

网络建设起航，5G 赋能行业新机遇

研究要点

- 2019 年是 5G 重心主要在技术迭代和基建布局上,正式商用将在 2020 年开始。5G 编码标准由中国和美国主导,华为主推的 PolarCode 方案成为 5G 控制信道 eMBB 场景编码方案,我国首次实现通信底层标准的突破。
- 要实现 5G 真正的商用,需要理清三个主要问题。国际标准体系的定制、网络部署的方案、频谱划分。预计完整的 5G 标准将在 2020 年 3 月落地;网络部署场景分为独立组网和非独立组网,两者在性能和成本上各有优劣势;频谱属于稀缺资源,三大运营商获得 5G 牌照,其中移动获得 2.6GHz 与 4.9GHz 频段,中国联通和中国电信则分食最重要的 3.5GHz。
- 预计到 2035 年 5G 产业在全球将创造出 3.5 万亿美元经济产出,同时创造 2200 万个工作岗位。而根据中国信通院的预测,到 2030 年 5G 对中国经济的贡献将达到 16.9 万亿元。
- 预测 5G 行业的投资规模将超过 1.29 万亿元,同比 4G 增长超过 60%。最先受益的将是基站天线和射频模块;最大受益环节是通信网络设备(SDN/NFV/解决方案);而最长远受益的是系统集成与行业解决方案等。
- 5G 的主要应用场景,包括增强移动宽带、海量物联网、超可靠低时延关键业务性服务,三大应用场景除了是对现有移动互联网的增强,还将诞生如车联网、远程医疗等更丰富的应用场景。所涉及到的核心技术包括大规模天线、边缘计算、SDN/NFV 等。
- 5G 商业化落地仍需一定时间周期,需要突破商业模式落地和系统设计、新编码、毫米波频率在终端和网络设计方面的重大技术突破。



基石基金投资部

姓名: 林汉华

电话: 010-60190398-833

电子邮件: lhh@bjjsfund.com.cn

基石基金

相关研究

1. 5G 在中国: 展望和地区比较
2. 招商证券——4G 改变生活, 5G 改变社会
3. HIS——5G 技术将如何影响全球经济
4. 中国信通院——5G 经济社会影响白皮书
5. 东北证券——5G 开启万物互联, 聚焦细分领域成长机会
6. 国信证券——5G 产业链梳理及投资机会
7. 5G 概念白皮书

基石基金

基石基金

目录

一、5G 概述	4
1.1 行业发展概述.....	4
1.2 国内相关法律法规支持.....	5
1.3 各国部署情况.....	6
1.4 三大运营商 5G 建设时间表.....	7
二、5G 发展的三大关键点	7
2.1 国际标准体系.....	7
2.2 网络部署.....	8
2.3 频谱布局情况.....	9
三、市场规模	10
3.1 全球市场规模.....	10
3.2 中国市场规模.....	12
四、产业链情况	13
4.1 产业链图谱.....	13
4.2 产业链投资.....	13
4.3 投资时序.....	15
五、应用场景及核心技术概述	15
5.1 增强移动宽带.....	16
5.2 海量物联网.....	17
5.3 关键业务性服务.....	17
5.4 核心技术概述.....	18
六、主要挑战	19

图表 6-1	1G-5G 各网络时代关键指标对比	4
图表 6-2	国际电信联盟 (ITU) 定义的 5G 标准	4
图表 6-3	国内支持 5G 发展的相关法律法规	5
图表 6-4	各国 5G 部署进度情况	6
图表 6-5	通信标准及调制编码技术	7
图表 6-6	三种主要编码技术对比	7
图表 6-7	三大运营商 5G 建设时间表	7
图表 6-8	5G 标准关键时间节点	8
图表 6-9	5G 标准定制时间表	8
图表 6-10	两种部署方式优劣势对比表	9
图表 6-11	5G 多层频谱表	9
图表 6-12	我国频谱分配现状	10
图表 6-13	2035 年全球 5G 价值链的产出和就业机会	11
图表 6-14	5G 对全球经济增长的年度净贡献值 (十亿美元)	11
图表 6-15	5G 时代运营商收入来源	11
图表 6-16	2020-2025 年 5G 用户数量预测 (百万人)	12
图表 6-17	5G 的直接和间接经济增加值贡献 (万亿元)	12
图表 6-18	5G 经济产出结构 (亿元)	13
图表 6-19	5G 产业链图谱	13
图表 6-20	三大运营商历年总投资 (单位: 亿元)	14
图表 6-21	5G 时代运营商网络设备支出预测 (单位: 亿元)	14
图表 6-22	5G 产业链各环节投资金额 (亿元)	15
图表 6-23	5G 产业链投资时序	15
图表 6-24	中国移动互联网人均月流量预测 (GB/月/人)	16
图表 6-25	全球移动互联网人均月流量及增速预测 (PB/月)	16
图表 6-26	全球消费性视频移动流量及增速预测 (PB/月)	16
图表 6-27	汽车联网方式分布情况 (百分比)	17
图表 6-28	无人车决策流程图	17
图表 6-29	VR/AR 发展趋势	18
图表 6-30	按场景划分的 5G 关键技术	18

基石基金

基石基金

基石基金

一、5G 概述

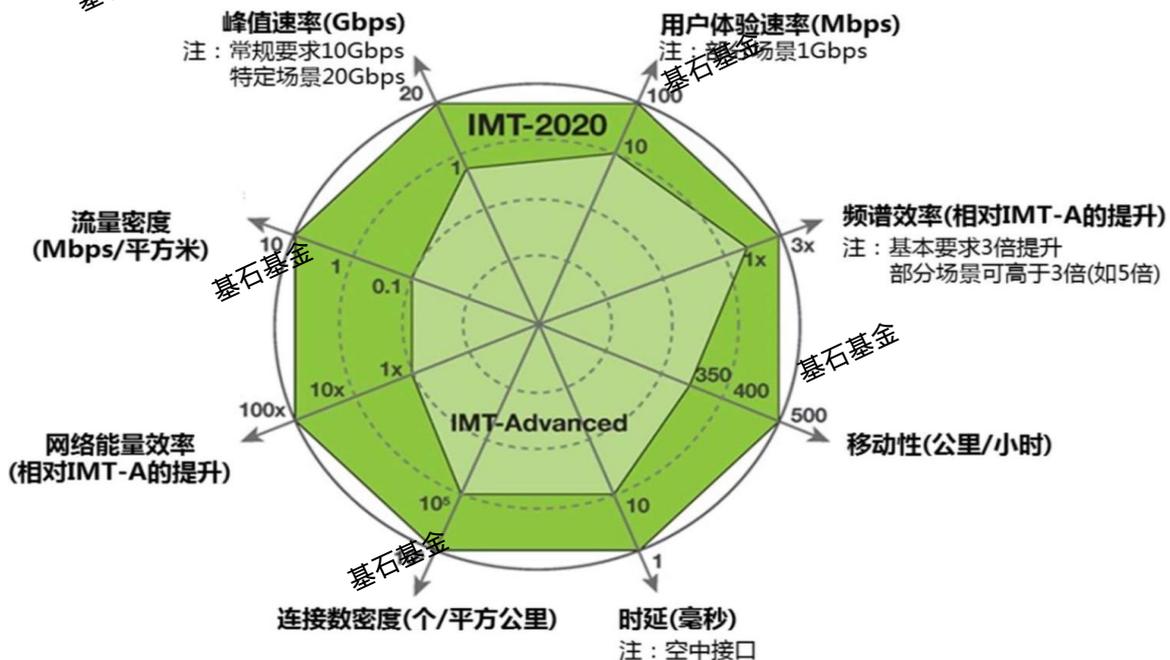
1.1 行业发展概述

移动通信诞生于 1980，至今已经发展了将近 40 年了，而预计在 2020 年全球将迎来 5G 时代，平均每十年通信行业将迎来一次迭代升级。过去每一次通信革命都给我们带来了巨大的改变。

