

轻舟已过万重山

5G应用场景研究报告

2019





- 移动互联网及物联网的发展，催生5G通信技术。相较于前几代移动通信技术，5G在标准、性能、网络架构、用户群体及产业链的发展速度方面均有很大不同。



- 为满足不同运营商5G网络建设的需求，3GPP分别从4G和5G两个角度定义了NSA与SA两种组网方式。从5G角度看，SA组网才能真正支持超高可靠低时延的应用场景。
- 目前，5G标准还未全部完成，网络部署也需要一定时间，最快也需要到2023年左右，5G网络才具备支持超高可靠低时延应用场景的能力。



- ITU-R为5G定义了eMBB（Enhance Mobile Broadband）、uRLLC（Ultra Reliable Low Latency Communications）及mMTC（Massive Machine Type Communications）三大应用场景。
- 目前市场上已经出现大批消费级及行业级5G应用场景，各应用场景对5G网络的需求各不相同，应用场景的成熟度也各不相同。



- 无论是垂直行业用户还是投资者，都应该从应用场景的需求出发，分析应用场景与5G技术的相关度及5G网络的成熟度，从而判断该应用是否为真正的5G应用及该应用场景的成熟时间，为决策提供支撑。
- 当前5G发展重点要从两方面发力，一方面要建设高质量的5G网络，另一方面要加速通信行业与垂直行业的融合，促进5G网络及应用的发展与成熟。

概述：5G有何不同

1

网络：5G网络如何部署

2

应用：5G有哪些应用场景

3

展望：5G如何发展

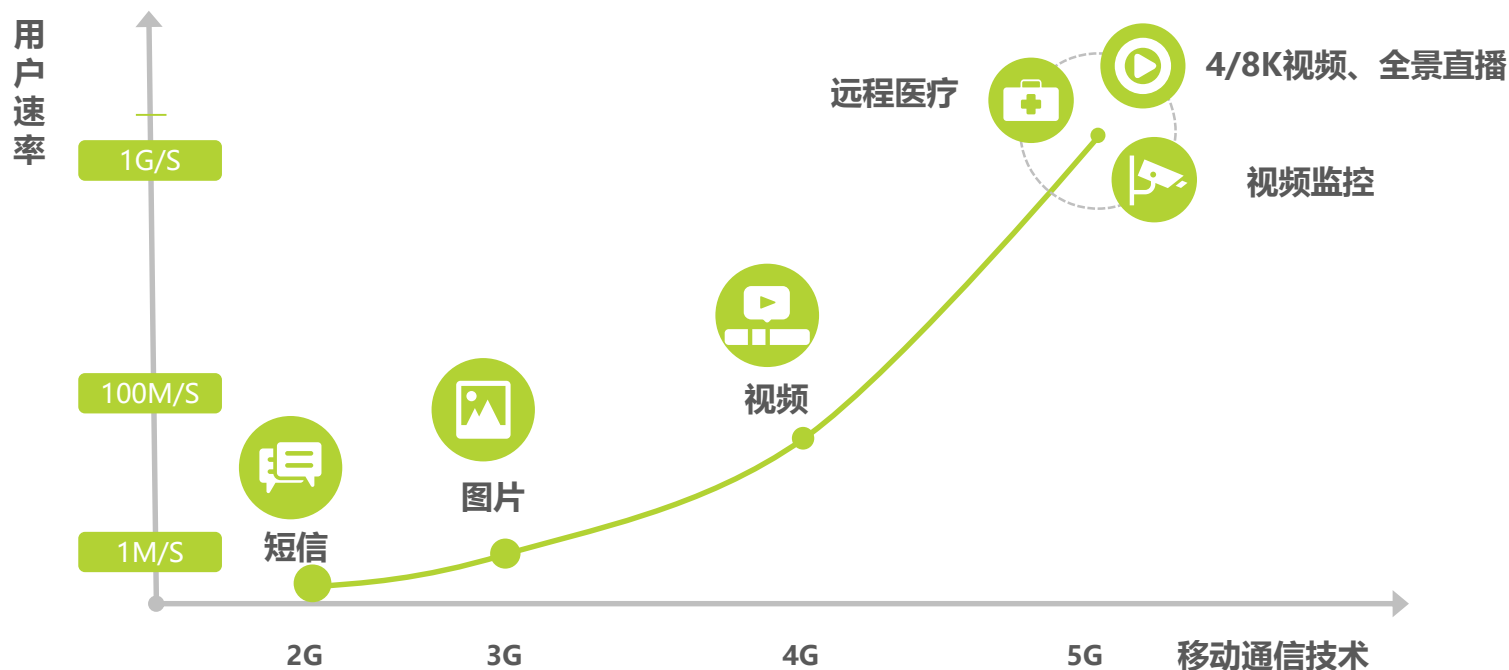
4

5G发展背景

移动互联网及物联网的快速发展催生5G技术

人们对移动网络高性能的追求，推动移动通信技术从2G向4G演变。但随着移动互联网快速发展，现有4G网络的速率、时延已无法满足人们对高清视频、全景直播及沉浸式游戏业务的极致体验，移动通信技术需要向下一代演进。另一方面，随着物联网的快速发展，多元化的应用场景及海量的设备连接，对4G网络的速率、时延及连接密度都带来极大的挑战，急需下一代技术满足这些应用需求。可见，移动互联网及物联网的快速发展推动移动通信技术向下一代演进，5G应运而生。

对移动网络高性能的追求推动移动通信技术不断演进



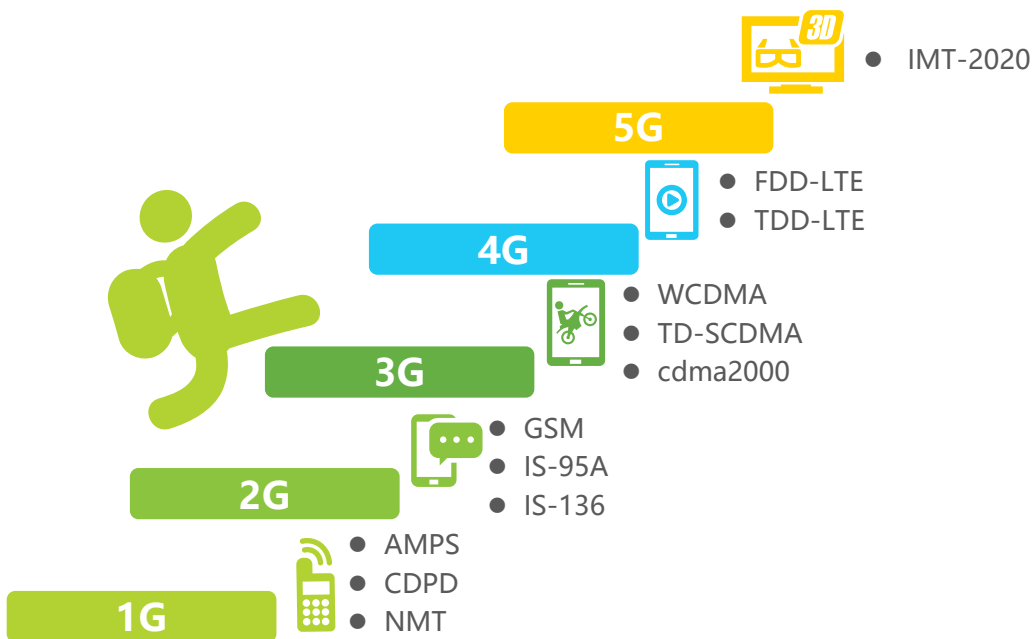
注释：实心圆圈的大小代表时延的大小。
来源：由艾瑞研究院自主研究绘制。

5G有何不同—技术标准

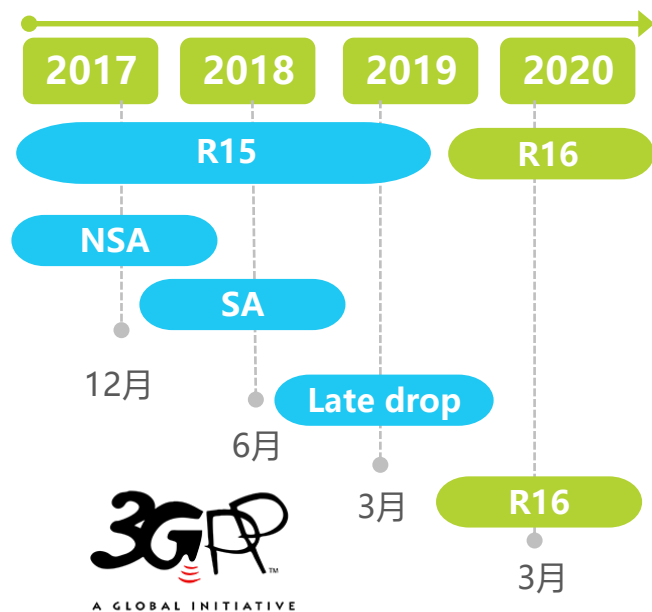
R16预计在2020年完成，5G实现了全球统一标准

每一代移动通信技术都有不同的制式，5G首次实现了全球标准的统一。在3G时代，有3GPP制定的WCDMA、TD-SCDMA及3GPP2制定的cdma 2000三个标准。4G时代，3GPP制定了FDD-LTE及TDD-LTE两个标准。对于5G，3GPP只制定了一个标准，标准化工作分为两个阶段，分别对应R15和R16版本。其中R15版本按时间又分为R15 NR NSA（非独立组网）、R15 NR SA（独立组网）和 R15 late drop三个子阶段。因 R15 late drop 完成时间比原计划推迟了3个月，受此影响，R15版本于今年3月份冻结，R16版本完成时间向后顺延3个月，预计在2020年3月份完成。

