

5G 产业投资机会分析

市场研究处

5G，即第五代移动通信技术。相比 4G，5G 采用了大量新技术，包括大规模天线、网络切片、边缘计算等，具有高速率、高可靠、大连接、低时延等特征，能够较好的满足未来超高清视频、虚拟现实、自动驾驶、智能制造等个人和行业的应用需求。全球 5G 时代即将来临，产业链上中下游的高速发展孕育了诸多潜在的投资机会，资本市场的关注度也日渐上升。本报告从 5G 产业战略意义、发展现状、产业链主要环节、未来应用前景等方面进行了系统梳理，并在此基础上提出短期和中长期的行业投资机会及风险。

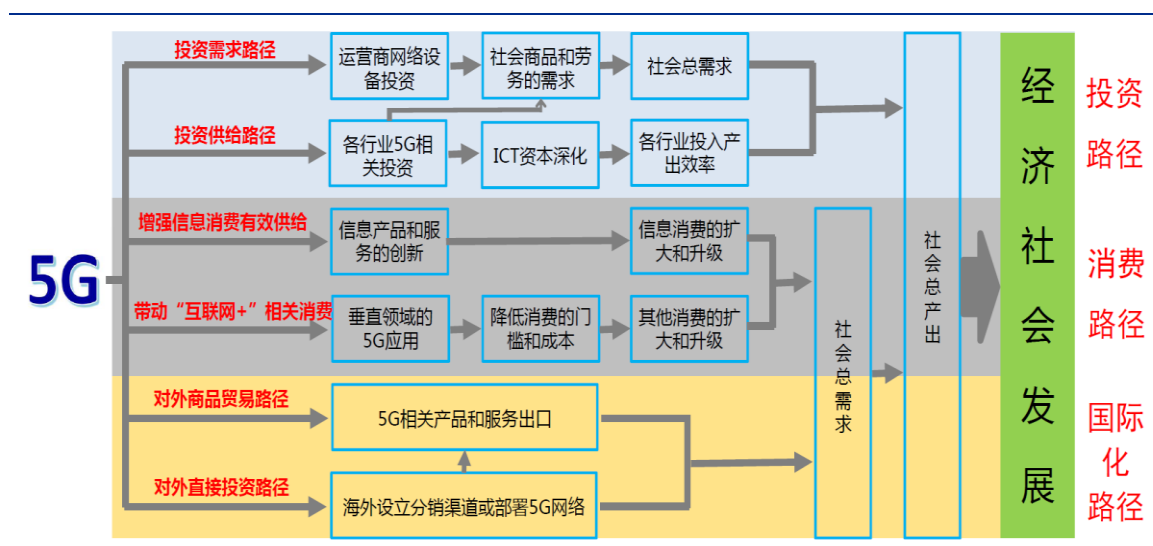
一、发展 5G 技术对我国实现产业转型升级的重大战略意义

自上世纪 80 年代以来，移动通信每十年出现新一代革命性技术，持续加快信息产业的创新进程，不断推动经济社会的繁荣发展。4G 技术之前的移动通信主要聚焦于以人为中心的消费市场，5G 技术实现了革命性的突破，应用场景

将从移动互联网扩展到物联网及人工智能等领域。在提升现有移动用户体验的同时，服务于工业、医疗、交通、传媒等垂直行业，进一步满足物联网的海量需求以及各行业间深度融合，从而有望真正实现万物互联。5G 产业将成为未来信息社会的基石，就像过去的蒸汽机、内燃机和计算机一样，推动各个产业的变革。

