

3 产业发展和 5G 启动

自 2018 版报告发布后，由移动运营商、制造商以及产业用户（含垂直行业）共同开展的 5G 实验的细节已公之于众。美国 and 韩国已经启动了几个早期 5G 商用项目。目前一些早期网络使用了专有的 5G 技术，而其他网络运营商则选择等待符合 3GPP Release 15 的设备和终端产品推出后再启动 5G 商用服务。

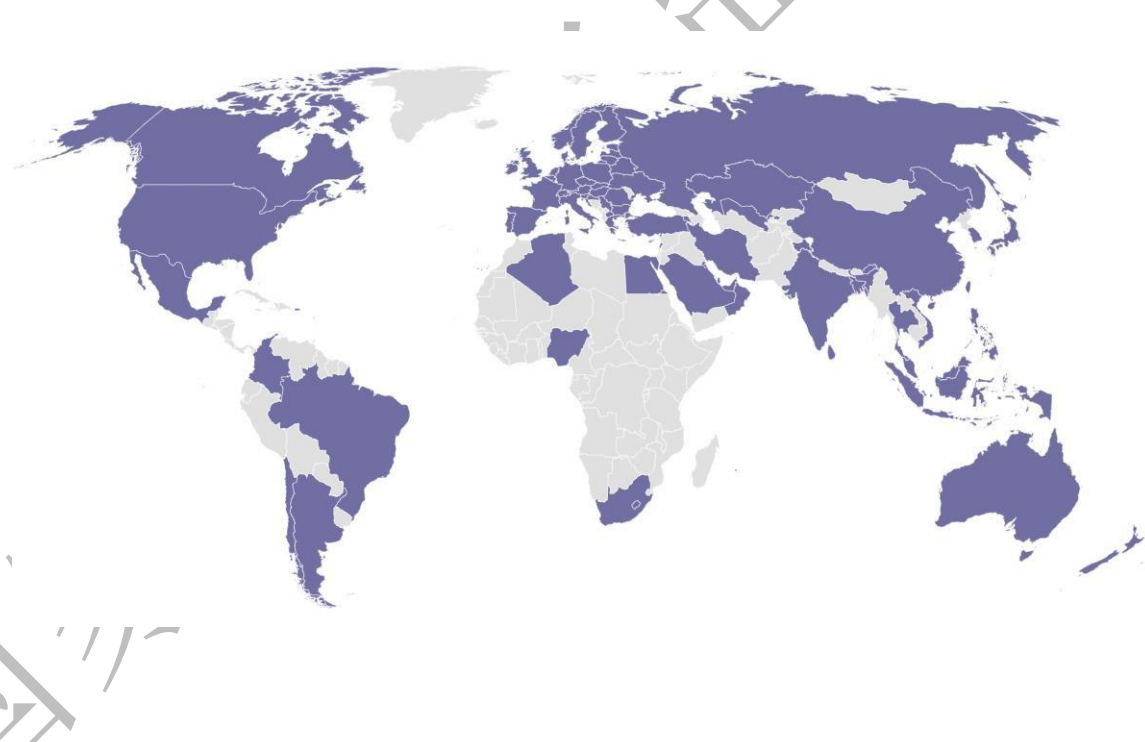
步入 2019 年，我们期待更多运营商从 5G 技术试验阶段转入符合 3GPP Release 15 标准的商用部署并推动 5G 商用。本章节，我们将讨论迈向 5G 启动的产业进展，并分析 5G 就绪评估的第一个指标“产业承诺（试验、试点及商用启动）”。

3.1 5G 试验和启动商用

世界范围内 5G 试验和预商用部署持续加速，运营商期待基于 5G 网络实现全业务服务。部分设备商预期在 2019 年⁷发布 5G 设备，而符合 3GPP 标准的设备的推出也将推动 5G 全商用部署网络数量在 2019 年剩余时间内以及 2020 年大幅提升。

2019 年 2 月发布的一份报告⁸显示，83 个国家的 201 家运营商积极投资 5G，开展了论证、测试和试验⁹、取得 5G 技术试验许可、在网络上部署 5G 新无线电（NR）技术以及宣布启动全面服务¹⁰等活动。这些国家如下图 3.1 所示。

图 3.1: 投资 5G 的各国运营商[来源: GSA, 2019 年 2 月, 由 Bing © GeoNames, HERE, MSFT, Wikipedia 提供支持]



⁷ 多家制造商已正式发布多款 5G 智能手机并计划于 2019 年推向市场，其他一些制造商也将于 2019 年稍晚时间推出各自的 5G 智能手机，具体细节见 3.2 节。

⁸ “5G 全球进展，试验、部署和启动”，GSA 发布，2018 年 2 月，见 <https://gsacom.com/>

⁹ 尽管现有数据允许，GSA 的 5G 试验定义中排除了基站提供少于 64 条传输信道的大规模 MIMO 技术试验。GSA 宣称“GSA 目前将 8、16 或 32 条传输信道的低阶 MIMO 试验，或者 MIMO 阶数未公开的试验，算作 LTE-Advanced 或 LTE-Advanced Pro。只有相关测试应用了甚高频或者新无线电（NR）技术时，才会实质上将其算作 5G”。

