

5G 不是单数双数，5G 质变将长期深度改变社会

最近一年行业指数走势



联系信息

李宏涛 分析师
SAC 证书编号: S0160518080001
liht@ctsec.com

赵晖 联系人
zhaohui@ctsec.com

唐航 联系人
tanghang@ctsec.com

相关报告

- 《国内刻意加速 5G，全行业景气度将超预期:通信行业 2019 中期策略》 2019-07-23
- 《华为中兴订单不断，5G 推动下行业全面复苏:通信行业周报》 2019-07-22
- 《中美重启贸易磋商，美国呼吁本国企业与华为继续合作:通信行业周报》 2019-07-14

投资要点:

- **5G 不是“单数双数”，每一代都有技术创新和较长生命周期。**市场有观点认为，“单数是过渡，双数才是跃进，5G 是过渡性的，跨越式发展在 6G”。我们认为 1G 到 4G，每一代通信制式①都有全新的技术突破，并且经过了 2.75G、3.5G 等过渡技术，实现了持续的平滑演进。②都满足了新生的通信需求，用户数、渗透率都不断提升；③运营商都做了巨大的持续的资金投入，而不仅仅是作为过渡技术短期尝试。
- **1G、3G 在中国有试验和追赶的性质，有其特殊性。**1G 是中国引进的技术，3G 是中国推进自主标准的开始，都是解决市场 0 到 1 和技术 0 到 1 的过程，有其历史特殊性。而在全球来看，1G、3G（尤其是 WCDMA）都获得了广泛和持续的发展，所以 1G、3G 不能视其为过渡产品。5G 方面，中国技术已经成为全球标准最大贡献者，普及速度也全球领先，不存在技术 0-1 的问题，而是 1-N 的问题，这是根本性的不同。
- **2G 和 4G 中国跟随国际趋势，显得平稳和深入。**在 1G、3G 基础上，2G 时代移动通信得到了普及；4G 时代移动互联网得到了普及。这种先跳跃再普及的过程，符合产业发展的规律，其主要原因可以从技术标准统一、典型应用成熟、培育新产业链三个角度理解。
- **5G 对比 1234G 是质变，有更长的发展周期。**1234G 中国通信技术处于追赶状态，有技术试验和市场跳跃的性质，有拼进度、占专利位置的诉求。5G 中国通信技术处于领先状态，有扩大优势和做出标杆的诉求。5G 从 1234G 的“人联网”扩展“万联网”，所以投资规模、市场拓展深度将远超 1234G，注定了 5G 发展的长期性，这已是通信业界共识。
- **6G 采用卫星方式，短期难以实现。**在 5G 高宽带、低时延、多连接基础上，即便不考虑海量卫星的巨大发射成本，6G 在可见的将来并无法承载超大规模数据吞吐和超低时延，6G 为达到高带宽采用超高频必然带来高功耗，卫星并不能提供这么大的能源支持。
- **推荐自主核心技术和华为产业链：中兴通讯、紫光国微；基建：中国铁塔；天线、滤波器：大富科技、通宇通讯、盛路通信；光模块：光迅科技、华工科技等。**

表 1：重点公司投资评级

代码	公司	总市值 (亿元)	收盘价 (07.26)	EPS (元)			PE			投资评级
				2018E	2019E	2020E	2018E	2019E	2020E	
00788	中国铁塔	3608	2.05	0.02	0.03	0.04	102.50	68.33	51.25	增持
000063	中兴通讯	1,400.35	33.40	-1.67	1.31	1.57	-20.00	25.50	21.27	增持
002281	光迅科技	179.14	26.46	0.56	0.73	0.95	47.25	36.25	27.85	增持
002446	盛路通信	77.59	8.67	0.16	0.15	0.18	54.19	57.80	48.17	增持
300134	大富科技	108.60	14.15	0.03	0.25	0.43	471.67	56.60	32.91	增持

数据来源: Wind, 财通证券研究所

请阅读最后一页的重要声明

以才聚财，财通天下

内容目录

1、 市场观点：“单数是过度，双数才是跃进”	5
2、 每一代通信制式都有新的技术创造和长的生命周期	5
2.1 每一代通信制式都有自己的技术创新.....	5
2.1.1 1G 实现固定通信到移动模拟通信的转变.....	5
2.1.2 2G 实现从模拟到数字的革命.....	6
2.1.3 3G 实现从数字到多媒体通信.....	6
2.1.4 4G 实现移动互联网的富媒体通信.....	7
2.1.5 5G 将从人的连接到万物连接.....	7
2.2 每一代通信制式都满足了新生的通信需求.....	8
2.2.1 1G 满足了移动语音通信的需求.....	8
2.2.2 2G 满足了移动短信等数据需求.....	8
2.2.3 3G 提供了移动互联网服务.....	9
2.2.4 4G 满足了移动高带宽应用的需求.....	10
2.2.5 5G 使万物互联应运而生.....	10
2.3 每一代通信都实现了广泛的渗透和长时间的演进.....	11
2.3.1 2G 大规模使用已经将近 20 年，并将继续存在一段时间	11
2.3.2 2G 向 3G 演进的过程中，产生了 2.5G、2.75G 的技术	11
2.3.3 3G 全球已经十几年，向 4G 演进中产生了 3.5G 技术	12
2.4 每一代通信运营商都投入了大量的资金.....	14
3、 1G、3G 在中国有跳跃和实验的性质，有其特殊性	15
3.1 1G 实现了固定通信到移动通信的跳跃.....	15
3.1.1 从技术标准看，从 1G 的多标准并存到 2G 的 GSM 和 CDMA 为主	15
3.1.2 从应用角度看，移动终端从稀有奢侈品到大众消费品	15
3.1.3 从培育新产业链看，2G 培育了数字芯片产业.....	16
3.2 3G 实现了移动通信到移动互联网的跳跃，4G 实现了普及	17
3.2.1 从技术标准角度看，3G 三标准并存到 4G FDD 和 TDD 两大制式	17
3.2.2 从应用角度看，手机从移动通讯终端到移动互联网终端	17
3.2.3 从培育新产业链角度，3G、4G 培育并发展了动电信增值服务市场	19
4、 3G 有特殊的发展背景，不能视其为过渡产品	20
4.1 三大运营商三种 3G 制式，中移动肩负培育国产标准的使命	20
4.2 3G 智能手机兴起，移动互联大幕拉开.....	21
4.3 2G、3G 退网已成行业大势，4G、5G 接过通信重任	25
5、 5G 不是压单压双，是一场拥有质变的飞跃，有更持久的发展时长	26
5.1 质变一：中国从追赶到超越，有更大意愿，会更持久发展 5G.....	26
5.2 质变二：技术融合，产业链重组所需时间较长.....	29
5.3 质变三：应用从人到物，渗透周期更长.....	30
6、 6G 当前可见的技术并不优于 5G	33
6.1 全球卫星覆盖成本并不低于地面.....	33
6.1.1 卫星数量多，建设和管理花费大，	33
6.1.2 低轨道卫星维护成本高	34
6.2 低时延等技术性能并不优于 5G.....	34
6.3 全球型人员漫游并不会成为主流需求，工业互联与物联无法解决... 34	
7、 5G 质变，有不同的投资逻辑	35
8、 风险提示	35

图表目录

图 1: 通信行业发展历程.....	5
图 2: FDD 和 TDD 的区别.....	7
图 3: 中国移动短信业务使用量 (亿条)	9
图 4: 爱立信 GH337.....	9
图 5: 诺基亚 1110.....	9
图 6: 移动彩信业务量 (亿条).....	10
图 7: 中国移动 4G 用户平均每月每户手机上网流量 (DOU)	10
图 8: GSMA、信通院预测全球 M2M 连接数 (百万) 及占整体物联网连接数比例	11
图 9: iSuppli 全球不同制式智能手机市场预测.....	12
图 10: 各国 3G 商用时间.....	13
图 11: 我国 3G 渗透率.....	13
图 12: 中国移动 4G 渗透率.....	14
图 13: 三大运营商资本总开支及增速.....	14
图 14: 运营商资本开支占营收比.....	15
图 15: 中国移动历年用户数.....	16
图 16: 2G 时期高通历年营收.....	17
图 17: 中国智能手机出货量.....	18
图 18: 微博用户规模.....	18
图 19: 第三方移动支付市场规模.....	19
图 20: CP 服务咪咕音乐.....	20
图 21: SP 服务 QQ 会员.....	20
图 22: 三大运营商采用不同的 3G 网络制式.....	21
图 23: 各代通信标准中国核心专利占全球比.....	21
图 24: 2G 小屏手机.....	22
图 25: 3G 智能手机.....	22
图 26: 中国联通 DOU 及增速.....	23
图 27: 户均移动互联网接入流量 DOU.....	23
图 28: 全国 3G 移动宽带用户数.....	24
图 29: 中国联通 ARPU 及增速.....	24
图 30: 我国 3G 渗透率.....	25
图 31: 三大运营商 3G 渗透率.....	25
图 32: 中国移动 3G 用户占比.....	25
图 33: 中国移动 4G 用户占比.....	25
图 34: 中国 5G 话语权提升.....	28
图 35: 5G 和 4G 基站覆盖范围示意图.....	29
图 36: 传统覆盖和 massiveMIMO 覆盖对比.....	29
图 37: 通信产业逐级整合趋势明显.....	30
图 38: ITU 定义的 5G 三大应用场景.....	31
图 39: VR 设备.....	32
图 40: 百度无人车.....	32
图 41: 5G 应用模式创新.....	33
图 42: “鸿雁”星座示意图.....	34
图 43: SpaceX “一箭 60 星”.....	34

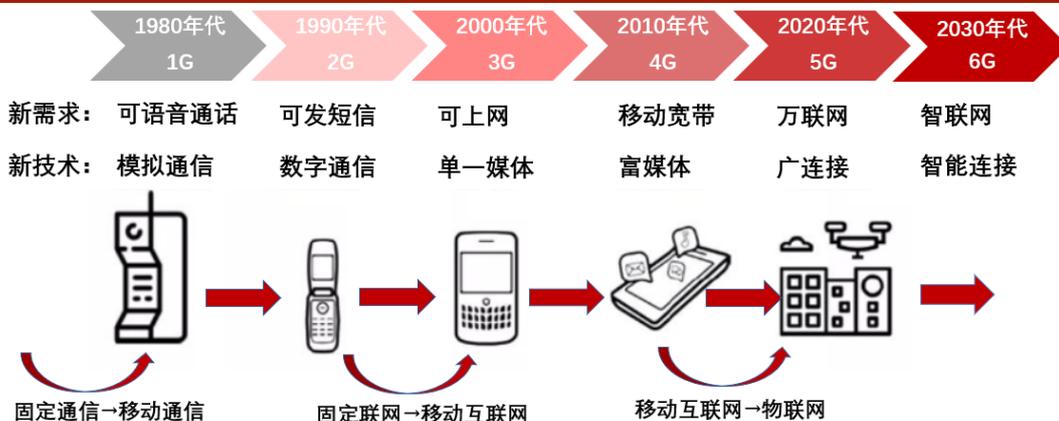
表 1：3G 与 2G 传输速率比较.....	22
表 2：2G、3G 退网国家.....	26
表 3：4G、5G 关键性能指标比较.....	30

1、市场观点：“单数是过度，双数才是跃进”

当前市场有观点认为，根据 3G 和 4G 时代行业发展的经验，“单数是过度，双数才是跃进”。具体来说，就是 3G 与 2G 相比，只是在传输速率上有所提升，但仍然是人与人的连接，速度只能支撑文字和图片的浏览，但到了 4G 时代，传输速度相比 3G 实现了较大的进步，手机端视频、移动电商、手游等应用爆发。以此类推，市场有观点认为作为单数代际的 5G 也会是过渡性的，通信行业跨越式发展应该在 6G 时代。