经过多年的努力追赶，我国经济取得了巨大成就，全球 GDP 占比不断上升；科技水平也取得了显著的进步，但整体上与发达国家还存在一定的差距。展望未来，一方面，由于基建和传统产业产能严重过剩，我国资本投入的边际回报率逐步下降，经济增长明显放缓；另一方面，我国科技水平的不断进步也触及了发达国家的核心利益，知识产权保护力度加大，技术扩散的红利不再。从国际产业发展经验来看，发达国家以其先进的科技水平牢牢占据全球经济附加值（利润率）最高的核心产业，以少数人口和资源创造全球主要的 GDP 份额及收入；部分成功跨越“中等收入陷阱”的新兴国家基本上都是利用全球新兴产业变迁带来的机会，集中相关资源进行投资、研发和应用，实现产业升级。我国要实现从中等收入国家往发达国家发展的目标，必须改变目前以基建和低附加值的代工行业为主的产业模式，抓住全球新兴产业变革带来的机会，通过技术升级带动国家核心产业的发展。

5G 产业的传导效应拆分



资料来源：工信部

5G 产业链条长、价值高、覆盖广，对于各国引领科技创新、实现产业升级、推动经济高质量发展意义非凡。我国作为后发国家，必须牢牢把握 5G 技术发展的机会，在前几代技术积累的基础上，逐步登上 5G 产业价值链的顶端。具体来说，就是前期通过政策、资金支持和运营商层面的发力，先带动 5G 相关设备的高额研发投入和制造，进而延伸到上游材料、模块、芯片等方面的国产化替代，掌握核心技术。在此基础上，鼓励下游应用领域不断探索，孕育出以 5G 技术为基础的各种新兴行业的百花齐放。通过产业间的关联效应与传导效应，放大 5G 技术对经济社会发展的贡献，即间接带动国民经济各行业、各领域的发展，从而创造更多的经济增加值。

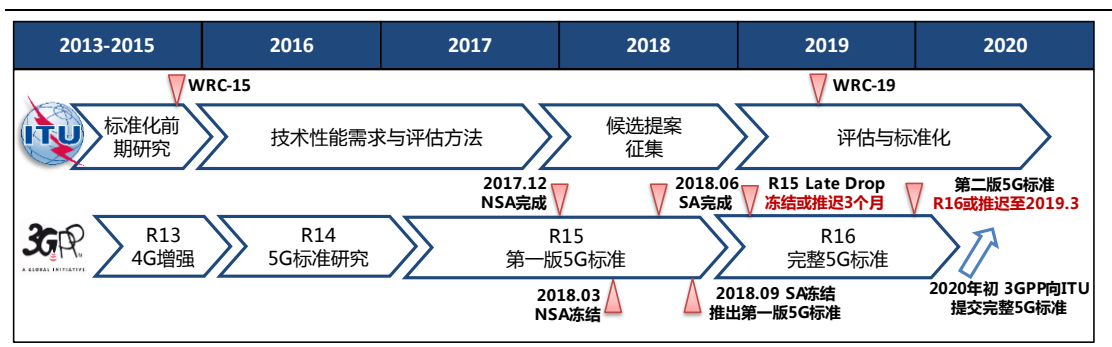
二、5G 产业发展现状

（一）技术标准制定过程

技术标准是移动通信的基础。只有确定了规范的技术标

准，才能进行后续的系统建设和应用。3G 的全球技术标准包括 WCDMA、CDMA2000、TD-SCDMA，其中 TD-SCDMA 是由中国主导的技术标准，全球只有中国移动采用该标准，因此产业化的情况一般。4G 的全球技术标准包括 TD-LTE 与 FDD-LTE 两种，前者由中国主导，目前全球有 100 多家运营商采用 TD-LTE 的 4G 网络，产业化较 3G 的 TD-SCDMA 有了巨大的进步。5G 的技术标准有望全球统一，主要由 ITU（International Telecommunication Union）和 3GPP（3rd Generation Partnership Project）联合制定。在具体分工上，5G 标准化细节工作主要由 3GPP 负责制定和推进，ITU 虽然不做具体标准，但会对 3GPP 提交的 5G 标准提案进行讨论评估。根据 3GPP 的规划，5G 技术标准的制定主要分为两个阶段，分别为 R15 版本和 R16 版本。R15 重点满足增强移动宽带和部分低时延高可靠应用，该版本的标准已经于 2018 年 6 月冻结，目前相关厂商正基于该标准进行产品开发和制造工作。R16 版本的标准预计最快 2019 年底冻结，该版本的 5G 技术标准可以满足 5G 的所有应用场景。R16 版本完成后，5G 标准还需要通过 ITU 会议评估，预计要到 2020 年最终确定。

