 2.0%   | -8.2% | 5.5%   | 6.0%   | -8.2% | 11.0%  | 10.8%  |
| 华为            | 34.9% | 23.2%  | 16.0%  | 34.9% | 8.1%   | -0.2%  | 34.9% | -6.8%  | -21.2% |
| Oppo          | 6.1%  | -3.4%  | 0.9%   | 6.1%  | -3.0%  | 1.3%   | 6.1%  | -2.2%  | 2.1%   |
| Vivo          | 2.3%  | 0.0%   | 1.0%   | 2.3%  | 0.3%   | 1.3%   | 2.3%  | 1.1%   | 2.0%   |
| 小米            | 37.2% | 8.2%   | 9.8%   | 37.2% | 9.3%   | 11.0%  | 37.2% | 11.2%  | 12.8%  |
| 其他            | 14.4% | -33.2% | -10.0% | 14.4% | -33.2% | -10.0% | 14.4% | -33.2% | -10.0% |
| 华为市占率         | 13.1% | 16.7%  | 19.0%  | 13.1% | 14.7%  | 14.7%  | 13.1% | 12.8%  | 10.1%  |

资料来源: Gartner, 中金公司研究部

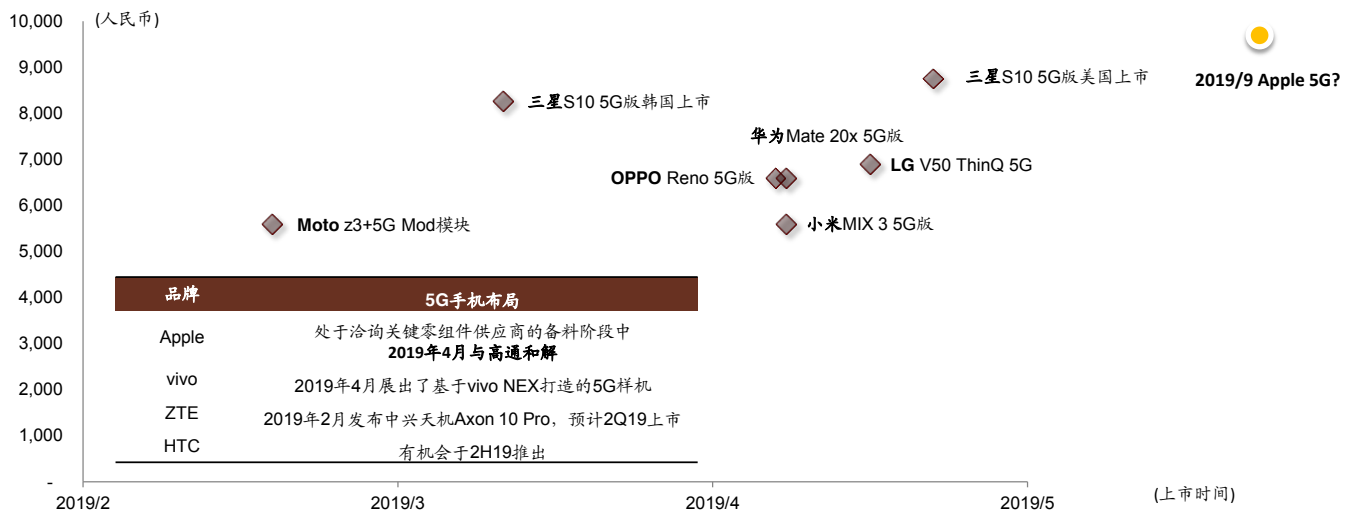
## 手机品牌趋势#2: 全球 5G 手机顺利推进, 中美贸易摩擦影响有限

**主要品牌 5G 手机战略——安卓阵营竞相发力, 苹果预计于明年推出。**今年以来, 各大品牌纷纷试水 5G 手机市场, 三星、华为、小米、Oppo 等主流品牌竞相推出 5G 机型, 5 月起逐渐迎来正式上市的高峰期。随着全球各地 5G 基站建设及试商用逐渐进行, 以及今年下半年高通、MTK 等 5G SoC 芯片的推出, 我们预计 5G 手机成熟度和用户接受度将进一步提升。

- **三星:** 今年 2 月发布 Galaxy S10 的 5G 版, 分别于 3 月和 5 月在韩国、美国上市, 在美售价 1299 美元起。
- **华为:** Mate 20X 5G 版 5 月起正式登陆英国、瑞士等市场, 售价 999 英镑起。

- ▶ **小米**：Mix 3 5G 版，5 月 23 日正式登陆意大利和西班牙，售价 599 欧元起。
- ▶ **Oppo**：4 月发布 Reno 的 5G 版本，并于 5 月率先在瑞士正式开售，售价 999 瑞士法郎（约人民币 6600 元），未来将陆续在澳大利亚、新加坡、中国等地陆续上市。
- ▶ **Vivo**：1 月发布 5G 版 Apex 概念机，4 月展出 5G 版 Vivo Nex 样机，但尚未正式上市。
- ▶ **苹果**：今年 4 月与高通和解后，和解金额高达 30 多亿美金，为 5G 战略提速做准备，目前计划于 2020 年出台 5G 版 iPhone，后续仍有待后续观察。

图表 144：目前已上市的 5G 手机及各厂商布局

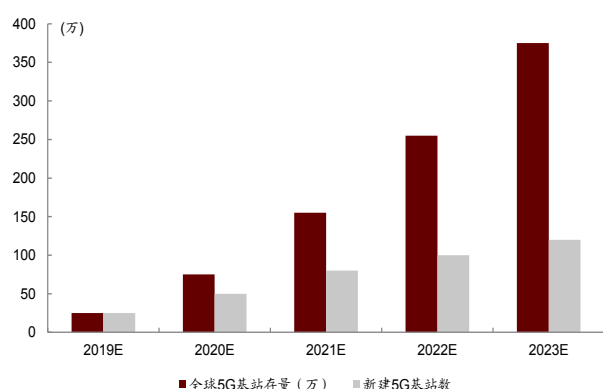


资料来源：Zol，虎嗅，中金公司研究部

## 5G 基础设施及关键零部件逐步成熟。

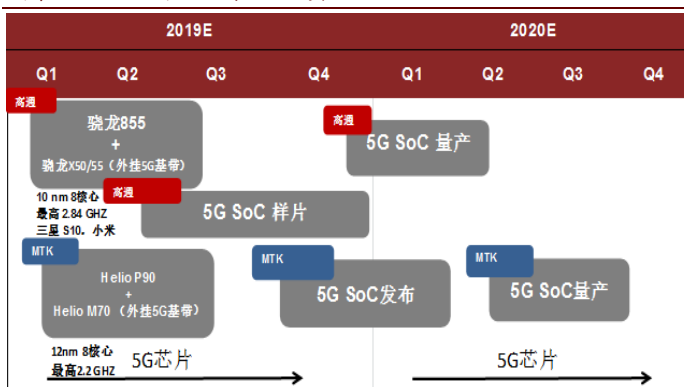
- ▶ 全球 5G 布网积极性较高，我们预计 2019 年为 5G 出货元年。
  - 国内方面，近期中国工信部提出将于近期发放 5G 商用牌照，体现了中美贸易并未拖缓我国 5G 建设进程，相比此前 2020 年商用的目标，甚至会有所提前。未来三年中国也将成为 5G 建设主力。
  - 全球来看，截至 2019 年 4 月初，全球 88 个国家的 224 家运营商开启了 5G 网络的测试、试验、试商用或商用，其中试商用或商用的运营商达到 39 家，商用的运营商为 15 家，韩日美以及部分欧洲国家基站建设热情较高。目前来看，中美贸易摩擦并未对全球 5G 基站布局进展构成显著影响，我们预计到 2025 年全球将有 650 万个 5G 基站、28 亿用户，覆盖全球 58% 的人口。
- ▶ **5G 芯片及关键零部件走向成熟**：目前 5G 基带仍以外挂式为主，高通、MTK 都将于 2H19 推出 5G SOC 芯片，带来体积、温升、耗电、信号收发等性能的提升。但华为海思如果受限于 EDA 工具等影响超出预期，5G 芯片进度可能也将推迟。
  - 从成本端来看，我们测算 1H19 典型 5G 手机 BOM 成本可能在 350 美金或以上，相比典型 4G 手机在增幅接近 150 美元（70%），主要在于 AP、BB，射频前端，天线，以及电池、散热等成本提升，且应用于高阶机型，其他成本也较典型 4G 手机更高。我们预计 1H20 成本增幅可能降至 70 美金以内（30%），1H21 降至 30 美金左右（15%）。
  - 运营商也可能补贴 5G 手机，从中国移动表态，2H19 可能出现售价 1000-2000 元的 5G 手机。成本的下行及运营商补贴有利于 5G 手机的普及度提升。

