

科技新视野 鹿严

5G的中美之争及展望

5G在过去几年是全球的热门话题，特别在最近中美博弈中，5G成为了其中的重点，也让越来越多人关注这个领域。“5G”指的是新兴的第五代无线网络和技术，它相比第四代（4G）网络在数据传输速度、容量和时延（数据传输延迟）方面都有较大的飞跃。5G所带来的一系列新技术，会在从无人驾驶汽车到智能城市、从虚拟现实到作战网络等各领域，带来巨大的变化。

过去几年，5G建设热潮在全球蓬勃开展。全球移动供应商协会（GSA）统计显示，截至2020年12月中旬，全球有58个国家的135家运营商已经建成5G商用网络，与2020年2月，78家运营商开通5G商用网络相比，增长了近一倍。

中国和美国都是5G全球建设的重要参与者，特别是中国政府及企业，过去几年在5G建设方面投入非常大。近来，有一个疑问始终萦绕在很多人的头脑中：中国在5G领域，是否真的领先美国了吗？要客观地分析这个问题，我们可以先回顾一下移动无线技术过去几十年的发展历史。

第一代（1G）于20世纪70年代末推出，80年代初投入使用。从那时起，新一代的技术和无线标准每隔10年左右就会更新一次，目前我们正处于在4G和5G能力之间过渡的时期。1G时代，美国独领风骚，基本所有的核心技术和应用都是由美国公司开发的。2G时代，欧洲国家获得了竞争优势。在20世纪90年代开始，诺基亚及爱立信等欧洲公司，更早地推出先进的GSM设备，引领了全球移动无线市场。在3G转型期间，当时的欧洲监管部门要求对3G频谱资源进行拍卖，而不是把现有的2G频谱重新规划调整，因此错失先机。日本在3G方面开始处于领先地位。虽然美国最终赶上了日本，但却花了数年时间，美国企业也付出了巨大的代价，比如在此期间，就有多家无线技术公司倒闭或被收购到外国公司中。

美国在4G的发展中吸取了教训，及早加大投资建设力度，最终使其在4G到来时全面占据先机。此外，美国联邦通信委员会（FCC）还开放了更多频段的许可，并制定了相关规定，以促进4G网络的快速扩张，迅速开发形成成熟的4G生态系统，因此，美国在4G智能设备市场上处于领先地位。在5G之前的几代更迭过渡中，每一个时代的领先国家，都从庞大的移动无线市场中，获得了巨大的商业价值以及竞争和安全的优势。

在1G到4G的移动无线技术发展过程中，中国公司始终扮演着追随者的角色，不断努力学习世界各国的先进技术及市场经验。终于在5G时代到来之际，中国公司开始站到了舞台的前端，展示自己的领导力。全球5G的竞争序幕刚刚拉起，要在现阶段确认谁是真正的领导者还有些为时过早。然而我们可以按照以下四个关键指标，客观分析一下中美在5G领域的竞争，即频谱可用性、5G应用生态（包括5G网络建设和应用）、5G专利标准布局，以及关键芯片技术。

在这些指标中，频谱可用性影响很大，因为许多其他因素都直接或间接依赖于它。全球领域目前采用两种方法，部署数百兆赫的5G新频谱。第一种的重心放在6GHz以下的电磁（EM）频谱上（“低到中频段频谱”，也称为“Sub-6”），主要在3GHz和4 GHz频段。中国及世界其他大部分国家采用的是这种方法。第二种方法侧重于24~300GHz之间的频段（“高频频谱”或“毫米波”），这是目前美国、韩国和日本采用的方法（虽然三国也在不同程度上探索Sub-6频段）。

一般而言，波长较短的毫米波会产生较窄的波束，为数据传输提供更好的分辨率和安全性，且速度快、数据量大，时延小。其次，有更多的毫米波带宽可用，不仅提高了数据传输速度，还避免了低频段存在的拥堵。但和Sub-6频段相比较，毫米波存在显著弱点。由于Sub-6波长较长，穿透障碍物的能力更强，可以提供比毫米波更宽更广的区域覆盖效果，抗干扰能力及连接中断风险也更低。因此与毫米波相比而言，在覆盖相同面积的通讯区域时，Sub-6所需要的基站数量及投入资金更少。

根据谷歌初步的5G应用研究，使用28GHz频段中的425 MHz的频谱资源（目前美国5G试验的毫米波配置标准），相比使用3.4GHz频段中的250 MHz的频谱资源（Sub-6，中国5G试验和部署的标准），当两者都部署在现有的7万2735个蜂窝塔和屋顶上（最简单的部署选择），毫米波的部署以每秒1Gbps的速度只能覆盖3.9%的人口；而在中国Sub-6标准中，相同的基站以每秒1Gbps的速度，却可以覆盖21.24%的人口。而且，毫米波的网络连接更容易受到环境变化，比如车辆移动的影响，而变得更不稳定。另外Sub-6方案也可以更好的利用上现有的4G基础设施。这几点使Sub-6成为潜在的5G标准。