5G 标准时间表



资料来源：3GPP

R15 版本的标准由 NSA(Non-Standalone, 非独立组网)和 SA(Standalone, 独立组网)两种标准构成。NSA 组网方式作为过渡方案需要使用 4G 基站和 4G 核心网, 以 4G 作为控制面, 5G 作为补充, 通过局部区域增加 5G 热点来提升带宽, 从而增强网络速度和用户体验。2018 年 6 月, 3GPP 5G SA 标准在 3GPP 会议通过并发布。SA 标准引入全新网元与接口, 降低对现有 4G 网络的依赖, 更好地支持 5G 三大场景应用, 相比于 NSA, SA 组网才是指整个网络完全用 5G 形成覆盖, 这意味着 5G 完成了第一阶段全功能标准化工作。第一版的国际 5G 标准已经出炉, 也标志着首个面向商用的 5G 标准出台。需要特别说明的是, 支持 R15 版本的 5G 基站设备可通过软件升级的方式支持 R16 版本, 因此 5G 标准 R15 版本冻结后, 也就意味着 5G 商用之路已经正式开启。

(二) 频谱资源划分情况

频谱资源的划分对于 5G 而言也是至关重要的环节。无线网络是通过无线电波进行信息的传输, 无线电波具有不同的频率, 每一块频率范围可划分成一个频段(频谱)。为满足

三大应用场景需求，5G 频率将涵盖低、中、高频段。高频段一般指 6 GHz 以上频段，由于其拥有更大的通讯频宽，可以满足热点区域极高的用户体验速率和系统容量需求；另一方面，高频段覆盖能力较差，全网覆盖难度较大，因此需要与中低频段（Sub 6GHz）联合组网，以解决网络连续覆盖的需求。据 GSA(Global mobile Suppliers Association)统计，截至 2019 年 1 月底，全球有 50 个国家或地区正在进行或已完成 5G 频谱分配。美国以高频段频谱为主，中国、日本和韩国将同时使用中、高频段。我国目前明确的 5G 频谱属于中频段，包括 2515-2675MHz、3400-3600MHz、4800-4900MHz。其中 3400-3600MHz 属于全球最主流的频段，目前分配给了中国联通和中国电信。2515-2675MHz 和 4800-4900MHz 分配给了中国移动，这两个频段目前并不是全球主流的 5G 频段，但预计 2.6G 频段在中国、美国、印度、日本、墨西哥和沙特等国家会应用，所以从覆盖人口的角度来看，可能会成为全球 5G 第二频段。

（三）全球及我国网络建设现状

5G 作为下一代移动通信网络，得到全球主流国家和地区的高度重视。据 GSA 统计，截至 2019 年 1 月，来自 83 个国家和地区的 201 个运营商正积极投资于 5G，包括演示、测试和试用，或已获得许可进行 5G 测试，或正在部署 5G 网络。由于各国 5G 频谱资源不同，在 5G 推进策略上有较大

差异。总体来看，全球推进较为积极的国家和地区是韩国、美国、中国、日本与欧盟。从进度来看，韩国、美国、中国属第一梯队，其中韩国和美国节奏最快，目前已小范围商用，但中国应用规模可能最大。