图表 145: 全球 5G 基站预测



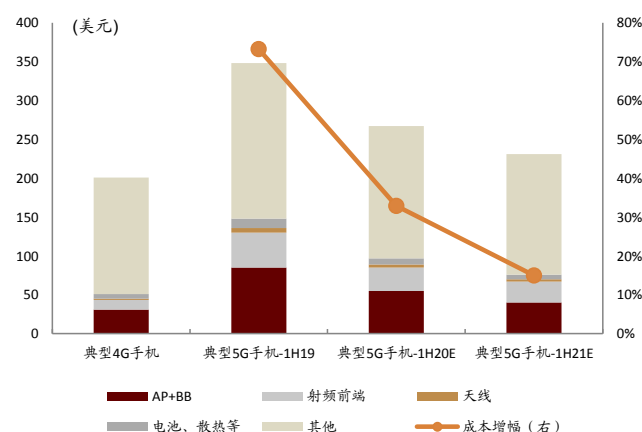
资料来源: Techinsights, iFixit, iHS, 中金公司研究部

图表 146: 全球 5G 手机出货预测



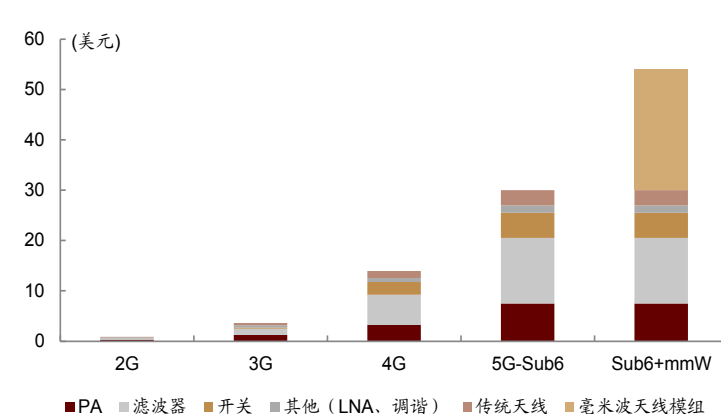
资料来源: Skyworks, 中金公司研究部

图表 147: 5G 成本增加



资料来源: Techinsights, iFixit, iHS, 中金公司研究部

图表 148: 2G-5G 终端: 射频前端和天线价值量变化



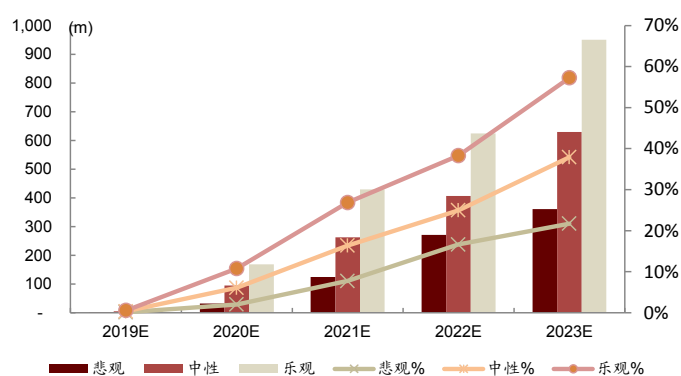
资料来源: Skyworks, 中金公司研究部

**5G 手机渗透情景分析。**我们认为安卓品牌在竞争驱使下,更为看重 5G 配置,并率先在高端旗舰机型上搭载 5G,预计在 5G 渗透初期,三星、华为、Oppo、Vivo、小米五大安卓品牌约 2 亿部旗舰机型渗透较快,另外 11-12 亿普通机型可能较多取决于运营商推广力度,苹果则大概率于 2H20 推出 5G 手机。具体 5G 手机渗透情形我们同样按照乐观、中性、悲观作出假设:

- **乐观情形:** 全球 5G 布网进度顺利,苹果 2H20 推出并标配。假设安卓旗舰 2019-2021 年的渗透率分别为 3%/20%/40%,普通机型渗透率 0.2%/5%/15%;苹果 2H20 新机标配 5G 功能。则 2019-2021 年 5G 手机出货量分别达到 800 万、1.7 亿和 4.3 亿部。
- **中性情形:** 安卓品牌正常推进,苹果 2H20 在部分机型上搭载 5G 功能。安卓旗舰 2019-2021 年的渗透率分别为 2%/15%/30%,普通机型渗透率 0.1%/3%/6%;苹果 2H20 新机在高端型号上搭载 5G。则 2019-2021 年 5G 手机出货量分别达到 500 万、9500 万和 2.6 亿部。
- **悲观情形:** 华为海思 5G 芯片受阻,无法在旗舰机配置,苹果推迟至 2021 年推出 5G 手机。安卓旗舰 2019-2021 年的渗透率分别为 1%/10%/15%,普通机型渗透率 0%/1%/2%;苹果推迟至 2021 年推出 5G 手机。则 2019-2021 年 5G 手机出货量分别为 200 万、3200 万和 1.2 亿部。

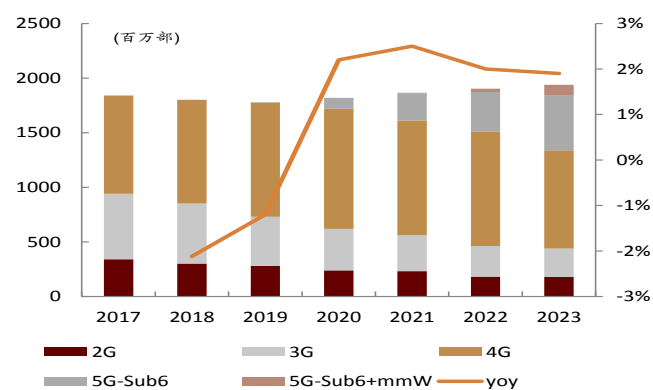


图表 149: 5G 手机出货及渗透率预测



资料来源: Techinsights, iFixit, iHS, 中金公司研究部

图表 150: 全球 2G-5G 手机出货预测 (中性假设)



资料来源: Skyworks, 中金公司研究部

半导体（基带/射频前端）：5G手机核心部件，国产化替代空间大

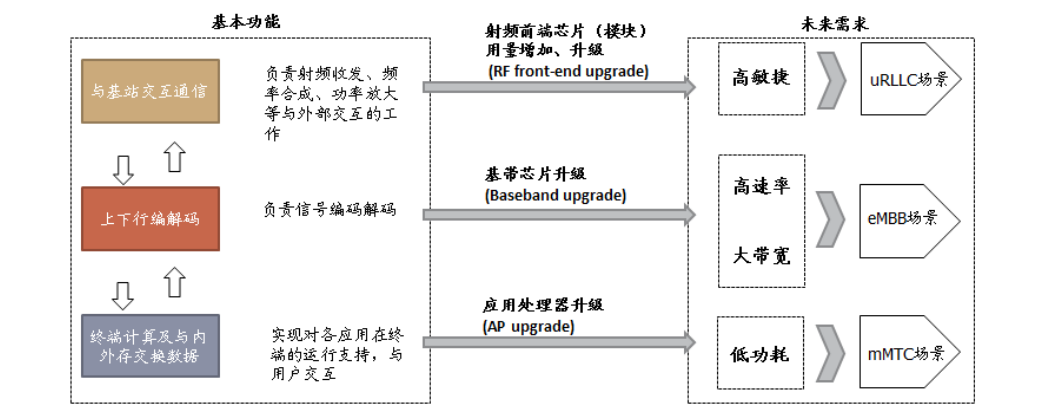
基带、射频前端是5G升级核心部件

射频前端系统（RF-front-end），基带芯片（Baseband）等半导体器件是5G手机升级的核心部件，射频前端系统负责信号放大、筛选及收发，基带芯片负责信号编解码，5G时代大带宽、高传输速率、高频化等特性也对上述器件提出更高要求，

- 前端射频系统上，5G的到来将意味着更大的带宽及传输速率，将推动滤波器、开关数量的增加及包括功率放大器在内的器件性能升级，模块化趋势也将更加显著。
- 基带芯片上，不同场景下处理器必须具备不同特性，以便支持 eMBB、uRLLC 与 mMTC 等不同的5G应用，因此基带芯片的架构设计难度进一步提升，与4G有较大不同。

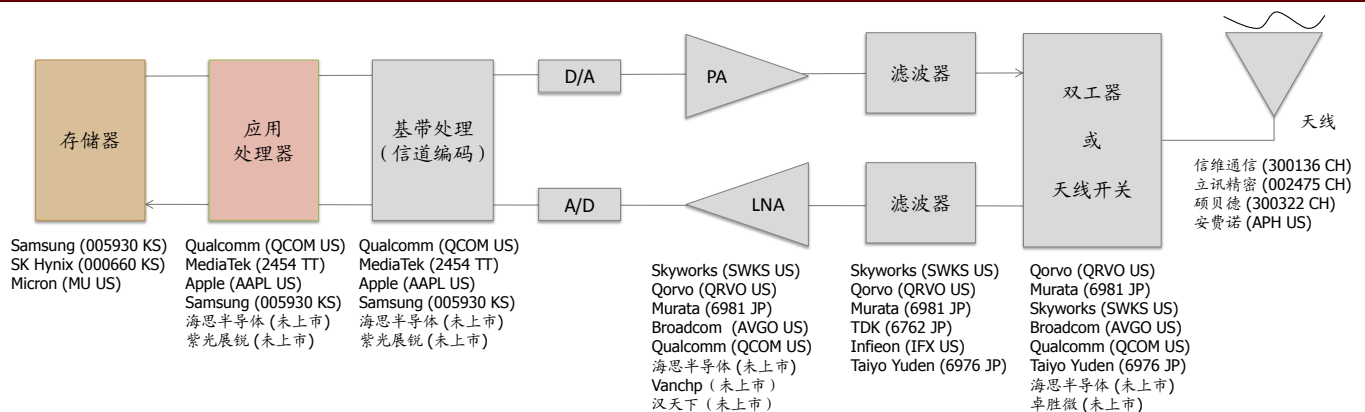
同时值得关注的是，5G时代基带芯片也可能与射频前端进一步整合，主要来自于5G终端信号传输损耗、空间设计、功耗、测试时程等挑战，高通等基带芯片大厂也开始利用自己的核心地位，向射频前端等环节延伸，整合成为微小化单一模组。