对此，我们认为 5G 不是“单数双数”的迷信，3G 不是过渡产品，并且 5G 将会是通信产业一次巨大的变革，将有较长的发展周期。

图 1：通信行业发展历程



数据来源：财通证券研究所

2、每一代通信制式都有新的技术创造和长的生命周期

每一代通信制式都有巨大的技术变革，应时代需求而生。所以决定每一代通信技术生命力的核心是技术周期和需求升级的趋势，这些不以人的意志为转移，是判断一个产品在市场存续时长和判断其价值的底层逻辑。

2.1 每一代通信制式都有自己的技术创新

2.1.1 1G 实现固定通信到移动模拟通信的转变

1G 即第一代通信系统是基于模拟技术、仅限语音的蜂窝电话，没有“国际标准”。1978 年底，美国贝尔试验室研制成功了人类第一个移动蜂窝电话系统——先进移动电话系统（AMPS）。1976 年，国际无线电大会批准了 800/900MHz 频段用于移动电话的频率分配方案。此后，许多国家都开始建设基于频分复用技术（FDMA）和模拟调制技术的第一代移动通信系统。1G 只能应用在一般语音传输上，且语音品质低、信号不稳定。由于采用的是模拟技术，1G 存在业务量小、质量差、保密性差等问题。

1G 技术因为是从固定通信到移动通信的第一代技术，有实验性质，产业链都是全新打造，当时流行的“大哥大”价格更是非常昂贵。此外，不同国家各自发展和使用的 1G 技术标准也各不相同，即只有“国家标准”，没有“国际标准”，国际漫游基本无法实现。所以 1G 并没有实现大规模普及。

2.1.2 2G 实现从模拟到数字的革命

从 20 世纪 80 年代中期到 21 世纪初，数字移动通信系统得到了大规模应用。具有代表性的有欧洲的 GSM 系统，采用时分多址(TDMA)，美国的 IS-95 系统，采用码分多址(CDMA)。GSM 标准体制较为完善，技术相对成熟。2G 把频率和时间结合起来寻址，提高了频谱的利用率，提供了更大的容量，且抗干扰能力增强，提升了通话质量，此外由于采用数字信号，数据的保密性较好。但 2G 数据传输速率还是较低，数据业务发展十分有限，不能适应用户日益增长的对数据传输类业务的要求。从这一代开始手机也可以上网了，不过用户只能浏览一些文本信息。

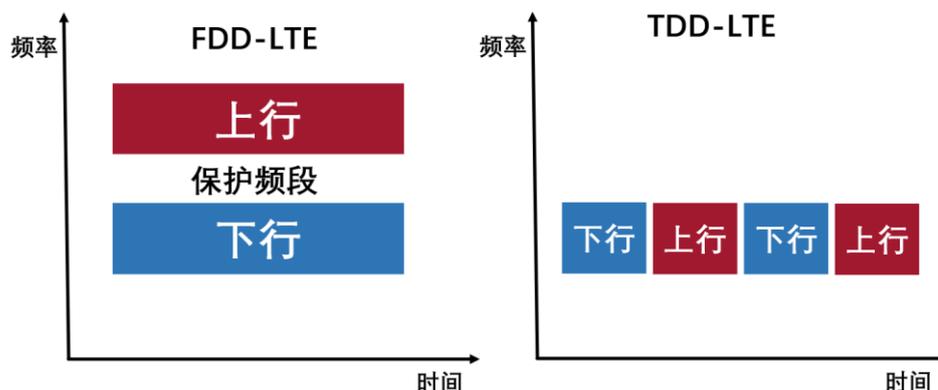
2G 时代，实现了模拟技术到数字技术的转变，技术、用户、产业链、国际标准基本成熟，随后 3G 的数字技术规范、产业链构成基本以 2G 时代的为基础。所以，2G 真正普及了移动通信，随后推动了固定电话装机费的消失，也带来了固定电话“拆机潮”。

2.1.3 3G 实现从数字到多媒体通信

3G 各标准都采用码分多址技术，使用伪随机码来区分用户。3G 概念最早于 1985 年由国际电信联盟 (ITU) 提出，是首个以“全球标准”为目标的移动通信系统。3G 系统工作在 2000MHz 频段，三大主流标准分别是 WCDMA (宽带 CDMA)，cdma2000 和 TD-SCDMA (时分双工同步 CDMA)。3G 采用了码分多址技术，使用伪随机码来区分用户，提高了带宽利用率，传输速率大幅提高。WCDMA 和 cdma2000 属于频分双工方式 (FDD) 而 TD-SCDMA 属于时分双工方式 (TDD)。FDD 是在分离的两个对称频率信道上进行接收和发送，用保护频段来分离接收和发送信道。TDD 用时间来分离接收和发送信道，使用同一频率载波的不同时隙接收和发送信道。3G 采用闭环功率控制，在电路交换中容易实现但耗费时间较长，因此 3G 不能传输高速数据。随着需求的发展，人们对数据传输类速率的要求越来越高。

3G 因为采用更高的频率和更宽的带宽，第一次突破了“电话是用来打电话”的技术定义，将电话从语音拓展到媒体，实现了简单音频、简单图片的传送，出现了彩铃、彩信等新产品。

图 2：FDD 和 TDD 的区别



数据来源：财通证券研究所

2.1.4 4G 实现移动互联网的富媒体通信

4G 以正交频分复用 (OFDM) 为技术核心，采用软件无线电、MIMO 等技术。该技术是将频带划分为正交的多个子带，把信号调制到子带上，使得信号在时间上正交，接收端使用反向技术进行接收。因此频带利用率明显提高，抗干扰能力也显著增强。国际主流标准为 LTE (Long Term Evolution)，分为 FDD-LTE 和 TDD-LTE，其中 TDD-LTE 是中国提出的具有自主知识产权的标准。随着科技的不断发展，社会对于高速宽带、低延时网络的需求越来越强烈，催生了新一代技术的到来。

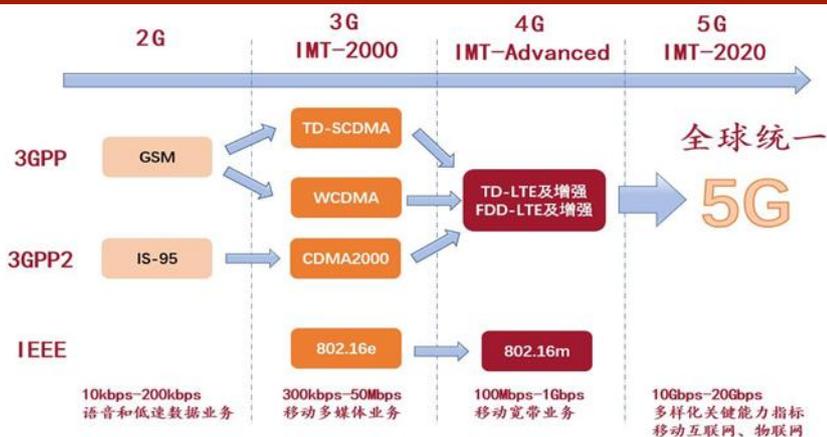
4G 技术较大满足了人类富媒体交流，语音、视频、图像等都能够实时传递。视频电话、移动视频播放、导航、定位、移动 APP 等应用广泛出现并且获得深度使用，对相机、电视、地图、钱包、身份认证、银行转账、衣食住行等商业模式都实现了巨大的改变甚至替代，4G 使移动宽带得以普及。

2.1.5 5G 将从人的连接到万物连接

5G 信号频率相比于前几代通信技术大幅提高，采用了毫米波、波束成形、Massive MIMO 等技术。不同于前几代通信系统的多标准，5G 技术标准实现了全球统一。Massive MIMO 技术大规模使用，通信多连接成为可能，所以速率、时延、连接数这三个方面的巨大进步，ITU (国际电信联盟) 定义了 5G 带来的三大应用场景：增强移动宽带 (eMBB)、超高可靠低时延通信 (uRLLC) 和海量机器通信 (mMTC)。

5G 技术实现了人的通信到物的通信，未来将有 80% 的通信场景将变为机器与机器、人与机器等的通信，将深刻改变社会运转形态和工业生产组织方式。

图 2：各代通信标准演变过程



数据来源：中国信息通信研究院，财通证券研究所

总之，每一代通信系统都有巨大的技术创新，在能力上取得了重大突破，都有比较长的出现、发展、演进、成熟的周期，并没有某代通信技术是用来过渡的说法。

2.2 每一代通信制式都满足了新生的通信需求

每一代通信制式都在时代背景下，随技术的不断发展应运而生，满足了新生的通信需求。

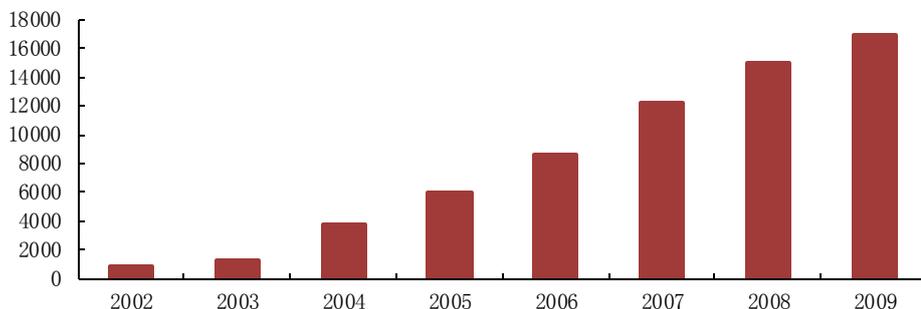
2.2.1 1G 满足了移动语音通信的需求

1G 拉开了民用移动通信大幕。固定电话发展多年，由于电话线的束缚，人们对可以平民化的无线通信技术越发渴望，1978 年，美国贝尔实验室研制成功了人类第一个移动蜂窝电话系统，这套系统迅速在全美推广，获得了巨大成功。80 年代第一代无线通信技术确立。1G 将通信行业的服务能力从固定通信扩展到了移动通信，用户可以不再受到固定地点的限制，在户外场景可以随意拨打电话。

2.2.2 2G 满足了移动短信等数据需求

1G 时期昂贵的通信设备和技术的缺陷使其终究只能为少数人所用，为了满足移动通话的普及，2G 诞生了，该技术除了语音通话还产生了短信，通信速率约为 150Kbps，折合下载速度 15-20K/s。这一时期通信产业迎来大发展，手机逐渐普及，发短信成为一种新的用户习惯，开拓出一个新的业务领域。如中国移动短信业务使用量从 2002 年的 843.5 亿条，发展到 2009 年 3G 服务推出当年，达到 17012.25 亿条，年复合增速达到 53.6%。