5G实现了全球统一标准



5G标准化时间表



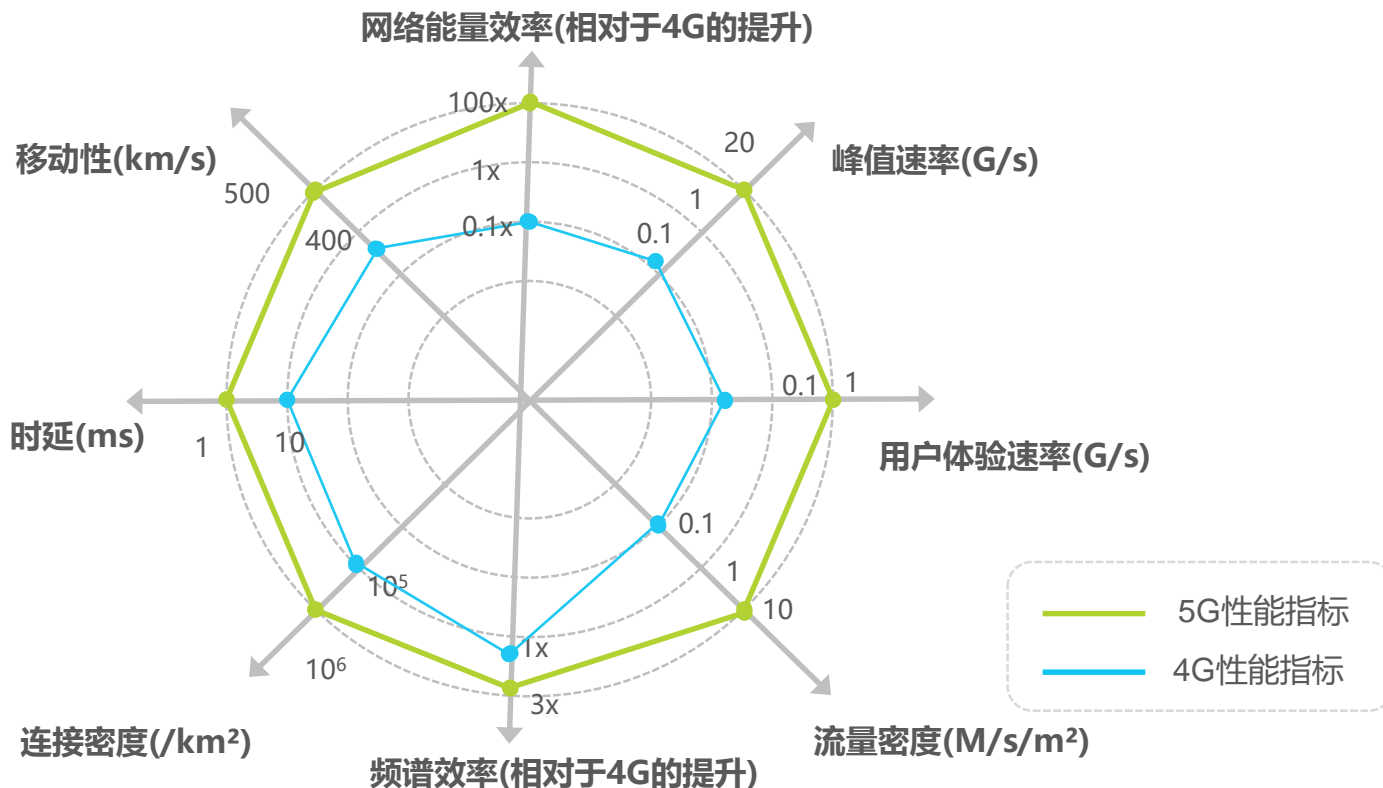
注释：全球统一标准指的是3GPP内部，不包含IEEE的5G标准。
来源：公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

5G有何不同—性能指标

大带宽、高可靠低时延、大连接推动行业发展

相较于4G，5G的传输速率、时延、移动性及连接密度等指标均有质的提升。根据ITU的取值，5G的峰值速率高达20Gbps，体验速率可达1Gbps，空口时延小于1ms，每平方千米可连接百万设备，可支持每小时500km以上的移动速度。高性能的5G网络可承载对网络有特殊需求的行业应用场景，是企业数字化转型的基础，将有效推动行业发展。

5G技术的关键性能指标



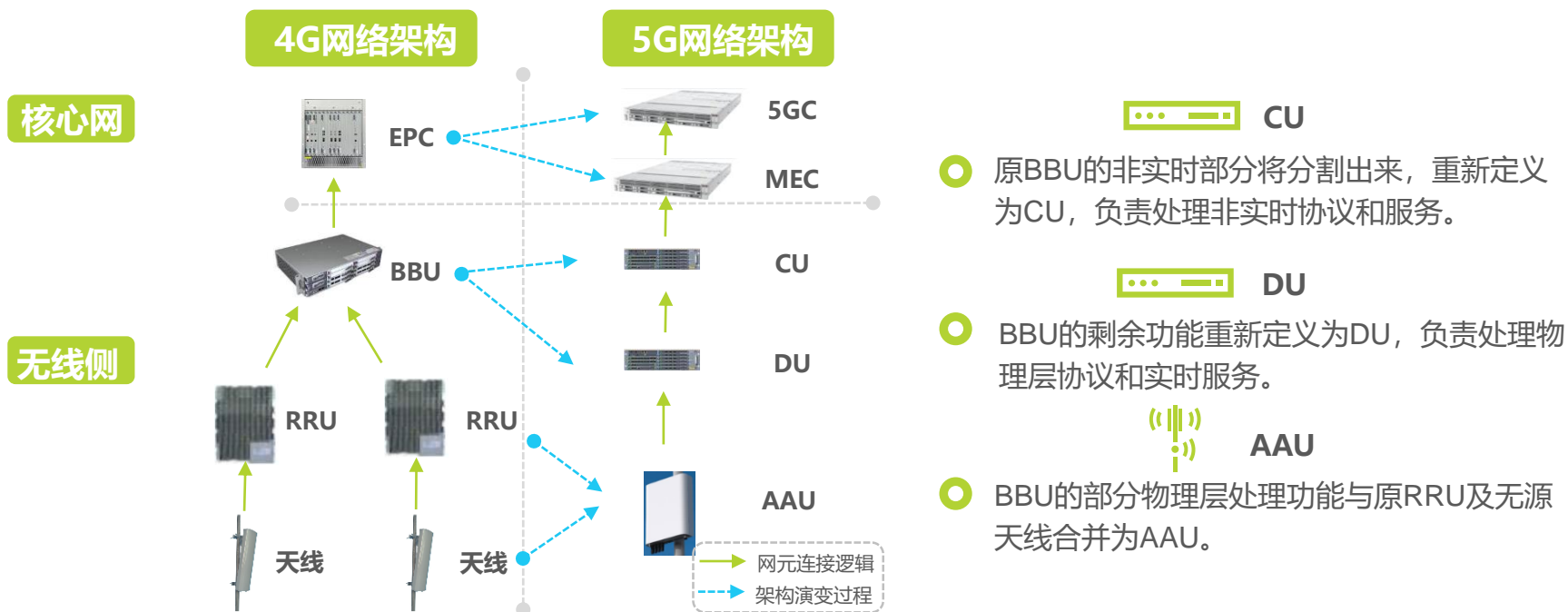
来源：公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

5G有何不同—网络架构

新型网络架构使5G网络具备承载多元化应用场景的能力

为满足关键性能指标、网络运营能力及网络演进的需求，5G从核心网及接入网两方面进行了网络架构创新。一方面，无线侧从BBU+RRU的网络架构演变为CU+DU+AAU的三级结构，BBU功能拆分，网元功能更细化，组网方式更灵活，能够支持不同应用场景的需求。另一方面，核心网功能拆分为New Core和MEC两个网元，功能下沉，MEC部署在更靠近用户的地方，以满足低时延业务的需求。基于NFV（网络虚拟化）与SDN（软件定义网络）的5G核心网，可实现功能与硬件的解耦合、控制与转发的分离及网络切片，从而达到提高网络性能的目标，以支持多元化的应用场景。

4G与5G网络架构对比



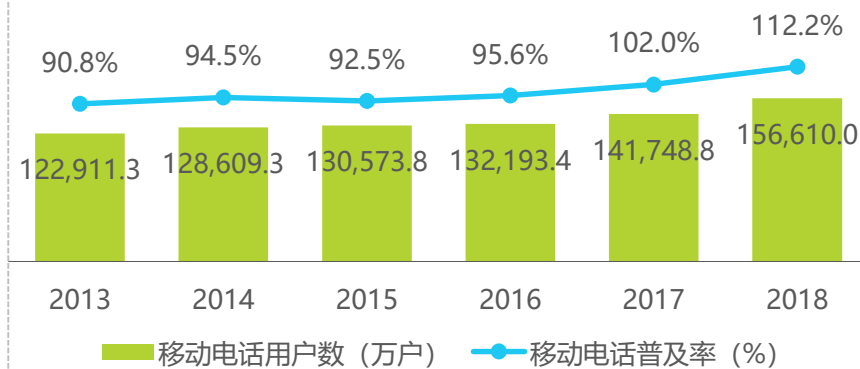
来源：公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