图表 151: 5G 对手机半导体的发展的需求



资料来源：中金公司研究部

图表 152: 智能手机无线通讯系统组成及相关公司



资料来源：《通信工程》，中金公司研究部

基带芯片：分离式外挂到 SoC，5G SoC 2H19 发布、明年上半年将大量面世

**5G 基带芯片从分离式外挂走向 SoC：**目前各大主流手机厂商的 5G 手机均采用 SoC+5G 外挂基带芯片的设计，可支持 Sub-6G 的 5G 网络，这得益于分离式 5G 基带芯片技术的成熟，如高通的 Snapdragon X50/X55；华为 Balong 5000；三星 Exynos 5100；联发科 HelioM70；紫光展锐 Makalu Ivy510 等，这些芯片已能够应用在如小米 MIX3，华为 MateX，三星 S10 5G 版等旗舰机上。但外挂式 5G 基带相对于集成 5G 基带有占用手机设计空间、发热、耗电、信号受影响的缺点，加上 5G 网络目前并未大规模商用，对 2019 年手机整体销量的推动依然有限。

**5G SoC 将在 2H19 发布，明年上半年将有大量产品推出市场：**高通和联发科均计划在年底前推出 5G 的基带/AP 一体的 SoC 芯片产品，公司均预计 1H20 搭载其 SoC 的第一代产品将得到主流厂商的大量应用，从而推出市场。而与高通和解后，苹果预计也将在 2020 年下半年推出 5G iPhone。考虑到各国 5G 网络部署工作还刚刚开始，因此我们预计 5G 手机的大规模出货要等到 2020 年上半年才能实现。

图表 153：主要手机 OEM 主芯片供应商一览

| 手机品牌 | 2018 年全球出货量<br>(百万部) | 处理器芯片厂商     | 基带厂商      | 自供比例 | 自供机型                            | 旗舰机芯片型号              |
|------|----------------------|-------------|-----------|------|---------------------------------|----------------------|
| 苹果   | 205                  | 苹果          | 英特尔、高通    | 100% | iPhone                          | A12                  |
| 三星   | 290                  | 三星、高通       | 三星、高通     | /    | S 系列和 Note 系列国际版<br>(韩版、欧版、亚太版) | 骁龙 845 或 Exynos 9810 |
| 华为   | 206                  | 海思、联发科、高通   | 海思、联发科、高通 | 78%  | Mate 系列、P 系列                    | 麒麟 980               |
| 小米   | 120                  | 高通、联发科、小米松果 | 高通、联发科    | 很小   | 小米 5c (松果澎湃 S1)                 | 骁龙 845\855           |
| OpPO | 115                  | 高通、联发科      | 高通、联发科    | 0    | 无                               | 骁龙 845\855           |
| Vivo | 104                  | 高通、联发科      | 高通、联发科    | 0    | 无                               | 骁龙 845\855           |

资料来源：IDC，万得资讯，高通等，中金公司研究部

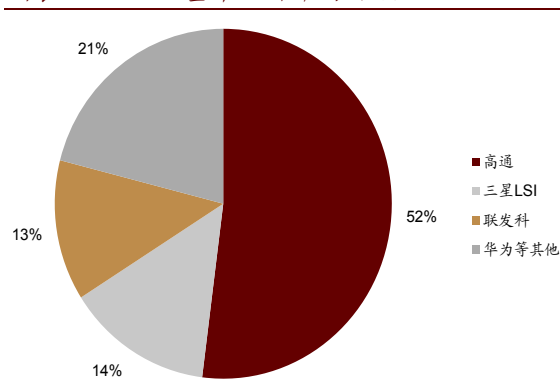
从 OEM 侧来看，iPhone 在目前采用自研的 A12 芯片+英特尔/高通的外挂基带芯片，但随着英特尔退出 5G 基带市场，加上苹果与高通和解，在 2020 年苹果或许会调整基带供应商。三星目前拥有自研 SoC 产品，也发布了 5G 外挂基带芯片 Exynos 5100，在部分机型采用外采。华为在旗舰机上主要采用自研芯片麒麟系列 SoC，同时拥有 5G 外挂基带芯片 Balong 5000，在非主力机型上外采芯片。小米、OpPO 和 Vivo 均没有自研芯片能力，主要依靠外采高通和联发科芯片。此外，高通在通讯领域的专利使其可以为每部手机收取专利费。

图表 154：高通专利费收取比例一览

| 专利费用收取标准                       |        | 收取费率  | 最高单机价格<br>(美元/台) | 最高收取价格<br>(美元/台) |
|--------------------------------|--------|-------|------------------|------------------|
| 5G单模手机<br>SEP (标准核心专利授权)       | 2.275% | \$400 | \$9              |                  |
| 5G多模手机<br>SEP (标准核心专利授权)       | 3.25%  |       | \$13             |                  |
| 5G单模手机<br>All Patents (所有专利授权) | 4%     |       | \$16             |                  |
| 5G多模手机<br>All Patents (所有专利授权) | 5%     |       | \$20             |                  |
| 协商价格                           |        |       |                  |                  |

资料来源：Digitimes，彭博资讯，中金公司研究部

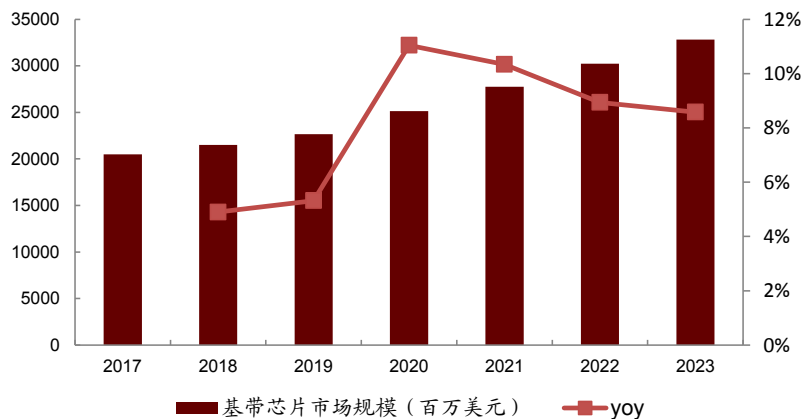
图表 155：1H18 基带芯片市场份额



资料来源：Strategy Analytics，中金公司研究部

根据 Strategic Analytics 数据，2018 年全球基带蜂窝基带处理器市场规模达 215 亿美元，其中高通市占率第一，市场份额接近 50%。尽管智能手机出货量近期下滑拖累基带芯片市场规模扩张，但我们仍然认为，未来 5G 的终端普及为基带芯片带来成长空间，预计 2023 年全球基带处理器市场规模将成长至 328 亿美元，年化成长 8.2%。

图表 156: 5G 对手机半导体的发展的需求



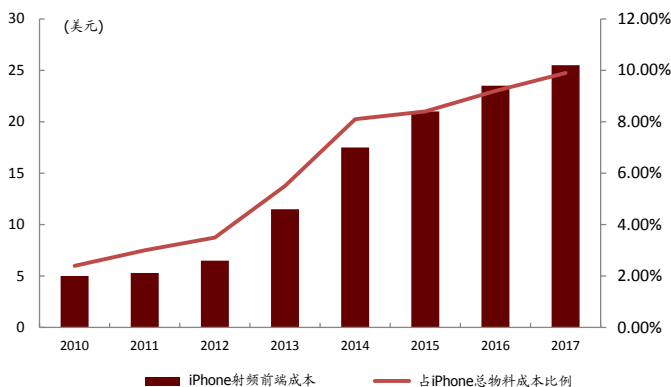
资料来源：中金公司研究部

## 射频前端：5G 时代滤波器、PA、开关用量大幅提升

射频前端（Radio frequency front-end）主要作用是信号放大、筛选及收发。随着通信 3G、4G，再到 4.5G 通信标准的演进，手机所支持的通信频点增多，可同时通信的通道增多，带宽变大，均推动手机射频前端价格上涨。以 iPhone 手机为例，在 2010 年其射频前端的单价仅为 5 美元左右。到 2017 年，iPhone 的射频前端单价上涨至 25 美金左右，占整机成本比例也上升至 10%（统计样本不含搭载 OLED 全面屏的 iPhone X）。