图 3：中国移动短信业务使用量（亿条）



数据来源：中国移动，财通证券研究所

诺基亚和爱立信开始攻占全球市场，诺基亚成为全球最大的移动电话商，诺基亚手机风靡一时，经典的 2G 手机有爱立信 GH337、诺基亚 1110 等。

图 4：爱立信 GH337



数据来源：搜狐科技，财通证券研究所

图 5：诺基亚 1110

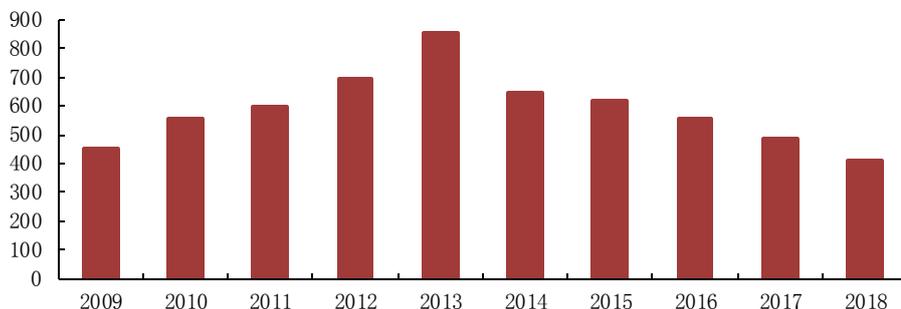


数据来源：搜狐科技，财通证券研究所

2.2.3 3G 提供了移动互联网服务

随着科技的发展，2G 较慢的网速已越来越不能满足人们的需要，终于 3G 带来了网速的飞跃，3G 时代网络速度为 1-6Mbps，折合下载速度 120K/s-600K/s，网速的大幅提升带来了手机生态的大幅变化，出现彩信、彩铃等应用，第三方应用开始出现，手机不再仅仅能用来通信，更可以接入高速网络，成为移动互联网终端。根据中国通信业统计公报，2009 年彩信业务量为 454.5 亿条，到 2013 年达到峰值 856.3 亿条，年复合增长率达到 17.16%，之后由于 4G 业务开启，更多用户选择微信等即时通讯 APP 发送视频和图片，彩信业务量逐年下滑。

图 6：移动彩信业务量（亿条）

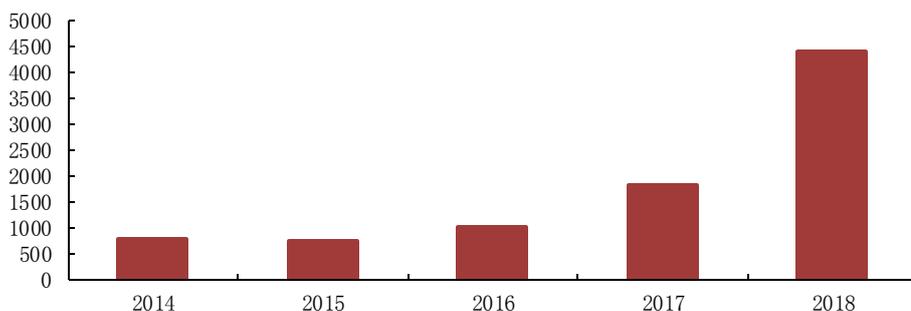


数据来源：中国电信业统计公报，财通证券研究所

2.2.4 4G 满足了移动高带宽应用的需求

随着移动互联网的发展，视频等应用对网速的高要求使得 3G 速率逐渐不够用，4G 的出现带来了理论上宽带级别的网速，直播、短视频、微博等软件迎来快速增长期，用户流量也随之爆炸式增长，移动终端已经变得不可或缺。中国移动人均 4G 流量从 2014 年的 780M/月/人，到 2018 年底 4.08G/月/人，拉动收入增长超过 40%。流量成为消费者最大的通信需求，也成为运营商收入和增长的主要来源。

图 7：中国移动 4G 用户平均每月每户手机上网流量 (DOU)



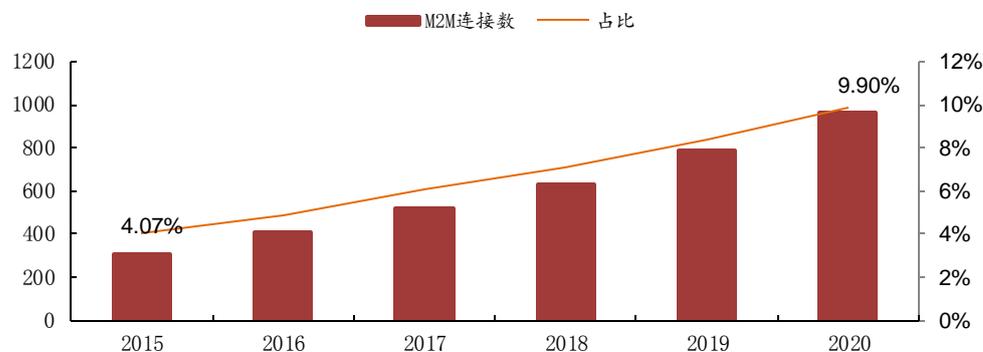
数据来源：中移动，财通证券研究所

2.2.5 5G 使万物互联应运而生

科学技术的不断进步，人们越来越渴望智慧生活，人工智能的发展，无论是自动驾驶这样的生活应用，还是人工智能生产这样的工业应用，都呼唤着下一代通信技术的出现。5G 将带来高速宽带、超低时延、超大连接数，大大改变现在的生活和生产方式。中国市场移动用户数超过 15 亿，人与人的连接普及率超过 112%，1234G 人的连接已经饱和，发展的重点转移到物和物的连接。中国物联网基站超

过 50 万站，中移动物联网连接数超过 3 亿。根据 GSMA 和中国信通院的预测，在 2020 年物和物连接数将达到 9.6 亿，占整体物联网连接数比例到达 9.9%。待 5G 成熟后，物和物的连接将占市场总连接的 80%。

图 8：GSMA、信通院预测全球 M2M 连接数（百万）及占整体物联网连接数比例



数据来源：GSMA，信通院，财通证券研究所

2.3 每一代通信都实现了广泛的渗透和长时间的演进

2G、3G、4G 通信都实现了广泛的渗透和长时间的演进，期间虽然有 2.5G、2.75G、3.5G、3.75G 等技术，但这些技术或者存续时间短（一般不超过 2 年），或者渗透范围小（用户数少于 30%，终端种类少）而成为所谓的过渡技术，反而在每一正代的技术中，用户渗透率都超过 40%，存续都超过 4 年，都成为划时代的技术。

2.3.1 2G 大规模使用已经将近 20 年，并将继续存在一段时间

从 2001 年 12 月 31 日中国移动正式关闭模拟移动电话网算起，2G 网络已经存在了将近 20 年，2G 系统得到了广泛的应用，为通信技术的普及做出了巨大的贡献。直到 2010 年左右，才有国家开始将 2G 退网，而我国的 2G 网络的语音通信功能，预计还将使用一段时间。并且前两年几乎所有手机的语音通信都承载在 2G 网络上渗透率应当超过 95%，近两年中移动和中电信在推广 VoLTE 技术，通过数据信道传送语音，渗透率有小幅度的降低。

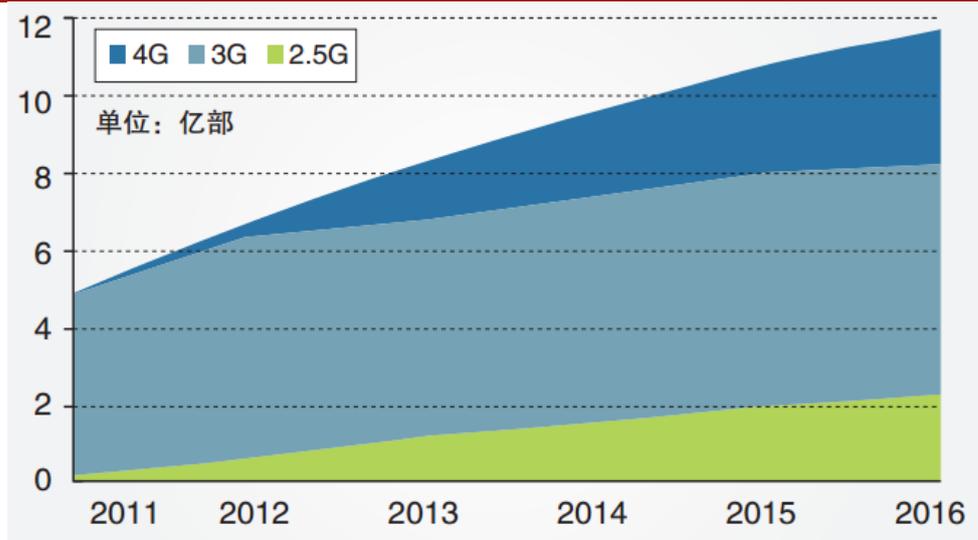
2.3.2 2G 向 3G 演进的过程中，产生了 2.5G、2.75G 的技术

在 3G 之前，2.75G 和 2.5G 有存在价值，但它们所扮演的角色是过渡性的。2.75G 和 2.5G 的覆盖范围并不大，运营商并没有全网普及，市场上真正支持这种技术的终端并不多，也没有因此而产生专门的产业链。虽然国内市场当时已经有诺基亚、三星、索尼爱立信几家厂商推出了支持 EDGE 的终端产品，但总数不超过 10 款，远未成为市场的主流。

2.5G 主要是指 GPRS 数据业务技术。2.5G 技术突破了 2G 电路交换技术对数据传输速率的制约，引入了分组交换技术，把原来的固定时隙分配，变成统计时分复用，

从而使数据传输速率有所突破,是一种介于 2G 与 3G 之间的过渡技术。2.5G 峰值速率可达 153.6kbps。GPRS (General Packet Radio Service) 是通用分组无线服务技术的简称,它是 GSM 移动电话用户可用的一种移动数据业务,是 2.5G 的数据传输技术。但 2.5G 的覆盖范围并不广,中国 2009 年就推出了 3G 服务,但在一些通信设施落后的国家和地区,比如在中东、非洲、拉丁美洲等,到 2012 年 3G 网络仍没有发展起来,而智能机取代功能机已经是不可逆转的趋势,所以 2.5G 智能手机在这些地区会有一些发展空间。

图 9: iSuppli 全球不同制式智能手机市场预测



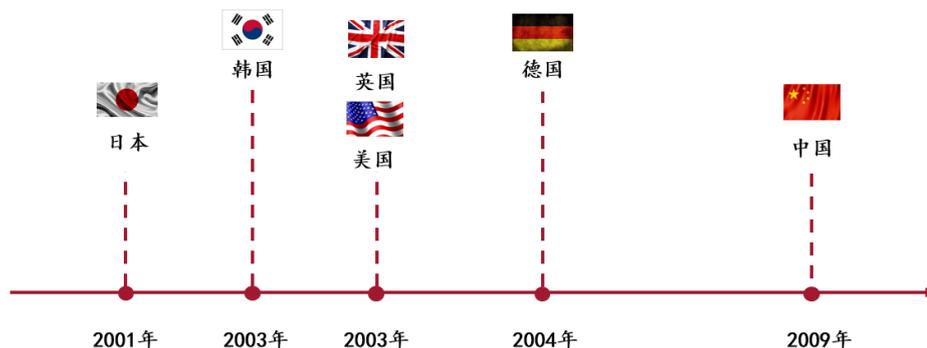
数据来源: iSuppli, 财通证券研究所

2.5G 后,产生了 2.75G 的 EDGE 网络。增强型数据速率 GSM 演进技术 (Enhanced Data Rates for GSM Evolution, EDGE),是 GPRS 的升级版本,最早由美国运营商 Cingular 在 2003 年进行商用部署。通过对分组交换的优化,EDGE 从 GPRS 网络平滑过渡而来,将 GSM 数据传输的容量和速度提高了 3 倍以上,能提供 150Kbps 以上的上网速度,但其仍然属于 GSM 网络,手机上显示为“E”。在 EDGE 投入运营后,运营商可以使数据传输速度增加 3 倍多,可以确保较高的质量和较快的速度。

2.3.3 3G 全球已经十几年,向 4G 演进中产生了 3.5G 技术

海外的 3G 时代开始得很早,中国进入较晚,有特殊性。2001 年,日本推出了全世界第一个 3G 商用网络,随后韩国、美国、英国、德国等也相继正式商用 3G 网络,全球 3G 经历了十多年的发展,而我国为了培育中国自有标准,直到 2009 年 12 月才正式发布 3G 牌照,由于 2013 年我国就迎来了 4G 时代,使得许多中国用户觉得 3G 的存在时间短暂。