网络	特征	速率	技术	关键特点	存在不足
1G	语音时代	2.4k	FDMA	移动性	频谱效率低、安全问题
2G	文本时代	64k	TDMA	安全、漫游、大规模应用	有限的数据传输速率、难以支持互联网和电子邮件需求
3G	图片时代	2M	WCDMA、SCDMA	更好的互联网体验	采用 wap 进行互联网接入存在部分闲置
4G	视频时代	1G	OFDM、IMT	宽带网络、更多应用	不适用物联网设备的规模部署、对垂直行业定制化服务的支持受限
5G	物联网	10G	IMT-2020	更快的网络、低时延、万物互联	频谱资源不足、成本高昂

图表 6-1 1G-5G 各网络时代关键指标对比

5G 移动通信技术提供了前所未有的用户体验和物联网连接能力。在传统指标如峰值速率上从 4G 的 1G 提升到 20G，用户体验速率从 10M 到 100M，时延从 10ms 到 1ms。其次在流量密度、效率、连接数密度、移动性等都有一个较大的提升。



图表 6-2 国际电信联盟 (ITU) 定义的 5G 标准

5G 技术相较于现有网络，将具备高速率、低时延和海量连接的优势。

高速率：峰值速率将超过 10G，特定的场景下将超过 20G，用户的体验速率将可达到 100M-1G，可以实

现移动高清、VR/AR 等应用的体验。

低时延：网络时延将从 4G 时代的 10ms 降低到 1ms，对于物联网领域的应用提供了快速的响应速度基础。满足车联网、工业物联网、远距离医疗等应用领域的要求。

海量连接：100 万连接/平方公里的连接密度，实现千亿量级容量的连接。

1.2 国内相关法律法规支持

中国政府一直积极推动 5G 建设。在 2013 年，工信部、发改委和科技部率先成立 5G 推动组 IMT-2020 (5G) 推进组，主要推动中国第五代移动通信技术研究和开展国际交流与合作。近两年，更是密集出台相关政策，持续强化中国 5G 布局。

时间	部门	政策概述
16. 7. 27	国务院	发布《国家信息化发展战略纲要》，针对 5G 提出：一是加大 5G 技术、标准与产品研发的力度，构建国际化 5G 试验平台；二是强化频率统筹，力争形成更多 5G 统一频段；三是在 ITU 和 3GPP 框架下积极推进形成全球统一的 5G 标准；四是加强 5G 与垂直行业的融合创新研究，工业互联网、车联网等重点行业应用为突破口，构建支撑行业发展的安全、泛在的 5G 网络；
16. 8. 30	工信部	发布《国家无线电管理规划(2016-2020 年)》，指出 2020 年前为 5G 储备不低于 500MHz 的频谱资源；建设 5G 系统频谱研究实验室；
16. 12. 7	国务院	发布《十三五国家信息化规划》指出：1. 在十三五期间适时展开 5G 网络测试和各类 5G 应用试验，争取到 2020 年正式部署 5G 商用网络；2. 到十三五末期，争取成为 5G 国际标准和产业的主导者，5G 通信设备产业保持国际第一阵营，5G 移动终端产业进入国际第一阵营；3. 争取在 5G 移动通信系统设备、5G 终端、5G 移动终端芯片的国内市场占有率分别达到 75%、75%和、35%，国际市场占有率分别达到 35%，25%和 15%；
17. 1. 17	工信部	发布《信息通信行业发展规划(2016-2020 年)》，提出“以深入推进信息通信业与经济社会各行业各领域的融合发展为主线”的行业发展新思路，并要求加快突破 5G 关键技术和产品，使中国成为 5G 标准和技术的全球引领者之一；
17. 6. 6	工信部	明确 3300-3600MHz 和 4800-5000MHz 两个频段为 IMT-2020 工作频段；
17. 6. 8	工信部	公开征集 24. 75-27. 5GHz、37-42. 5GHz 或其他毫米波频段 5G 系统频率规划的意见，拟释放 8. 25GHz 的高频资源；
17. 8	国务院	国务院下发《关于进一步扩大和升级信息消费持续释放内需潜力的指导意见》，提出扩大信息消费覆盖面，拓展光纤和 4G 网络覆盖的深度和广度，力争 2020 年启动 5G 商用；
18. 8	工信部、发改委	颁布《扩大和升级信息消费三年计划(2018-2020 年)》，提出加快 5G 标准研究、技术试验，并确保 2020 年启动 5G 商用。
18. 12	工信部	三大运营商已经获得全国范围 5G 中低频段试验频率使用许可，频谱分配方案正式落地，全国范围规模试验将展开。
19. 1	发改委等十部门	《进一步优化供给推动消费平稳增长促进形成强大国内市场的实施方案》，明确加快推出 5G 商用牌照，扩大升级信息消费。

图 1.6-3 国内支持 5G 发展的相关法律法规

政策的频繁加码，进一步强化 5G 商用确定性，为行业发展带来重大利好。事实上在政策的推动下，国内 5G 建设有望保持超预期的发展速度。在 2018 年 12 月，工信部确认三大运营商已经获得 5G 试验频率使用许可批复，运营商频谱分配正式落地，全国范围内大规模 5G 试验即将展开。

1.3 各国部署情况

全球对于 5G 建设表现较为积极地包括中国、美国、日本、韩国和欧洲部分国家。2018、2019 年重心仍将是技术迭代和基建布局，同时部分地区将尝试 5G 局部覆盖试点；而整体的大规模商用将在 2020 年开始。

国家	关注点
中国	中国移动计划 2018 年 5G 试商用，2020 年正式商用
	中国联通也计划在 2020 年提供商用服务
	中国电信已在广东省开展商用试点工作，同样是在 2020 年提供商用服务
美国	AT&T 正在进行标准 5G 的商用，预期在 2018 年底之前进行商业部署
	Verizon 已经发布了自己的 5G 技术规范，并将在今年进行固定无线的 5G 试点
	T-Mobile 计划在 19 年开始部署，到 2020 年实施国内全面部署
日本	KDDI、Softbank 和 NTT DoCoMo 都计划在 2020 年实施商业部署
韩国	KT 在 18 年的平昌冬奥会上进行 5G 外场测试，并将商业部署计划提前到 2019 年
	SKT 今年将进行现场测试，并计划于 18 年下半年进行商业部署
欧洲	大规模商业引入计划在 2020 年
	预计 2025 年主要城市和运输路线将会覆盖 5G

图表 6-4 各国 5G 部署进度情况

中国在 4G 网络的定制和推广上都较发达国家落后半步，从而造成了被动的局势。随着我国通信行业的基础研发能力增强，网络运营商、企业在此次 5G 的浪潮中表现出积极的态度。相信在未来的 5G 建设中我国能保持优势，率先在更多的领域开拓出新的商业模式和需求。而在 5G 网络建设后，将诞生出许多面向企业和个人服务的机构，而这将是创投机构所需要关注的领域。

通信的标准决定了技术话语权和产业链主导权，我国在通信技术标准方面经历了 2G 空白、3G 跟随、4G 同步发展路径，5G 技术我国将力争主导。2G 时代，国外企业主导技术标准，在市场上占据全面的主导地位；3G 时代，尽管中国推出了自主网络制式 TD-SCDMA，但 3G 标准话语权不多，在市场份额上开始与欧美企业争夺；4G 时代，中国企业在标准的话语权上增大，TD-LTE 迅猛发展，让我国通信技术走在了世界前列。5G 技术标准研发是我国赶超世界先进水平的历史机遇，也是中国通信业的一个必争之地。

通信制式	技术标准	调制技术	编码标准	对应国家
2G	GSM	CDMA	卷积码	欧洲
	CDMA			
3G	WCDMA	CDMA	Turbo	法国
	CDMA2000			
	TD-SCDMA			
4G	FDD-LTE	OFDMA+SCFDMA	长码：Turbo	法国
	TDD-LTE		短码：卷积码	
5G	5G NR	OFDMA、NOMA	长码：LDPC	美国、中国

		短码：数据通道 LDPC、控制信道 Polar	
--	--	-------------------------	--

图表 6-5 通信标准及调制编码技术

2016 年 11 月的 3GPP RAN187 次会议中，华为主推的 PolarCode（极化码）方案成为 5G 控制信道 eMBB 场景编码方案，印证我国在 5G 标准制定上进入一线梯队，中国厂商话语权不断提升。