我国政府积极主导 5G 发展的顶层设计，稳步推进产学研用协同发展，主要从三个方面进行：一是构建 5G 发展的有利环境，积极推动科研专项规划、频谱规划、国际合作、跨产业合作等。工信部积极推动 5G 发展，组织制定《5G 发展战略及推进方案》，并于 2018 年 12 月发布中国 5G 试验频谱。去年底中央经济工作会议更是明确“2019 年要加快 5G 商用步伐”。二是设立 IMT-2020(5G)推进组，打造 5G 实施平台。IMT-2020（5G）推进组于 2013 年 2 月工业和信息化部、国家发展和改革委员会、科学技术部联合推动成立，旨在聚合移动通信领域产学研用力量、推动 5G 技术研究以及开展国际交流与合作。2016 年 1 月，推进组启动了我国的 5G 试验，目前相关的技术研发试验工作已经基本结束。三是设立科研专项，发挥科研规划及项目资金牵引作用。重点布局 5G 研发课题，依托“5G 先期研究重大项目”、“新一代宽带无线移动通信网”重大专项，开展 5G 总体、关键器件、无线技术以及核心网技术等领域研究。

从运营成本和效率等角度考虑，5G 建设初期海外运营商普遍选择 NSA 标准，包括美国、日本、韩国等，我国运

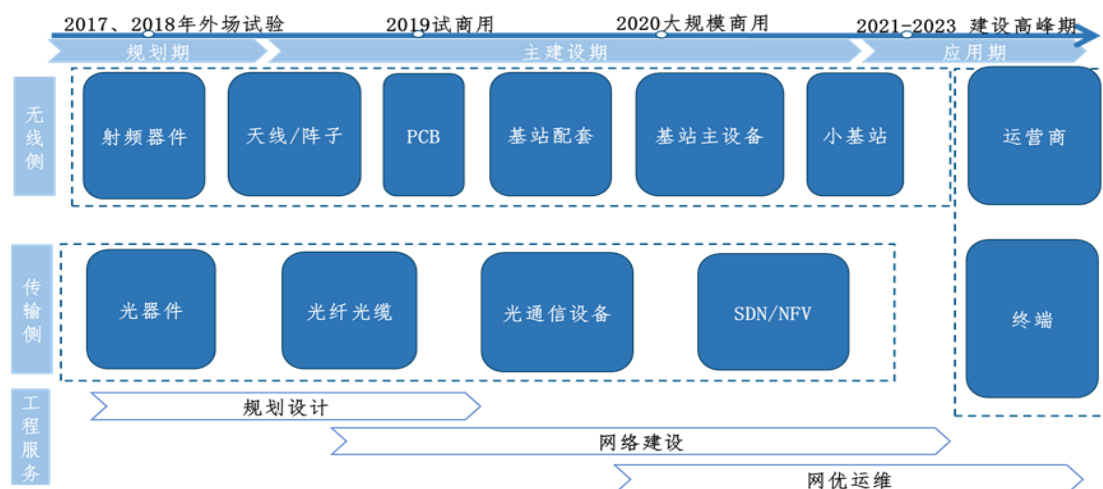
运营商倾向以 SA 为主，因此全球来看 5G 前期的应用还是大带宽场景为主。根据规划，我国的 5G 将于 2019 年实现试商用，2020 年实现规模商用。为了确保 5G 试商用的进度，中国移动、中国联通、中国电信 2019 年都会部分采用 NSA 组网。预计三大运营商从 2019 年上半年开始 5G 试商用宣传，2019 年 10 月 70 周年国庆前夕完成 20 多个重点城市的 5G 试商用网络建设，并有望 2020 年上半年规模商用。

三、5G 产业链主要环节

根据过去移动通信技术建设和发展的经验来看，5G 的产业链可以大致分为规划期、建设期、运维期和应用期等四个环节。其中规划和运维期业务模式相对成熟，运营商投资额度占比不高。建设期投资占比最高，需要采购大量的新设备和终端，涉及上下游多个产业和公司。应用期指的是 5G 网络大规模部署后，C 端与 B 端开始基于 5G 网络产生丰富的应用模式。由于 5G 技术应用的前景非常广泛，下章将专门进行论述。

规划期的主要工作是进行 5G 网络的设计、规划与可行性研究等，包括确定组网方案、站址选择、建设规模等。涉及到的公司主要是传统的通信服务类公司，这类公司相对会最快受益 5G 网络建设，但由于总投资规模不大，行业竞争激烈，尤其是运营商自有的设计院往往会拿到更大的份额，因此该板块的投资价值较低。