图 10：各国 3G 商用时间



数据来源：财通证券研究所

自 2009 年底起，我国 3G 渗透率不断提升，到 2014 年最高接近 40%，而后随着 4G 用户的替换，3G 渗透率逐渐下降。

图 11：我国 3G 渗透率



数据来源：工信部，财通证券研究所

3G 后又衍生出了 3.5G (HSDPA)，也就是手机屏幕上信号处显示的“H”。在 3G 商用之后，3GPP/3GPP2 针对高速数据应用进行了一系列的增强，WCDMA/TD-SCDMA 技术升级后的 HSDPA/HSUPA (HighSpeedDownlink/UplinkPacketAccess) 速度可达 14.4Mbps，被称为 3.5G。随后进一步演进为 HSPA+，被称为 3.75G，手机上显示为“H+”，速度可达 21M-42M，大大增强了 3G 系统提供数据的能力。

整体来看，3G 商用十几年后，4G 正式登场。在 4G 时代，分为 FDD、TDD 两种制式的 LTE 技术迅速推广开来。中国移动的 4G 渗透率自牌照发放以来快速增长，已接近 80%，也就是说大多数用户都已经成为 4G 用户。

图 12：中国移动 4G 渗透率



数据来源：Wind，财通证券研究所

2.4 每一代通信运营商都投入了大量的资金

以发牌时间为界，3G 和 4G 运营商基本都是 5 年。并且运营商在每次拿到牌照之后，都会有 2-3 年的投资高峰，比如 3G 时代，2009 年三大运营商资本开支达到高峰，下滑一年后又持续增长；4G 时代，资本开支在 2015 年达到高峰，2018 年 4G 建设尾期达到底部。3G 时代运营商总投资 14050 亿元，4G 时代运营商总投资 17669 亿元，扣除物价因素和新技术比旧技术贵的因素，运营商在 3G 的投资与 4G 的投资相当，所以从运营商角度并没有视同 3G 为过渡技术而未加重视。

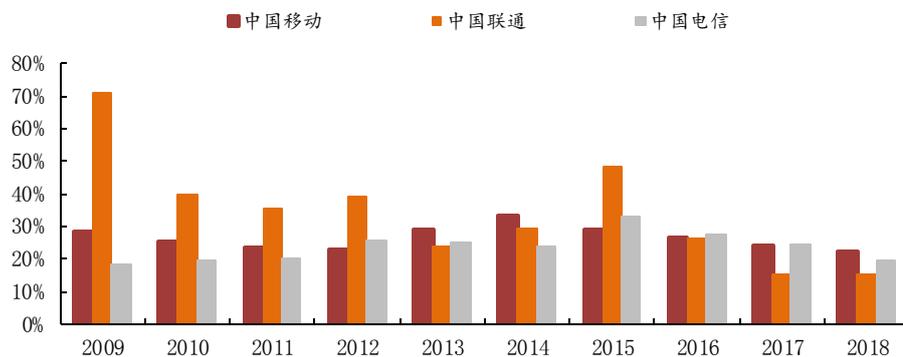
图 13：三大运营商资本总开支及增速



数据来源：Wind，财通证券研究所

另外从运营商当年的总开支占当年运营商总收入的比例来看，运营商在 3G 时代的投资强度并不比 4G 的低。

图 14：运营商资本开支占营收比



数据来源：wind，财通证券研究所

3、1G、3G 在中国有跳跃和实验的性质，有其特殊性

1G、3G 是技术的巨大突破和飞跃，2G、4G 在前一代的基础上进一步完善技术，使新一代技术更加普及和深入。

3.1 1G 实现了固定通信到移动通信的跳跃

3.1.1 从技术标准看，从 1G 的多标准并存到 2G 的 GSM 和 CDMA 为主

为什么会形成先跳跃再普及？从技术标准角度看，1G 的多标准并存在 2G 时代演进了 GSM 和 CDMA 为主，技术标准统一度提升，极大推动了移动通信在全球范围的普及。

1G 移动通信的变革在北美、欧洲、和日本几乎同时进行，但在这些区域采用的标准是不同的。1978 年，美国贝尔实验室研制成功全球首个移动蜂窝电话系统 AMPS，1982 年，AMPS 投入正式商业运营；1979 年，由 NET 在日本东京开通了第一个商业蜂窝网络，使用的技术标准是 NTT(日本电报电话)，后来发展了新版本 Hicap；北欧于 1981 年 9 月在瑞典开通了 NMT 系统，接着欧洲先后于英国开通 TACS 系统，德国开通 C-450 系统等。不同国家的各自为政使 1G 的技术标准各不相同，即只有“国家标准”，没有“国际标准”，国际漫游使一个突出的问题。

到了 2G 时代，标准逐渐走向统一。这一代通信技术以 GSM 和 CDMA 为主。GSM(全球移动系统)由欧洲于 80 年代中后期率先提出，是 2G 中使用最为广泛的技术标准，在我国主要使用 900MHz 和 1800MHz 两个频段。

3.1.2 从应用角度看，移动终端从稀有奢侈品到大众消费品

从固定通信到移动通信，1G 是巨大的飞跃。1G 诞生了民用无线通信，人们可以摆脱电话线的束缚，。但该代技术还不完善，模拟信号通话质量相对较差，保密

性不好，且终端价格昂贵，价格在上万元，因此普及率不高，用户数少。

2G 使移动通信普及大众。2G 采用数字信号，通话质量、保密性、抗干扰性均大幅提升，手机技术走向成熟，价格也随之下降，普及率大幅提升。以用户数最多的中国移动为例，截止 2009 年底 3G 发牌前，中国移动的用户数已达 10 亿（包括固网和移动网用户，按照 SIM 卡统计）。

图 15：中国移动历年用户数



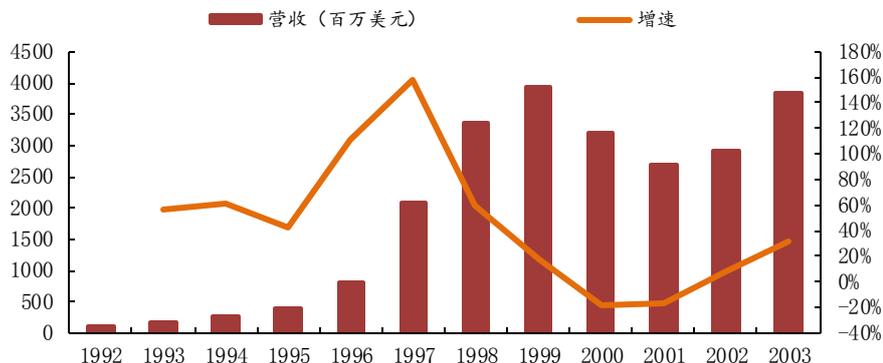
数据来源：Wind，财通证券研究所

3.1.3 从培育新产业链看，2G 培育了数字芯片产业

1G 到 2G，培育出来全新的产业链——数字芯片产业。而数字芯片产业在 2G 时代得到突飞猛进的发展，推动了移动通信的普及。

CDMA 最早是美国军用通信技术，1989 年，高通大幅改善了 CDMA 的功率问题，并成功将其商用化，CDMA 的专利技术基本都掌握在高通手里。此时欧洲已进行 GSM 技术标准的制定，随后很快推行到了欧洲与日本市场。此后 2G 便形成了 GSM 和 CDMA 两大主流技术标准。2G 数字通信技术的迅速普及使得数字芯片需求大增，通信数字芯片行业蓬勃发展，培育了一批数字芯片厂商。如高通在 90 年代飞速发展，公司营收迅速从初期的几千万美元增长到 90 年代末期的数十亿美元。高通在 CDMA 的技术积累也为 3G 时代的霸主地位奠定了基础。

图 16：2G 时期高通历年营收



数据来源：公司年报，财通证券研究所

1G 兴起的数字芯片产业在 2G 时代蓬勃发展，又促进了通信行业的深化，使得移动通信在 2G 时代获得了普及。

3.2 3G 实现了移动通信到移动互联网的跳跃，4G 实现了普及

3.2.1 从技术标准角度看，3G 三标准并存到 4G FDD 和 TDD 两大制式

移动互联网在 3G 时代先跳跃，在 4G 时代才普及的原因，也可以从技术和产业链角度理解。从技术标准角度看，从 3G 三标准并存到 4G FDD 和 TDD 两大制式，技术标准统一度提升，再一次推动了移动互联网在全球的普及。

3G 系统的三大主流标准分别是 WCDMA，cdma2000 和 TD-SCDMA。3G 时期中国联通采用 WCDMA，中国电信采用 cdma2000，都属于频分双工方，中国移动采用的 TD-SCDMA 属于时分双工方式。但技术不完善的 TD-SCDMA 不如另两种制式，并且几种制式并不兼容，造成的情况是，当时的手机往往要分多个版本，其中支持移动 3G 的手机相较另两类更少。

4G 时期，三种制式演进为国际主流的 FDD-LTE 和移动主推的 TDD-LTE 两大类。

WCDMA，cdma2000 发展为 FDD-LTE，TD-SCDMA 发展为 TDD-LTE。此时 TDD-LTE 更为成熟，相关产业链也更加完善，越来越多的手机也开始同时支持两种制式。

3.2.2 从应用角度看，手机从移动通讯终端到移动互联网终端

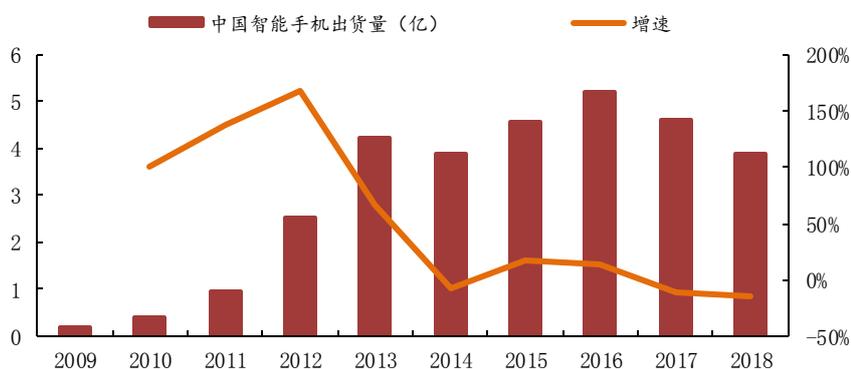
3G 使手机从通信终端进一步变为互联网终端，开启了一次从移动通信到移动互联网的跳跃。网速的大幅提升带来了手机生态的大幅变化，手机可以接入互联网，智能手机横空出世，第三方应用开始出现。手机集成了很多其他设备的功能，不再仅仅是通讯工具，而是变成了移动互联网终端。同时手机行业大洗牌，iphone，三星占据国内高端市场，“中华酷联”等厂商崛起。微博、微信等应用迅速流行，

文字、图片类软件迎来大发展。

4G 时期智能手机普及，视频流量软件、移动支付等迅速发展，使得移动互联网得到广泛普及。4G 网速进一步提升，智能手机均价进一步降低，同时运营商响应“提速降费”号召，流量单价降低，因此视频流量软件发展迅速，视频直播、短视频软件风靡，斗鱼、虎牙、熊猫等各大直播平台层出不穷，短视频软件如抖音等爆红，微博、微信也走向视频化，且用户规模进一步提升。