¹⁰ 启动商用定义为向使用专有终端或符合 3GPP 标准终端的用户提供服务。运营商仅在基站使用 5G 新无线电技术或仅向特定用户提供“在线”测试（也即是不向用户提供 5G 收费服务）的，不能认为是启动商用

GSA 确认全球各运营商¹¹开展的 5G 论证、技术测试或预商用试验数量超过 560 个，这并不包括由设备商而不是由移动网络运营商（MNO）开展的试验。在 GSA 确定的各参照国家（地区）中，几乎所有的国家级移动网络运营商都已宣布开展大规模 5G 试验，为提供全面服务进行前期准备¹²。因此本报告将聚焦这些预商用部署以及启动商用的计划。

数个参照国家（地区）移动网络运营商已启动 5G 商用服务，他们是：

- 美国威瑞森公司（Verizon）。2018 年 10 月 1 日，威瑞森公司在萨格拉门托、休斯顿、印第安纳波利斯以及洛杉矶等城市的部分地区启动了 5G 毫米波频段（28GHz 和 39GHz）商用固定无线接入服务。该服务目前基于威瑞森公司专有的 5G “技术论坛”标准，并将在符合 3GPP 标准的设备推出后进行相应升级。
- 美国电话电报公司（AT&T）。2018 年 12 月 21 日，美国电话电报公司在亚特兰大、夏洛特（北卡罗来纳州）、达拉斯、休斯顿、印第安纳波利斯、杰克逊维尔（佛罗里达）、路易斯维尔（肯塔基）、俄克拉荷马城、新奥尔良、罗利（北卡罗来纳州）、圣安东尼奥和韦科（德克萨斯）等 12 个城市或其部分地区，使用 39GHz 频段启动了符合 3GPP 标准的移动 5G 商用服务，该服务需使用美国网件公司（NETGEAR）夜鹰（Nighthawk）5G 移动热点终端。
- 韩国 SK 电信（SKT）、韩国电信公司（KT）和 LGU+。2018 年 12 月 1 日，韩国三大移动网络运营商使用 3420–3700MHz 频段，在韩国部分地区同时启动仅针对企业用户的 5G 固定无线接入服务（基于 3GPP NR 标准）。

关于早期 5G 启动的进一步信息见附录 A。

其他一些非参照国家（地区）运营商¹³也已宣布启动 5G 商用网络，例如，阿联酋移动网络运营商 Etisalat 于 2018 年 5 月宣布¹⁴提供 5G 固定无线接入服务，芬兰和爱沙尼亚移动网络运营商 Elisa 于 2018 年 6 月宣布¹⁵在芬兰坦佩雷和爱沙尼亚塔林启动 5G 商用网络并提供 5G 收费服务¹⁶。

对于其他很多已宣布的网络部署，运营商们表示 5G “商用”基站已经就位，只待兼容的终端上市即可向客户提供移动业务（以下 3.2 节将讨论终端的可用性）。最早一批宣布网络部署的移动运营商包括卡塔尔电信（Ooredoo），它于 2018 年 5 月宣布首个 5G 站点投入使用，而此时尚无可用的移动终端。在其他案例中，运营商使用了用于测试目的的许可证并提供部分受限制的服务，仅在得到所有许可证后才能提供商用服务。最后一种情况是很多运营商宣布开展 5G 预商用试点。绝大多数参照国家（地区）都可归类于上述某一种情况。

¹¹ 截止 2019 年 2 月

¹² 这些试验已在之前的报告中详细描述，但在报告发布后仍有许多试验发布。可通过多种渠道跟踪 5G 试验，例如欧洲的 5G 观察站跟踪“全球基于 5G 业务的试验、试点测试、预商用和启动商用”，见 <https://5gobservatory.eu/5g-trial/>

¹³ 除了本文提及的 Etisalat 和 Elisa 公司案例，GSA 还列出一系列 5G 商用启动（例如 Vodacom 公司在莱索托推出 5G 商用网络

¹⁴ 2018 年 5 月 14 日，Etisalat 宣布“将从 2018 年 9 月起，使用商用固定终端和服务在阿联酋部分指定地区提供”5G 固定无线接入业务。见 https://www.etisalat.ae/en/about-us/media_center/press_releases/etisalat_launches_first_commercial_5g_network_in_the_mena.jsp

¹⁵ 尽管 GSA 将该行动归类为启动商用，但当时该公司仅拥有用于测试目的的频谱许可证。其后，芬兰监管机构（芬兰通信管理局，FICORA）拍卖了 3.4-3.8GHz 频谱。2018 年 10 月 1 日，Elisa 公司宣布其中标频谱将“于 2019 年 1 月 1 日起在芬兰投入使用，第一个 5G 商用终端预计于 2019 年面世。”见 <https://corporate.elisa.com/news-room/press-releases/elisa-press-release/?id=74816483692765&tag=corporate.elisa.com%3Apress> and <https://corporate.elisa.com/news-room/press-releases/elisa-press-release/?id=91355757317710&tag=corporate.elisa.com%3Apress>

