

5G 全球趋势与中国战略

苑朋彬, 杨 帅, 赵蕴华, 汪芸辉

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘要: 2019年是5G技术商用元年,高通公司发布的《5G经济研究报告》中预测,2035年5G将在全球创造12.3万亿美元经济产出。中国、美国、欧盟、日本、韩国是当前5G技术发展的强国。本文从政府、战略、市场、产业、基础研究等层面梳理了各国5G发展现状,针对当前中国面临的复杂国际局势、5G产业链环节缺失、关键技术受制于人等问题,提出要从提高政治觉悟、加强自主创新能力、加强合作等方面入手,进而构建网络空间命运共同体,以期为5G技术发展提供建议参考。

关键词: 5G; 政策环境; 市场价值; 产业研究; 战略规划

中图分类号: G350 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2019.09.003

5G (Fifth Generation Communication) 即第五代移动通信技术,是在4G基础上发展而来,面向垂直行业应用的新型移动通信技术。相比4G等前几代移动通信技术,5G技术在连接速率、密度和时延方面均有很大的提升。2019年是5G技术商用元年,以美国、日本、欧盟、韩国等为代表的国家分别出台相关发展政策,以期抢占5G科技创新制高点,如美国积极推动政府与私营企业共同完善电信基础设施,大力发展5G技术;日本积极进行5G试验,发布IT新战略计划;欧盟作为5G技术研究的先行者,期望引领全球移动通信新标准;韩国率先推出全球首个5G准商用服务。中国是5G技术的领跑者,力争2025年建成国际领先的移动通信网络。

本文在系统梳理主要国家5G技术发展的基础上,对比中国目前发展的优势与不足,为推动5G技术发展、进一步提升中国移动通信产业国际市场竞争能力提出参考性建议。

1 5G技术定义、发展趋势及影响

中国IMT-2020推进组将5G定义为“标志性

能力指标”和“一组关键技术”两大部分^[1],其中能力指标体现在用户体验速率高达100mbps、小区峰值速率高达10~20Gbps、网络延时小于1ms、移动速度支持500km/h、热点区域流量密度10Tbps/km²、连接密度高达100万/km²等众多方面。关键技术则包括新型网络架构、超密集组网、全频谱接入、大规模天线阵列、新型多址等多种技术。

标准研发方面,国际通信行业标准化组织3GPP将5G技术标准研发分为R14、R15、R16这3个阶段,其中R14(2016—2017年)主要开展5G系统框架及关键技术研究;R15(2017—2018年)主要开展第一阶段的5G标准化工作;R16(2019—2020年)主要开展完整的标准化工作,并于2020年向国际电信标准化部门(ITU-T)提交相应方案。2018年6月3GPP正式批准第五代移动通信(5G)独立组网标准的冻结^[2],标志着第一阶段全功能标准化工作已经完成,5G具备了构建端到端全新的业务能力,5G商用发展进入全面冲刺阶段;在技术研发方面,世界各国高度重视5G技术产业发展,加大技术研发投入,制定专利布局策略,目前已形成以中国、美国、日本、欧洲、韩国等国家为代表的竞

第一作者简介:苑朋彬(1990—),男,助理研究员,主要研究方向为技术竞争情报。

项目来源:中国科学技术信息研究所创新研究基金青年项目“5G移动边缘计算核心技术与产业关联问题研究”(QN2019-02)。

收稿日期:2019-08-25

争态势；在未来市场方面，5G 经济市场潜力巨大，高通发布的《5G 经济研究报告》中预测，2020—2035 年间，5G 对全球 GDP 增长的贡献将相当于与印度同等规模的经济体；2035 年，5G 将在全球创造 12.3 万亿美元经济产出^[1]。爱立信《移动市场报告》中预测，预计到 2024 年 5G 用户将达到 19 亿，5G 全球人口覆盖率将达到 45%^[4]。

相比于 4G，5G 技术对人与物、物与物之间的沟通影响尤为明显。国际通信行业标准化组织 3GPP 将 5G 垂直行业应用归纳了 3 大场景，增强型移动宽带（eMBB）、海量大连接（mMTC）、低时延高可靠（URLLC）。可以看出，在传统型以移动通信为代表的核心业务基础上，5G 技术重点关注提升用户服务质量，着手解决移动通信在物联网、车联网、工业控制等多方位、多行业的应用，以最终实现万物互联互通。