3G 发牌后，智能手机出货量快速增长，连续三年增速都在 100% 以上，此后有所回落。4G 发牌后，智能手机出货量再创新高，此后持续维持高出出货量。

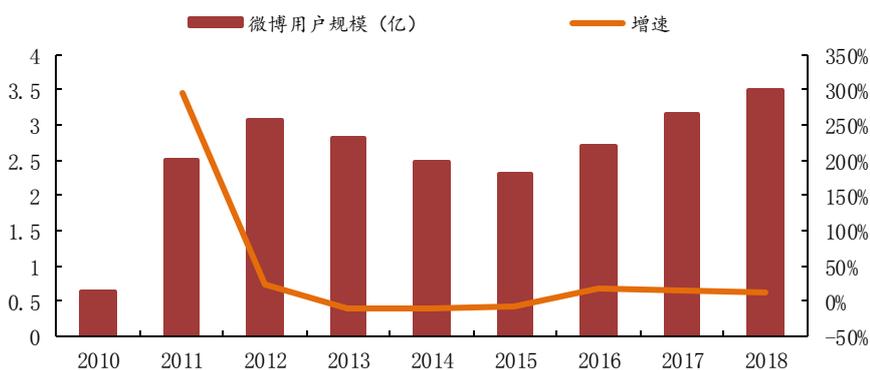
图 17：中国智能手机出货量



数据来源：Wind，财通证券研究所

3G 发牌后，微博用户规模大幅增长，2011 年增长率达到了 297%，此后用户规模维持在高位。4G 时期，用户再度增长并创出新高，如今微博已经成为集新闻、社交、短视频、直播于一体的网络平台。

图 18：微博用户规模

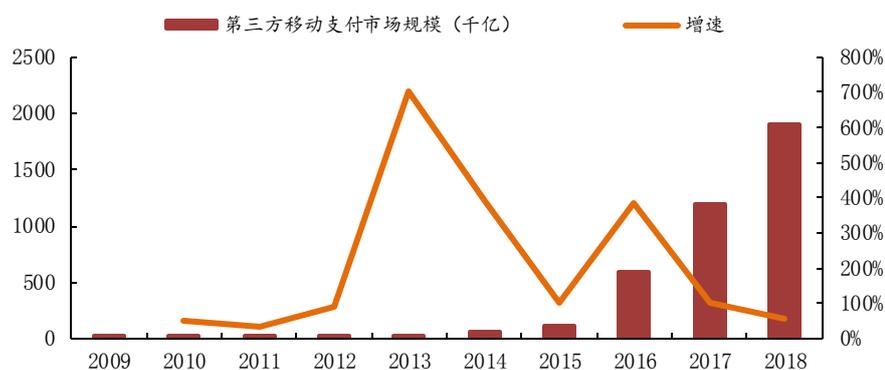


数据来源：Wind，财通证券研究所

移动支付 3G 起步，4G 时期爆发。阿里支付宝、腾讯财付通、手机网银等全面出现。移动支付方便快捷，用户无需携带现金，省去了很多麻烦也避免了现金遗失的风险，但此时 3G 普及率仍有限，商家还未全面转变收款方式，移动支付规模

尚小。4G 发牌的 2013 年移动支付市场规模开始迅速增长，此后增速一直较高，移动支付迅速普及，支付宝和微信支付成为领域两大巨头。在两家企业的大力推广下，上至大型商场，下至街头小摊，大多数用户都拥有了自己的收款二维码，移动支付成为日常生活中的主要支付方式。2018 年第三方移动支付市场规模已达到 200 万亿。

图 19：第三方移动支付市场规模



数据来源：Wind，财通证券研究所

3.2.3 从培育新产业链角度，3G、4G 培育并发展了电信增值服务市场

3G 到 4G，培育出来全新的产业链——移动通信增值服务市场。电信增值业务是在基础电信网络之上，通过增加设备或软件所提供的电信附加业务，是在基础电信业务之上衍生出的高附加值电信业务。此业务是拉动整个电信市场消费的重要手段，产生了良好的经济效益。拉动整个电信市场消费的重要手段，产生了良好的经济效益。

增值服务提供主体分为两大块，CP 和 SP。CP 是内容提供商，指依法或依约定拥有版权和/或邻接权以及与版权作品有关的其他权利的，以及依法或依约定有权代表版权人和/或邻接权人进行许可授权、收取版权使用费用的公司实体或机构。中国移动咪咕音乐、168 短信平台都由相应 CP 提供内容。

SP 指移动互联网服务内容应用服务的直接提供者，负责根据用户的要求开发和提供适合手机用户使用的服务。典型的 SP 如腾讯、网易。

图 20：CP 服务咪咕音乐



数据来源：咪咕音乐官网，财通证券研究所

图 21：SP 服务 QQ 会员



数据来源：QQ 官网，财通证券研究所

3G 到 4G 时期，中国手机用户数保持稳定增长，移动增值业务有着良好的市场空间。同时，网络的逐步升级，也使移动增值业务可以和移动互联网相结合，更加贴近用户需求。如音乐类软件会员、视频付费观看、云盘付费服务等。

4、3G 有特殊的发展背景，不能视其为过渡产品

4.1 三大运营商三种 3G 制式，中移动肩负培育国产标准的使命

2009 年是我国的 3G 元年，我国正式进入第三代移动通信时代。相比于欧美国家在 2000 年初就开始了 3G 的试验，我国的进入时间节点比较晚，是追随者的姿态。2009 年初，为了既借鉴学习国际领先的 3G 技术，又推进发展我国自己的 3G 制式，工信部为三大运营商颁发了三张不同牌照：（1）中国联通采用欧洲较为成熟的 WCDMA 制式，该网络速度快，稳定，最为先进；（2）中国电信采用了基于美国 CDMA 制式升级的 CDMA2000 制式，虽然性能上略逊色于 WCDMA，但产业链也已经相当完善；

（3）中国移动则担负起重任，采用了自主知识产权的 TD-CDMA 制式，该技术当时还不够成熟，相比前两种制式有所落后，也没有配套的产业链。

TD-SCDMA 是中国首创的通信标准，虽然运营商大力推动，但本身技术上不够先进。TD-SCDMA 的原标准研究方为西门子，但西门子是欧洲企业，必须支持欧洲的 WCDMA，因此西门子将其核心专利卖给了大唐电信，进而成为中国可以发展 3G 的技术基础。经过进一步研究发展后的 TD-SCDMA 将智能天线、同步 CDMA 和软件无线电（SDR）等技术融于一体。TD-SCDMA 一大特点是采用时分双工，数据上行和下行在同一频谱，占用频谱少，但是这种制式本身也决定了其速率不如频分双工的 WCDMA，加上技术的不成熟，该网络还存在覆盖范围小，信号不稳定、无终端等许多问题。中国移动受命组建 TD-SCDMA 网络，担负起了为中国开创自己通信制式的历史使命。3G 时代，电信和联通因为使用了欧洲和美国成熟的制式，发展较移动更为成功。

图22：三大运营商采用不同的3G网络制式



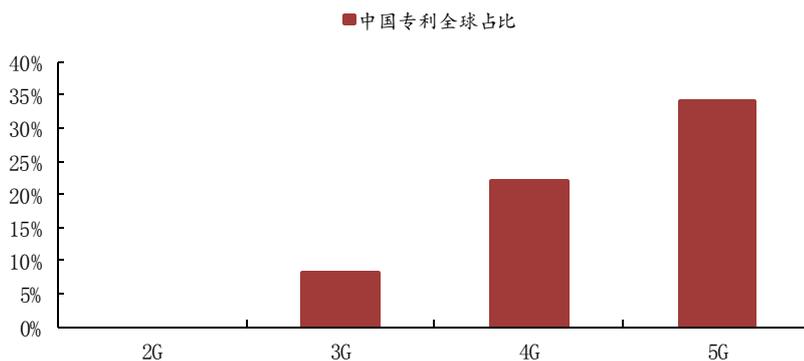
数据来源：财通证券研究所

3G时代自主技术的培育积累了经验，为下一代4G技术的话语权打下了基础。2013年12月工信部向三大运营商发布TD-LTE牌照，2015年02月向联通和电信发布FDD-LTE牌照。3G时代受制式掣肘的中国移动，在4G大力投入，全面提前布局，在TD-SCDMA网络的基础上，大力发展自主知识产权的TD-LTE

(TimeDivisionLongTermEvolution)，这一代制式已几乎和国际通用的FDD-LTE (FrequencyDivisionLongTermEvolution)并驾齐驱，同时等待FDD牌照的联通、电信给中国移动留下了一年多的空窗期，使得中国移动在4G时代又重新占据了巨大优势。

从技术演进上看，TD-SCDMA让我们的技术取得了进步，核心专利不断地积累，给4G和5G时代中国获得话语权打下基础，使我国实现4G并跑，5G引领。

图23：各代通信标准中国核心专利占全球比



数据来源：IPlytics，财通证券研究所

4.2 3G 智能手机兴起，移动互联网大幕拉开

3G提升打开移动互联网世界，推动手机行业改朝换代。3G时代网络速度约为1-6Mbps，折合下载速度为125K/s-750K/s，比起2G提升了几十倍。

表1：3G与2G传输速率比较

技术标准		数据传输速率
2G	GPRS	几十 kb/s
	CDMA1X	
3G	WCDMA	125K/s-750K/s
	CDMA2000	
	TD-SCDMA	

数据来源：财通证券研究所

3G建设带动了智能手机的迅速发展。网速的大幅提升带来了手机生态的大幅变化，出现了彩铃、彩信等新功能，更可以接入互联网，智能手机横空出世，第三方应用开始出现。手机拥有了很多以前无法想象的功能，不再仅仅是通讯工具，而是变成了移动互联网终端。移动设备厂商开始大洗牌，死守塞班系统的诺基亚短短几年就从巅峰跌落，Andriod和IOS两大平台确立，手机屏幕从2-3寸扩展到3.5-6寸，苹果、三星、国内“中华酷联”等厂商崛起。

图24：2G小屏手机



数据来源：百度百科，财通证券研究所

图25：3G智能手机

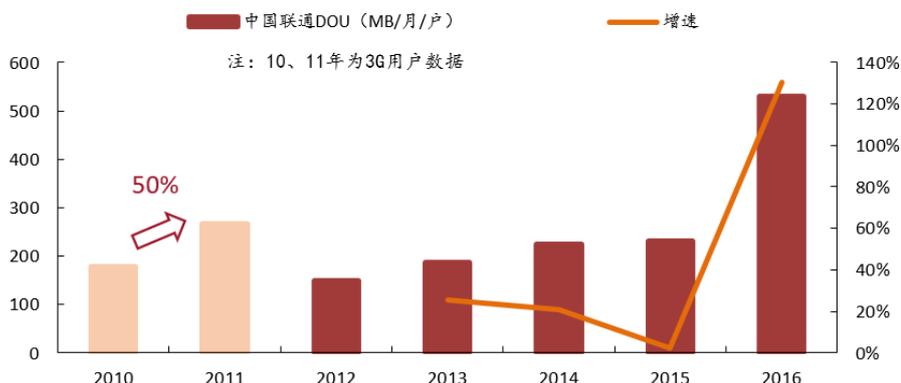


数据来源：苹果官网，财通证券研究所

2012年我国3G手机出货量超过2G手机出货量，并在2013年达到峰值，当年出货量为4.07亿部。直到4G推出，3G手机逐渐退出智能手机市场。

3G时代移动互联开始起步，带动DOU迅速上升。人均月均流量开始从2G时期的几十MB迈入几百MB，移动设备开始占用人们生活中更多时间。以中国联通为例，3G开通后，联通用户DOU迅速增长。2010和2011年的公司年报公布了3G用户的DOU，从178M/月提升到267M/月，同比增长50%。