5G有何不同—用户群体

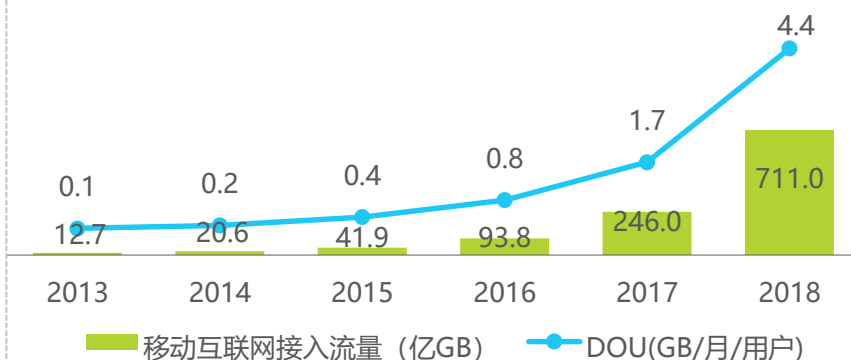
C端市场增长乏力，B端应用将成为5G发展的主要驱动力

C端市场增长乏力，B端应用将成为5G发展的主要驱动力。就C端市场而言，一方面是因为移动用户的渗透率已经高达112.2%，增长乏力且ARPU逐年下降。另一方面，移动互联网快速发展，虽带来用户流量的高速增长，但因提速降费，运营商价格战等原因，整体呈现流量猛增，收入不变的现象。整体来看，C端用户规模已到达极限，营收开始下滑，C端市场已趋于饱和。相对来说，垂直行业应用市场潜力巨大，一方面是因为物联网的连接量将远远超过移动互联网。另一方面，5G作为行业数字化转型的基础，将创造更高的应用价值。

2013-2018年中国移动电话用户数



2013-2018年移动互联网接入流量



2014-2018年三大运营商移动业务收入



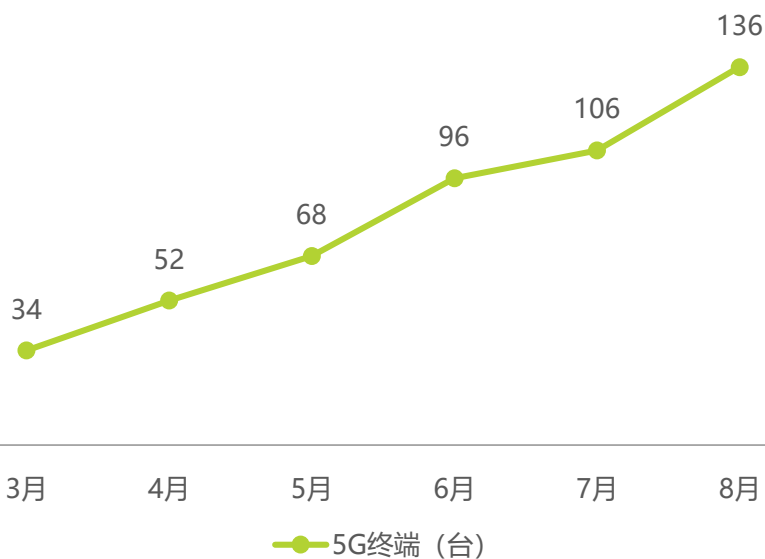
来源：工信部、移动财报、联通财报、电信财报及其它公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

5G有何不同——终端成熟度

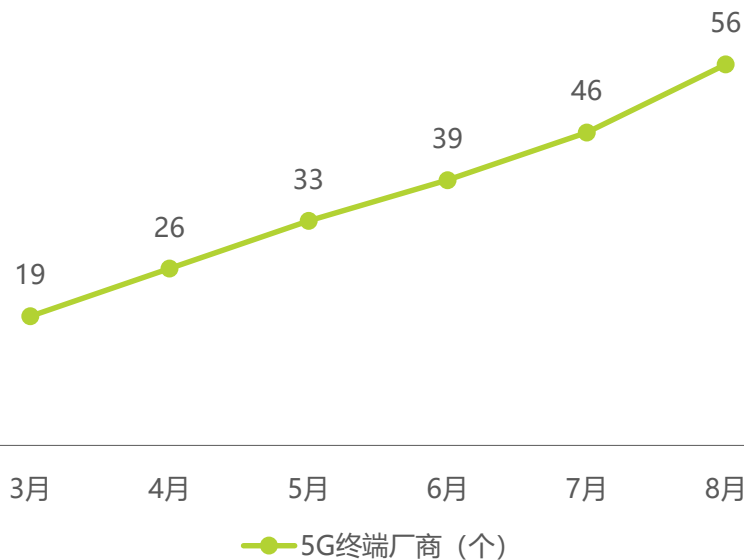
5G终端成熟度高，发展速度快

前文讲，行业应用将成为5G发展的主要驱动力。面对多样化的场景需求，5G终端将沿着形态多样化和交互多元化发展。各国政策大力支持，通信企业共同努力，在5G商用元年，终端的类型和数量已远远超过预期，发展速度之快是历代移动通信技术无法比拟的。4G商用元年，市场上只有4款4G终端，而截止到今年9月10日，5G终端数量已有136款之多，促进了5G行业应用的发展。

2019年3-8月全球5G终端数量



2019年3-8月全球5G终端厂商数量



来源：GSA及其它公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

来源：GSA及其它公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

概述：5G有何不同

1

网络：5G网络如何部署

2

应用：5G有哪些应用场景

3

展望：5G如何发展

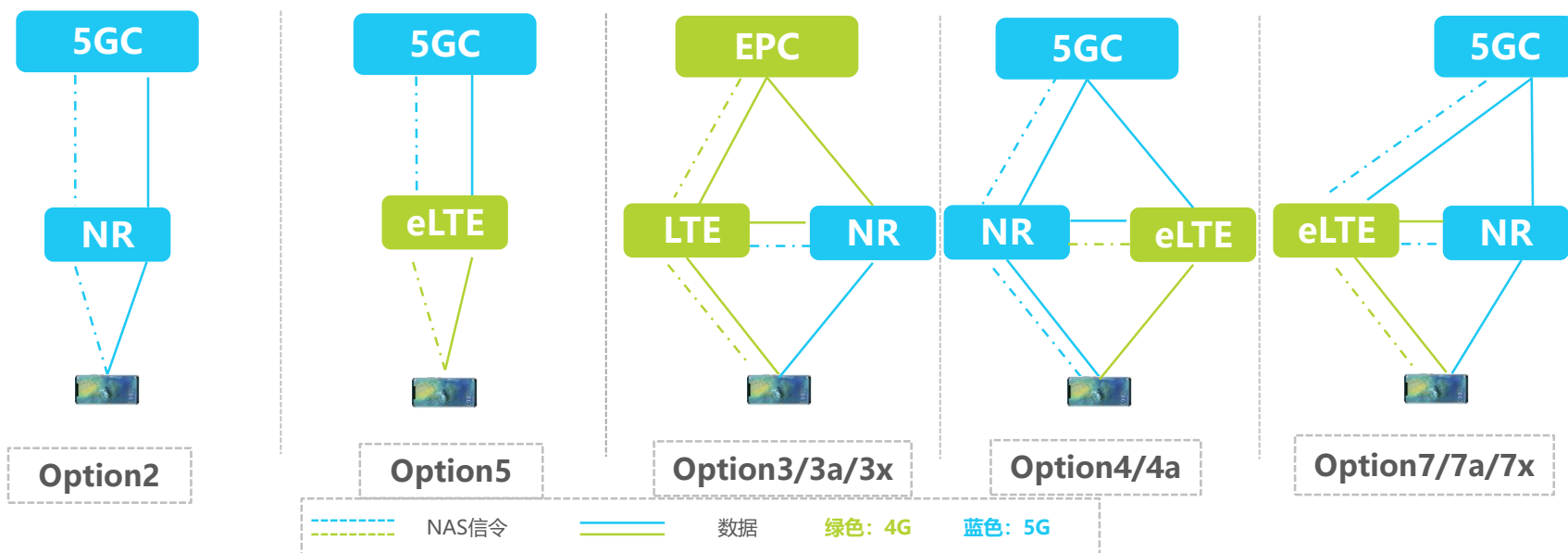
4

5G组网方式

为满足不同需求，3GPP定义了NSA和SA两种5G组网方式

为满足不同运营商5G网络建设的需求，3GPP从两个角度定义了NSA（非独立组网）和SA（独立组网）两种5G组网方式。从5G角度来看，NSA是5G网络要以4G基站为控制面锚点接入到EPC（4G核心网），或者以增强型的4G基站为控制面锚点接入5GC（5G核心网），反之就是SA。从4G角度看，4G网络要以5G基站为控制面锚点接入5GC，反之是SA。标准制定早期，3GPP共提出了8种5G组网方式，2017年发布的标准优先选用了Option2、Option3/3a/3x、Option4/4a、Option5、Option7/7a/7x 组网架构。目前这5种组网架构随着3GPP R15中NSA、SA及late drop三个子版本的冻结均已经完成。从5G角度来看Option2、Option4/4a属于SA架构，Option3/3a/3x、Option5及Option7/7a/7x属于NSA架构。从不同角度，结果不同，本报告主要从5G角度定义两种组网方式。