2 主要发达国家 5G 发展概况

2.1 美国

美国是全球最早部署 LTE 网络的国家之一，在全球移动通信发展过程中起带头作用^[5]，尤其在 4G 网络时代，其技术发展水平排在世界前列。美国高度重视 5G 技术的发展，积极推动政府与私营企业共同完善电信基础设施，优先考虑私营部门加快发展 5G 技术^[6]。尽管美国暂未从国家层面出台具体的 5G 战略规划，但从近期美国政府采用经济、法律制裁正面打压中国华为等企业的各项举动，已经侧面反映出美国争夺全球 5G 市场的霸权。

政府层面，美国国家科学基金（NSF）从 2013 起就提供 160 万美元的专项资金来支持宽带无线接入技术与应用中心（BWAC）5G 项目的研发^[7]；2016 年，美国政府计划投资 4 亿美元来推进 5G 试验计划；同时美国联邦通信委员会（FCC）首次开放高于 24GHz 的 5G 频谱资源，使美国成为全球第一个推进 5G 网络建设的国家；2017 年，美国总统特朗普签发《美国国家安全战略》，文件把“在全国范围内部署 5G 网络”作为首要行动；2018 年，美国联邦通信委员会发布 5G FAST 计划，计划从增加无线频谱、改进基础设施收费政策、更新联邦法规 3 个方面加快美国 5G 建设。

市场层面，尽管在全球核心电网设备制造商中，欧洲和中国市场占据 60% 的市场份额^[8]，但以高通、英特尔、IBM 为代表的设备制造商也在积极地申请 5G 专利，仍是 5G 市场的重要参与者。以 Verizon、AT&T 和 T-Mobile 等为代表的移动通信运营商均公布了自己的 5G 计划，并与各大公司开展技术和商用部署实验。

2.2 欧盟

欧盟除了在 2G 移动通信网络上赶超其他国家外，在 3G、4G 移动通信的发展上明显落后于其他国家。因此，新一轮的信息产业革命中，欧盟是 5G 技术的积极推动者。欧盟针对 5G 技术制定了明确的发展计划，以期引领全球移动通信新标准。

基础研究方面，欧盟是 5G 技术研究的先行者，从 2012 年起分别就 5G 物理层技术、5G 关键技术发起“5G NOW”“METIS”研究计划，该计划由欧盟资助、企业和学术研究机构共同参与，分别针对 5G 应用场景、多天线技术、空口技术、网络架构、频谱分析等方面进行深入研究。2018 年《“地平线 2020”2018—2020 年工作计划》计划投资 17 亿欧元，用于支持 5G、人工智能、大数据等方面的创新研究。

5G 战略规划方面，欧盟委员会分别于 2014 年、2016 年提出“5G PPP”，即 5G 政府和社会资本合作（5G public-private partnership）、“5G 行动计划”（5G for Europe: An Action Plan），从 5G 技术研发、测试、商用方面进行路线部署。5G 行动计划指出，2018 年启动 5G 规模试验，2020 年之后具备领先全球的标准化的 5G 网络商用部署能力^[9]；在频谱分配方面，2017 年欧盟委员会无线频谱政策组（RSPG）发布 5G 频谱战略，同年欧盟 5G 路线图出炉，标志着欧盟成员国对 5G 频段的统一达成了共识。

2.3 日本

日本是 3G、4G 时代的领先者，日本计划在 2019 年进行多个 5G 试验，并在 2020 年夏季奥运会和残奥会上，成为首批推出 5G 网络产品的国家之一^[10]。面对 5G 技术的广阔应用场景和潜在市场价值，日本尽管当前在商用化进程中落后于美国、韩国，但仍积极推进 5G 技术落地，以期延续以往在移动通信技术方面的优势。

政府层面，具有官方背景的日本无线工业和商

贸联合会(ARIB)从2013年起设立5G研究组“2020 and Beyond Adhoc”,分两个工作组分别研究“服务与系统概念”“系统结构与无线接入技术”这两部分的内容。2016年,总务相的顾问机构“日本信息通信审议会”拟开始制定5G战略。2018年,日本总务省公布了以2030年代为设想的电波利用战略方案,开发完全自动驾驶和无线输电等新技术,使电波相关产业的规模到2040年扩大到112万亿日元,达到目前的3倍^[11]。2019年,日本政府发布IT新战略计划。计划2025年前,在日本各地的交通信号灯上设置无线基地台,在日本范围内普及5G网络^[12]。