5G 产业链主要环节



资料来源：作者根据相关信息整理

5G 产业的核心环节主要体现在建设期，目前全球各国基本都处于这个阶段。5G 设备主要是指无线设备与传输设备，前者收发处理无线信号，后者传送处理网络数据。无线设备包括覆盖更广的宏基站、用于热点和室内覆盖的小基站，广义上还包括核心网设备、机房内配套设备。传统基站主要有基带处理单元（Base Band Unit，BBU）、射频拉远单元（Remote Radio Unit，RRU）和天线三部分组成，BBU 一般集中放置在机房，RRU 可安装至楼层、室外，BBU 与 RRU 之间采用光纤传输，RRU 再通过同轴电缆等连接至基站天线。5G 的 RRU 将与天线合二为一成为有源天线（Active Antenna Unit，AAU）。传输设备包括各类光传输设备、光模块、光纤光缆以及传输配套设备（如配线架、光缆分纤箱）等。建设期实际工作环节包括主设备商向上游的各模块商采购射频器件、天线阵子、PCB、光器件等进行生产，运营商向主设

备商采购基站设备、传输设备、核心网设备并委托专业工程建设公司进行网络建设等。该阶段的总投资规模占比较大，涉及的上下游公司较多，而且由于建设阶段一般可以持续 3 到 5 年，因此该环节的公司具有较高的投资价值。

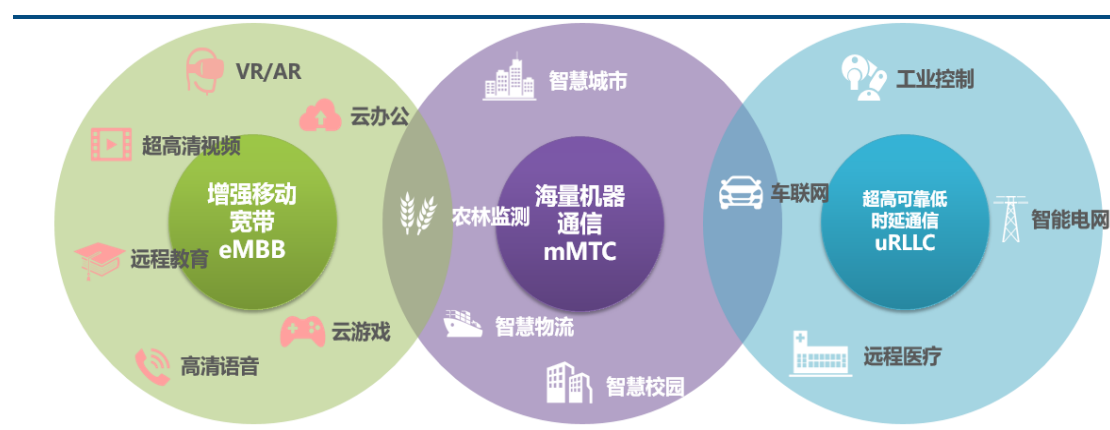
运维期的主要工作是做好 5G 网络的维护与优化。传统上来讲，通信网络涉及大量的设备以及系统，且承载了大量的业务与用户，因此对于网络的性能以及稳定性保障要求较多，需要进行专门的运营维护与网络优化。未来 5G 通信网络除了要支撑起十亿级别的个人通信，还需支撑起百亿级别的物联网通信，形成覆盖室内外、无所不在的新网络，网络规模和复杂度将大幅提升。5G 时代密集组网将带来运维服务市场旺盛需求和巨大市场空间。从运营商的角度来看，随着网络规模的扩大，运维服务外包已成明确趋势。在集中采购模式的推动下，运维龙头公司的规模优势、标准化项目管理能力、成本管控能力正构建起企业“护城河”，强者恒强逻辑明显，市场份额向规模更大、实力更强的服务企业集中将是必然趋势。