美国的运营商主要专注于5G的毫米波部署，因为世界其他地区使用的5G的3GHz和4GHz频谱，大部分是美国独有的联邦频段，特别是国防部广泛使用的频段。这个客观情况使美国在5G技术发展竞争中受到严重约束。一般预见，未来不少国家会采用毫米波和Sub-6共存的方式开发建设5G网络。毫米波用于少数有限的人口密集地区，而Sub-6则用于覆盖其余广大地区。

在5G网络建设方面，中国政府和企业对5G的投入力度非常大。根据中国工信部公开数据，中国已经在2020年底建成了全球最大的5G网络，开通5G基站超过71.8万个，实现所有地级以上城市5G网络全覆盖，5G终端连接数超过2亿。这个规模是美国现在5G网络的10倍以上，也远远超过世界其他各国的5G网络规模。

相对快速推进的5G网络建设而言，中国以及世界其他各国的5G应用发展比较缓慢，特别是杀手级应用缺乏。虽然市场上不断鼓吹5G+智慧工厂，5G+智慧医疗，5G+智慧教育等等应用场景，但无一例外，在这些领域5G和现有技术相比，没有明显的竞

争优势，因而都没有成功的大规模5G应用。即使在大家公认的5G应用场景，比如无人驾驶以及虚拟现实（VR）领域，目前也缺乏成功的5G杀手级应用。

大规模的5G网络建设投资，到底是否能像之前的4G建设那样快速获得高额回报，现在其实还没有明确的答案。所以，虽然中国5G网络建设方面进展迅速，但在极度缺乏5G应用的现状下，这是否是一个明智的决定，现在很难断言。当然也不排除，当5G的基础设施完善到一定程度之后，各种新型的5G应用爆发涌现的情况，但现在的确定性存在着很大的不确定性。

在5G专利标准方面，中国企业虽然和3G及4G时代相比，已经有很大的进步，但总体而言还是处于相对劣势地位。根据国际知名专利数据公司IPLytics2020年发布的最新5G行业专利报告，虽然中国企业（华为、中兴等等）在声称专利数（declared patent）方面领先，但是在授予专利数（granted patent）方面落后于韩国及欧洲的企业，特别在专利价值方面还是落后于欧美及韩国企业。

在5G标准上，中美欧合作制定了统一的5G标准，中国华为和美国高通在编码标准方面竞争也很激烈。最终华为推的Polar码拿到了eMBB场景中控制信道的编码方案，而高通主推的LDPC码则拿下了其他场景全部的编码标准。虽然中国在技术标准上的话语权，相比3、4G时代也大了很多，但是高通仍然在核心标准技术上有极强的影响力。

4G时代的手机基带芯片市场，群雄争霸，全球接

近20家厂商激烈竞争。相比4G时代的群雄混战，只有拥有强大研发实力的几家厂商，才能拿到5G时代的门票。在5G手机芯片方面，全球范围内目前仅有五大5G手机芯片厂商，分别是中国大陆的华为、紫光展锐，台湾的联发科，美国的高通以及韩国的三星。基站端所需5G芯片方面，由于对于体积和功耗要求相对于5G手机芯片更低，市场参与者更多一些，中兴微电子、华为、英特尔、海威华芯等均实现量产。

芯片产业链包括设计、制造、封装及测试过程。中国大陆的5G芯片企业在设计领域处于一线领先地位，但芯片制造方面，特别是关键制造设备方面，比如光刻机等，极端依赖其他国家技术。美国本身拥有很多芯片制造领域关键技术知识产权。2018年以来，中美贸易摩擦持续升级，美国通过切断核心领域5G芯片的供应，从某种程度上对中国5G行业的发展造成了很大的影响。简单而言，在5G芯片领域，美国还是占据了产业链的极大话语权。中国企业想要完全绕开美国芯片知识产权布局，推动芯片国产化，会非常困难。

通过以上分析，我们可以看到和之前1G到4G的时代作为跟随者相比，中国在5G技术和应用发展方面的确站在世界第一梯队，但也没有绝对的领先地位。特别在5G技术专利标准以及芯片技术方面，美国还是有非常大的话语权。将来中美在5G领域是竞争合作还是完全脱钩，对整个世界的5G建设有非常大的影响。美国新政府上台之后，在5G领域应对中国的策略是否会有所调整，一切都还不太明朗；全球5G的发展也还有很多不确定性。

作者是新加坡国立大学商学院教授、国大商业大数据分析中心联席主任，原载《思想中国》