编码	Turbo	LDPC	Polar
提出时间	1963	1993	2008
技术特点	卓越的纠错性能，编译码复杂度不高	编译码复杂度较低，结构灵活	达到香农容量，并且编码和译码复杂度较低
成熟度	成熟	成熟	不成熟
已应用领域	3G、4G 通信	卫星数字电视；5G eMBB 长码及短码数据信道	5G eMBB 短码控制信道
专利情况	到期	即将到期	未到期
主要推动方	法国 ORANGE、爱立信	高通、三星、英特尔	华为、中兴、大唐

图表 6-6 三种主要编码技术对比

此次中国企业华为、中兴等主导的 Polar 码首次实现我国在通信底层标准的突破具有重要意义。华为为代表的中国企业是最直接受益，一方面，有利于规避专利壁垒；另一方面，此前积累大量 Polar 码相关专利未来将成为产品研发、专利授权和谈判的重要基础。同时，对于像支持 Polar 码的华为同盟企业（中兴、小米、联想、大唐、展讯、联发科）未来在专利授权、研发开发方案中具有一定先发优势。

1.4 三大运营商 5G 建设时间表

随着 5G 商用条件的逐步具备，5G 将在 2019 年逐步由试验过渡到试商用，并最终在 2020 年实现规模商用，而伴随这一过程的演进，对于 5G 网络建设的投资也逐渐加大。下图为三大运营商 5G 建设时间表：

运营商	运营商时间表		
	2018	2019	2020
中国电信	小规模场外实验	规模及预商用试验	商用
	无限组网与能力试验，系统实验及业务演示结合终端原型机	多厂商规模组网 4G、5G 互操作，终端、网络兼容性创新实验	重点城市、重点区域进行规模部署
中国联通	小规模实验	试商用时期	商用阶段
	完成 5G 商用产品实验室功能验证，在 4-6 城市进行 19 站规模试验网建设	将试验规模逐步扩大至更多城市，每个城市更多站点，并推进 5G 网络预商用	实现重点城市重点区域部署
中国移动	20 个城市启动预商用试验	进入大规模试验网阶段	实现商用产品规模部署
	在北京、上海、广州、苏州、宁波 5 个城市，每个城市大约建 7 个站点对系统验证	进入大规模试验网阶段，5G 城市数量将达到 100 个	全网 5G 基站将会达到万站规模

图表 6-7 三大运营商 5G 建设时间表

二、5G 发展的三大关键点

2.1 国际标准体系

5G 国际标准制定由 ITU 和 3GPP 为主，各国研究机构、运营商、设备制造商和标准组织等都积极参与技

2019 年度通信网络行业研究

术研究、开发实践和标准制定，标准化进程已经加快。2017 年底已经完成了 5G 标准的初稿，18 年 6 月完整版的第一代 5G 标准已出台。

按照工作程序，3GPP 总体规范可以划分为三个阶段：

Stage1: 业务需求定义。

Stage2: 总体技术实现方案。

Stage3: 实现该业务在各接口定义的具体协议规范。

而 R14、R15、R16 分别对应为 5G 标准研究、第一版 5G 标准和完整 5G 标准体系。

	R14 (5G 标准研究)	R15 (第一版 5G 标准)	R16 (完整 5G 标准)
stage1	2016. 3	2017. 6	2018. 12
stage2	2017. 3	2017. 12	2019. 6
stage3	2017. 3	2018. 6	2019. 12
标准冻结	2017. 6	2018. 9	2020. 3

图表 6-8 5G 标准关键时间节点

在 2018 年 6 月完成的 R15 实现了独立组网 (SA)，完整 R15 标准冻结，支持 eMBB (增强性移动宽带) 和 URLLC (高可靠低时延) 场景；而预估在 2019 年能够完善的 R16 标准能实现 eMBB、URLLC 和 mMTC (海量机器连接) 场景。

5G 移动网络是继目前 4G LTE 部署后移动通信标准的下一个主要阶段，4G LTE 包含 LTE-A 和 LTE-A PRO。实际上，LTE-A PRO 中的许多增强功能是 5G 的重要构建模块，将支持许多 5G 关键特性和早期用例。



图表 6-9 5G 标准定制时间表

因此，2020 年是我国确定的 5G 最晚时限，最终商用只会提前。2019 年运营商将开启规模试验和部署，2019 年将启动预商用，2020 年左右正式商用，2019 年将成为 5G 发展最为关键的一年。

2.2 网络部署

5G 将有两种网络部署场景：独立组网 (SA) 和非独立组网 (NSA)。

SA 组网将形成一个新建的网络，包括新基站、回程链路和核心网。采用全新设计思路的端到端架构，在引入全新网元与接口的同时，还将支持网络虚拟化、软件定义网络、边缘计算、网络切片等新技术，能更好地支持 5G 大宽带、低时延和大连接等各类业务，并可根据场景提供定制化服务，满足各类用户的业务需求。

NSA 组网将借助于已有的 4G 基础设施，将 5G 小基站部署在高业务密度区域。使用 4G 基站和 4G 核心网，以 4G 作为控制面锚点。5G 空口载波仅承载用户数据，系统级的业务控制仍需依赖 4G 网络，这种方式可被视为在现有 4G 网络上增加新型载波进行扩容。依赖 4G 核心网与控制面，NSA 架构无法充分发挥 5G 低时延性能，也无法通过网络切片、移动边缘计算等特性实现对多样化业务需求的灵活支持。

	独立组网	非独立组网
优势	形成较大的规模经济性	成本相对独立组网较低
	保证 4G 和 5G 业务并行运行	可以继续保证 LTE 网络的用户增长和普及
	避免与 LTE 网络整合过程中可能出现的互操作复杂等问题	特定地区的普及将会加快，有助于相关产业的研发和推广
劣势	对 5G 的全面普及和稳定性具有重要意义	特定地区的普及将会加快，有助于相关产业的研发和推广
	成本过高	避免 LTE 网络投资的浪费
	全面推广速度慢	与现有 LTE 网络整合会出现互操作等问题

图表 6-10 两种部署方式优劣势对比表

2.3 频谱布局情况

在通信领域，频谱资源是推动产业发展的核心资源，是无线业务的基础。当每个用户进入网络时候需要占用固定的频谱和时间资源，而这些资源用完后新的技术就接不进来。

华为提出 5G 多层频谱概念，如下表所示：

频谱范围	功能层	应用场景
2GHz 以下	覆盖层	满足广域和深度室内覆盖
2GHz-6GHz	覆盖与容量层	网络容量和覆盖范围之间取得最佳平衡
6GHz 以上	超大容量层	用于满足大容量、高速率的业务需求

图表 6-11 5G 多层频谱表

由于频谱的统一能够创造规模经济效应和降低成本，实现全球漫游，因此各地区之间有意实现最大程度的频谱统一。

频谱属于稀缺资源，优质的频谱资源既可以满足覆盖的要求又可以满足容量的要求，同时低频段的频谱能够减少运营商的投资建网成本。我国工信部明确使用 3.3-3.6GHz 和 4.8-5.0GHz 作为 5G 中频段，并批复了 24.75-27.5GHz 和 37-42.5GHz 高频段使用于 5G 技术研发试验，可以确保未来每家运营商平均获得至少 100MHz 带宽的 5G 中频段，以及至少 2000MHz 带宽的 5G 高频段。在未来有可能为 5G 提供更多的频谱，释放 3.6-4.2GHz 的频段。

三大运营商 5G 频谱在 2018 年底落定，中国移动获得 2.6GHz 与 4.9GHz 频段，中国联通与中国电信分食 3.5GHz 频段。具体来看，中国联通获得 3500-3600MHz 带宽的 5G 试验频率资源，中国电信获得 3400-3500MHz 带宽的 5G 试验频率资源；中国移动获得 2515-2675MHz、4800-4900MHz 带宽的 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 TD-LTE (4G) 频段。