产业层面,日本最大的移动运营商NTT早在2013年,便公开5G构想的全貌,并于2014年与多家企业开展5G实验,并发布白皮书,以阐述5G无线关键技术。同年,日本电波产业协会发布5G白皮书《面向2020年及未来的移动通讯系统》,介绍了5G技术概念和技术发展趋势。日本软银也在2016年启动“5G project”,成为全球第一家商用Massive MIMO大规模天线技术的运营商。

2.4 韩国

韩国的移动通信技术一直走在世界前沿,分别在5G战略规划、研发投入、机构设置等方面进行了积极探索,旨在成为引领世界的5G强国。

5G战略规划方面,韩国政府、韩国信息通信技术(韩国ICT)与未来创造科学部(MSIP)、韩国科技信息通信部等均发布相应的战略规划,旨在2020年正式投入5G商用,并实现全球移动通信设备20%的市场占有率。如2013年,韩国政府发布《信息通信技术研发中长期战略(2013—2017年)》,对网络基础“5G移动通信”规划进行进一步明确;同年未来创造科学部成立“5G forum”组织(涵盖设备制造商、运营商、科研院所、高校等),提出“5G移动通信促进战略”,计划投资1.6万亿韩元开展5G研究和国际合作,并于2018年发布《创新增长引擎》计划,提出2022年要利用5G商业化和物联网,实现会聚服务^[13];2017年,韩国5G推进委员会开始启动5G标准的制定。2018年,韩国科技信息通信部表示,韩国已经率先建立了5G网络技术标准。2018年平昌冬奥会,韩国率先推出全球首个5G准商用

服务。

3 中国推动5G技术的进展、瓶颈及建议

3.1 进展

中国高度重视5G技术的发展,《“十三五”规划纲要》《中国制造2025》《国家信息化发展战略纲要》等文件中明确提出,要加快建设新一代信息基础设施,全面突破第五代移动通信技术,力争2025年建成国际领先的移动通信网络。而当前中国已经成为5G全球领跑者之一,并且涌现出以华为、中兴等设备制造商为代表的优秀企业,在国际标准制定、技术研发、专利申请、市场占有率等方面,成绩表现突出。

政府层面,早在2013年,由科技部等三部委联合成立“IMT-2020”推进组,对5G需求、技术、标准、频谱等方面进行研究;2014年,863计划启动实施5G移动通信系统先期重大项目;2016年,国务院《“十三五”国家战略新兴产业发展规划》提出要大力推进5G联合研发、试验和预商用试点;2017年,5G技术被正式写入政府工作报告。同年,“新一代宽带无线移动通信网”重大专项转向以5G为重点;2018年,工信部提出要加快5G频率规划进度;2019年,国家发改委等部门加快推进中国移动、中国联通、中国电信等运营商在部分城市开展5G网络试验。

产业层面,以华为、中兴为代表的中国设备制造商加大创新投入,积极地在国内外申请相关专利,目前华为专利持有量已超过美国高通、韩国三星、瑞典爱立信、芬兰诺基亚等全球老牌知名企业。截至2019年7月,华为已经获得了全球50个以上5G商用合同,5G基站全球发货量突破15万^[14]。以中国移动、中国联通、中国电信等为代表的运营商积极地进行频谱资源利用,积极推进5G网络测试实验,并于2019年6月获得工信部颁发的5G牌照,中国进入5G商用元年。以5G技术发展为契机,将更好地促进远程医疗、无人驾驶、城市监测、室内定位、物联网等具体应用的生态环境构建。

市场层面,中国拥有全世界最大的4G网络和最好的用户基础。5G技术的发展,将孕育出更强大的互联网生态。中国信息通信研究院在《5G产业经济贡献》中预计2020至2025年,中国5G商

用直接带动的经济总产出将达 10.6 万亿元，间接拉动的经济总产出约 24.8 万亿元，5G 将直接创造超过 300 万个就业岗位^[15]。

3.2 瓶颈

当前中国在全球 5G 技术发展上虽然已经处于领跑位置，但面对日益复杂的国际局势，中国除了需要进一步加快突破关键技术、巩固产业优势，更需要处理来自与大国竞争之间的压力。