5G组网方式



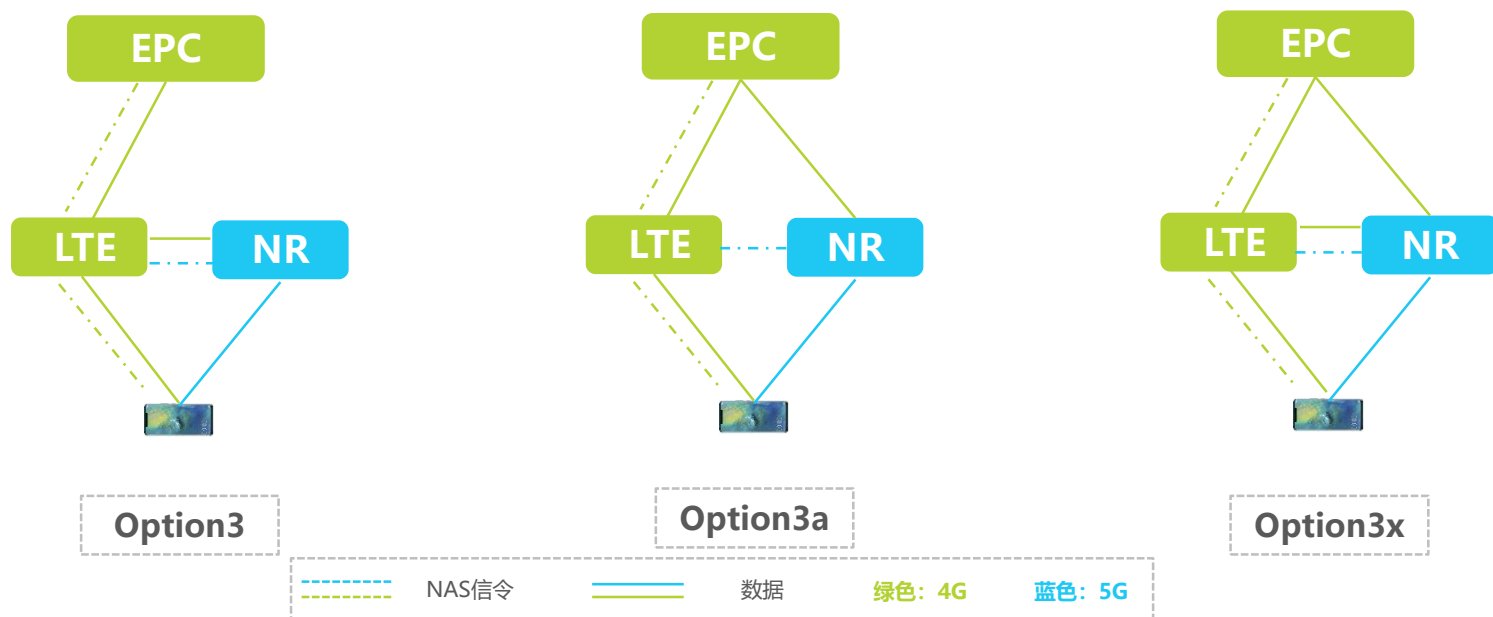
来源：根据公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

NSA组网方式：以Option3系列为例

Option3系列需要利用4G网络基础设施与5G基站融合组网

从5G角度看，Option3系列属于NSA组网方式的一种，主要包含Option3、Option3a、Option3x共计三种子架构。本报告重点以Option3系列为例来介绍NSA组网方式。Option3系列需要利用4G网络的核心网及基站与5G基站融合组网。终端需要同时接入4G和5G基站，以4G基站为控制面锚点接入4G核心网。Option3系列中，4G基站用于对终端的管理，5G基站相当于为4G基站增加了额外的资源，增大了带宽，以支持更高速率的数据业务。Option3系列3种子架构不同之处在于数据分流节点的网元不同。Option3的数据分流点是在4G基站，Option3a的数据分流节点在4G核心网，Option3x架构的数据分流点在4G核心网及5G基站。在Option3系列中，只有Option3既要新建5G基站，又要对现有4G基站升级，其它两种子架构只需要新建5G基站即可。

Option3系列组网方式



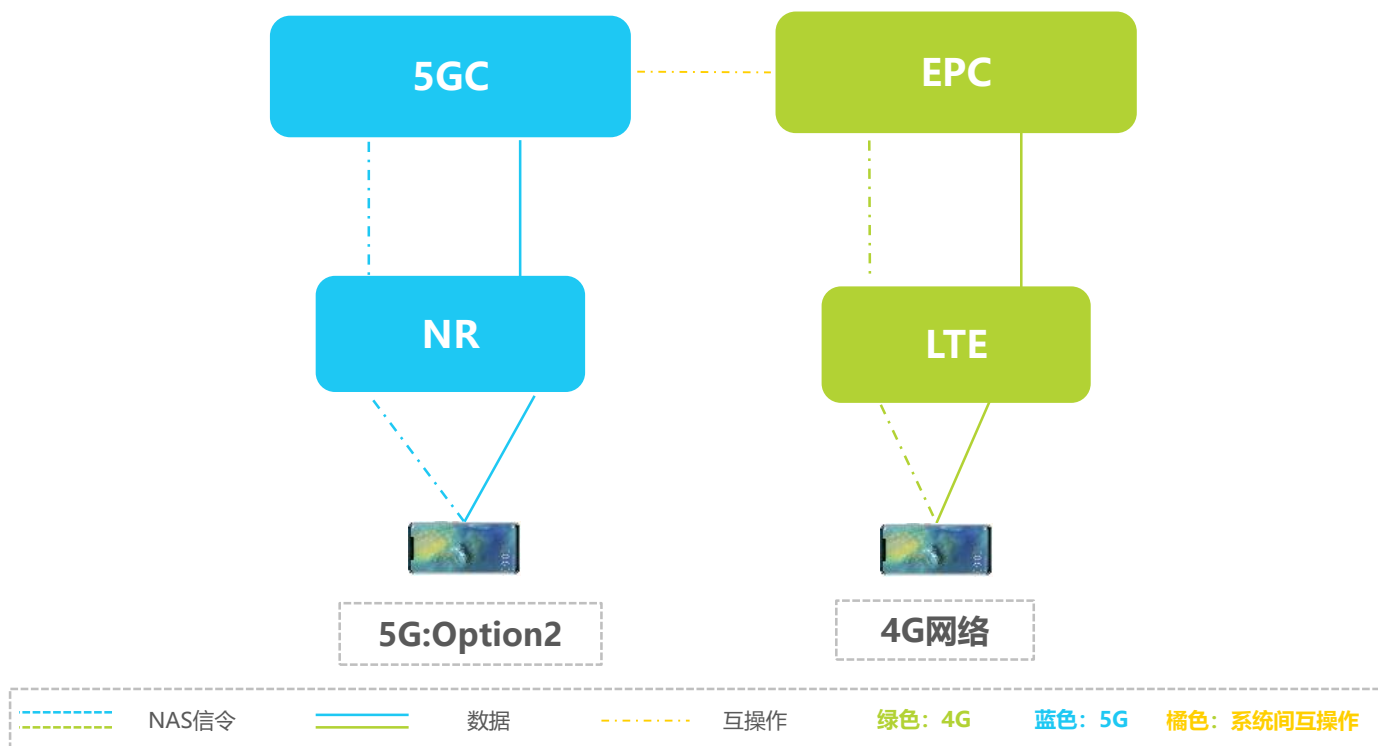
来源：根据公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

SA组网方式：以Option2为例

Option2不依赖4G设备，由5G设备独立构建5G网络

从5G角度看，Option2属于SA组网方式。Option2不依赖4G设备，由5G基站与5G核心网共同构建5G网络。Option2架构下，终端只接入5G基站，信令与业务均由5G基站接入5G核心网。Option2组网的5G网络性能指标更高，能支持更多的行业应用场景。该组网方式需要同时新建5G基站与5G核心网。通过该组网方式构建的5G网络可通过跨核心网的互操作实现异系统间的交互。

SA组网的5G网络与4G网络的交互



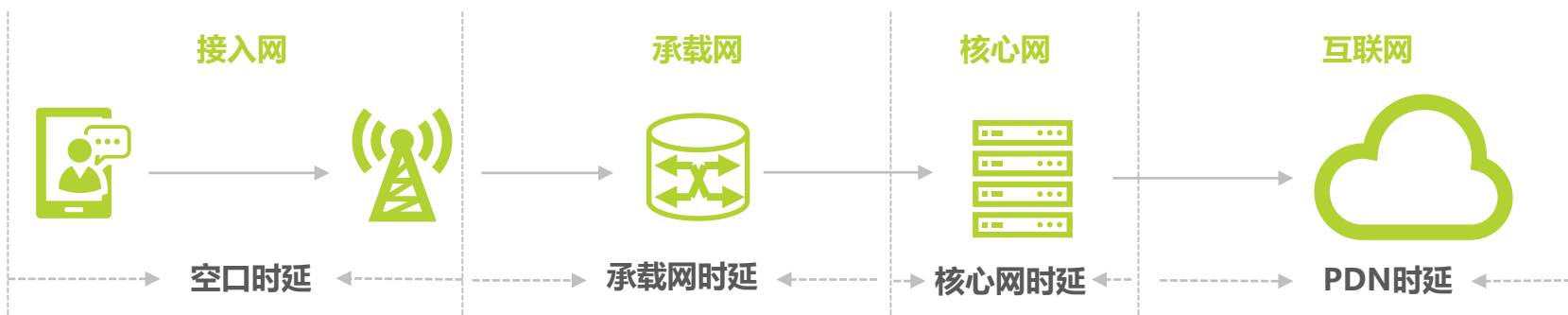
来源：根据公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

NSA与SA网络性能

SA组网才能真正支持超高可靠低时延的业务

受制于4G (LTE) 的核心网和空口，NSA组网的5G网络无法真正实现毫秒级的端到端时延。NSA组网主要以4G网络为主，5G基站相当于增加了额外的资源为现有4G网络进行扩容，从而满足高速率的业务需求。SA组网不依赖4G网络，5G基站与5G核心网单独组网，新的网络架构及多种5G关键技术相互配合，5G网络能真正实现高可靠低时延。时延与可靠性是一对捆绑的指标，存在此消彼长的关系，在研究如何降低移动通信系统端到端时延的同时，要综合考虑可靠性的指标。移动通信系统的时延主要由空口时延、承载网时延、核心网时延及PDN时延组成，5G从系统角度进行设计，整体规划以降低端到端时延。因此，只有采用SA组网，才能从整体系统出发，综合运用多种新技术来实现高可靠低时延的目标。SA组网主要采用控制与转发分离、网络切片、核心网功能下沉及移动边缘计算等技术建立新的网络架构以降低系统时延，采用新型帧结构、减小TTI、降低数据传输间隔、资源预留、D2D等技术来降低空口时延、采用直通转发技术、FLEX-E技术、降低NP处理时延、降低TM调度时延以降低承载网时延，整个系统不同部分的新技术相互配合，可实现端到端时延的降低，真正支持高可靠低时延的业务应用。