3.5GHz 是运营商争夺的焦点，但是 3.5GHz 频段的频谱资源并不多，难以满足三家运营商的需求，于是在中频段规划之外额外引入了 2.6GHz 频段。2.6GHz 频段覆盖能力较好，建网成本相对较低。但 3.5GHz

的产业链更为成熟，一方面在于 3.5GHz 的产品技术成熟，另一方面 3.5GHz 的国际协同也更好。而 4.9GHz 目前产业成熟度低，建设成本较高，覆盖范围也比较小，易受到干扰同时绕射能力差，业内普遍认为中国移动的 5G 建设会以 2.6GHz 为主。

运营商	上行 (MHz)	下行 (MHz)	网络制式
中国移动	889-909	934-954	GSM900
	1710-1735	1805-1830	GSM1800
	1885-1920		TD-SCDMA/TD-LTE
	2010-2025		TD-SCDMA
	2320-2370		TD-SCDMA/TD-LTE
	2515-2675		5G (TD-LTE)
	4800-4900		5G
中国联通	909-915	954-960	GSM900/WCDMA/LTE FDD
	1735-1750	1830-1845	GSM1800/ LTE FDD
	1750-1765	1845-1860	LTE FDD
	1940-1965	2130-2155	WCDMA/ LTE FDD
	2320-2370		TD-LTE
	2555-2575		TD-LTE
	3500-3600		5G
中国电信	825-835	870-880	CDMA/LTE
	1765-1785	1860-1880	LTE FDD
	1920-1940	2110-2130	CDMA2000/ LTE FDD
	2635-2655		TD-LTE
	3400-3500		5G

图表 6-12 我国频谱分配现状

三、市场规模

3.1 全球市场规模

5G 对经济社会影响的传导机制通过激发各领域加大数字化的投资，加速 ICT 资本的深化进程；促进业务应用创新，挖掘消费潜力扩大消费总量；对外贸易和对外直接投资路径，通过这三种方式提高社会总需求，挖掘消费潜力和提高各产业的投入产出效率，从而达到提升社会总产出和扩大消费总量的目标。

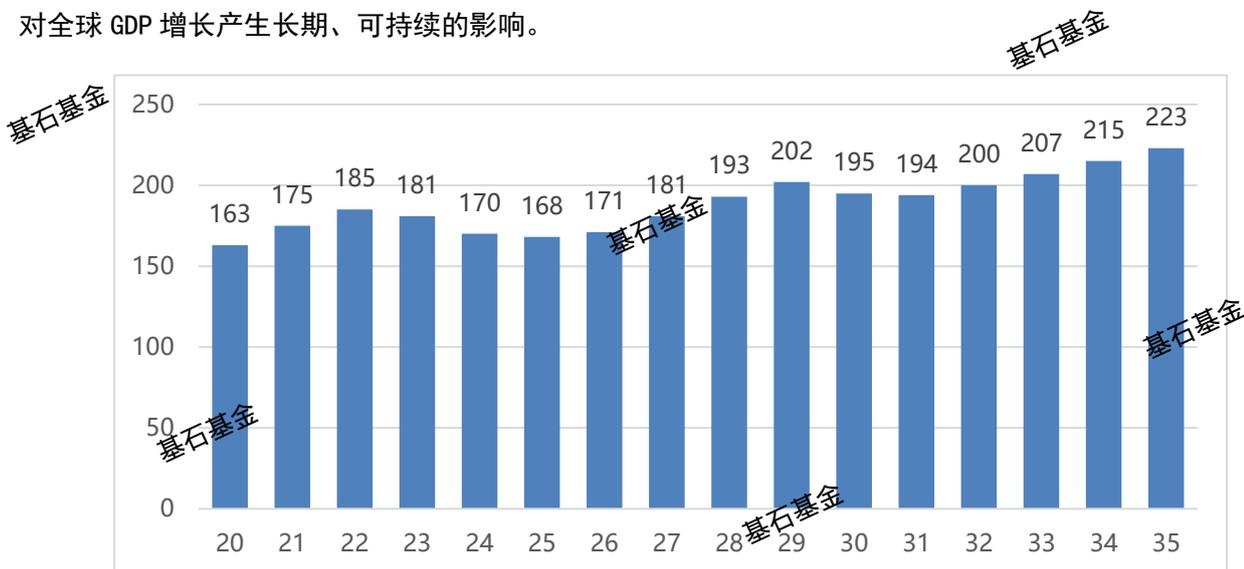
根据 HIS Markit 估计到 2035 年，5G 将在全球创造的潜在销售活动将达 12.3 万亿美元，将占到 2035 年全球实际总产出的 4.6% 左右；其中信息通信业影响最高，将达到 11.5%，酒店业的影响最小为 2.3%。

同样根据 HIS Markit 估计在 2035 年 5G 价值链本身将创造 3.5 万亿美元经济产出，同时创造 2200 万个工作岗位。



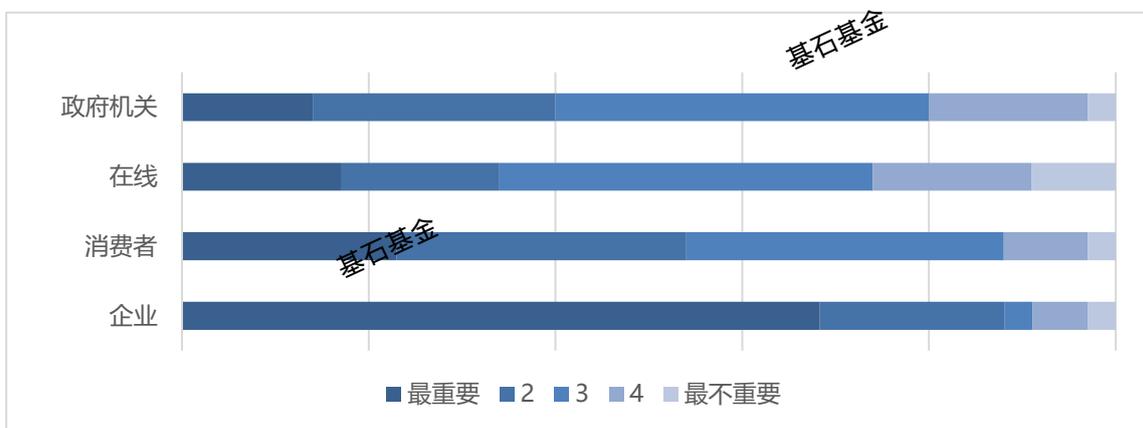
图表 6-13 2035 年全球 5G 价值链的产出和就业机会

预测 2020-2035 年，全球世纪 GDP 将以 2.9% 的年平均增长率增长，其中 5G 将贡献 0.2% 的增长。考虑到通货膨胀等问题，假设汇率以 3% 折现后 GDP 贡献将达到 2.1 万亿美元，相当于印度目前的 GDP 水平。并对全球 GDP 增长产生长期、可持续的影响。



图表 6-14 5G 对全球经济增长的年度净贡献值 (十亿美元)

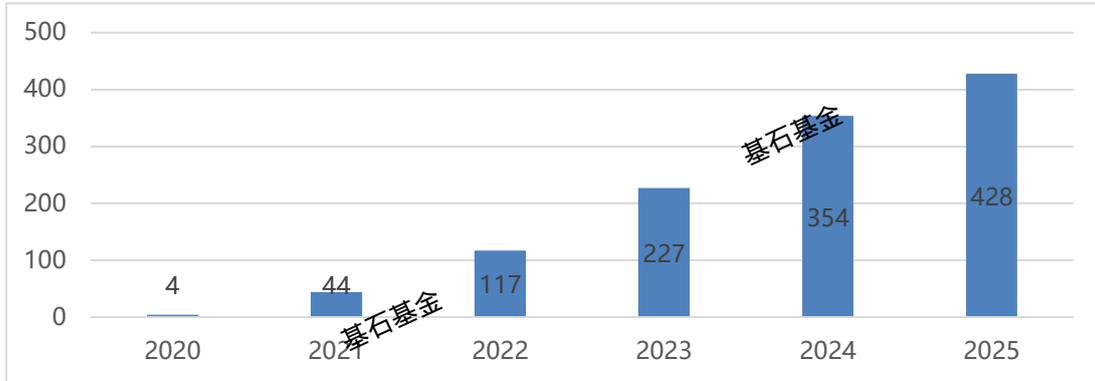
根据 GSMA 机构的研究报告指出 5G 运营商的收入主要在服务企业的客户，个人的比例将会下降，这是由于资费以及 4G 网络已能满足部分地区和人群的使用。