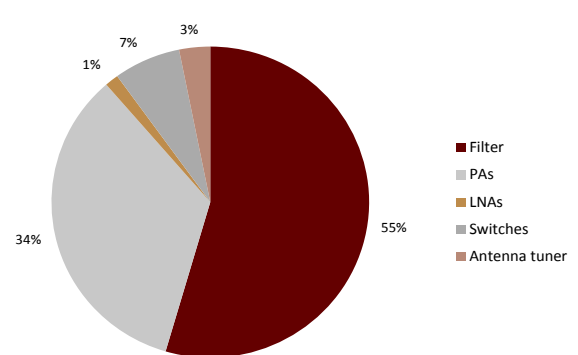
我们测算 2017 年全球手机射频前端市场规模约 134 亿美元，其中滤波器（55%），功率放大器（34%）是占整个射频前端半导体价值比最高的两类器件。

图表 157: iPhone 射频前端单价的变化



资料来源：Techinsights, iFixit, iHS, 中金公司研究部

图表 158: 射频前端用半导体市场结构（按器件，2017）



资料来源：Skyworks, 中金公司研究部

5G 时代频段数量将再次提升，根据 Skyworks，3G 时代终端约覆盖 5 个频段，4G 时代上升为 20 个频段，5G 时代可能超过 40 个频段，推动射频前端价值量提升。

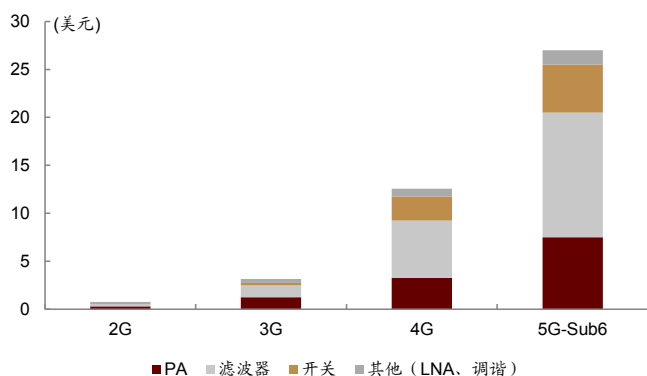
我们测算 5G 手机射频前端单机价值量将从 4G 时代的 13 美金倍增至 27 美金，市场规模也将从 2017 年的 134 亿美元成长至 2023 年的 284 亿美元，年化成长 13.3%。其中手机滤波器、PA 及射频开关市场分别从 2017 年的 62/37/24 亿美元增长至 2023 年 136/78/53 亿美元，复合增速分别为 13%/14%/14%。具体来看：

- **滤波器：用量大幅提升，BAW 滤波器成为主流。**手机频段增加，叠加 WIFI、蓝牙和导航系统，单机滤波器的用量达到 50 只以上。以单只滤波器价格 0.2-0.25 美元估算，单个手机中滤波器的成本将达 13 美元。滤波器主要包括 SAW（声表面波滤波器）和 BAW（声体波滤波器）。两者均基于压电效应通过电-声-电的转换达到滤波效果。

SAW 滤波器 2G、3G、4G 已广泛应用，一般工作在 2.5GHz 以下频段，而 BAW 滤波器一般工作在 1.5GHz~6.0GHz，最高可以工作在 10GHz 以上，在高频通信中应用更为适合，另外相比 SAW 温漂较低。

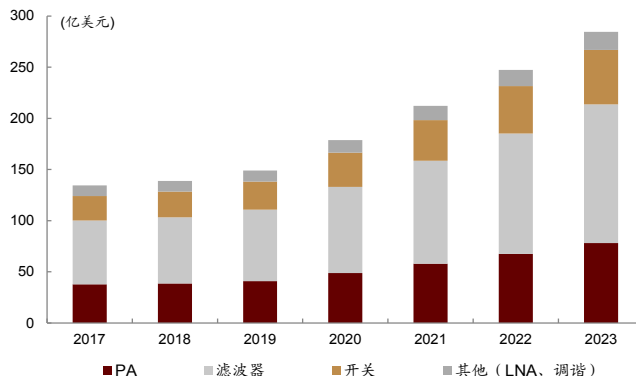
- ▶ **PA（功率放大器）：手机 PA 随着天线的数量增多而增多：**随着通讯频段提升，手机 PA 用量在 2G、3G、4G 时代不断提升，分别为 1 颗、4 颗和 6-7 颗，5G 时代需要多颗 PA 组成发射通道，单机用量可能提升至 16 颗，ASP 也从 3-4 美元提升至 7-8 美元。GaAs 仍是主流，GaN 在毫米波频段可能得到应用。
- ▶ **射频开关：5G 通道数提升带动射频开关市场容量增长：**射频开关是指可对射频信号通路进行导通和截止的射频控制元件。其性能指标主要是隔离度、工作带宽、插入损耗、开关时间、功率容量、使用寿命等。类似于滤波器的需求提升，5G 因为频段的增加将带来通道数的提升，进而推动开关市场的容量增长。

图表 159: 2G-5G 手机射频前端单价统计



资料来源: Yole, 中金公司研究部

图表 160: 射频前端市场规模测算



资料来源: Yole, 中金公司研究部

### 国产化替代进程：滤波器拥有一定实力、PA 仍需向高端拓展

在中美贸易摩擦背景下，中国企业在基带及射频前端的能力受到关注，我们认为对于**数字部分**，华为海思（未上市）及紫光展锐（未上市）均有技术领先的产品推出，已经实现对基带芯片及应用处理器的国产替代。而**模拟部分**来看，射频开关（卓胜微、紫光展锐）、滤波器（麦捷科技、德清华莹）、功率放大器（紫光展锐、唯捷创芯、汉天下、慧智微、飞驒科技）、数模转换（圣邦股份）、电源管理（圣邦股份）等产品上虽然大陆公司已经实现产业链切入，但高端产品仍然空缺，对海外供应链仍存在较大依赖。光芯片方面，光迅科技已有较强的 VCSEL 设计能力储备，但并未进入消费级市场。

图表 161: 手机相关半导体自主可控进展

| 手机用半导体芯片种类  | 芯片名称      | 海外及台湾地区主要供应商                           | 中国大陆进口替代情况  |
|-------------|-----------|--|---|
| 射频前端        | 射频开关      | Skyworks, Qorvo, Murata                | 紫光展锐拥有射频开关产品，通过三星验证   |
|             | 功率放大器     | Skyworks, Qorvo                        | 华为海思、紫光展锐，中科汉天下，唯捷创芯，慧智微，飞驒科技均有 2G/3G/4G 相关 PA 产品推出，但高端产品出货量仍较少             |
|             | 滤波器       | Broadcom, Murata, TDK, Skyworks, Qorvo | 麦捷科技（300319.SZ），德清华莹（信维通信控股 19.5% 子公司）在 SAW 领域有所突破，前者已经进入华为供应链，但 BAW 方面仍然空缺 |
| 基带及应用处理器    | SoC 主芯片   | Qualcomm, MTK                          | 华为海思、紫光展锐均有可替代产品，其中华为海思 SoC 性能全球领先，有望引领 5G 主芯片发展                            |
| 电源管理相关      | PMIC      | TI, ADI                                | 圣邦股份（300361.SZ）有望进一步切入，矽力杰（6415.TWO）在电源管理芯片上技术储备强劲                          |
| 其余模拟器件及光电器件 | 数模/模数转换芯片 | TI, ADI                                | 圣邦股份（300361.SZ）有望进一步切入  |
|             | VCSEL 芯片  | Lumentum, Finisar, AMS                 | 光迅科技（002241.SZ）有 VCSEL 相关技术布局   |

资料来源: 中金公司研究部



具体来看

### 1) 在手机基带芯片上，我国已有“自主可控”实力。

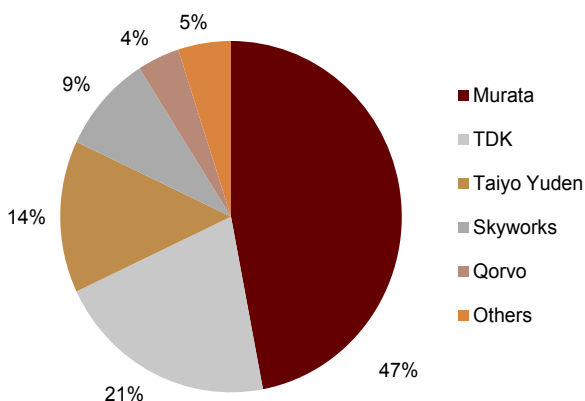
- ▶ 目前华为海思的基带芯片已经达到全球领先水平，并广泛运用于华为手机，即将上市的 Kirin 985 芯片还有望成为全球首款集成 5G 基带的手机 SoC。
- ▶ 此外，紫光展锐也同样拥有自研基带能力，产品外销印度及欧洲市场。2019 年 2 月公司发布了首款 5G 基带春藤（Makalu Ivy）510。

2) 滤波器方面，尽管 Murata/RF360（TDK 和高通合资公司）占据了绝大多数 SAW 的市场份额，BAW/FBAR 基本被 Broadcom 及 Qorvo 垄断，但中国企业也通过不断的技术创新提升技术实力。

- ▶ 麦捷科技（300319.SZ）通过与中电 26 所展开技术合作及募投项目获得资金支持，于 2015 年开始研发 SAW 滤波器，2017 年实现批量生产，目前已进入华为产品线。
- ▶ 德清华莹（信维通信持股 19.5% 子公司）同中电 55 所合作，是国内早期自主研发 SAW 的企业之一，目前具有月产 SAW 滤波器 8000 万颗的能力。