5G网络端到端时延的组成



来源：根据公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

NSA与SA网络发展速度

相较于NSA组网，SA网络发展速度较慢

新一代移动通信网络的发展速度主要由标准制定速度、设备厂家的进度及运营商建网速度共同决定，三者依次进行，任意环节的进度均会影响整个网络的成熟周期。从标准制定角度来看，NSA比SA标准完成时间早。如前文所述，5G标准分为R15和R16两个阶段，第一阶段已于今年6月全部完成，其中R15 NSA标准已于2017年12月完成，R15 SA标准于2018年6月完成，第二阶段预计在2020年3月完成。5G第二阶段主要在完善5G应用场景与提升5G性能两方面进行研究。一方面，将进一步对高可靠低时延进行研究以满足工业制造、电力控制等工业应用场景，基于5G新空口的V2X进行研究以满足高级自动驾驶的应用场景。另一方面，从MIMO演进、新空口移动性增强、远程干扰管理及交叉链路干扰抑制等方面对5G性能进行提升。可见R16标准完成后，SA组网的5G网络才能真正支持高可靠低时延的行业应用场景。但R15 SA标准已经完成，待设备厂商通过SA测试后，运营商可以先基于SA组网方式建设5G网络。标准完成的时间，直接影响设备厂家的进度，目前NSA速度较快，SA还处在测试阶段。从网络建设角度来看，NSA依附于4G网络，只需部署5G基站，建设速度快，SA组网要新建基站和核心网，速度较慢。整体来看，相较于NSA组网，SA网络发展速度慢，成熟时间晚。但SA才是5G最终形态，要想实现5G技术的性能指标，NSA组网最终要向SA组网演进。

NSA与SA网络建设方式

| 5G网络 | NSA组网 | SA组网 |
|---------|--------------------|------------------|
| 核心网 | 利用4G核心网 | 新建5G核心网 |
| 基站 | 新建5G基站，现有4G基站升级 | 新建5G基站 |
| 连片覆盖 | 可只在特定场景部署，不一定要连续覆盖 | 需要连片覆盖，才能实现高性能指标 |
| 对原厂家的依赖 | 4G与5G融合组网，对原厂家依赖度高 | 新建网，对原厂家无依赖 |

来源：根据公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

国内5G网络部署情况

5G网络预计2023年前后才真正具备超高可靠低时延的能力

2019年6月6日，工信部向中国移动、中国电信、中国联通及中国广电发放了5G牌照，意味着我国正式进入5G商用元年。与中国广电只能采用SA组网不同，其它三大运营商在5G网络部署方式上可以有更多的选择。但无论采用哪种建设方式，支持高可靠低时延及大连接的SA组网才是我国5G网络的最终形态。今年7月，工信部要求2020年入网的手机必须同时支持NSA和SA，只支持NSA的手机不允许入网，此举也表明了政府支持5G SA组网的态度。R16标准在进展顺利的情况下，预计于2020年3月完成，各设备厂商研发测试需要近一年时间，运营商全网部署也需要一定时间。4G时代，运营商用了将近4年才打造了一张精品网，按4G的建网速度类推，5G牌照刚发布不久，要实现全国覆盖至少也需要3年时间。因此，目前我国运营商无论是选择由NSA组网平滑过渡至SA组网，还是直接采用SA组网，支持高可靠低时延及大连接的5G网络最早也要在2023年前后才能基本建成。

2019年运营商5G网络建设计划

中国移动



- 以SA为目标架构，同步推进NSA和SA发展与成熟

2019年计划

5万+基站

50+个城市



中国联通



- 聚焦京津冀、长三角、珠三角及其他重点城市群和其他省会城市。
- 2020 及以后，网络建设向SA演进

2019年计划

4万+基站

40~50个城市



中国电信



- 以市场和客户为导向，以SA为目标网，先期开展独立/非独立混合组网。

2019年计划

4万+基站

约50个城市



概述：5G有何不同

1

网络：5G网络如何部署

2

应用：5G有哪些应用场景

3

展望：5G如何发展








4

ITU定义5G三大应用场景

5G应用场景：eMBB、uRLLC、mMTC

ITU-R为5G定义了eMBB（Enhance Mobile Broadband）、uRLLC（Ultra Reliable Low Latency Communications）及mMTC（Massive Machine Type Communications）三大应用场景。eMBB，即增强移动宽带，主要是指4K/8K高清视频、AR/VR、3D全息等移动互联网大流量类消费级应用。uRLLC，即超高可靠低时延，主要是指工业制造、远程医疗、自动驾驶等对可靠性和时延有极高要求的行业应用。mMTC，即海量机器类通信，主要是指智能家居、智慧城市及大面积环境监控等以海量传感器为主的应用场景。无论是NSA组网还是前期的SA组网，均能满足eMBB的需求，但uRLLC需要支持R16的SA组网才能满足。

5G三大应用场景

| 三大场景 | 细分应用场景 | 场景分类 |
|-------------------------|---|--|
| eMBB 增强移动宽带 |  4K/8K直播/点播  AR  VR直播/沉浸式游戏  4K/8K游戏/云游戏  智慧银行  安防巡检 |  消费级应用 |
| uRLLC 超高可靠低时延 |  智能电网  智慧工厂  智慧港口  远程医疗  智慧出行 |  行业级应用 |
| mMTC 海量机器类通信 |  智能家居  智慧城市 | |





来源：根据公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

5G应用的载体—5G手机

建议在2020年以后购买同时支持NSA与SA的双模5G手机

手机是移动互联网的主要入口，也是语音业务和各类数据业务的载体。5G手机支持的网络制式决定了其能接入的网络。如前文所述，5G有NSA和SA两种组网方式，单独支持一种组网方式的手机，将无法接入另一种组网方式的网络。因NSA标准完成时间早，产业链成熟速度快，支持NSA的手机芯片已经完成测试，而支持SA的手机芯片仍处于测试阶段，发展速度较慢。受限于手机芯片，目前市场上的手机只有华为的mate 30既支持NSA也支持SA，其它品牌手机均只能支持NSA。工信部要求2020年上市的5G手机必须同时支持NSA与SA，只支持NSA的手机将无法入网。由此可以预测，只支持NSA的手机将集中在2020年前上市。我国运营商均以SA组网为最终目标，前期虽然可能会采取NSA与SA混合组网，但也意味着只支持的NSA的手机只能在NSA组网的网络下使用5G网络。因此，欲购买5G手机的用户，建议在2020年以后购买既支持NSA又支持SA的双模5G终端。

2019年7月5G手机芯片与系统互操作测试进展

| 手机芯片 | HUAWEI | | ERICSSON | | NOKIA 上海贝尔 | | ZTE 中兴 | | CICT 中国信科 | | SAMSUNG | |
|---|--------|----|----------|----|------------|----|--------|----|-----------|----|---------|----|
| | NSA | SA | NSA | SA | NSA | SA | NSA | SA | NSA | SA | NSA | SA |
|  Balong5000 | ● | ● | ◐ | | ● | ◐ | ● | ● | ● | ● | | |
|  SDM X50 | ● | | ◐ | | ● | | ● | | ◐ | | | |
|  Hello M70 | ● | ● | | | | ◐ | | | ◐ | | | |
|  LVY510 | | ◐ | | | | | | | | | | |

来源：根据IMT-2020推进组及其它公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

超高清视频-4K/8K视频

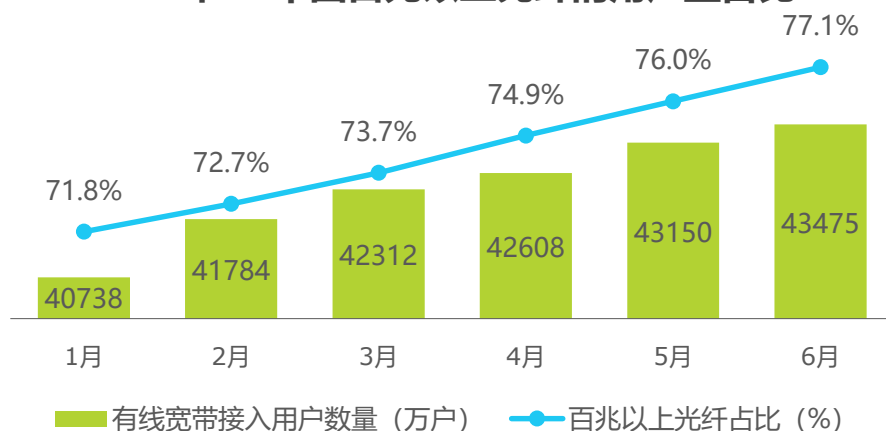
5G与百兆以上光纤均能满足4K/8K超高清视频的传输需求

4K分辨率与8K分辨率的视频被定义为超高清视频，主要是通过高分辨率、高帧率、高色深、宽色域、高动态范围及三维声六个维度的技术提升，为用户带来更具感染力及沉浸感的体验。高清视频（1080P）每帧图像是200万像素，4K超高清视频每帧800万像素，而8K超高清视频每帧图像的像素高达3300万，是高清视频的16倍。巨大的像素量在给用户带来极致体验的同时，也为网络带来了挑战。4K超高清视频至少需要60帧/秒的帧率，那么一秒钟的4K超高清视频的数据量=每帧像素*色彩深度*帧率=3840*2160*10*3*60=1.74GB。因此在无压缩的情况下，4K超高清视频至少需要14Gbps的传输带宽，在常用的H.265编码方式下，4K超高清视频需要60-75Mbps的传输带宽，8K超高清视频需要约135Mbps的传输带宽。5G的下行峰速最高可达20Gbps，体验速率可达100Mbps-1Gbps，可见5G网络具备4K及8K超高清视频的良好承载能力。在有线宽带方面，截止到今年6月，我国有线宽带的接入用户已高达43475万户，其中百兆带宽以上的用户占比为77.1%，且我国宽带用户还在不断向高速率迁移，由此可见，现有的百兆光纤及运营商正在大力发展的千兆光纤均能满足4K/8K超高清视频的传输需求。综上所述，基于5G的超清视频在移动性较强的场景或有线触达不到的区域中才具有更大优势，因此，用户需要根据具体的应用场景选择接入网络。