图表 6-15 5G 时代运营商收入来源

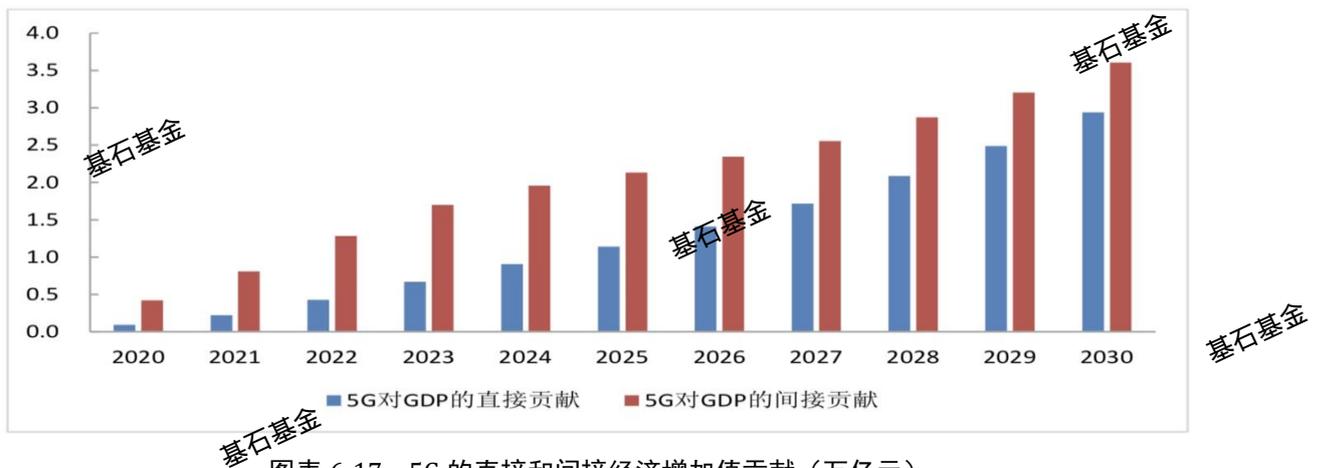
3.2 中国市场规模

随着 2020 年 5G 商用，预测中国 5G 用户数量将在 2025 年达到 4.28 亿。但预计 5G 部署速度、普及过程都将会比 4G 慢。



图表 6-16 2020-2025 年 5G 用户数量预测 (百万人)

根据中国信通院的预测，到 2030 年 5G 对中国经济的贡献将达到 16.9 万亿，其中直接产出 6.3 万亿，间接产出为 10.6 万亿。直接产出方面，2020 年 5G 正式商用，预计当年带动约 4840 亿元的直接产出，2025、2030 年分别增长到 3.3 万亿、6.3 万亿元，年均复合增长率为 29%。间接产出方面，2020 年、2025 年和 2030 年，5G 将分别带动 1.2 万亿、6.3 万亿和 10.6 万亿元，复合增长率为 24%。



图表 6-17 5G 的直接和间接经济增加值贡献 (万亿元)

从产出结构看，拉动产出增长的动力随 5G 商用进程的深化而相继转换。在 5G 商用初期，运营商大规模开展建设，网络设备投资带来的设备制造商收入将成为 5G 直接经济产出的主要来源；在 5G 商用中期，用户和其他行业的终端设备支出和电信服务支出持续增长；在中后期，互联网企业与 5G 相关的信息服务收入增长显著，成为直接产出的主要来源。

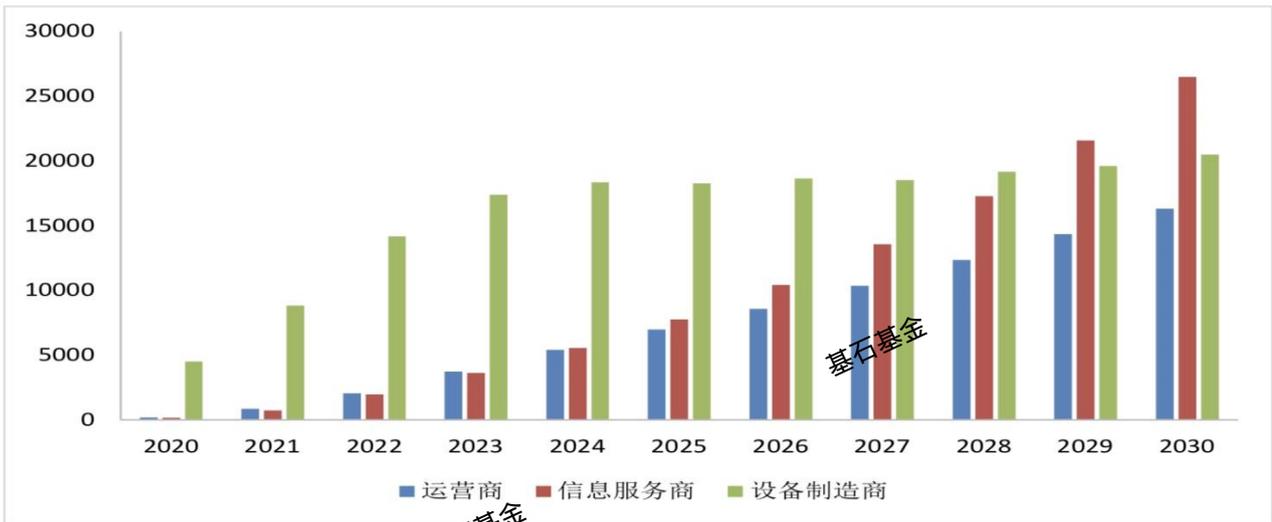


图 6-18 5G 经济产出结构 (亿元)