关键技术突破面临 5G 器件和半导体材料两大方面的压力。5G 器件方面，中国系统设备在高频领域与国际先进水平存在一定的差距；核心器件全方位面临较大落后；测量仪表和测试方法面临新的挑战^[16]。放大器和滤波器在射频前端中的占比达 95%，是我国进口依赖度最大的器件，是各国布局 5G 产业链的关键战略领域，目前全球市场全部为美国、日本制造商所主导与垄断，技术壁垒很难打破；半导体材料方面，全球技术主要围绕晶圆材料、硅基半导体材料、以及化合物半导体材料展开，硅基半导体市场被美国、日本、欧洲等技术强国垄断。化合物半导体 GaAs 材料的技术和市场被日本和美国垄断^[17]。

产业方面主要面临着中高端原材料的产业链条缺失环节多、产品少而不强、下游元器件进口依赖性强的局面。在晶圆生产、芯片设计制造中，仅有少数的几家企业如江苏鑫华、华为海思能够实现量产化，产能主要集中在技术水平较低、产业附加值低的中低端领域。在中高端核心元器件方面，绝大多数的集成电路材料仍然掌握在国外企业手里，中国既是 5G 半导体材料产业的技术弱国，又是 5G 半导体材料的消费大国，在巩固技术研发优势的基础上，产业链成熟度待加强。

大国竞争方面，以美国为例，其动用国家力量，通过政治、经济等多种手段，多方面打压中国科技企业。政治上，美国于 2018 年发布《国家网络安全战略》，突出“美国优先”的战略思维，提出将通过经济制裁、公开溯源信息、司法起诉等手段遏制对手伤害美国利益^[18]，直接将中国作为排名第一的战略对手。经济上，2018 年中美贸易战加速大国紧张局势，同时美国政府打压中国科技企业，禁止美国企业向中兴、华为等企业出售零部件。美国政府加大外资管控力度，对新兴技术企业并购行

为进行严格管控。上述行为均已表明美国对中国科技的快速发展表现出担忧。

3.3 建议

本文从政府层面、战略层面、市场层面、产业层面、基础研究层面梳理了美国、欧盟、日本、韩国等主要发达国家的 5G 发展状况，并对中国 5G 技术发展的现状和问题进行阐述，针对当前的不足，提出以下 3 点建议。

一要提高战略定位，要充分认识科技创新的战略意义。科技创新是提高社会生产力和综合国力的战略支撑，必须摆在国家发展全局的核心位置。面对日益复杂的国际环境，5G 技术创新对提高人类生活质量、促进新一轮产业革命具有重要意义。中国、美国、欧盟、日本、韩国等各国政府对 5G 发展均给予大量的支持，积极进行技术创新。目前韩国、美国、意大利、英国等国家均已提供 5G 商用服务，商用初期仍以增强型移动宽带服务（EMBB）为主，后期技术创新重心应逐步向垂直行业具体应用偏移，全面构建从基础研发到成果转化，再到应用创新的科技创新生态链。

二要加强自主创新，推进中国特色社会主义网络强国建设。要加速突破信息领域核心技术，重点突破核心技术“缺芯少魂”等问题。以电子芯片为例，2018 年中国进口芯片费用高达 1.8 万亿元，核心器件进口依赖性强。究其原因，关键技术自主创新能力有待加强。5G 技术通信依靠半导体材料和器件，而上游中高端原材料的产业链条缺失，下游元器件进口依赖性强，创新链和产业链沟通不顺，都是阻碍中国 5G 技术的痛点，因此坚定走自主创新的突破之路已刻不容缓。

三要加强国际合作，构建网络空间人类命运共同体。加强技术交流，加强互联互通。在保持中国 5G 技术领先优势的基础上，同样需要加强国际合作，积极投入到国际事务中，参与国际标准制定，提升国际话语权。以“一带一路”为契机，加强 5G 贸易合作，在尊重国家主权的基础上，互利互惠，合作共赢，最终实现利益最大化，构建网络空间人类命运共同体。■