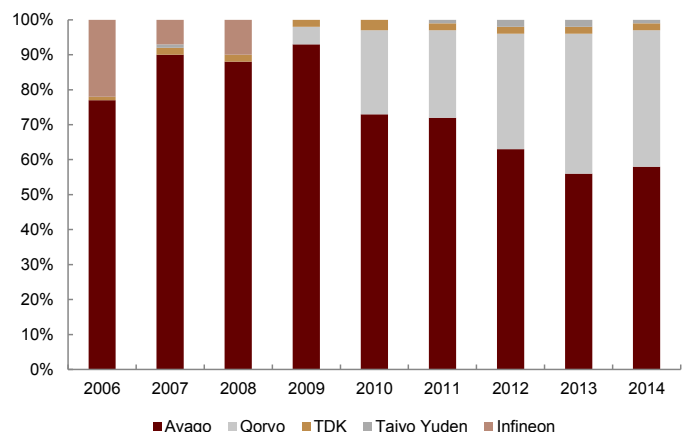
但是，整体来看国内厂商的 SAW 元件生产量仍然只能占到全球的低个位数，且 BAW 方面相关技术仍然空缺。BAW 是 AVAGO 一直持续工程化的结果，从材料到设计都有着较高技术门槛和经验累积，而且量产一致性是最大的难题。

图表 162: SAW 滤波器 2017 年市场份额情况



资料来源：与非网，中金公司研究部

图表 163: BAW/FBAR 滤波器市场份额情况



资料来源：IHS，中金公司研究部

### 3) PA 设计方面，国内公司已逐渐掌握了 GaAs PA 技术，及 CMOS PA 技术。

- ▶ 华为海思（Hisilicon，未上市）从今年起将为华为手机提供自行设计的 PA，我们认为 2019 年内华为手机将实现近 50% 的 PA 自主替代，2020 年自供产品占比有望进一步上升。台湾化合物半导体代工龙头稳懋（Win Semi，3105 TT）将成为华为 PA 的代工厂商，海思预计今年整体的出货量会在 5,000 万颗左右，占稳懋营收比例有望达到双位数，逐步摆脱对于 Skyworks 和 Qorvo 的依赖。
- ▶ 紫光展锐（UNISOC，未上市）前身锐迪科是国内较早实现自主设计 GSM CMOS PA 的厂商。目前拥有 2G/3G/4G PA 产品销售。同时紫光展锐也是大陆唯一一家实现射频前端产品线全覆盖的本土公司。
- ▶ 中科汉天下（HunterSun，未上市）是国内领先的射频前端芯片/射频 SoC 供应商，每年芯片出货量达 7 亿颗，公司生产的 PA 已经成为 2G 功能机和智能机的首选射频功放，同时也提供 3G/4G LTE PA 产品。诺基亚、三星均为汉天下客户。
- ▶ 唯捷创芯（Vanchip，未上市）是中国本土成立较早的射频 IC 设计公司，由前 RFMD



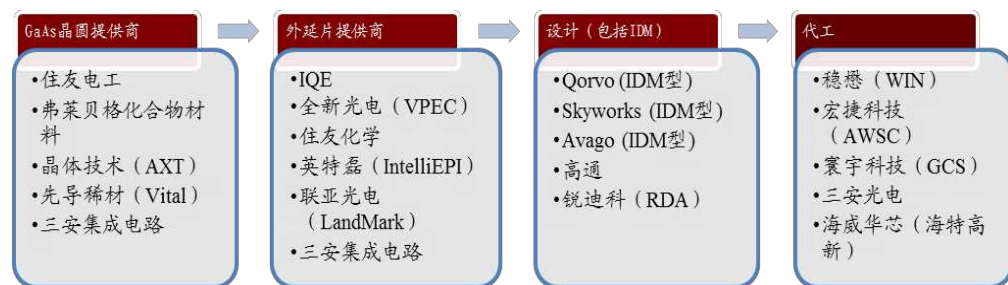
人员创立，以主流的 GaAs 工艺切入射频 PA 市场，目前已进入华为、小米手机供应链，4G PA 出货量排名国内厂商第一。今年获得联发科子公司 4000 万美元增资。公司于 2018 年还与中国移动签署了合作备忘录，计划于今年内发布首款在 3.3GHz-3.6GHz 频段支持高功率用户设备的 5G 射频前端模组。

- ▶ 飞驒科技（Lansus Technologies，未上市）深耕 PA 等射频 IC 领域，拥有多年射频产品的开发和销售经验，已经成长为国内一流的射频芯片厂商。公司 2018 年与中国移动签订“5G 终端先行者计划”合作备忘录，已经在 3.5GHz/4.5GHz 两个特定频段展开独立 PA 及射频前端模块研究。
- ▶ 慧智微（Smarter Micro，未上市）是领先的高性能微波射频前端芯片提供商，基于可重构技术平台，推出面向 4G/5G 的 NB-IoT 系列射频前端芯片。2018 年可重构 PA 实现数千万级别规模出货，应用于 360/联想等品牌手机。
- ▶ 宜确半导体（EtraSemi，未上市）是国内无线通讯射频前端领域的创新者，2019 年 5 月发布了滤波器模块产品 TR963/TR965。滤波器采用 SAW 工艺制造，并采用自行研发的 EWLAP-2™ 晶圆级封装，可广泛用于 4G/5G 移动终端，目前已经给多个平台厂商、客户合作伙伴进行了送样。

综上所述，国内厂商目前已经拥有 2G/3G/4G PA 设计能力，部分厂商也拥有集成化的射频前端模块产品，但较高端的 4G PA 出货量还远不及海外龙头企业，打开市场需要时间，国内厂商主要市场份额还集中在 2G/3G 低端 PA 上。随着 5G 终端开始出现，为了满足更高性能及节省空间，头部厂商 Skyworks、Qorvo 等将 PA 同基带、开关等芯片绑定销售，或以射频前端模块形式整合以提升竞争力，整体射频前端部分集成度不断提高是发展趋势，国内厂商面临挑战依然严峻。

制造方面，三安光电（600703.SH）子公司三安集成已拥有较高良率的 GaAs PA 代工能力，产线为 6 寸。SOI 工艺上，中芯国际（0981.HK）有相关工艺平台。

图表 164：全球 GaAs 射频 PA 产业链情况



资料来源：中国产业信息网，中金公司研究部

4) 射频开关方面，卓胜微（300782.SZ）是国内最大的开关供应商，已经实现三星、小米、VIVO 等大客户的全面切入，年销售额近 1 亿美元。此外紫光展锐射频产品线也是三星供应商，开关产品外销韩国，但出货量略低。开关方面中国厂商的行业地位整体来看优于滤波器及功放，但企业数量较少。

## 手机零部件：天线设计变革，电感迎接机遇

## 天线：5G 时代天线设计面临挑战

天线系统是射频系统中关键的组成部分，从 2G 到 4G，随着 RF 通道数量不断提升，天线也逐步沿着轻薄化、高整合性两大方向发展。我们认为 5G 时代影响终端天线设计的两大驱动力在于：1) RF 通道数量还将成倍提升，从 4G 时代的 7-8 根来到 10-20 根；2) 高频化趋势更加明显，尤其是毫米波频段，对天线收发和传输提出更高要求。

5G 将推动主天线数量从现有的 2 天线扩展至 4~8 天线，从当前主流的 MIMO 2\*2 来到 MIMO 4\*4 甚至 MIMO 8\*8。以上，同时毫米波频段新增 2-4 个毫米波天线阵列，5G 终端理论天线数量将达到 10-20 根。但由于手机内部空间设计、电磁干扰、信道传输等限制，实际天线数量仍需要控制在 4-5 根以内，过去主要通过主天线多信道传输，wifi、蓝牙整合等方式。我们认为在 5G 时代，除毫米波天线模组独立外，Sub6 频段的整合度还将进一步提升。

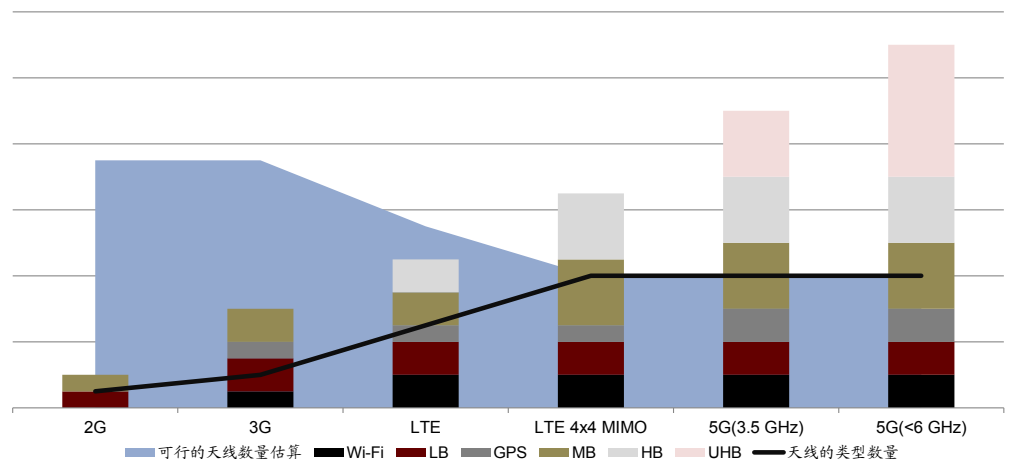
从目前的频谱分配来看，全球 Sub 6 频段主要集中于 2600-4000MHz 的中高频频段，毫米波频段则达到 23-45GHz 的高频频段，传统的 FPC 等天线工艺难以解决在高频下信号传输损耗和互相干扰等问题，因而高频材料应用势必成为 5G 时代的主流。