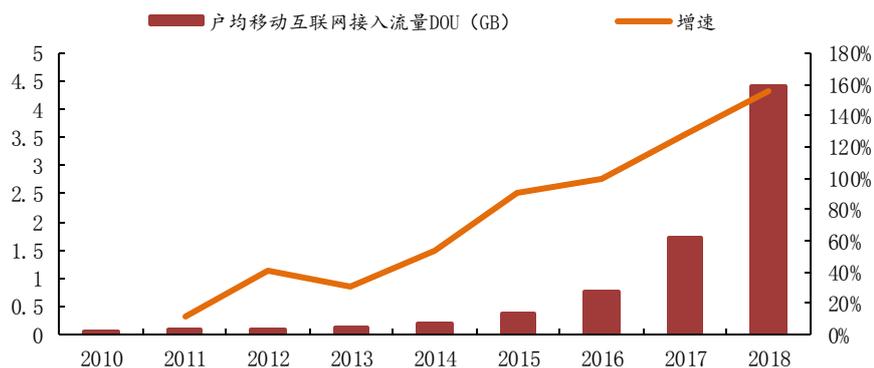
图26：中国联通DOU及增速



数据来源：中国联通公司年报，财通证券研究所

从全国范围看，全国户均移动互联网DOU一直保持增势，3G时增速加快后回落，4G时代增速进一步加大。

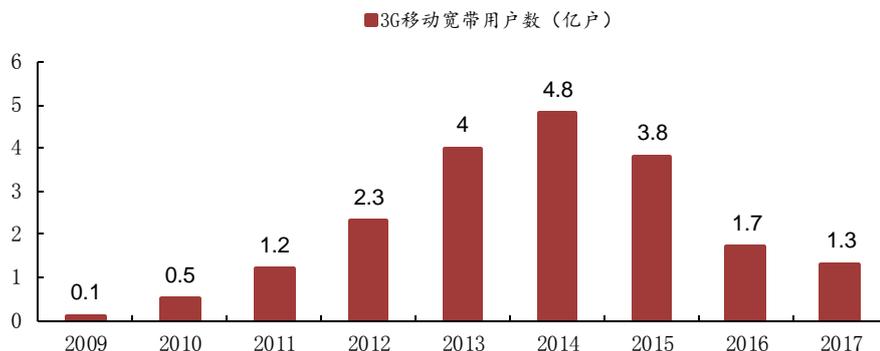
图27：户均移动互联网接入流量DOU



数据来源：工信部，财通证券研究所

全国3G移动宽带用户3G时代大幅增长，2014年最高达到近5亿人，渗透率到达38%。直到4G网络建成后，3G用户数开始逐渐下降。

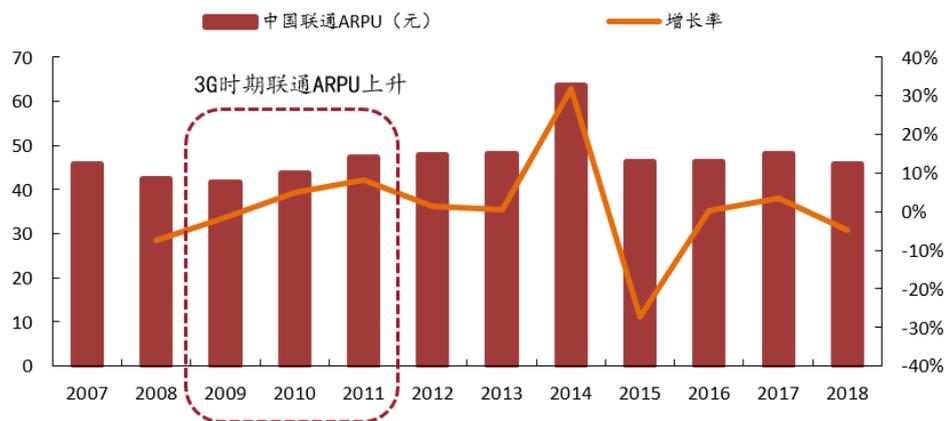
图28：全国3G移动宽带用户数



数据来源：工信部，财通证券研究所

可以看出，即使是在移动资费逐渐降低的情况下，3G的推出仍然带动了中国联通ARPU值的回升。

图29：中国联通ARPU及增速

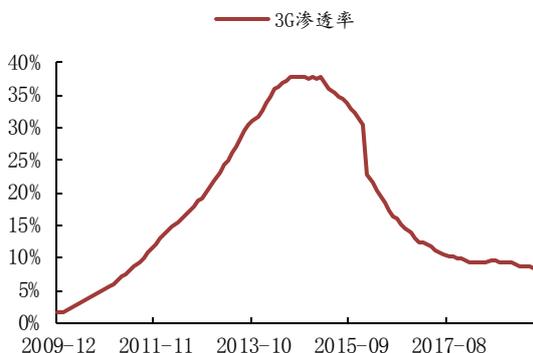


数据来源：Wind，财通证券研究所

值得一提的是，移动占据了超过一半的市场用户，但TD-SCDMA技术的落后（网速不如联通、电信）和建设、推广的不足（移动3G广告少，3G建设晚、3G基站覆盖不足），产业链不成熟（许多手机都不支持TD-SCDMA制式），不少移动用户甚至从没接触过移动3G，在4G时代才直接从2G换到了4G，上述原因导致很多人对3G时代的变化感受不明显。

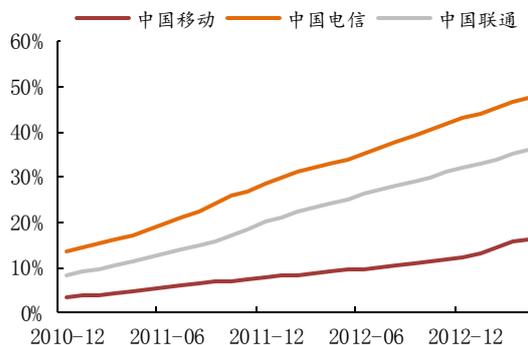
从数据上看，自2009年起，我国3G渗透率不断提升，到2014年最高接近40%，而后逐渐下降。相较之下中国移动的3G渗透率明显低于平均水平，即使最高时也不超过20%，大大低于联通和电信，也正是在这一时期，联通和电信的移动宽带业务得到了迅速的发展，打破了中国移动一家独大的局面。

图30：我国3G渗透率



数据来源：工信部，财通证券研究所

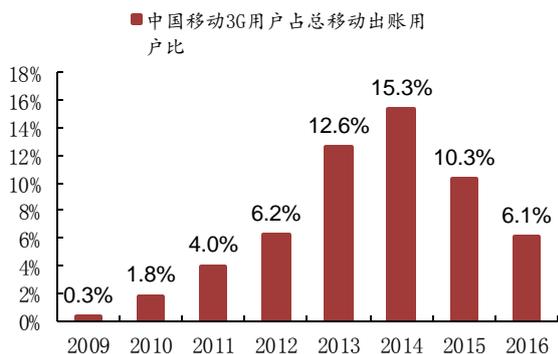
图31：三大运营商3G渗透率



数据来源：Wind，财通证券研究所

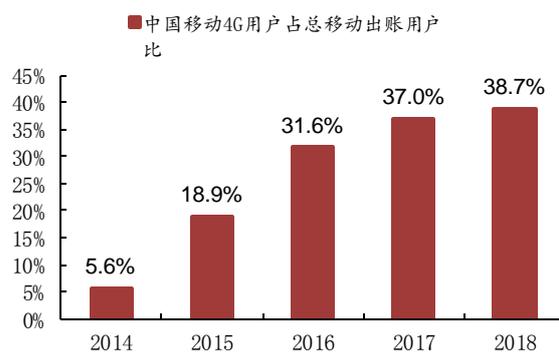
中国移动的3G用户占比提升很慢，且一直不高，和4G时代4G用户发展情况差别很大。中国移动3G用户占比用了5年时间，到达15%的水平，在4G时期，用3年时间4G用户占比就达到了32%。

图32：中国移动3G用户占比



数据来源：Wind，财通证券研究所

图33：中国移动4G用户占比



数据来源：Wind，财通证券研究所

4.3 2G、3G 退网已成行业大势，4G、5G 接过通信重任

近来不断有中移动率先开始启动3G退网的新闻传出，市场上有些观点认为这是3G网络过渡性的表现，事实上放眼全球通信市场，2G、3G网络退网早已经不是新鲜事。2008年，日本的2G就已经开始退网，在这以后韩国、加拿大、澳大利亚等许多国家的运营商都进行了2G退网。

表 2：2G、3G退网国家

2G 已退或正退网	3G 正退或计划退网
美国	德国
日本	印度
韩国	西班牙
加拿大	英国
澳大利亚	印度
...	...

数据来源：财通证券研究所

我们认为，运营商们不断退网的原因主要有以下几点：首先，4G网络覆盖完善，传输速度非2G、3G能比，能够满足用户随时随地高速通信、上网的需求；其次，退出使用人数越来越少的旧网络，也将大大降低运营商的维护成本，提高网络设备适用效率；除此以外，退网进行频谱重耕可以让运营商拥有更为充足的频谱资源支持新一代网络的发展。5G牌照已经正式发布，运营商对于频谱需求十分迫切，将2G、3G退网来换取频谱资源成为了运营商的重要工作。因此TD-SCDMA等早期网络已完成历史使命，退网只是时间问题

那么为什么移动首先退3G网络而不是2G网络呢？在4G时代，4G网络早期只能承载数据传输，在进行语音通话的时候，移动和电信会自动切换到2G网络，联通则是切换到3G网络。VoLTE商用后，2G网络重要性逐步下降，但在4G网络覆盖不到的角落或是偏远的地方还是需要2G支持，移动的2G网络投入大，覆盖完善，可以说是全球最好的2G网络，它还承载着大量的物联网业务，2G网络的退出是一种必然趋势，但在中国还需要较长时间。相较之下移动3G网络覆盖不如2G，在4G以及即将到来的5G面前TD-SCDMA确实已经不具备继续使用的价值。

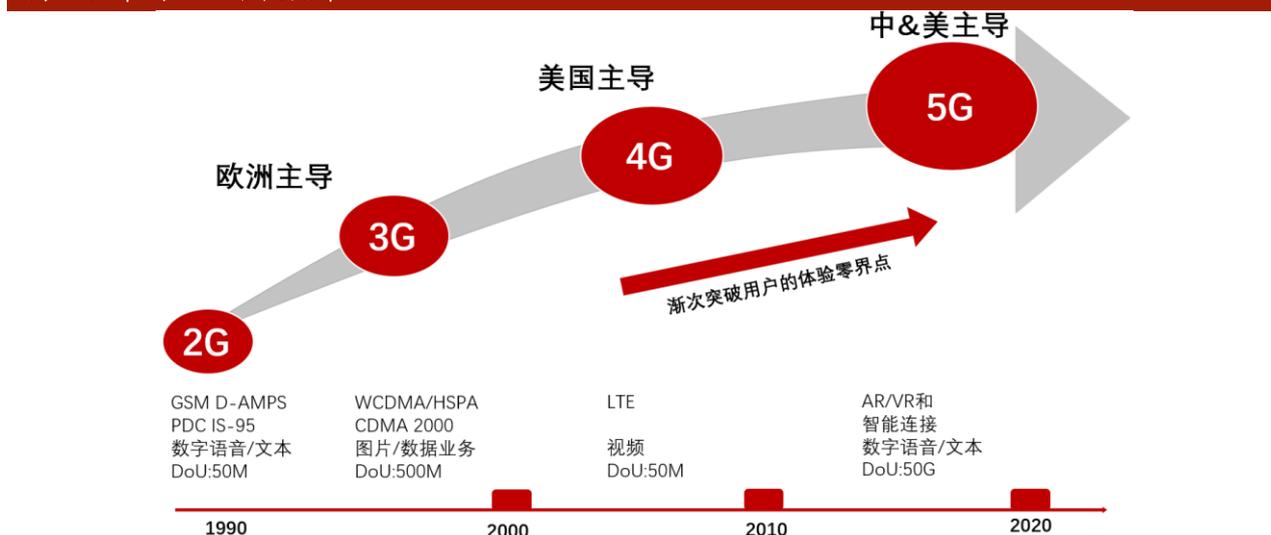
5、5G 不是压单压双，是一场拥有质变的飞跃，有更持久的发展时长

5G 是新一代革命性技术。5G 从移动互联网扩展到移动物联网领域，服务对象从人与人通信拓展到人与物、物与物通信，将与经济社会各领域深度融合，引发生产生活方式的深刻变革。