各种清晰度视频每帧图像的像素



2019年H1中国百兆以上光纤的用户量占比



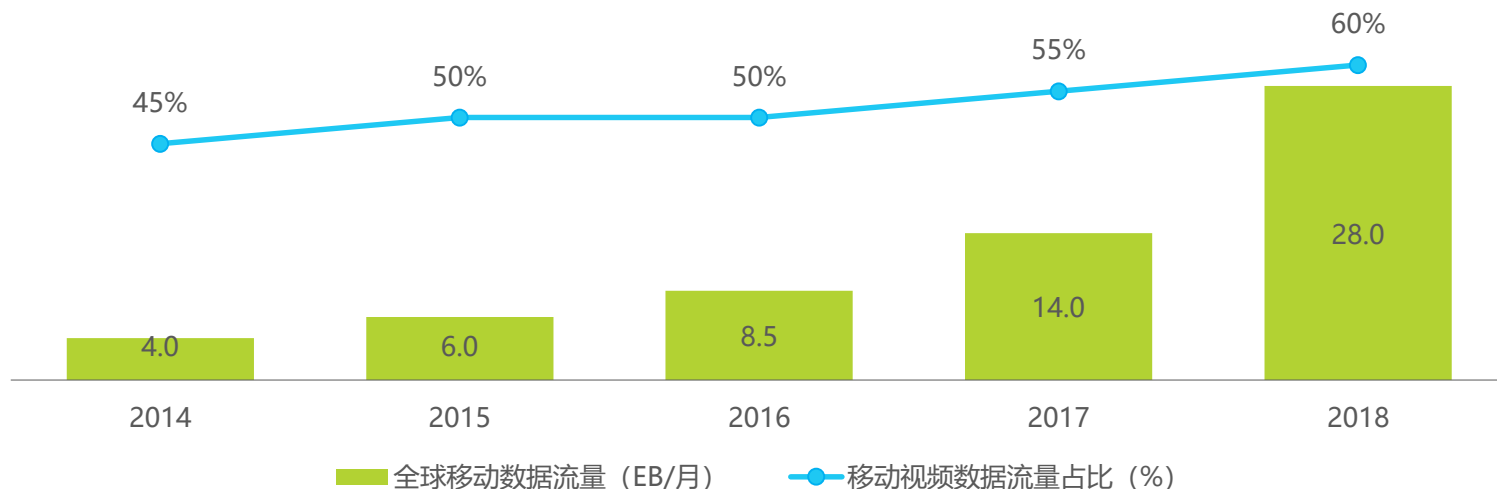
来源：根据中国通信标准化协会、IMT-2020推进组及其它公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

消费级应用—5G+超高清移动视频

超高清移动视频类应用将再次推动移动流量的爆发式增长

4K/8K超高清视频的应用场景属于5G 增强移动宽带（eMBB）类应用。在5G网络建设前期，两种组网方式均能满足此类场景的需求。对于超高清视频应用场景来说，从使用成本、网络性能与网络覆盖等方面分析，在室内环境中，百兆以上有线宽带的性能更具优势，在移动性强的应用场景或无有线覆盖的区域中，5G网络更具优势。由此可见基于智能手机的超高清视频点播/直播与超高清云游戏将成为5G网络重要的一类应用场景。目前超高清视频产业链还未完善，面临着内容匮乏不足以支撑一个频道播出的问题，因此在发展前期，体育赛事直播、大型活动直播等超高清直播类应用场景发展速度较快。超高清视频产业需不断降低超高清视频的制作成本，丰富超高清视频的内容，与5G携手推动该产业发展。因智能手机的便捷性，用户可不受时间与区域限制的观看视频、玩网络游戏，随时随地使用手机进行流量消费。5G时代，在手机视频逐渐向超高清趋势的发展下，移动视频流量将再次推动移动流量的爆发式增长。

2014-2018年全球月均移动数据流量及移动视频流量占比



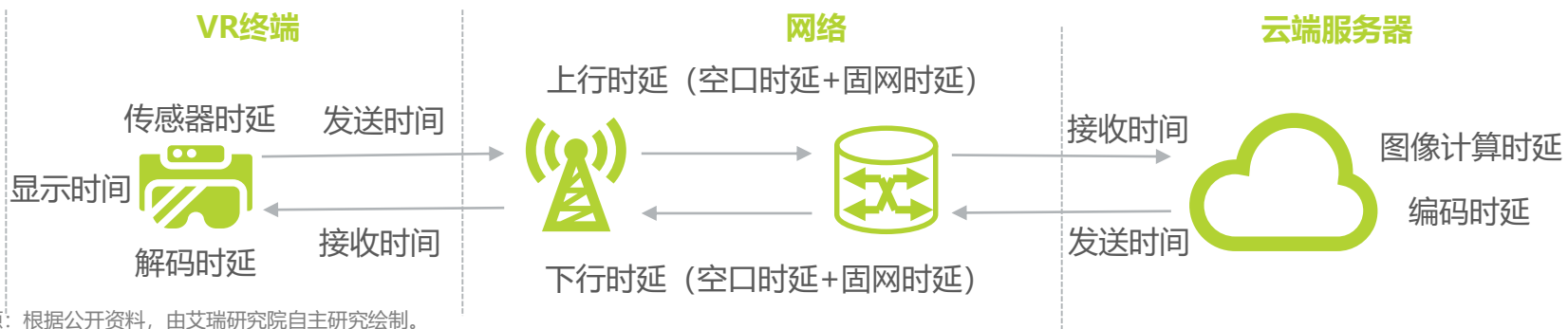
来源：爱立信、IMT-2020推进组及其它公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

消费级应用—5G+VR应用场景

目前VR对5G的需求小，未来基于云VR的便携式头显，将会对5G有更大的需求

按头显设备分类，VR可分为轻量级VR、PC VR 和VR一体机。轻量级VR无独立的计算、存储及显示设备，需要与手机等移动设备配套使用。PC VR是将PC作为计算和存储的有线连接设备。VR一体机内置CPU/GPU、具备独立的显示屏，能够连接网络，独立运行。VR一体机将成为未来主流的设备形态。按是否联网分类，VR可分为单机VR和网络VR，其中网络VR按图像的计算位置又可以分为有云VR和客户端VR。云VR将计算和控制管理集中放在云端处理，这样将大大降低对头显设备的性能要求，有效降低其成本。网络VR对传输带宽和时延均有很高的要求。如前文所述，5G与百兆以上的光纤均能满足4K/8K超高清视频的传输需求。VR用户可接受的头部运动到图像显示的最大时延是20ms，否则视觉和位置差异会导致强烈的眩晕感。网络VR时延主要包括位置跟踪时延、网络传输时延（上行时延与下行时延）、图像处理时延、可视屏幕刷新时延与屏幕传输时延几部分组成。单机VR没有网络传输时延，时延相对来说小一些，目前一般单机VR的时延已经低于20ms。相对于4G而言，5G与有线宽带的时延更小，基本能满足网络VR20ms时延的要求。目前VR已经广泛应用于沉浸式游戏，赛事直播等场景，在数字博物馆、远程医疗、教育、旅游等领域也在不断探索。但综合来看，目前VR头显设备的便携性低，主要的应用场景还在室内，对移动性要求不高，与5G技术的相关性较弱。但是，随着云VR技术的发展，轻量级头显设备将会得到快速发展普及，VR技术的移动性需求随即增加，对5G技术的需求也会不断增高。

云VR时延组成结构



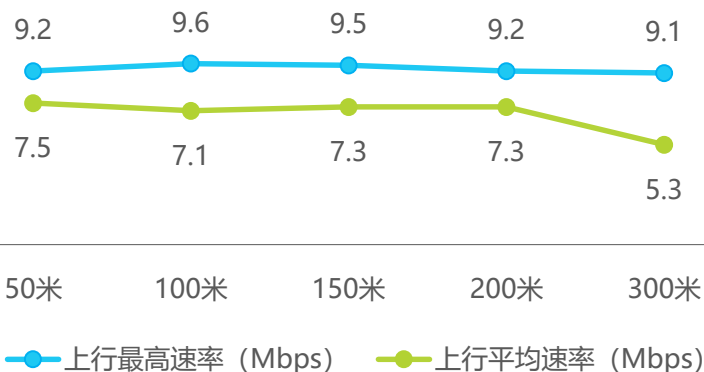
来源：根据公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

行业级应用—5G+行业无人机应用

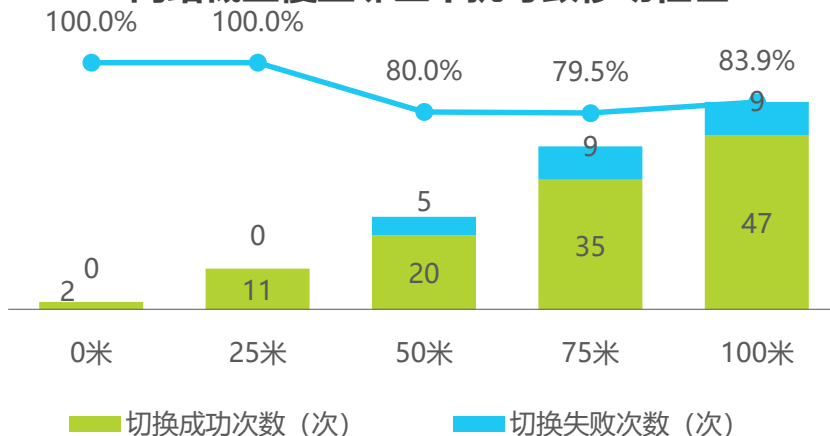
5G网络将推动行业无人机应用的快速发展

无人机，指利用无线遥控和程序控制的不载人飞机，正在经历由消费应用向行业应用的转变。行业无人机已经实现在农林植保、电力及石油管线巡检、应急通信、气象监视、农林作业、海洋水文检测、矿产勘探等应用领域的应用。行业无人机对无线通信的需求主要包括无人机安全飞行与业务通信两个方面，安全飞行指无人机要与地面保持实时通信保证无人机的安全飞行，业务通信是要实现业务层面的信息传递。一般来说，业务对速率的需求更高，安全飞行要求更小的通信时延。不同应用场景的业务对上行速率、时延、覆盖高度与覆盖范围的需求各不相同。蜂窝网络的站高一般在50米，行业无人机低空飞行的高度在300米以内，可见50米到300米的空间不在天线主瓣范围内，需要对网络的低空覆盖质量进行测试，验证是否满足行业无人机的飞行需求。经过对工业园区、农村及城市等不同场景下4G网络的低空覆盖质量进行测试，测试指标包括信号强度、下行信号的信噪比、干扰、上行速率、时延、切换等指标进行测试，受限于上行速率、时延及干扰等问题，4G网络只能满足部分应用场景的需求。5G的关键技术使网络在覆盖能力、上行速率、时延、干扰及小区连接数等指标上均有提升，能满足现阶段行业无人机应用及未来行业无人机应用发展对网络通信的需求，有效推动行业无人机的快速发展。