图表 165: 5G 时代手机天线技术演进

| 应用 | 频段           | 主天线尺寸     | 苹果                                     | 安卓                 | 理论天线数 | 整体天线构成  |
|----|--------------|-----------|--|--------------------|-------|---|
| 1G | 800-900MHz   | 8-9cm     |  | 弹片                 | 1     | 主天线   |
| 2G | 900-1880MHz  | 4-8cm     | 初代: FPC                                | 弹片                 | 1-2   | 主天线, 蓝牙   |
| 3G | 1880-2150MHz | 3-4cm     | 3Gs: FPC<br>4: FPC+金属中框<br>5: LDS+金属中框 | FPC、弹片             | 4-5   | 主天线, 蓝牙, Wifi, GPS, FM                              |
| 4G | 1755-2655MHz | 3-4cm     | 6/7: LDS+金属后盖<br>8/X: LCP+金属中框         | LDS、FPC、弹片         | 7-8   | 主天线*2, 蓝牙, wifi*1/2, GPS, NFC, FM                   |
| 5G | 2600-4900MHz | 2-3cm     | LCP/MPI+金属中框                           | LDS、FPC、LCP/MPI、弹片 | 10-15 | 主天线*4/8, 蓝牙、wifi*2, GPS, NFC, FM, 无线充电              |
|    | 23-45GHz     | 0.2-0.3cm | LCP+毫米波天线模组                            | LCP+毫米波天线模组        | 12-20 | 主天线*4/8+毫米波天线模组*2-4, 蓝牙, wifi*2, GPS, NFC, FM, 无线充电 |

资料来源: Qorvo, 中金公司研究部

图表 166: 5G 时代手机天线数量的预测 (信道提升至 10 以上, 但天线数量很难继续提升)



资料来源: Qorvo, 中金公司研究部

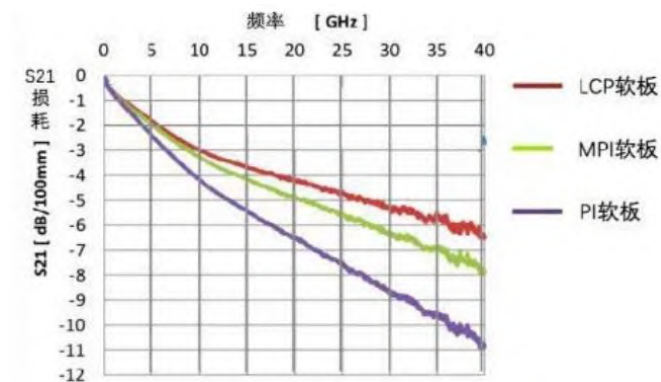
## Sub 6 频段：苹果 LCP/MPI 共存、安卓 LDS 成为主流。

► 苹果：LCP/MPI 替代传统 PI 软板。LCP/MPI 天线受益于 5G 高频高速及小型化趋势。

2017 年苹果在 iPhone X/8/8Plus 中首次采用 LCP（液晶聚合物材料）天线，代表 LCP 天线商用的开始。

- **LCP:** LCP 作为新材料在高频拥有更低的损耗、更低的吸潮性和更好的挠性，适用于微波、毫米波通信应用。苹果从 2017 年开始应用 LCP 天线，其中在 iPhone 8/X 上分别采用 1 根和 2 根 LCP 天线，2018 年 iPhone XR/Xs 上 LCP 天线数量分别增加 1 根，2019 年尽管部分天线改用 MPI（如下天线与 Dock 整合后改采 MPI），但由于引入 UWB 天线，LCP 天线数量并没有明显降低。展望未来，我们认为未来高频频段 LCP 仍将是主流，尤其是毫米波频段，价格较传统传输中低频信号的 FPC 或 RF Cable 提升数倍。
- **MPI:** 随着 MPI 技术成熟，MPI 的综合性能也得到了大的提高，和 LCP 的性能接近。在 Sub 6 频段的 1-4 层简单软板，MPI 性能已接近 LCP 的水平。我们预计苹果将在 2019 年新款 iPhone 上引入 MPI 天线，其中在 XR 升级款机型上应用 2 根，Xs 升级款上应用一根。我们认为未来 MPI 将在 5G Sub-6GHz 频段仍将得到一定应用，包括苹果和安卓阵营，未来在苹果 iPhone 上可能也将沿用 MPI/LCP 共存的形式。

图表 167: LCP、MPI、PI 比较



资料来源: RFSister, 中金公司研究部

图表 168: 苹果 LCP、MPI 应用及 ASP

|      |                  | LCP 天线数量 | MPI 天线数量 | 合计天线数量 | 合计 ASP/美元 |
|------|------------------|----------|----------|--------|-----------|
| 2017 | iPhone 8/8plus   | 1        |          | 1      | 1         |
|      | iPhone X         | 2        |          | 2      | 9         |
| 2018 | iPhone XR        | 2        |          | 2      | 8         |
|      | iPhone Xs/Xs max | 3        |          | 3      | 10        |
| 2019 | iPhone XR 升级款    | 1        | 2        | 3      | 7         |
|      | iPhone Xs 升级款    | 3        | 1        | 4      | 11        |

资料来源: 搜狐, 中金公司研究部

- **安卓:** 由于各按照品牌对空间设计、信号干扰等要求参差不齐，我们认为在 Sub 6 频段传统的 LDS、FPC、弹片等工艺仍将存在，但 LDS 可能成为主流，而在高端机型上出现类似 iPhone 的 LCP/MPI 设计。
- **信号收发:** LDS、FPC 等仍将存在，LDS 可能成为主流：LDS 天线技术就是激光直接成型技术（Laser-Direct-structuring），利用激光镭射技术直接在支架上电镀形成金属，这样就可以直接将天线做在手机外壳上。LDS 天线的好处是天线更加稳定、也可以避免内部元器件的干扰，同时也可以节省出更多的设计空间，让手机做得更加纤薄，在 Sub6 频段可能将成为安卓机型的主流。
- **信号传输:** RF cable 用量提升，LCP/MPI 在高端应用。在信号接收后，安卓阵营往往通过射频同轴线（RF cable）实现天线与主板的连接，采用的是常规射频同轴线，而未来在 5G 中高端安卓机型上，可能采用 LCP/MPI 软板直接承担射频连接功能。相比于 RF cable，LCP 软板走线扁平化，占用体积小，具有结构紧凑的特点。

图表 169: LDS 天线



资料来源：Fomalhaut，中金公司研究部

图表 170: iPhone X 中的 LCP 天线



资料来源：Union Repair，中金公司研究部

图表 171: 天线技术比较

|    |        | 天线                 |          | 价格      |       | 主要特点          |
|----|--------|--------------------|----------|---------|-------|---------------|
|    |        | 信号收发               | 信号传输     | 信号收发    | 信号传输  |               |
| 苹果 | Sub 6  | LCP                |          | 7-10美元  |       | 高频性能佳，空间设计便利  |
|    |        | MPI                |          | 4-6美元   |       | 成本较LCP低       |
|    | mmWave | 毫米波天线模组            | LCP      | 20-40美元 | 3-5美元 |               |
| 安卓 | Sub 6  | 弹片                 | RF Cable | 0.5-1元  | 1-2元  | 成本低，用于低端机型中低频 |
|    |        | LDS                | RF Cable | 5-15元   | 2-3元  | 性能稳定，轻薄度高     |
|    |        | FPC / FPC+RF Cable |          | 3-6元    |       | 设计便利，成本较低     |
|    |        | LCP/MPI            |          | 2-5美元   |       | 高频性能佳，空间设计便利  |
|    | mmWave | 毫米波天线模组            | LCP      | 10-20美元 | 2-4美元 |               |