三、应用场景分析与展望

根据国际电联 ITU 的 5G 愿景，5G 将主要面向三大应用场景：增强移动宽带（Enhanced mobile broadband, eMBB）、超高可靠低时延通信（Ultra-reliable and low latency communications, URLLC）和大规模物联网（Massive machine

type communications, mMTC)。eMBB 是 5G 最早实现商用的场景，也是最核心的应用场景，主要面向超高清视频、虚拟现实（VR）、增强现实（AR）、高速移动上网等大流量移动宽带应用，是 5G 对 4G 移动宽带场景的增强，单用户接入带宽可与目前的固网宽带接入达到类似量级，接入速率增长数十倍。URLLC 主要面向车联网、工业控制、远程医疗等垂直行业的特殊应用场景，要求 5G 的无线和承载网络要具备低时延和高可靠等处理能力。mMTC 主要面向以传感和数据采集为目标的物联网等应用场景，具有小数据包、海量连接、更多基站间协作等特点，连接数将从亿级向千亿级跳跃式增长。随着物联网的发展，mMTC 应用也会随之逐渐增多。

5G 三大场景应用



资料来源：IMT-2020(5G)

（一）eMBB 典型应用：超高清流媒体

5G 将进一步推动高清流媒体业务的发展。目前，用户对视频的分辨率及质量要求越来越高，从 480p 标清到 720p 高清、1080p 全高清，再到 ITU 提出的分辨率在 4K 及以上

的超高清标准（Ultra High Definition, UHD）。1 分钟的 8K 视频约 194G，通过编码压缩后仍有近十几 G，4G 网络带宽难以支撑超高清流媒体文件的传输。

超高清流媒体业务包括视频直播/点播、云游戏等。考虑到 4G 网络上述业务已有较好的发展，虽然 5G 网络运行后上述业务可能还会加速，但考虑 5G 网络的特性，云 AR/VR 业务将最有可能取得爆发式增长。AR/VR 是典型的 eMBB 场景，对带宽的占用较大。如果按照传统业务处理方式，大业务流仍然上至汇聚层和核心网，将增加业务处理时延，导致用户体验较差。虽然现有 4G 网络平均吞吐量可达到 100 Mbps，但一些高阶 VR/AR 应用需要更高的速度和更低的延迟。如 AR/VR 云化后，高码率音视频流的传输及实时交互要求将加剧 AR/VR 本来就很棘手的时延、晕动症等问题。

基于 5G 在高传输速率、低延时方面的优势，5G 将带来更多 AR/VR 应用场景的落地，真正使 AR/VR 发挥其在移动终端的优势，解决用户生活痛点。比如，目前发展缓慢的 VR 直播，受 4G 网络环境的带宽限制，用户无法仅靠移动终端来实现体育赛事和演唱会等大型场景的现场直播，即使采用专用级的 VR 全景摄影机来进行视频采集，用户终端的观看体验也仍然欠佳。随着 5G 时代的来临，高清 VR 视频的上传和在线播放的流畅性都将在几秒之内完成，带来极佳的用户体验。

（二）URLLC 典型应用：车联网

车联网是借助新一代信息和通信技术，实现车内、车与车、车与路、车与人、车与服务平台的全方位网络连接，提升汽车智能化水平和自动驾驶能力，构建汽车和交通服务新业态，从而提高交通效率，改善汽车驾乘感受，为用户提供智能、舒适、安全、节能、高效的综合服务。

相较常规通信，车联网需要更低延时和高可靠性。一方面，车辆在高速运动过程中，要实现碰撞预警功能，通信时延应当在毫秒级以内；同时出于安全驾驶要求，相较于普通通信，车联网需要更高的可靠性，而且是要在能够支持高速运动的基础上的高可靠性。驱动汽车变革的关键技术——自动驾驶、编队行驶、车辆生命周期维护、传感器数据包等都需要高可靠性、低延迟和高带宽的连接，这些连接特性在高速公路和密集城市中至关重要。