4G网络低空覆盖上行速率能保证行业无人机的安全飞行



4G网络低空覆盖邻区干扰导致移动性差



来源：IMT-2020推进组及其它公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

行业级应用—5G+智慧港口

5G实现港口业务自动化、智能化发展，助力智慧港口建设

近几年，我国港口货物吞吐量大幅度提升，为港口装卸效率带来了挑战。传统码头人工作业效率低且提升困难，港口自动化、智慧化运营需求迫切。港口码头生产主要包括水平运输系统、垂直运输系统及监控系统三个环节。水平运输系统包括集卡和AGV，用于岸桥与堆场之间的集装箱等货物的运输。垂直运输系统包括岸吊、轮胎吊与轨道吊，岸吊用于集装箱从船到岸的装卸。轨道吊与轮胎吊用于集装箱等货物的装卸与整理。视频监控系统包括摄像头、无人机，用于安全监控，海岸线巡检等。按照对网络需求划分，港口业务可分为控制级通信与监控级别通信两类应用场景。控制级通信实现岸吊、轮胎吊、轨道吊的远程控制及集卡与AGV的远程调度。监控级别通信类应用主要是指视频监控类场景。目前部分港口依旧人工作业，已实现自动化的港口主要是采用有线宽带与4G网络协同组网方案。但有线宽带在港口部署困难，易磨损，覆盖范围有限及4G网络成本高，带宽小、可靠性低等问题无法满足港口业务对网络移动性、可靠性、时延及带宽的需求。5G大带宽、高可靠低时延、大连接的特性在港口各类业务中优势突出，可实现港口自动化、智能化发展，助力智慧港口建设。

5G
技术
相关度

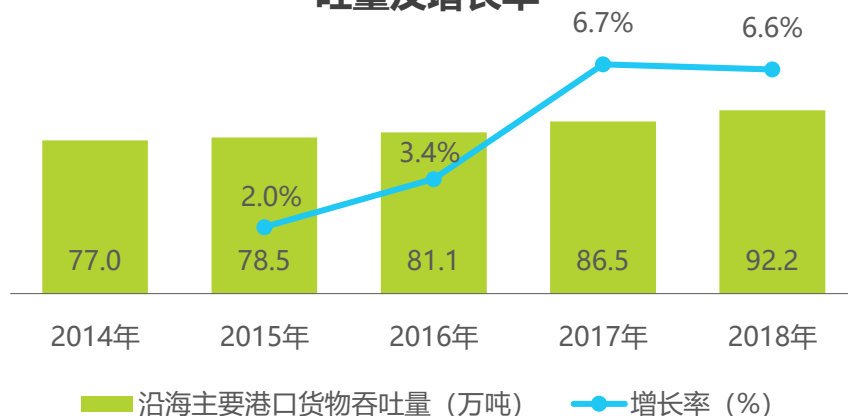
高

中

低

2013-2018年中国沿海主要港口货物吞

吐量及增长率



来源：国家统计局，由艾瑞研究院自主研究绘制。

港口业务对网络的需求

| 业务场景 | 带宽 | 时延 | 可靠性 |
|----------------|----------------|-----------|---------|
| 远程作业 (控制部分) | 50Kbps-100Kbps | 10ms-20ms | 99.999% |
| 远程作业 (视频部分) | 30Mbps-100Mbps | 50ms-80ms | 99.9% |
| 无人集卡 AGV | 5Mbps-20Mbps | 50ms以内 | 99.9% |
| 视频监控 | 4Mbps | 200ms | 90% |

来源：工业互联网联盟及其它公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

行业级应用—5G+智能电网

5G丰富配电网业务的通信接入方式，5G专网必要性待论证

智能电网将是电力行业的发展趋势。智能电网的建设也为现在的电力通信网带来了新的挑战。按照电流的流向，电力系统可分为发电、输电、配电、变电及用电五大环节，不同环节对通信网络的需求各异。电力通信网络主要由骨干通信网与多种业务接入的配电通信网组成。目前骨干通信网由光纤实现全覆盖，配电通信网应用场景复杂，由无线与有线等多种通信技术共同实现覆盖。按照通信网络的用途划分，智能电网（主要指配电网侧业务）典型的应用场景可分为控制类与采集类两大应用。控制类应用包括智能分布式自动化、用电负荷需求侧相应与分布式能源控制等应用场景。采集类应用包括高级计量，变电站巡检机器人，输电线路无人机控制，配电房视频监控等应用场景。目前智能电网终端分布广泛，有线网络虽然在性能上能满足业务需求，但存在布线困难、成本高等问题。现有的4G网络虽不需要布线，但在性能上无法满足部分业务对时延及可靠性的需求。总体来看，现有的通信电力网有“强壮”的骨干网，却没有“灵活”的配电网。5G的大带宽、高可靠低时延及大连接的特性，丰富了配电网侧业务的接入方式，克服了最后一公里的接入难题，助力智能电网的建设。对于构建“灵活”的配电通信网来说，无线网络是刚需，但是电力行业是否有必要用5G技术打造专网，需要进一步论证。

智能电网控制类业务对通信网络的需求

| 业务场景 | 带宽 | 时延 | 可靠性 |
|------------|--------------|----------------------|---------|
| 智能分布式配电自动化 | 大于2Mbps | 10ms以内 | 99.999% |
| 用电负荷需求响应 | 10kbps-2Mbps | 50ms以内 | 99.999% |
| 分布式能源调控 | 大于2Mbps | 采集类：3s以内 控制类：1s以内 | 99.999% |

智能电网采集类业务对通信网络的需求

| 业务场景 | 带宽 | 时延 | 可靠性 |
|-----------|----------------|---------|-------|
| 高级计量 | 12Mbps-2Mbps | 3s以内 | 99.9% |
| 变电站巡检机器人 | 4Mbps-10Mbps | 200ms以内 | 99.9% |
| 输电线路无人机巡检 | 4Mbps-10Mbps | 200ms以内 | 99.9% |
| 配电房视频监控 | 20Mbps-100Mbps | 200ms以内 | 99.9% |

来源：华为、南方电网及公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

行业级应用—5G+远程医疗

5G远程医疗促进医疗资源下沉，发展初期建议只用于辅助医疗

远程医疗能有效促进医疗资源的共享下沉，实现偏远区域医疗能力的提升。目前远程医疗主要包括远程会诊、远程超声、远程手术、应急救援及远程示教等应用场景。远程医疗对网络的需求主要包括大带宽与低时延两个方面，大带宽主要是用于高清医学影像的传输与高清视频的交互，低时延用于远程操控医用机械手臂或医学机器人等设备。有线与5G均能满足大带宽与低时延的需求，但在医疗能力落后的偏远山区，有线布线困难且成本高，5G网络优势更大。现在远程医疗存在隔着屏幕无法做到精准判断，患者不信任等问题，推广受阻。远程医疗还处于发展初期，5G网络与相应的基础设施还有待发展，因涉及生命安全，建议现阶段只用于辅助医疗。

远程医疗应用场景



来源：互联网医疗健康产业联盟及其它公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

行业级应用—5G+车联网

5G的高性能加速车联网向自动驾驶迈进

车联网(Vehicle to Everything, V2X)是将车辆与一切事物相连接的新一代信息通信技术,其中V代表车辆,当前X主要是指车、人、交通路侧基础设施和网络。C-V2X是基于蜂窝网络的物联网技术,包括LTE-V2X与5G NR V2X。受限于带宽与时延, LTE V2X只能满足辅助驾驶与初级自动驾驶,高级的自动驾驶要求更大带宽与更低时延的网络支撑。目前车联网典型的应用场景有编队形式、自动驾驶、远程驾驶及扩展传感等应用场景,对网络带宽、时延及可靠性有更严格的要求。5G的大带宽、高可靠低时延的特性将推动车联网加速向自动驾驶迈进。