四、产业链情况

产业链图谱

5G 的关键技术可分为空中接口和网络架构两大方面，实现统一空口技术和云软件定义网络架构。5G 架构体系划分为基站系统、网络结构、应用场景和终端设备四大部分。

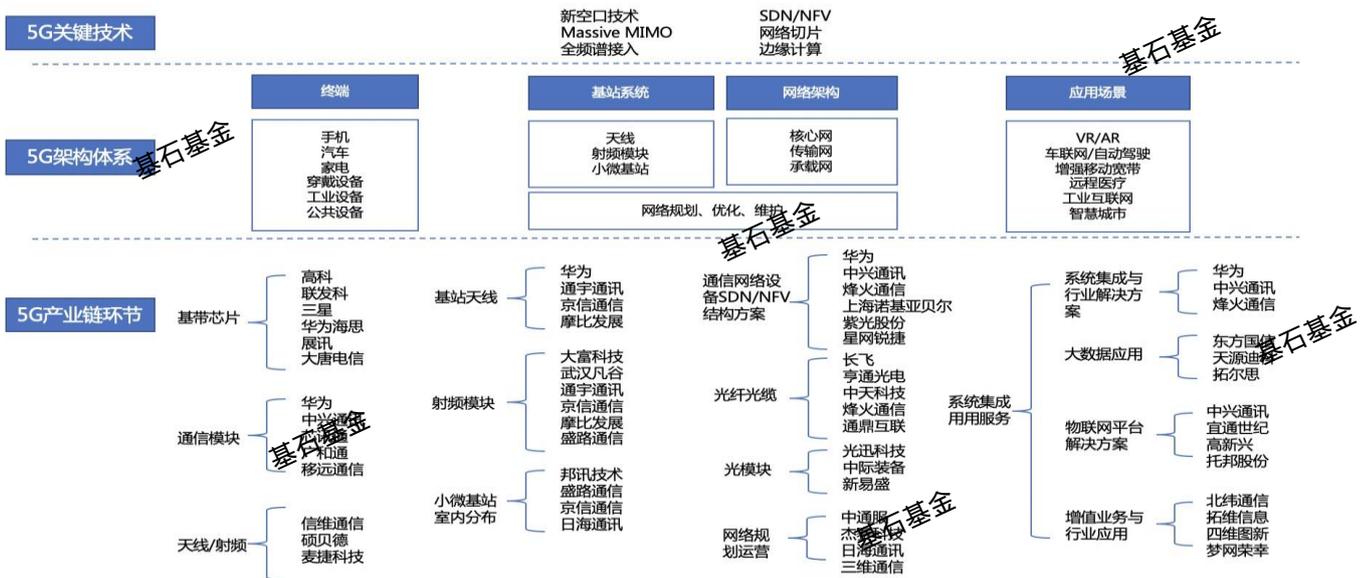


图 6-19 5G 产业链图谱

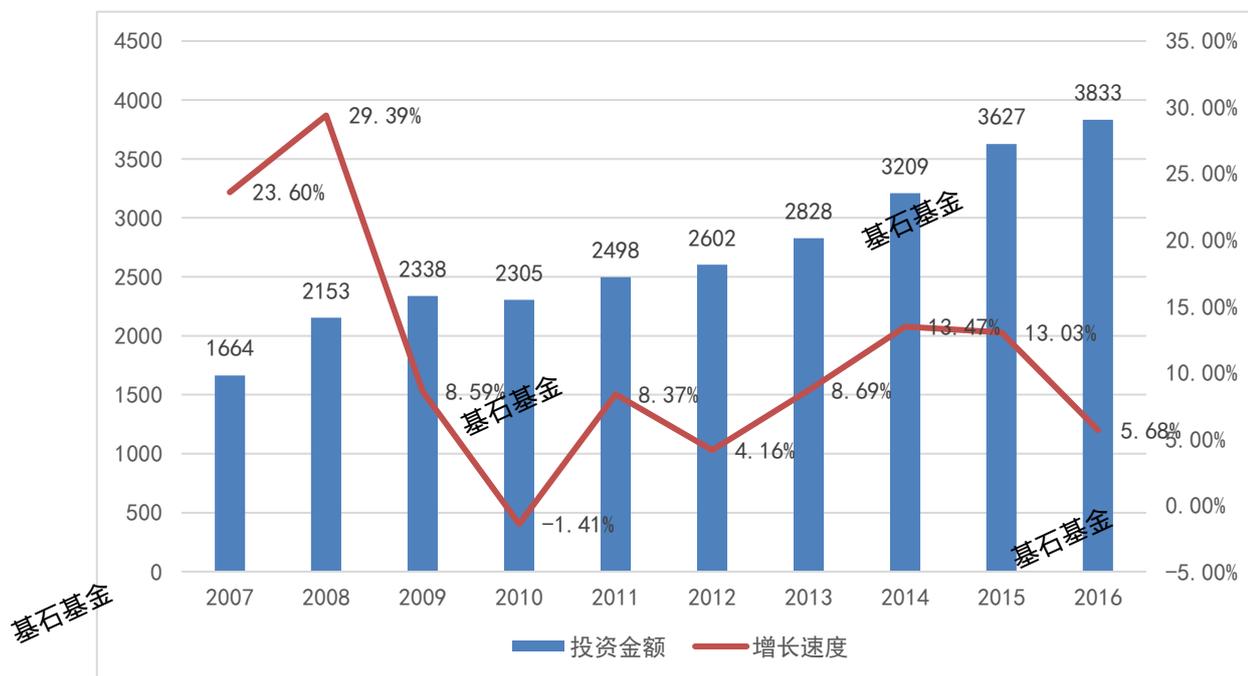
4.2 产业链投资

2009-2013 年是我国 3G 网络建设周期，资本开支呈上升趋势，三大运营商资本性支出合计投入 9743 亿元，无线相关投资 5685 亿元；2013 年，进入我国 4G 快速建设周期，投资额逐年快速提升，直至 2016 年 4G 网络投资才趋于平稳，三大运营商累计投入 1.25 万亿元，4G 无线相关投资 7155 亿元（合计 1100 亿美元）。

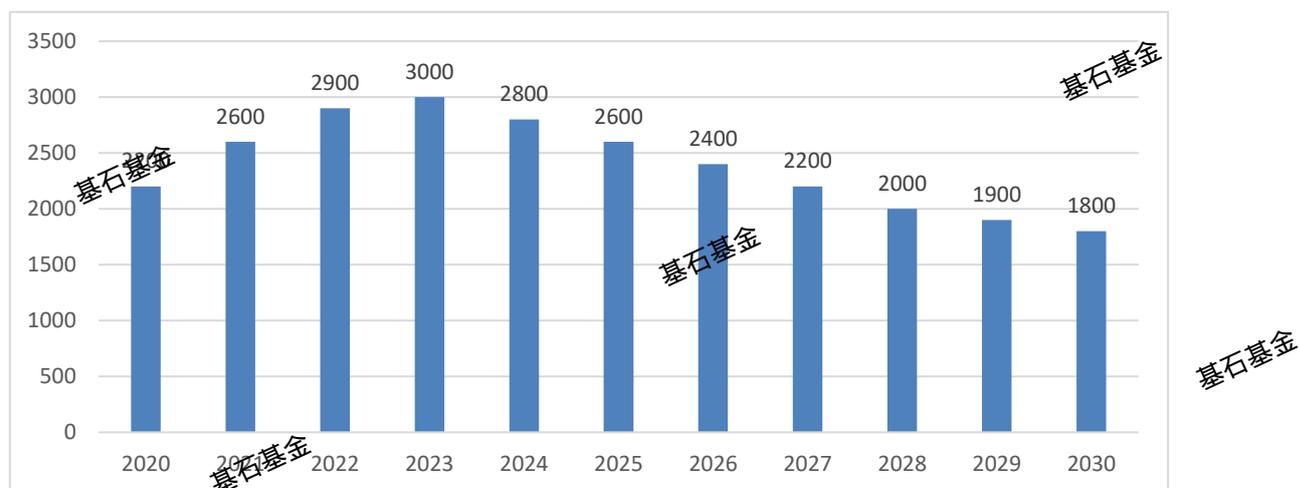
预测 5G 行业投资规模将超过 1.29 万亿，同比 4G 增长将超过 60%。5G 因支持更多场景，生命周期会长，由于铁塔公司单独承担建设的责任，因此 5G 商用后，资本开支主要是网络建设，预计在商用后的第四年 2023

2019 年度通信网络行业研究

年网络设备支出达到最大，之后开始下降。如果考虑更长的生命周期，预计 5G 建设周期的十年内，运营商用于网络设备的支出达到 2.64 万亿。



图表 6-20 三大运营商历年总投资 (单位: 亿元)



图表 6-21 5G 时代运营商网络设备支出预测 (单位: 亿元)

同时东兴证券对各个产业链的投资规模进行了估算，其中通信网络设备 (SDN/NFV/解决方案) 的占比将最大，总额达到 5200 亿元，占总投资的 40.3%，具体如下图所示：

基石基金

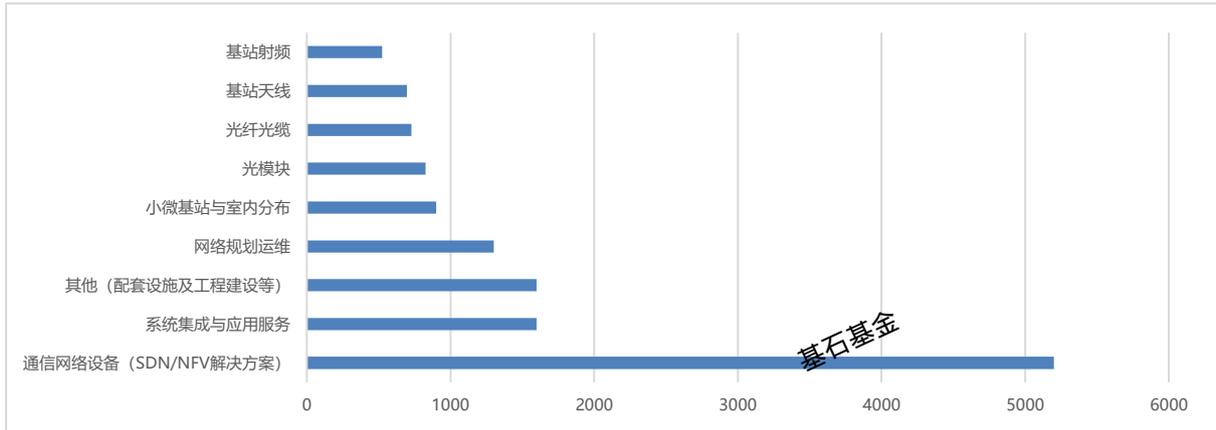


图 6-22 5G 产业链各环节投资金额 (亿元)