5G 高可靠、低时延性能完全可以满足车联网在高可靠性、低延时方面的严格要求。由于 5G 移动边缘计算的位置特征，车联网数据可以就近存储于离车辆较近的位置，因此可以降低时延，非常适合车联网中防碰撞、事故警告等时延标准要求极高的业务类型。同时，移动边缘计算服务器也可以置于车身上，能够精确地实时感知车辆位置的变动，提高通信的可靠性。并且移动边缘计算服务器处理的是价值巨大的实时车联网数据，实时进行数据分析，并将分析所得结果

以极低延迟（通常是毫秒类）传送给临近区域内的其他联网车辆，以便车辆（驾驶员）做出决策。

（三）mMTC 典型应用：智能制造

传统模式下，制造商依靠有线技术来连接应用。近些年，Wi-Fi、蓝牙等无线解决方案也已经在制造车间立足，但这些无线解决方案在带宽、可靠性和安全性等方面都存在局限性，而且可能存在干扰问题。对于最尖端的智慧制造应用，灵活、可移动、高带宽、低时延和高可靠的通信是基本的要求，这给 5G 在工业领域的应用打开了空间。

智能制造作为工业制造行业的发展趋势，其对实时性、安全性、低时延等的要求非常高，而 5G 网络的能力可较好地满足工业自动控制与管理等业务的场景需求，实现大规模定制化生产及实时数据传输。此外，工厂内外的信息交互及大规模生产协同，也需要 5G 提供大连接能力，将机械臂、传动装置等设备连网，实现信息采集，集中调度。

上述只是对未来 5G 应用三个典型应用场景的简单展望，随着未来 5G 产业的不断发展，将产生许多创新的应用模式，带来巨大的经济和社会价值。5G 革命性的意义在于与文化娱乐、交通工具、工业设施等人类生活和生产方式的深度融合，有效满足娱乐、交通、工业等各个垂直行业的多样化业务需求，实现万物互联，而这也是发展 5G 的最终目标。

四、投资机会与风险分析

（一）投资机会

从全球来看，随着部分国家的 4G 持续投入、光通信网络建设以及 5G 的先导性投资，电信运营商的 2018 年 CAPEX（Capital Expenditure，资本性支出）已经开始增长，移动网投资支出已经开始增长。OVUM 数据显示：2018 年全球电信运营商的 CAPEX 预计为 3110 亿美元，较 2017 年增 1.6%，2019 年预计为 3130 亿美元，较 2018 年微增 0.6%。2019 年全球运营商 CAPEX 之所以增速不高，主要原因是 5G 尚处于商用前期，全球仅部分国家会推出 5G 试商用/商用网络，预计 2020 年起全球运营商的 CAPEX 将提速。从国内来看，鉴于中国 5G 将于 2019 年试商用、2020 年规模商用，随之而来的 5G 建网投资规模将不断加大，预计中国电信运营商的 CAPEX 将从 2019 年起迎来 3-5 年的增长周期。回顾 3G/4G 时期，由于技术标准的差异、发展周期落于海外，我国产业链均主要依靠国内市场发展。到了 5G 时代，所有国家 5G 首发时间均为 2019-2020 年，我国产业链与国外首次站在同一起跑线。凭借国内规模市场优势、成本优势和一定的技术优势，我国产业链上公司有望站上全球 5G 风口，在全球市场脱颖而出。