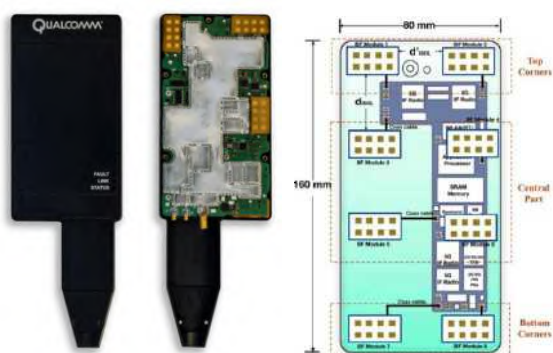
资料来源：Qorvo，中金公司研究部

**毫米波频段：天线阵列模组。**高频段的毫米波带来的大带宽，为 5G 需求的高速率提供了想象空间，然而毫米波信号衰减较为严重，设计与 Sub 6 差异较大：

- ▶ **毫米波天线阵列：**1) 毫米波频谱的传输距离有限，毫米波在全向发射时，能量发散比较快，容易衰减，无法传播到很远；同时毫米波频谱受限于很多空间因素，容易被楼宇、人体等阻挡、反射和折射。因此毫米波需要天线阵列，以实现波束成形、波束导向和波束追踪技术支持，改善毫米波信号的覆盖范围及可靠性。2) 考虑手握的遮挡问题，每部手机需要 2-4 个毫米波天线阵列。
- ▶ **毫米波天线模组：**传输线衰减较大，因此跟射频前端的整合成为趋势，具体包括 AIP、AOB 等整合方式，未来 AIP 可能成为主流。带来 ASP 大幅提升，单颗 10 美金以上。以高通毫米波天线模组为例，高通去年发布的 QTM052 集成从调制解调器往后的所有射频链路芯片上的功能，包括收发器、射频前端、天线等，可以实现从基带到天线且跨频段的多项功能。并支持紧凑封装尺寸以适合于移动终端集成。可以在空间和成本允许的情况下，在手机的 4 个边立面上配备 4 个毫米波天线模组。最多可控制四个收发器、32 个天线，包括贴片天线和偶极天线，用于 60GHz 毫米波的波束成形。
- ▶ 值得注意的是，在 AIP 毫米波天线的集成基板中，目前主要通过 IC 载板集成，我们认为未来 LTCC 将是 60-100GHz 频段比较好的解决方案。

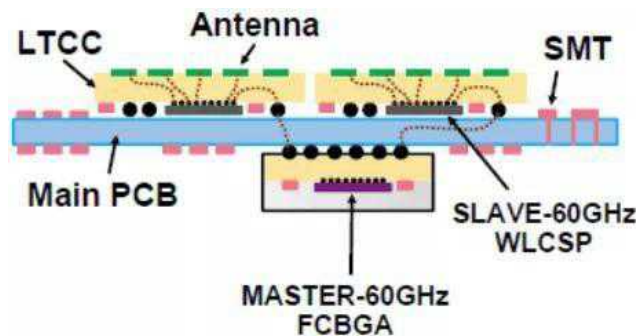


图表 172: 高通 3 毫米波天线模块方案



资料来源：中国产业信息网，中金公司研究部

图表 173: 博通 60GHz LTCC AIP 毫米波天线



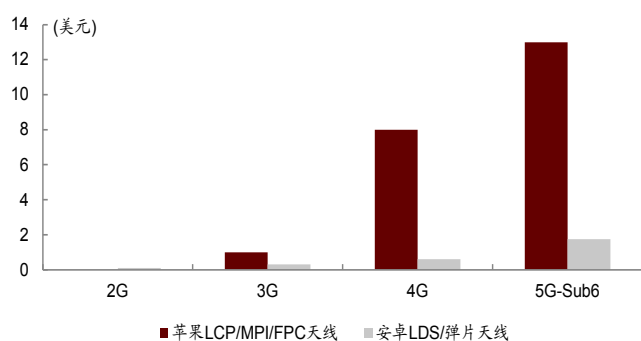
资料来源：Elecfans，中金公司研究部

**手机天线市场规模与行业格局：**整体来看，我们预计未来 5G 手机天线价格将较 4G 时代有 50%以上提升（Sub 6 频段），带动 2020 年起手机天线市场规模达到 18%左右成长。2022 年开始毫米波频段手机天线价格有望再提升一倍，从而带来手机天线市场规模进一步成长，并于 2023 年突破 50 亿美元。我们认为 LCP/MPI、LDS、毫米波天线模组等领域值得关注：

- **LCP/MPI：**目前，LCP 天线生产商包括 Murata、嘉联益、安费诺、立讯精密、信维通信、Career 等，MPI 天线的供应商包括臻鼎（鹏鼎）、台郡科技、东山精密等。
- **LDS 天线：**信维通信，华为 LDS 天线主要供应商之一。
- **手机毫米波天线模组：**主要毫米波天线模组厂商包括日月光、长电科技、环旭电子等。

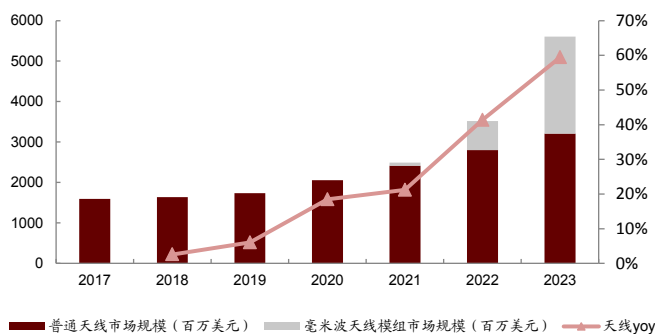
**我们建议关注：**推荐 iPhone LCP 天线供应商立讯精密，建议关注 MPI 天线及 FPC 厂商鹏鼎控股、台郡、东山精密等。

图表 174: 全球手机天线 ASP 变化



资料来源：RFsister，中金公司研究部

图表 175: 全球手机天线市场规模



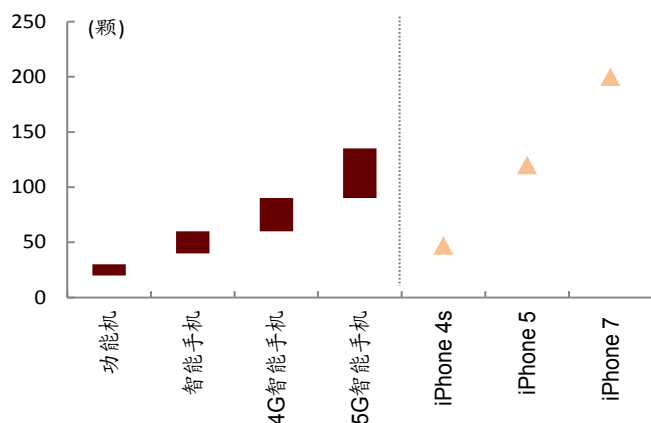
资料来源：搜狐，中金公司研究部

### 电感：5G 单机价值较 4G 迎接翻倍增长

**5G 时代的变革：**电感作为电路配套用被动元件，其用量随手机射频器件的增多而增多，相应拉升单机价值。手机内部空间功能密度加大，片式电感日益向小型化、高频化、低功耗、多功能复合化方向发展，ASP 存在提升空间。**我们认为 5G 手机相较于 4G，电感单机价值有望实现翻倍增长。**

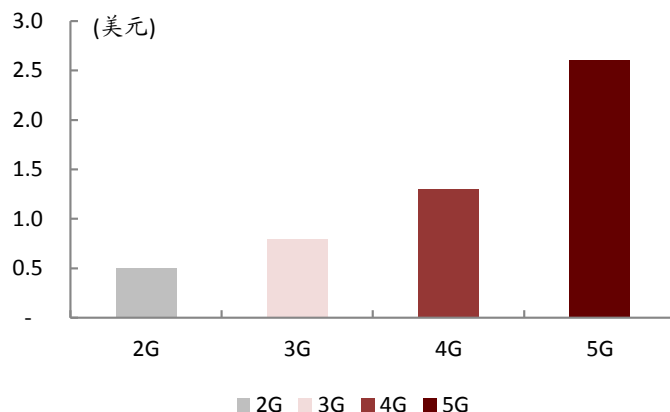
**2014-2017 年，**在智能手机销售增长及 4G 渗透的共同带动下，全球电感市场规模以 7% 的年复合增长率增长至约 30 亿美元。**未来，**尽管智能手机出货量有所放缓，但在 5G 赋能下，我们预计 2023 全球电感市场规模将增长至 43 亿美元，年复合增长率为 6%。

图表 176：智能手机电感单机用量变化



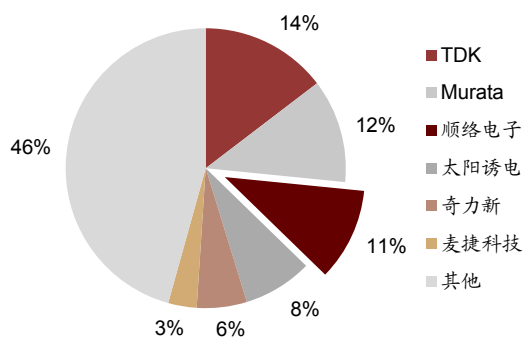
资料来源：万得资讯，中金公司研究部

图表 177：2G-5G 手机电感单机价值变化



资料来源：万得资讯，中金公司研究部

图表 178：2017 年全球片式电感行业市占率



资料来源：麦捷科技招股说明书，中金公司研究部



## 法律声明

### 一般声明

本报告由中国国际金融股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但中国国际金融股份有限公司及其关联机构（以下统称“中金公司”）对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供投资者参考之用，不构成对买卖任何证券或其他金融工具的出价或征价或提供任何投资决策建议的服务。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐或投资操作性建议。投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，自主审慎做出决策并自行承担风险。投资者在依据本报告涉及的内容进行任何决策前，应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，并就相关决策咨询专业顾问的意见对依据或者使用本报告所造成的一切后果，中金公司及/或其关联人员均不承担任何责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。在不同时期，中金公司可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

本报告署名分析师可能会不时与中金公司的客户、销售交易人员、其他业务人员或在本报告中针对可能对本报告所涉及的标的证券或其他金融工具的市场价格产生短期影响的催化剂或事件进行交易策略的讨论。这种短期影响的分析可能与分析师已发布的关于相关证券或其他金融工具的目标价、评级、估值、预测等观点相反或不一致，相关的交易策略不同于且也不影响分析师关于其所研究标的证券或其他金融工具的基本面评级或评分。