参考文献：

[1] 刘友华，李雨维. 第五代移动通信技术专利情报分析

- 及战略[J]. 科技管理研究, 2016, 39(9): 156-159.
- [2] 苑朋彬, 佟贺丰, 赵蕴华, 等. 全球 5G 技术专利市场研究[J]. 全球科技经济瞭望, 2018, 34(2): 68-76.
- [3] SIMIT 战略研究室. 5G 竞争, 四大阵营谁能笑到最后 [EB/OL]. [2019-08-01]. <https://mp.weixin.qq.com/s/u0pDAVPGiSRBpjgaNVffAw>.
- [4] 网易科技. 爱立信移动市场报告: 5G 今年将被投入商用 [EB/OL]. [2019-08-01]. <http://www.techweb.com.cn/tele/2018-06-26/2679393.shtml>.
- [5] 黄春子, 张丽红. 浅谈全球 5G 发展现状 [J]. 通信设计与应用, 2015(6): 80.
- [6] SIMIT 战略研究室. 5G 调研报告: 各国政策及部署简介 [EB/OL]. [2019-08-01]. <https://mp.weixin.qq.com/s/1kddrtD-3wvbwHMjuQS7Qw>.
- [7] 白檀. 5G 技术发展现状 [C]. 2015 信息通信网络技术发展研讨会论文集(中册). 2015, 15-18.
- [8] 云峰金融. 美国人的 5G 战略 [EB/OL]. [2019-08-01]. https://mp.weixin.qq.com/s?src=11×tamp=1561527950&ver=1691&signature=i8J0V9cgxaKzSY2Hwn4grYqBIK6Njjd34ErPStoR6Kn81z86n8u8m2mP*MWw9FFoPEUOUujS6OT-LV6k6sM08zxDoJh9wZSRLI-K-EGHlyGGhNW0okqXyAQeLm-bZL0s&new=1.
- [9] 李远东. 解读《欧盟 5G 宣言》[EB/OL]. [2019-08-01]. <http://www.istis.sh.cn/list/list.aspx?id=10168>.
- [10] 电子发烧友. 日本 5G 技术究竟发展到什么程度 [EB/OL]. [2019-08-01]. <http://m.elecfans.com/article/996573.html>.
- [11] 人民网. 日本提出“后 5G”战略网速达目前千倍 [EB/OL]. [2019-08-01]. http://www.sohu.com/a/239405866_114731.
- [12] 海外网. 日本计划 2025 年前全国普及 5G 基地台装在红绿灯上 [EB/OL]. [2019-08-01]. <http://www.taihainet.com/news/txnews/gjnews/sh/2019-06-15/2274092.html>.
- [13] 全球各主要国家(地区) 5G 发展战略 [J]. 广东科技, 2019, 28(3): 37-41.
- [14] 手机中国. 华为已获得全球 50 个以上 5G 商用合同基站发货超 15 万 [EB/OL]. [2019-08-01]. http://www.sohu.com/a/327688295_115831.
- [15] 慧聪通信网. 中国信通院: 5G 产业经济贡献 [EB/OL]. [2019-08-01]. <http://info.tele.hc360.com/2019/03/042056613135.shtml>.
- [16] 梁张华. 我国 5G 产业发展面临的困境及策略建议 [J]. 通信管理与技术, 2018(5): 9-11.
- [17] 李茜. 全球 5G 产业链布局, 中国还落后在哪里 [EB/OL]. [2019-08-01]. <http://www.elecfans.com/application/Communication/959885>.
- [18] 陈少晖, 吕尧. 从 5G 主导权的争夺解读 2018 版《美国国家网络战略》[J]. 网络空间安全, 2018, 9(12): 46-48.

5G Global Trend and China Strategy

YUAN Peng-bin, YANG Shuai, ZHAO Yun-hua, WANG Yun-hui
(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: 2019 is the commercial year of 5G technology. According to the 5G economic research report released by Qualcomm, it is predicted that 5G will generate \$12.3 trillion of economic output globally by 2035. China, the United States, the European Union, Japan and South Korea are powerful countries in the development of 5G technology. This paper summarizes the current situation of 5G development in various countries from the perspectives of government, strategy, market, industry and basic research. In view of the current complex international situation, China faces a loss of 5G industrial chain, the key technology controlled by others. In order to solve this questions, this paper put forward to improve the scientific and technological innovation in the political consciousness, strengthen the independent innovation ability, build the network space fate community and so on, so as to provide suggestions for the development of Chinese 5G.

Key words: 5G; policy environment; market value; industrial research; strategic planning