车联网典型应用场景及对网络的需求



编队行驶

带宽: 50Mbps
时延: 最小10ms
可靠性: 最大99.99%



自动驾驶

带宽: 最大1Gbps
时延: 最小3ms
可靠性: 最大99.999%



远程驾驶

带宽: 25Mbps
时延: 20ms以内
可靠性: 最大99.999%



扩展传感

带宽: 最大1Gbps
时延: 最小3ms
可靠性: 最大99.999%

来源: IMT-2020推进组及其它公开资料,由艾瑞研究院自主研究绘制。

概述：5G有何不同

1

网络：5G网络如何部署

2

应用：5G有哪些应用场景

3

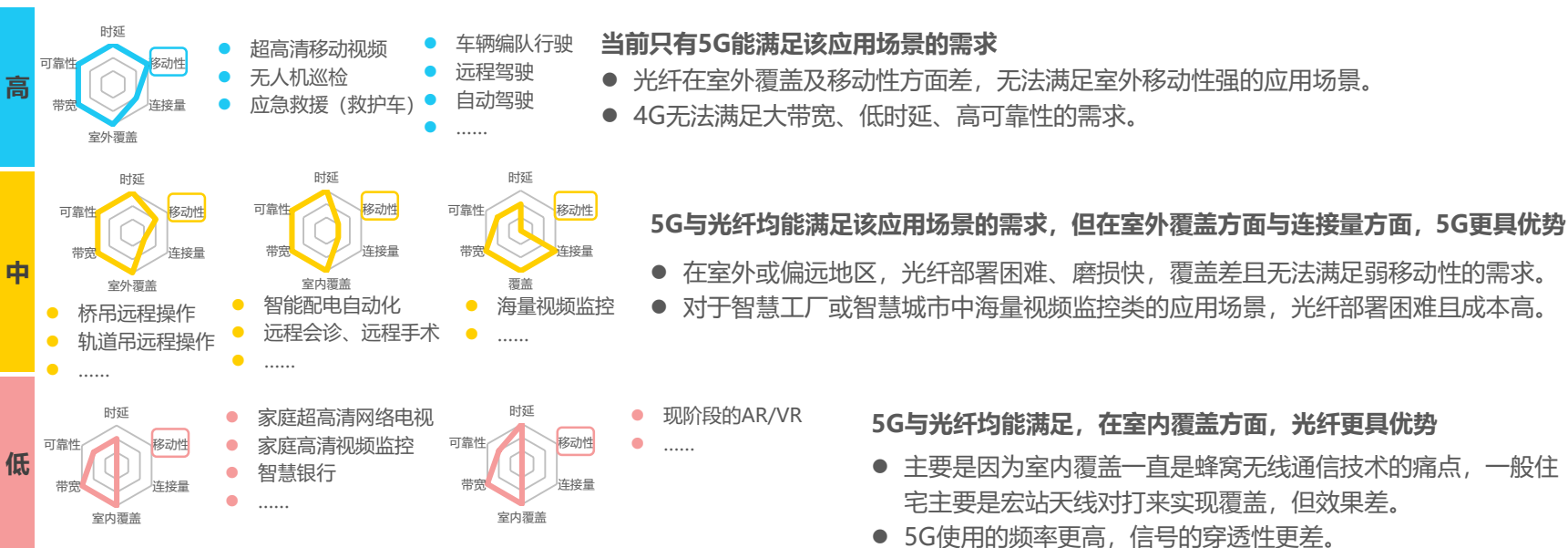
展望：5G如何发展

4

根据应用场景对5G技术的需求程度判断5G技术相关度

5G技术相关度，是指应用场景是否必须使用5G技术才能实现，或相比于其它通信技术，使用5G技术是否将具备更大的优势。5G的明星效应吸引了大批与之有关的消费级与行业级应用场景。然而这些应用场景是否为真正的5G应用，需要从应用场景的需求出发，分析5G技术的相关度。从带宽、时延、可靠性、移动性、连接量及覆盖六个维度进行对比分析，5G相较于4G的优势在于带宽大、时延低、可靠性高，相较于光纤的优势在于移动性强，连接量大，劣势是室内环境覆盖性差。根据应用场景对网络的需求及通信技术的性能分析，现阶段热点应用场景可分为三大类，分别对应5G相关度低中高的三个等级。第一类应用场景，5G与光纤均能满足，但光纤更具优势，这类应用场景的5G相关度低。第二类应用场景，5G与光纤均能满足需求，但5G更具优势，这类应用场景的5G相关度属于中级。第三类应用场景，只有5G才能满足需求，这类应用场景的5G相关度最高。

现阶段热点应用场景的5G技术相关度分析



来源：根据公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

给行业用户及投资者的建议

从应用场景需求出发，分析5G技术相关度与5G网络成熟度

如前文所述，目前5G标准还未完成，网络建设优化需要耗费大量时间，因此5G网络需要在一定的发展时间后才能真正达到5G技术的高性能指标。在发展期间，5G技术将不断演进，5G网络的性能也会逐渐提升，可见，随着5G的发展，不同时期的5G网络将驱动对网络有不同程度需求的应用场景的发展。5G的高关注度，吸引着各个行业。各行业的企业均想搭上5G这班发展的快车。无论是垂直行业用户还是投资者，都应该从应用场景对网络的需求出发，首先分析应用场景与5G技术的相关度，从而判断该应用是否为真正的5G应用。然后，根据5G网络的成熟度来判断该应用场景的成熟时间。最终根据分析结果，决策现阶段是否要使用5G网络或是否要投资。

现阶段5G热点应用场景



来源：根据公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

5G促进产业变革升级步骤

首先满足当前产业对无线网络的需求，然后再促进产业变革

网络是实现万物互联的关键基础设施，也是社会数字化转型的驱动力量。产业发展对无线网络的需求一直存在，但受限于网络的性能，当前的网络解决方案主要以有线覆盖为主。5G作为新一代的无线通信技术，大带宽、高可靠低时延及大连接的特性，将为产业的发展带来无限的想象空间。但如前文所述，5G网络发展需要一定的时间，5G发展前期的网络性能无法满足行业变革性应用场景的需求。因此，受限于5G网络的发展速度及5G网络与产业的融合速度，5G推动产业发展将分为两个阶段，第一阶段满足当前产业对无线网络的需求，主要解决目前网络覆盖的痛点，第二阶段驱动产业变革，加速产业向智慧化发展。

5G促进产业变革的两个阶段

1. 满足当前产业对网络的需求

发展前期，5G在产业中的应用，主要以满足当前产业发展对无线网络的需求为主，优化现有的网络覆盖解决方案。

- 解决有线网络布线困难，成本高的问题；
- 克服4G网络带宽小，时延高的问题；



2. 促进产业变革升级

成熟的5G网络将与人工智能、边缘计算、视觉技术及传感技术等合力实现产业的变革升级。5G作为企业数字化转型的基础，将驱动各类技术的发展整合，加速产业向智慧化发展。

- 带来生产力的变革，将极大的促进生产效率的提升；
- 将颠覆传统的商业模式，为行业带来新的机遇与挑战。

现阶段5G发展建议

建设高质量的5G网络，加速通信行业与垂直行业的融合

网络作为基础设施，往往要先行于应用的发展。今年6月工信部发放了四张5G牌照，意味着我国提前进入5G商用阶段。虽然经过前期探索，市场上已出现大批的5G应用解决方案，但截至到目前，5G还未出现杀手级的应用。如前文所述，行业应用将成为5G的主要应用场景。网络是应用的基础与保障，应用是网络价值的体现。当前5G发展重点要从两方面发力，一方面要建设高质量的5G网络，另一方面要加速通信行业与垂直行业的融合，促进5G网络及应用的发展与成熟。



现阶段5G发展建议

快速建设高质量的5G网络

如前文所述，行业应用将成为5G网络主要的应用场景。但相较于移动互联网的应用，行业应用场景复杂，对网络的要求更加严格，需要强大的基础网络支撑。5G网络作为行业数字化转型的基础，更智能化的行业应用需要在成熟的网络上进行探索实践。



以SA为建设方式

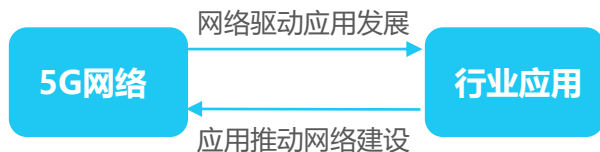


加速网络建设



加速通信行业与垂直行业的融合，促进网络及应用的发展

5G行业应用的发展需要通信业和垂直行业的共同努力。对于通信企业来说，行业应用纵向壁垒高，通信企业不能精准的抓住各行业的痛点。对于垂直行业用户来说，对5G网络不够了解，无法制定更优的网络解决方案。加速行业和垂直行业的融合，5G网络驱动行业应用发展，行业应用反向推动5G网络的建设。



关于艾瑞

在艾瑞 我们相信数据的力量，专注驱动大数据洞察为企业赋能。

在艾瑞 我们提供专业的数据、信息和咨询服务，让您更容易、更快捷的洞察市场、预见未来。

在艾瑞 我们重视人才培养，Keep Learning，坚信只有专业的团队，才能更好地为您服务。

在艾瑞 我们专注创新和变革，打破行业边界，探索更多可能。

在艾瑞 我们秉承汇聚智慧、成就价值理念为您赋能。

● 我们是艾瑞，我们致敬匠心 始终坚信“工匠精神，持之以恒”，致力于成为您专属的商业决策智囊。



扫描二维码
读懂全行业

海量的数据 专业的报告



400-026-2099



ask@iresearch.com.cn

版权声明

本报告为艾瑞咨询制作，报告中所有的文字、图片、表格均受有关商标和著作权的法律保护，部分文字和数据采集于公开信息，所有权为原著者所有。没有经过本公司书面许可，任何组织和个人不得以任何形式复制或传递。任何未经授权使用本报告的相关商业行为都将违反《中华人民共和国著作权法》和其他法律法规以及有关国际公约的规定。

免责条款

本报告中行业数据及相关市场预测主要为公司研究员采用桌面研究、行业访谈、市场调查及其他研究方法，并且结合艾瑞监测产品数据，通过艾瑞统计预测模型估算获得；企业数据主要为访谈获得，仅供参考。本报告中发布的调研数据采用样本调研方法，其数据结果受到样本的影响。由于调研方法及样本的限制，调查资料收集范围的限制，该数据仅代表调研时间和人群的基本状况，仅服务于当前的调研目的，为市场和客户提供基本参考。受研究方法和数据获取资源的限制，本报告只提供给用户作为市场参考资料，本公司对该报告的数据和观点不承担法律责任。

为商业决策赋能

EMPOWER BUSINESS DECISIONS



艾 瑞 咨 询