5.1 质变一：中国从追赶到超越，有更大意愿，会更持久发展 5G

中国经历了1G、2G时期完全依赖国外技术，通信行业“七国八制”的状态，到3G、4G追赶，逐步有了自己的通信制式和技术积累，但建网时间仍然明显落后于发的国家，到5G阶段终于与世界领先水平看齐，无论是技术标准的话语权，还是产业链的成熟度，都超越了以往任何一代。

图34：中国5G话语权提升



数据来源：财通证券研究所

中国有更大的意愿发展5G。我国高度重视5G发展，将5G作为优先发展的战略领域。早在2013年，工业和信息化部、国家发展和改革委员会、科技部支持产业界成立了IMT-2020（5G）推进组，组织移动通信领域产学研用单位共同开展技术创新、标准研制、产业链培育及国际合作。

（1）在标准制定方面，我国企业全面参与5G国际标准制定，加强5G国际合作，推动形成全球统一5G标准。我国提出的5G愿景、概念、需求等获得了国际标准化组织的高度认可，新型网络架构、极化码、大规模天线等多项关键技术被国际标准组织采纳。截至2019年5月，全球共有28家企业声明了5G标准必要专利，我国企业声明专利数量占比超过30%，位居全球首位，5G国际标准话语权大幅提升。

（2）在产品研发方面，我国率先启动5G技术研发试验，组织华为、中兴、诺基亚、爱立信、高通等国内外企业构建了全球最完整的室内外一体化公共测试环境，分阶段有序推进相关测试工作，加快5G关键技术研究 and 系统、芯片研发进程。目前，华为、中兴等企业的中频段系统设备全球领先；海思率先发布全球首款5G基站核心芯片和多模终端芯片；华为、小米、OPPO等终端企业已经推出商用手机。

（3）在频率资源方面，我国主推的3.5GHz中频率已经成为全球产业界公认的5G商用主要频率。2018年12月，工业和信息化部发放了5G系统中低频段试验频率使用许可，每家基础电信企业获得100MHz以上连续试验频率，保障了5G商业应用必需的频率资源。

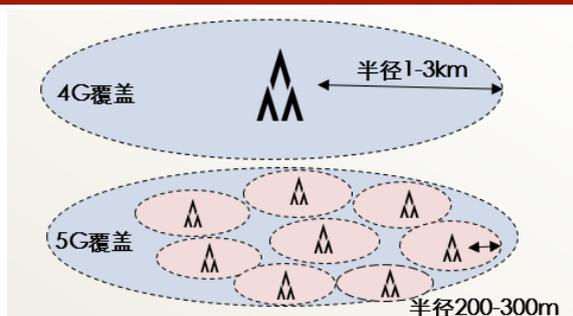
（4）在融合应用方面，积极推动5G在工业互联网、车联网、超高清视频、智慧城市等领域应用，加快推动5G应用产业发展。连续两年举办5G应用征集大赛，发挥行业需求引领和企业创新主体作用，孵化一批5G特色应用助力5G商用发展。5G建设大幕拉开，2019年是5G建设元年，运营商资本开支回升。从三大运营商公布

的年报来看，中国联通预计2019资本开支年将达580亿元，其中包括5G投资60-80亿元。中国电信预计2019年资本开支为780亿，其中约有90亿元会用于5G网络建设。中国移动表示2019年含5G的总投资将不超去年(1661亿元)，不含5G的资本开支约在1499亿元。总体来看，三大运营商2019年投资将增长约6%，其中5G投资占比约11%。我们预计，5G建设将加速，三大运营商有望在下半年追加5G资本开支。

5.2 质变二：技术融合，产业链重组所需时间较长

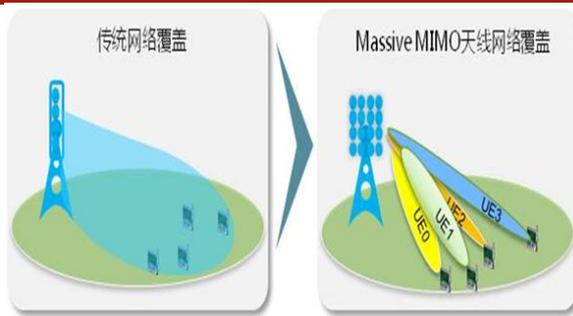
5G信号频率相比于前几代通信技术大幅提高，毫米波、波束成形、Massive MIMO等技术相互融合。大多数移动通信都在这些3GHz以下频段中进行，而5G可以利用2.5GHz至6GHz之间的中低频段以及24GHz以上的高频段，这种高频波也被称为毫米波。更高的频率提高了使得传输速度大幅提高，5G终端能够使用6GHz以下的频率来提供无处不在的信号覆盖，并利用24GHz以上的频率来提高网络速度和容量。但频率越高，波长越短，传播范围和距离越小，为了解决这个问题，又进一步发展了波束成形和 Massive MIMO。通常天线发射信号是全范围发射，单一方向上的信号会比较弱，波束成形，源于自适应天线的一个概念，接收端的信号处理，可以通过对多天线阵元接收到的各路信号进行加权合成，将无线电能量集中起来，信号聚焦在特定方向，以增加传播距离。采用波束成形技术，前提是必须采用多天线系统，随着频率提高，波长变短，天线也逐渐变小，Massive MIMO（大规模多天线技术）能够在—个基站中使用数十个天线。5G需要大量的小基站覆盖，采用 Massive MIMO 技术意味能够支持更高的数据传输速率、覆盖范围和容量。

图 35：5G 和 4G 基站覆盖范围示意图



数据来源：财通证券研究所

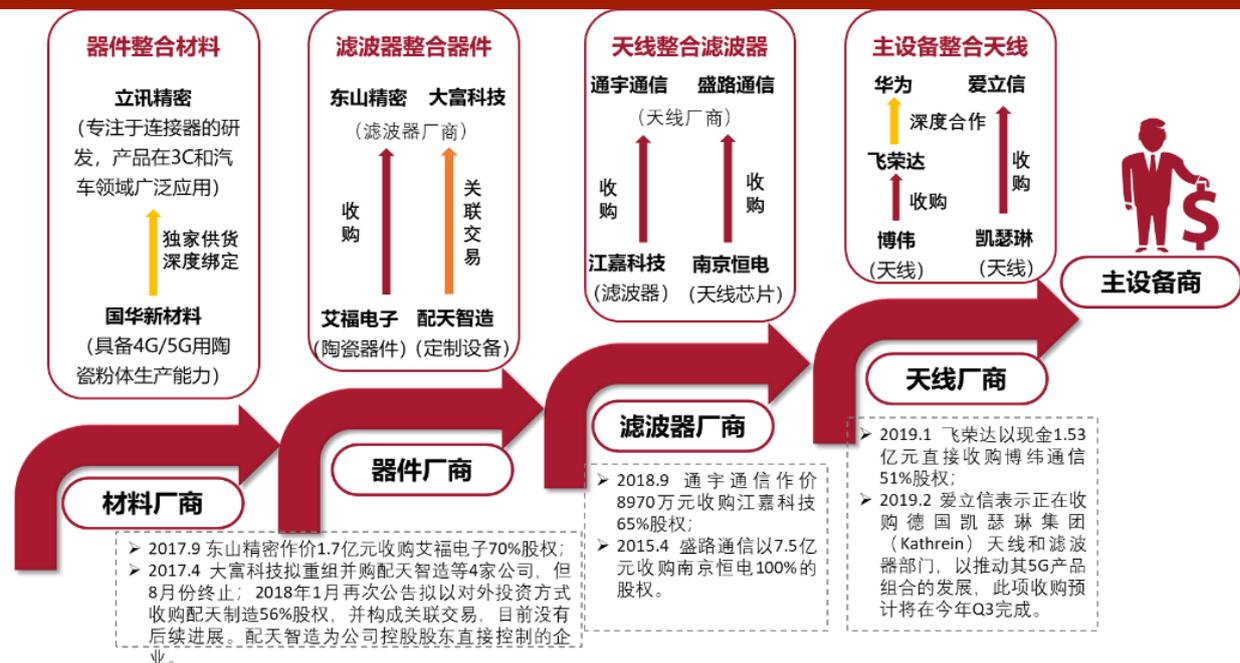
图 36：传统覆盖和 massiveMIMO 覆盖对比



数据来源：天线系统产业联盟，财通证券研究所

产业链逐级整合趋势明显。在5G新型Massive MIMO技术、切片化场景、软件化网络、波束赋型等技术的发展下，设备融合度日益提升，细分的产业链出现了逐级整合和向主设备商靠拢的趋势。主设备商整合天线厂商、天线厂商整合滤波器厂商、滤波器厂商整合材料厂商。但整合仍然需要循序渐进，是一个较长的过程。

图37：通信产业逐级整合趋势明显



数据来源：财通证券研究所

5.3 质变三：应用从人到物，渗透周期更长

5G 应用从人到物，三大应用场景更多用于满足万物互联需求。得益于技术的变革和进步，5G 网络无论是网络传输速度，时延，还是终端和流量密度，相比 4G 都取得了巨大的提升。

表3：4G、5G关键性能指标比较

关键性能指标	4G	5G
用户峰值速率	1Gbps	10Gbps-20Gbps
用户感知速率	10Mbps	0.1-1Gbps
时延	10ms 以上	1ms
连接数密度	10 万/km ²	100 万/km ²
流量密度	0.1Tbps/km ²	数十 Tbps/km ²
移动性	350km/h	500km/h 以上

数据来源：财通证券研究所

因速率、时延、连接数这三个方面的巨大进步，ITU（国际电信联盟）定义了5G 带来的三大应用场景：增强移动宽带（eMBB）、超高可靠低时延通信（uRLLC）和海量机器通信（mMTC），其中只有eMBB是解决人与人通信问题的，而uRLLC和mMTC都是为了满足人与物、物与物之间的通信需求。

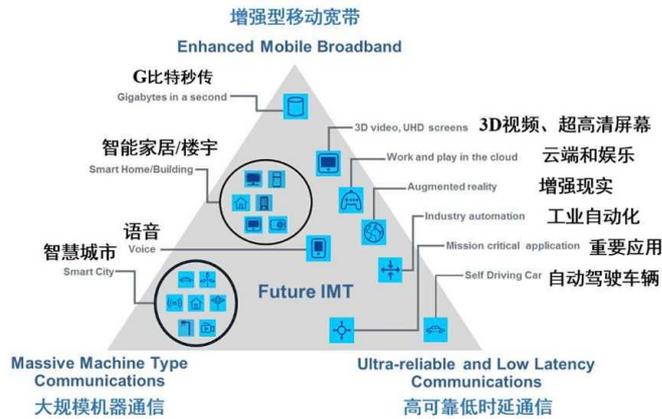
增强移动宽带（eMBB）：大幅改善了移动连接速率，峰值速率（从1Gbps提升到

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。主要应用场景有智能手机、VR/AR、4K/8K超高清视频等。可以想象, 在这样的传输速率下, 数据放在终端还是云端已经几乎没有区别, 这也将极大地促进云计算和大数据的发展。