从产业链整体发展的视角来看，5G 商用发展带来的行业性投资机会将逐渐从前期规划、基础设施建设向移动智能终端升级、场景应用拓展、内容端创新等中下游逐步延伸。

5G 投资，承载先行。随着 5G 商用渐行渐近，主设备相关行业和龙头公司将率先受益。短期机会主要是来自于通信设备类公司、模块和器件类公司。伴随移动通信技术的周期性升级，全球通信设备市场由分散走向集中，从十多家设备公司逐渐演变成目前以华为、中兴通讯、爱立信、新诺基亚为代表的四足鼎立的行业格局。展望未来，一方面行业竞争格局良好，上下游产业链地位相对较高，另一方面需求的不断提升，5G 建网阶段预计可以持续 3-5 年，业绩的持续性也相对较好。上游模块和元器件类公司需求相对确定，且业绩更有弹性，因此在投资上应该最先被关注，属于短期比较确定的投资标的。一是 5G 使用更高频段，对射频器件（滤波器、功率放大器）、天线提出更高要求。天线射频模块集成、大规模天线技术、小微基站和室内分布是基站系统演进的主要方向，同时也是 5G 发展的基本条件，这部分的需求将稳步上升。二是 5G 单用户峰值速率将达到吉比特级别，网络总容量相较 4G 时期大幅提升，传输承载网将面临带宽升级，进而增加了光路的需求，利好光纤光缆、高速光模块厂商。长期来看大的投资机会主要来自于基于 5G 的大规模应用领域，包括云 AR/VR、车联网、智能制造等。但鉴于 5G 应用大规模落地仍需时间，一方面是因为 5G 网络 2020 年下半年才可能实现规模商用，且商用范围预计也是先从热点城市开始，然后逐步扩展至全国，另一方面是因为支持面向万物互

联及垂直行业应用的 mMTC、uRLLC 两大应用场景的 5G 技术标准 R16 最快也需要 2019 年底才能冻结、2020 年应用，因此 5G 应用领域的标的虽然非常值得关注，但当前仍然处于成长初期，不确定性较高，可以持续跟踪，择机布局。从行业发展的历史来看，应用类公司从成立到爆发一般需要 2 年以上。随着 5G 商用的逐步推进，相关潜在应用类公司实际上已经可以开始布局，但距离建立稳定的盈利模式还有较长时间，当前通过 VC、PE 等方式投资该类公司可能是更合适的方式。

（二）投资风险

5G 产业的投资风险主要来自于三个方面：宏观外部环境恶化、网络建设进度低于预期和下游需求不足。具体风险梳理如下：

一是宏观外部环境恶化。总体来看，中美贸易摩擦升级进而导致对我国重要科技商品禁运是备受关注的核心风险因素。当前我国通信领域部分核心元器件依然受制于美国厂商，一旦遭到全面禁运将对国内 5G 产业发展将形成极大打击。考虑到当前的国际形势和国内设备厂商自身的技术优势，全面禁运的可能性较低，但中美在包括 5G 在内的科技领域的竞争将是一个长期的过程，因此我国的 5G 产业发展可能还是会受到外部环境恶化的影响。

二是网络建设进度低于预期。运营商投资意愿不强，缺

乏抢跑建设 5G 网络的动力是另一大风险点。一方面，建设初期 5G 网络设备价格高昂、基站建设数量大，运营商整体投资成本高；另一方面，目前适用于 5G 的新业务、新终端尚未成形，5G 网络尚不能发挥最大效用。因此，市场普遍担心 5G 网络建设进程缓慢。基于政策的指引，我国初期实际建网受需求端影响较小。目前作为“新基建”的 5G 网络，有望在行政驱动的逻辑下，发挥关键投资拉动作用，顺利商用落地。但进入建设中后期，需持续跟踪运营商是否能够在 5G 网络的投资上得到合理的回报。如果未来的回报低于预期，作为上市公司的运营商，从资本回报的角度考虑，可能不会继续大幅投资，导致网络建设进度低于预期的风险。

三是下游需求不足。用户需求不足也是网络后期建设的风险点之一。从目前产业进展来看，主流芯片公司和手机终端厂商均已发布 5G 相关产品，且存在持续的降价空间，因此对于个人用户的需求来说，风险相对较小。5G 最大的应用场景是垂直行业与万物互联，但 B 端政企客户的需求比较个性化，缺乏通用性，单一产品和服务在细分市场间的通用性和可移植性比较差。5G 网络对其支撑尚处于探索期，未来发展情况存在较大的不确定性，可能出现实际应用需求不及预期的风险。