4.3 投资时序

5G 建设周期将先中低频段覆盖，后高频段接入；主建设周期为 2019-2025 年，随着网络建设的进行，各个产业链环节的受益时点各不相同。



图 6-23 5G 产业链投资时序

最先受益：建设周期（2019 年起）将是规模试验、4G 演进和预商用阶段，最先受益的将是基站天线和射频模块。

最大受益：在大规模接入网建设和网络架构重构阶段，最大受益环节将是通信网络设备及 SDN/NFV 解决方案。网络规划运维在建网的早期和完成后将受益，光纤光缆和光模块将在网络建设和升级中受益。

最长远收益：基于 5G 的垂直行业融合和信息应用服务将层出不穷，包括系统集成与行业解决方案等环节。

五、应用场景及核心技术概述

国际电信联盟（ITU）对 5G 定义了三大应用场景。包括增强移动宽带（eMBB）、海量物联网（mLoT）、关键业务性服务（MCS），而国内习惯把三大应用场景定义为增强移动宽带（eMBB）、海量机器类通信（mMTC）和超高可靠低时延通信（uRLLC），在名称上有所区别，但内容上是一致的。

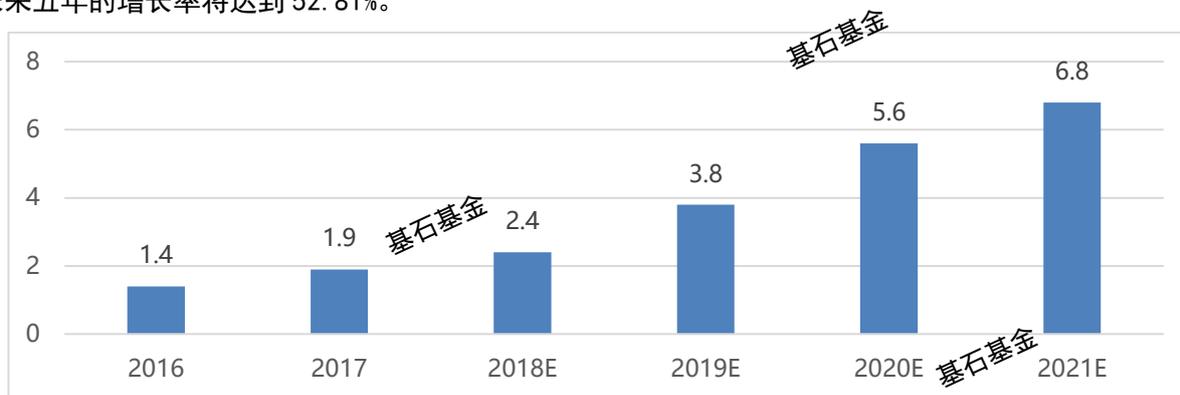
三大应用场景除了是对现有移动互联网的增强，更重要的是，将诞生更丰富的应用场景，如车联网、智

能交通、智能电网、智能家居、工业互联网、远程医疗等。

5.1 增强移动宽带

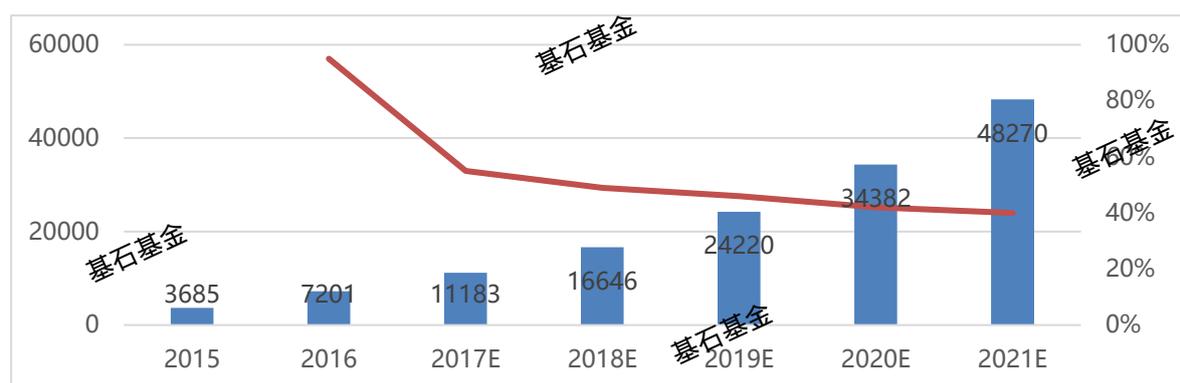
在增强移动宽带领域直接体现的是移动流量的增幅。

根据思科的预测，未来全球和我国移动互联网流量将持续迅猛增长，《中国移动互联网发展报告》则预测未来五年的增长率将达到 52.81%。



图表 6-24 中国移动互联网人均月流量预测 (GB/月/人)

16年全球移动数据量约为7210PB/月，预计2021年将达到48270PB/月，复合增长率为46%。



图表 6-25 全球移动互联网人均月流量及增速预测 (PB/月)

消费性视频类流量占比最大，16年约为 3660PB/月，占总移动流量的 50.76%，复合增长率将有望达到 55%。



图表 6-26 全球消费性视频移动流量及增速预测 (PB/月)

应用领域还包括：增强型室内无线宽带覆盖、增强型户外无线宽带、固定无线宽带部署、企业团队合作/协作、培训/教育、扩展移动计算等。

5.2 海量物联网

在 5G 的应用场景中，车联网是一个典型的案例。5G 在理论上延迟速度和联网速度等指标都已达到了车联网的要求，理论上可以达到无人驾驶的要求。同样的，在工业领域、城市安防领域等多个领域中都能得以应用。在此，以车联网为例子。

15 年全球新车销售约为 8800 万，其中 35% 通过嵌入式、内置系统、智能手机等方式实现联网；预计 20 年将达到 98%，25 年将实现全部联网。连接方式中，嵌入式移动通信模块占主要份额，25 年销售量将达到 7700 万辆，占比 64%。

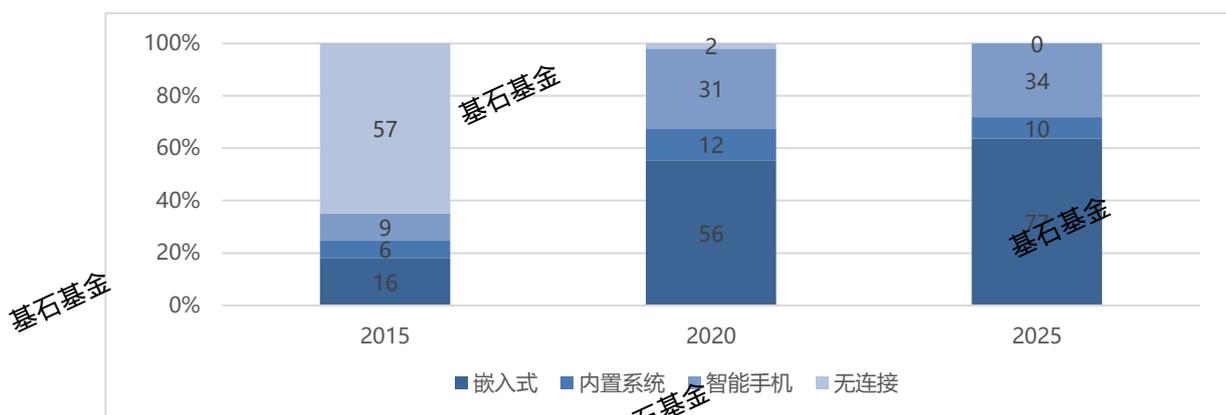


图 6-27 汽车联网方式分布情况 (百分比)