中金公司的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。中金公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。中金公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见不一致的投资决策。

除非另行说明，本报告中所引用的关于业绩的数据代表过往表现。过往的业绩表现亦不应作为日后回报的预示。我们不承诺也不保证，任何所预示的回报会得以实现。分析中所做的预测可能是基于相应的假设。任何假设的变化可能会显著地影响所预测的回报。

本报告提供给某接收人是基于该接收人被认为有能力独立评估投资风险并就投资决策能行使独立判断。投资的独立判断是指，投资决策是投资者自身基于对潜在投资的目标、需求、机会、风险、市场因素及其他投资考虑而独立做出的。

本报告由受香港证券和期货委员会监管的中国国际金融香港证券有限公司（“中金香港”）于香港提供。香港的投资者若有任何关于中金公司研究报告的问题请直接联系中金香港的销售交易代表。本报告作者所持香港证监会牌照的牌照编号已披露在报告首页的作者姓名旁。

本报告由受新加坡金融管理局监管的中国国际金融（新加坡）有限公司（“中金新加坡”）于新加坡向符合新加坡《证券期货法》定义下的认可投资者及/或机构投资者提供。提供本报告于此类投资者，有关财务顾问将无需根据新加坡之《财务顾问法》第 36 条就任何利益及/或其代表就任何证券利益进行披露。有关本报告之任何查询，在新加坡获得本报告的人员可联系中金新加坡销售交易代表。

本报告由受金融服务监管局监管的中国国际金融（英国）有限公司（“中金英国”）于英国提供。本报告有关的投资和服务仅向符合《2000 年金融服务和市场法 2005 年（金融推介）令》第 19（5）条、38 条、47 条以及 49 条规定的人士提供。本报告并未打算提供给零售客户使用。在其他欧洲经济区国家，本报告向被其本国认定为专业投资者（或相当性质）的人士提供。

本报告将依据其他国家或地区的法律法规和监管要求于该国家或地区提供本报告

### 特别声明

在法律许可的情况下，中金公司可能与本报告中提及公司正在建立或争取建立业务关系或服务关系。因此，投资者应当考虑到中金公司及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突。

与本报告所含具体公司相关的披露信息请访问 [http://research.cicc.com/disclosure\\_cn](http://research.cicc.com/disclosure_cn)，亦可参见近期已发布的相关个股报告。

与本报告所含具体公司相关的披露信息请访问 <https://research.cicc.com/footer/disclosures>，亦可参见近期已发布的关于该等公司的具体研究报告。

研究报告评级分布可从 <https://research.cicc.com/footer/disclosures> 获悉。

个股评级标准：分析员估测未来 6~12 个月绝对收益在 20% 以上的个股为“推荐”、在 -10%~20% 之间的为“中性”、在 -10% 以下的为“回避”。星号代表首次覆盖或再次覆盖。

行业评级标准：“超配”，估测未来 6~12 个月某行业会跑赢大盘 10% 以上；“标配”，估测未来 6~12 个月某行业表现与大盘的关系在 -10% 与 10% 之间；“低配”，估测未来 6~12 个月某行业会跑输大盘 10% 以上。

本报告的版权仅为中金公司所有，未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式转发、翻版、复制、刊登、发表或引用。

V160908  
编辑：张莹

## 北京

中国国际金融股份有限公司  
北京市建国门外大街1号  
国贸写字楼2座28层  
邮编: 100004  
电话: (86-10) 6505-1166  
传真: (86-10) 6505-1156

## 深圳

中国国际金融股份有限公司深圳分公司  
深圳市福田区益田路5033号  
平安金融中心72层  
邮编: 518000  
电话: (86-755) 8319-5000  
传真: (86-755) 8319-9229

## 上海

中国国际金融股份有限公司上海分公司  
上海市浦东新区陆家嘴环路1233号  
汇亚大厦32层  
邮编: 200120  
电话: (86-21) 5879-6226  
传真: (86-21) 5888-8976

## Singapore

China International Capital  
Corporation (Singapore) Pte. Limited  
#39-04, 6 Battery Road  
Singapore 049909  
Tel: (65) 6572-1999  
Fax: (65) 6327-1278

## 香港

中国国际金融(香港)有限公司  
香港中环港景街1号  
国际金融中心第一期29楼  
电话: (852) 2872-2000  
传真: (852) 2872-2100

## United Kingdom

China International Capital  
Corporation (UK) Limited  
Level 25, 125 Old Broad Street  
London EC2N 1AR, United Kingdom  
Tel: (44-20) 7367-5718  
Fax: (44-20) 7367-5719

### 北京建国门外大街证券营业部

北京市建国门外大街甲6号  
SK大厦1层  
邮编: 100022  
电话: (86-10) 8567-9238  
传真: (86-10) 8567-9235

### 上海黄浦区湖滨路证券营业部

上海市黄浦区湖滨路168号  
企业天地商业中心3号楼18楼02-07室  
邮编: 200021  
电话: (86-21) 56386-1195、6386-1196  
传真: (86-21) 6386-1180

### 南京汉中路证券营业部

南京市鼓楼区汉中路2号  
亚太商务楼30层C区  
邮编: 210005  
电话: (86-25) 8316-8988  
传真: (86-25) 8316-8397

### 厦门莲岳路证券营业部

厦门市思明区莲岳路1号  
磐基中心商务楼4层  
邮编: 361012  
电话: (86-592) 515-7000  
传真: (86-592) 511-5527

### 重庆洪湖西路证券营业部

重庆市北部新区洪湖西路9号  
欧瑞蓝爵商务中心10层及欧瑞  
蓝爵公馆1层  
邮编: 401120  
电话: (86-23) 6307-7088  
传真: (86-23) 6739-6636

### 佛山季华五路证券营业部

佛山市禅城区季华五路2号  
卓远商务大厦一座12层  
邮编: 528000  
电话: (86-757) 8290-3588  
传真: (86-757) 8303-6299

### 宁波扬帆路证券营业部

宁波市高新区扬帆路999弄5号  
11层  
邮编: 315103  
电话: (86-0574) 8907-7288  
传真: (86-0574) 8907-7328

### 北京科学院南路证券营业部

北京市海淀区科学院南路2号  
融科资讯中心B座13层1311单元  
邮编: 100190  
电话: (86-10) 8286-1086  
传真: (86-10) 8286-1106

### 深圳福华一路证券营业部

深圳市福田区福华一路6号  
免税商务大厦裙楼201  
邮编: 518048  
电话: (86-755) 8832-2388  
传真: (86-755) 8254-8243

### 广州天河路证券营业部

广州市天河区天河路208号  
粤海天河城大厦40层  
邮编: 510620  
电话: (86-20) 8396-3968  
传真: (86-20) 8516-8198

### 武汉中南路证券营业部

武汉市武昌区中南路99号  
保利广场写字楼43层4301-B  
邮编: 430070  
电话: (86-27) 8334-3099  
传真: (86-27) 8359-0535

### 天津南京路证券营业部

天津市和平区南京路219号  
天津环贸商务中心(天津中心)10层  
邮编: 300051  
电话: (86-22) 2317-6188  
传真: (86-22) 2321-5079

### 云浮新兴东堤北路证券营业部

云浮市新兴县新城东堤北路温氏科技园服务  
楼C1幢二楼  
邮编: 527499  
电话: (86-766) 2985-088  
传真: (86-766) 2985-018

### 福州五四路证券营业部

福州市鼓楼区五四路128-1号恒力城办公楼  
38层02-03室  
邮编: 350001  
电话: (86-591) 8625 3088  
传真: (86-591) 8625 3050

### 上海浦东新区世纪大道证券营业部

上海市浦东新区世纪大道8号  
上海国金中心办公楼二期46层4609-14室  
邮编: 200120  
电话: (86-21) 2057-9499  
传真: (86-21) 2057-9488

### 杭州教工路证券营业部

杭州市教工路18号  
世贸丽晶城欧美中心1层  
邮编: 310012  
电话: (86-571) 8849-8000  
传真: (86-571) 8735-7743

### 成都滨江东路证券营业部

成都市锦江区滨江东路9号  
香格里拉办公楼1层、16层  
邮编: 610021  
电话: (86-28) 8612-8188  
传真: (86-28) 8444-7010

### 青岛香港中路证券营业部

青岛市市南区香港中路9号  
香格里拉写字楼中心11层  
邮编: 266071  
电话: (86-532) 6670-6789  
传真: (86-532) 6887-7018

### 大连港兴路证券营业部

大连市中山区港兴路6号  
万达中心16层  
邮编: 116001  
电话: (86-411) 8237-2388  
传真: (86-411) 8814-2933

### 长沙车站北路证券营业部

长沙市芙蓉区车站北路459号  
证券大厦附楼三楼  
邮编: 410001  
电话: (86-731) 8878-7088  
传真: (86-731) 8446-2455

### 西安雁塔路证券营业部

西安市雁塔区二环南路西段64号  
凯德广场西塔21层02/03号  
邮编: 710065  
电话: (+86-29) 8648 6888  
传真: (+86-29) 8648 6868



**CICC**  
中金公司