超高可靠低时延通信 (uRLLC): 主要应用在对网络的时延和可靠性有着极高的要求的场景, 如工业应用和控制、交通安全和控制、远程制造、远程培训、远程医疗等。如恶劣条件下使用机器人进行高精度操作, 远程条件下实时合作手术。在5G的技术标准下, 用户层面的时延要控制在1ms之内, 这样才能满足这些特殊场景作业的需求。这一特点最典型的应用可能就是车联网和自动驾驶, 在这一场景下, 车辆上的传感器收集到信息, 经过边缘计算初步处理后将数据上传至云端, 经云计算后反馈到车载终端, 车辆做出反应, 这整个过程所花时间可能只有几毫秒, 比人脑的反映还要迅速。在不远的将来, 自动驾驶成熟可靠后或将大大降低车祸发生的概率。

海量机器类通信 (mMTC): eMTC则是基于LTE演进的物联网接入技术, 将在6GHz以下的频段发展, 主要针对传输速率较低、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。连接密度每平方公里超过100万, 电池寿命超过10年。应用场景如智慧抄表、智慧农业、智慧物流等。如路灯、水表、垃圾桶接入该物联网, 管理者可以精确地知道每个基础设施的状态, 坏了的路灯、漏了的管道都能被精准及时地发现, 这将大大提高城市运行效率, 方便人们的日常生活。

图38: ITU定义的5G三大应用场景



数据来源: ITU, 财通证券研究所

全球5G应用处于起步阶段, 各方正在积极探索各类5G应用。根据中国信息通信研究院监测, 全球75个国家的运营商在5G试验中进行了107项应用测试, 其中应用场景与AR/VR相关的最多, 测试较多的其他三类应用是固定无线接入、高清视频传输及物联网相关应用。

图39：VR设备



数据来源：影创科技官网，财通证券研究所

图40：百度无人车



数据来源：百度官网，财通证券研究所

在5G商业应用方面，2018年底美国电信运营商Verizon和AT&T推出5G商用服务，其业务是5G家庭宽带服务和移动热点业务，终端为5G客户端设备和家用路由器。韩国5G商用业务重点放在企业客户，KT商用面向的第一个企业客户是汽车零部件制造商，LGU+与机械公司合作开发5G远程控制挖掘机，SKTelecom宣布将在首尔建设一个由其5G网络提供支持的交通系统。日本运营商重点研究车联网编队行驶、远程医疗、智能工厂、应急救援等应用。中国积极推动5G在工业互联网、车联网、智慧城市等领域应用，加快推动5G应用产业发展。

以大带宽和低时延为特点的超高清视频类业务被认为是5G时代的先期落地应用。5G与视频的融合可渗透到采集、制作及应用的各个环节。例如，5G为4K/8K和VR的节目直播提供创新应用，2019年央视春晚第一次使用5G实现了分会场的信号回传；5G与VR的融合可支持在自然风光、历史名胜及革命老区等旅游景区中开展360度全景拍摄及直播，为景区预览、红色教育、旅游社交提供沉浸式体验。

5G为车联网提供了低时延、高可靠、大带宽的无线通信保障，借助于“人-车-路-云”的全方位连接和信息交互，车联网不仅可以为用户提供娱乐导航、共享出行等信息服务，还能支持驾驶安全、以及未来的自动驾驶服务。

基于市场需求和技术成熟度，当前主要实现驾驶安全和交通效率类应用。例如，车辆与车辆之间，通过广播车辆位置、运动状态等信息，可以实现十字路口碰撞预警、紧急刹车预警等主动安全应用；经过联网改造的红绿灯等路侧基础设施，可以实现红绿灯诱导通行、车速引导等交通效率提升应用等。

图 41：5G 应用模式创新



数据来源：财通证券研究所

物联网、工业互联网因为需要依托社会基础设施的信息化水平的提高，商业实现中需要改变产业链的各个环节，所以难度更大，周期更长，也就意味着5G的发展和存续时间将要远远超过4G的时间。

6、6G 当前可见的技术并不优于 5G

6G 网络将由卫星通信连接全世界。通过将卫星通信整合到 6G 移动通信，实现全球无缝覆盖，网络信号能够抵达任何一个偏远的角落。

6.1 全球卫星覆盖成本并不低于地面

6.1.1 卫星数量多，建设和管理花费大，

为了实现全球无缝覆盖，6G 时代卫星数量将十分庞大。2015 年 1 月，SpaceX 提出“星链 (Starlink)”计划，旨在建立覆盖全球的卫星互联网系统。“星链”最突出的特点就是规模大。根据美国联邦通讯委员会在今年 4 月 26 日批准的方案，该计划将在高度为 550 公里和 340 公里的轨道面上分别布局 4409 颗和 7518 颗卫星，总数达 11927 颗。考虑到当前全球在轨工作的全部卫星不到 2000 颗，这一数字可以说是十分巨大。

即使采用一箭多星的发射技术，也需要许多年多次发射才能完成组网计划。2019 年 5 月 24 日，“猎鹰 9”运载火箭完成“一箭 60 星”发射，但即使是如此高的发射效率，也要发射约 200 次才能完成整个“星链”计划。按照每年 20-30 次的高频发射来看，整个组网过程约需要 10 年。

卫星组网计划花费很高，地面测控和运营管理难度更大。由于卫星数量巨大，且需要频繁发射，卫星发射和整体网络建设花费不菲。除此以外，成千上万颗卫星需要地面分别测控、精准调度，运营管理难度较高。据估算，SpaceX 整个建网花费将超过 100 亿美元。除了自身拥有强大航天技术的 SpaceX 外，亚马逊、软

银、波音等公司也都逐步推动自建全球卫星通信网络，国内也有“鸿雁”星座计划、“虹云工程”等规划。亚马逊的提案为建立一个由 3236 颗卫星组成的网络。建造、发射和运行这些卫星需要的资金可能为数十亿美元。

图 42：“鸿雁”星座示意图



数据来源：百度百科，财通证券研究所

图 43：SpaceX “一箭 60 星”



数据来源：twitter，财通证券研究所

6.1.2 低轨道卫星维护成本高

低轨道卫星在轨时间较短，网络维护成本高。低轨道卫星的寿命主要取决于携带的燃料。虽然低轨道的空气稀薄，但仍会使高速飞行的卫星受摩擦而减速，速度下降后，向心力同时变小，向心力和重力形成的平衡就会被打破，轨道就会随之下降。为了重回轨道，就需要消耗燃料，启动发动机加速。由于携带燃料的增加会增加火箭发射质量负担，因此卫星携带的燃料有限，燃料用尽后就会坠入大气烧毁。为了保持网络稳定，需要发射新的卫星填补空缺。

6.2 低时延等技术性能并不优于 5G

相比地球同步轨道卫星高达 500ms 左右的时延，高度大大降低的低轨道卫星传输时延大幅缩短，一般为 50 ms 以内，与地面光纤网络相差不大，可以支持在线游戏或视频聊天等应用，但相比 5G 网络 10ms 以下的低延时并没有任何优势。

6.3 全球型人员漫游并不会成为主流需求，工业互联网与物联无法解决

全球漫游通信并不是未来的主流需求。卫星全球组网能解决的最大问题就是全球漫游通信，也就是说卫星组网全部完成，无论身处地球哪个角落，都可以通过天上的卫星连接到其他地方，与他人通信。但是绝大部分人类活动密集的地方都已经有了地面基站网络覆盖，偏远地区的通信需求只是少数，不会成为主流需求。

由卫星通信连接全世界，对于工业互联网和物联网意义不大。工业互联网、物联网是未来社会十分重要的组成部分。工业互联网大大提高了生产效率、生产质量和生产安全。机器替代可以大量解放人类的双手，机器生产控制可减少人们在危险环境下的暴露，高精度低延时机器操作可大大提高生产质量。物联网技术不断

改变我们的日常工作和生活方式,使我们的生活更加经济、便捷、舒适和智能化。物联网应用覆盖广泛,包括可穿戴设备、汽车、住宅、工业、乃至城市等众多领域。这些应用需要的是高可靠,低延时的网络,不需要卫星组网来解决,卫星通信也无法解决。

7、5G 质变,有不同的投资逻辑

总体来讲,梳理 12345G 的发展历程,5G 不是“单数双数”的迷信,是新一代革命性技术。我们的分析可以总结为 5G 的长中短逻辑供投资者参考。长逻辑是:5G 是中国标准、中国专利和中国企业第一次站在产业链的核心,对未来技术演进和全球产业链整合有更大的话语权,虽然面临美国的打压,但是华为的合同数量,技术认可度、技术领先性在全球持续增长,失掉 5G 发展机会的国家将会是“失败的”国家(美国也不例外),以华为和中兴为主体的中国通信集团不会垮掉而将持续成长和持续受益;中逻辑是:5G 因为技术整合度高、产业链改变大、应用场景丰富的特点,注定有更长的发展周期和更多样的价值体现,运营商持续投入的资金“拉动”作用和华为反哺产业链的技术“推动”作用,将共同促进产业链的长周期繁荣;短逻辑是:因为美国刻意的打压和华为的主动输出专利、技术、人员支持,零配件厂商自主技术比例、自主技术的领先程度、自主技术的良率等将会大幅度提升,实现技术突破、掌握核心技术、财务表现靓丽的产业链公司值得持续投资。所以,5G 更适合投资者的持续关注和长期投资。

5G 技术标准实现全球大一统,主设备融合,产业链逐级整合趋势明显。2019 年做为 4G 重耕和 5G 建设共振,资本开支底部反转,行业整体开始进入景气周期。当前重点推荐竞争格局稳定,规模最大,明确受益 5G 建设的主设备商:中兴通讯,和基站端:中国铁塔;4G 与 5G 建设同时受益,确定性较高的天线、滤波器厂商:大富科技、通宇通讯、盛路通信;光模块自主可控取得突破:光迅科技、华工科技;受贸易战影响较小的物联网和大数据板块:高新兴、日海智能、广和通、天源迪科、东方国信、梦网集团等。

8、风险提示

- (1) 5G 建设进度不达预期;
- (2) 贸易战加剧,影响全球通信产业链分工。

信息披露

分析师承诺

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，并注册为证券分析师，具备专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解。本报告清晰地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响，作者也不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

资质声明

财通证券股份有限公司具备中国证券监督管理委员会许可的证券投资咨询业务资格。

公司评级

买入：我们预计未来 6 个月内，个股相对大盘涨幅在 15%以上；
增持：我们预计未来 6 个月内，个股相对大盘涨幅介于 5%与 15%之间；
中性：我们预计未来 6 个月内，个股相对大盘涨幅介于-5%与 5%之间；
减持：我们预计未来 6 个月内，个股相对大盘涨幅介于-5%与-15%之间；
卖出：我们预计未来 6 个月内，个股相对大盘涨幅低于-15%。

行业评级

增持：我们预计未来 6 个月内，行业整体回报高于市场整体水平 5%以上；
中性：我们预计未来 6 个月内，行业整体回报介于市场整体水平-5%与 5%之间；
减持：我们预计未来 6 个月内，行业整体回报低于市场整体水平-5%以下。

免责声明

本报告仅供财通证券股份有限公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司不保证该等信息的准确性、完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的邀请或向他人作出邀请。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

本公司通过信息隔离墙对可能存在利益冲突的业务部门或关联机构之间的信息流动进行控制。因此，客户应注意，在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的情况下，本公司的员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告仅作为客户作出投资决策和公司投资顾问为客户提供投资建议的参考。客户应当独立作出投资决策，而基于本报告作出任何投资决定或就本报告要求任何解释前应咨询所在证券机构投资顾问和服务人员的意见；

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。