5G 成熟阶段车联之间的吞吐率、时延、可靠性等指标均高于 4G 和早期 5G，进一步向自动驾驶靠近。各国陆续进行 5G 在车联网领域的测试。根据 ABI Research 预测，25 年 5G 连接的汽车将达到 5030 万辆，考虑到汽车的更新周期为 7-10 年，通过 5G 联网的汽车有望在 2025-2030 年间实现较大幅度的增长。

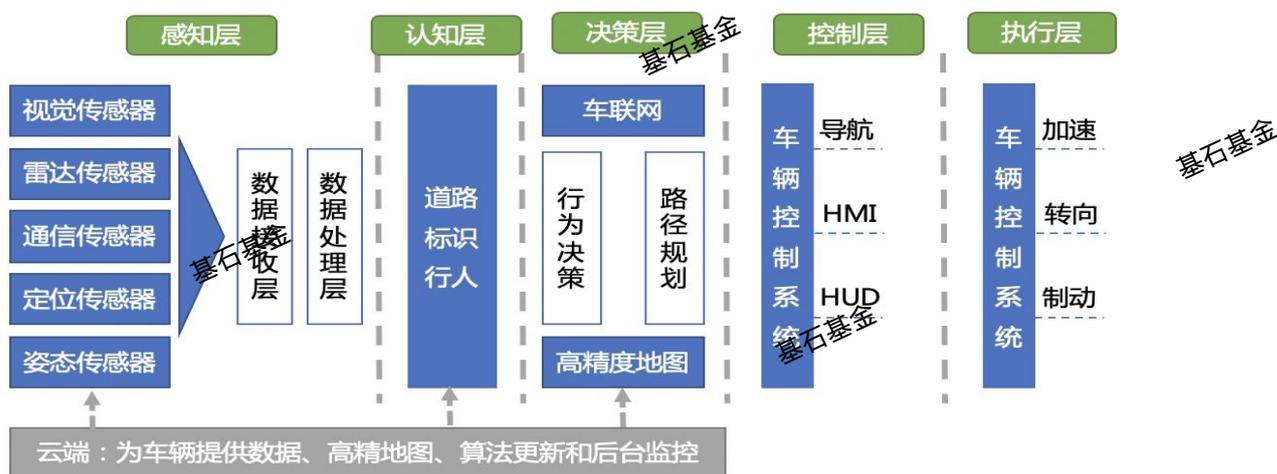


图 6-28 无人车决策流程图

应用领域还包括：资产跟踪、车联网、智能农业、智慧城市、能源/公用事业监控、物理基础设施、智能家居、远程监控、信标和联网购物。

5.3 关键业务性服务

16 年 VR/AR 市场收入约为 39 亿美元, Digi-Capital 预测 2022 年 VR/AR 用户基数分别为 5000-6000 万、35 亿, 市场规模则为 100-150 亿美元和 850-900 亿美元。移动网络无线化是 VR 发展的一个趋势。同时在极

致体验下，时延需要在 10ms 以下，宽带接近 1G；而在交互情况下宽带要超过 2G。而 4G 网络下，网络时延在 20ms 以上。因此 4G 在宽带和网络方面难以满足 VR 的需求。



基石基金
 图表 6-29 VR/AR 发展趋势

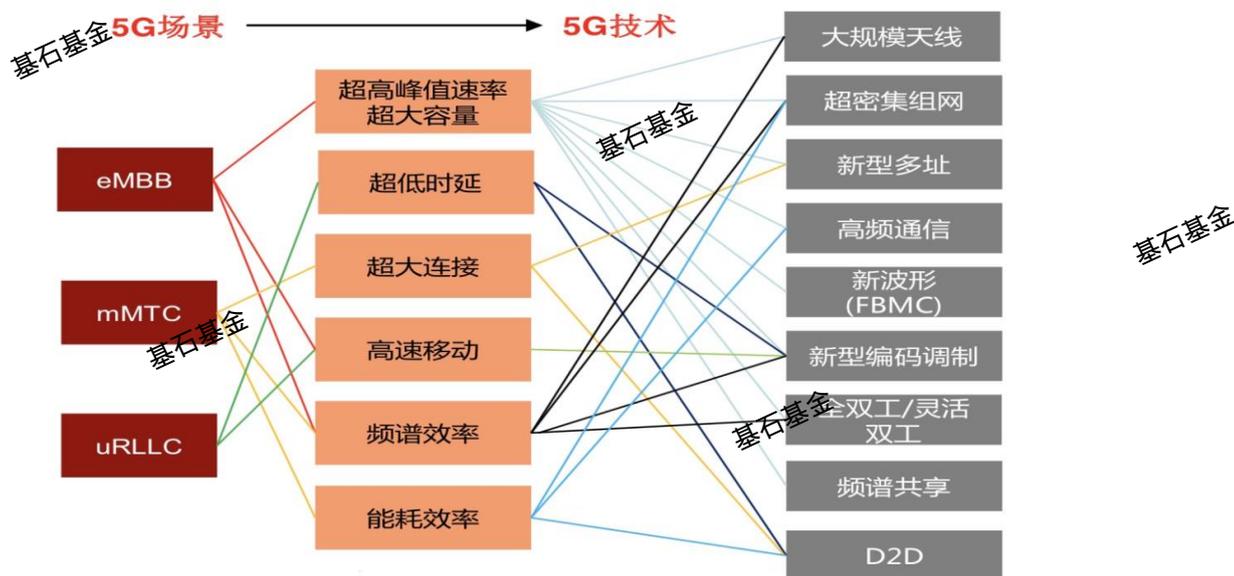
应用领域还包括：无人机、VR/AR、工业和自动化、远程病人监护/远程医疗、智能电网等。

5.4 核心技术概述

基石基金

对于 5G 技术的划分，可以按场景和类别进行划分。

从场景划分来看，5G 具有更为丰富的应用场景，并对网络的性能提出了进一步的要求。原有的技术以及难以满足信场景下业务的要求，以大规模天线、边缘计算、SDN/NFV 等为代表的技术在 5G 中起着重要的作用。



基石基金
 图表 6-30 按场景划分的 5G 关键技术

若从类别划分，可以分为无线技术（空口技术）与网络技术（网络架构）两大类。

无线关键技术：包括大规模天线、新型多址、新型多载波、高频段通信、先进编码（极化码）调制、超密集组网、全双工等。

网络关键架构技术：包括网络切片、移动边缘计算、控制和承载分离、网络功能重构等。

六、主要挑战

近年来 5G 全产业链的发展显著提升，但 5G 网络建设、产品成熟和提升用户体验需要一定时间周期，5G 领域的终端消费也需要培养消费者的使用习惯。具体表现为以下两点：

商业落地：中国运营商和其他生态系统参与者的初步重点是增强移动宽带业务，具体应用案例如高清视频 AR/VR。在初期阶段，对营收的影响还存在不确定性。尤其是 AR 和 VR 等领域或缺乏可用的内容和应用，以及存在设备成本和可用性的问题。企业市场中的商业模式和收入机会的逐步清晰需要依赖于更广泛的网络部署和 5G 生态系统的更高成熟度，特别是基于 5G 的高可靠和低时延能力的创新性应用。

技术改进：如果 5G 要满足长期多样化的服务需求，则需要技术创新，包括灵活的系统设计、新编码和新型多址方案。此外，4G 技术的发展将在 4G 到 5G 的转型过程中发挥重要的作用。从长远看，在提供显著改进的频谱效率和系统容量，以及满足 10ms 以下时延要求方面，4G 演进将面临挑战。同样，使用毫米波频率需要在终端和网络设计方面的重大技术突破。4G 和 5G 网络在一段时间内将并存，广泛的 5G 普及需要从终端到接入端，进而到内容提供商和垂直行业领域整个价值链的进一步成熟。