¹⁶ 在上述案例中，应注意到仅在指定地区（绝大多数在城区）提供服务。在某些案例中，5G “商用”服务仅提供给特定用户或特定终端设备类型（例如，限制客户群或不能使用符合 3GPP 标准的设备和终端）。尽管如此，在上述案例中我们了解到运营商已有可用终端并可向某些商用客户提供服务。

在未来一年到 18 个月，或者一旦具有 5G 能力的固定无线接入终端和智能手机开始融合（见 3.2 节），宣布引入 5G 商用服务的运营商的数量预计将持续增长。表 3.2 显示了参照国家（地区）运营商宣布的 5G 商用服务启动日期和计划。

表 3.2: 参照国家（地区）移动通信运营商（MNO）5G 商用计划一览表[来源：GSA¹⁷ 和运营商公告，更多细节和资源详见附录 A]

国家（地区）	运营商	5G 正式商用日期	5G 正式商用计划概览
澳大利亚	Telstra	2019 上半年	Telstra 宣布其 5G 首秀将主要面向大城市和区域中心，2019 年上半年将上线第一批 5G 服务。
	Optus	2019 上半年	2019 年上半年将在部分地区上线 5G 固定无线接入服务。
	VHA	未公开	尚未公布 5G 商用部署日期。
加拿大	Rogers	2020	为作好 2020 年 5G 商用部署准备，目前该公司正在用 5G 新无线电技术（5G-NR technology）升级网络。
	Bell	未公开	尚未公布 5G 商用部署日期。
	Telus	2020	Telus 已着手测试 5G 固定无线接入服务，并宣称自 2020 年起商业运营。
中国	中国移动	2020	中国移动“作为 2019 年预商用和 2020 年正式商用的重要推进举措，将于 2019 年上半年发布 5G 智能手机。”
	中国联通	2020	中国联通“预计在 2019 年完成 5G 网络预商用部署，预计于 2020 年完成大规模部署。”
	中国电信	2020	中国电信“将在 2019 年启动 5G 技术预商用化进程”，并拟于 2020 年正式商用。
法国	Orange	2020	Orange 集团宣称“5G 智能手机上市后，该集团 2019 年即可在 17 座欧洲城市（包括法国和西班牙）部署 5G 服务，并可在 2020 年正式商用”。本报告认为上述城市的用户可在 2019 年订购 5G 服务。
	SFR	2020	SFR 已在法国南斯开展 5G 现场试验，并宣称将于 2021 年正式商用。近期其他报告指出，SFR 将于 2020 年推出 5G 正式商用。
	Bouygues	2020	Bouygues 目前正在准备部署其 5G 网络，并“将于 2020 投向市场。”

¹⁷ 本报告对运营商发布内容及新闻报道的分析可能与全球供应商协会（GSA）报告中的细节略有出入。

	Free	未公开	尚未公布 5G 商用部署计划。
德国	Telefonica	2020	尚未公布 5G 商用部署日期。其他报告指出其商用部署拟于 2020 年完成。
	Vodafone	2020	Vodafone 拟自 2020 年起向用户提供 5G 服务。
	DT	2020	2018 年 10 月, DT 宣布商用 5G 设备大量上市后, 其 5G 即在 2020 年正式商用。
中国香港	HKT SmarTone Three	2020	此三家运营商尚未公布 5G 商业部署日期。基于与政府公告和频谱可用性一致的考虑, 5G 商用最早将于 2020 年部署。
	CMHK	2019	中国移动香港 (CMHK) 宣称 5G 频谱发布时 (2019-2020) 将“为用户提供完整服务”。鉴于 5G 智能手机将于 2019 年下半年面世, 中国移动香港将先期提供固定无线接入服务。
意大利	TIM	2020	在全面商用前, TIM 在圣马力诺设置了一个 5G 在线基站。
	Vodafone	2019	已在米兰搭建测试网络, 鉴于 5G 设备尚未充分商用, 公司 5G 完整服务尚未发布。计划于 2019 年在都灵、博洛尼亚、那不勒斯和罗马部署 5G 网络。
	Wind Tre	2019	Wind Tre 计划于 2019 年末前在“意大利部分地区首批”部署 5G 网络, 5G 设备计划于 2020 或 2021 年投放市场。
	Iliad	未公开	尚未公布 5G 商用部署日期。
日本	NTT DOCOMO	2020	NTT DOCOMO 计划在 2019 年 9 月提供 5G 预商用服务, 并于 2020 年年中为全日本用户提供 5G 正式商用服务。
	KDDI	2020	KDDI “计划在 2020 年 5G 正式商用之前, 2019 年小范围提供 5G 服务”。
	Softbank	2019	Softbank “计划在 2019 年启动有限的 5G 商用部署, 在 2020 年为智能手机提供完整 5G 服务”。
	Rakuten	2020	计划于 2019 年 10 月正式提供商用移动服务。该服务初期将仅限 4G, 并计划于 2020 年年初上线 5G 服务。
卡塔尔	Ooredoo	2019	Ooredoo 宣称若干 5G 站点已就绪, 但 5G 手机预计无法早于 2019 年年中面世。Ooredoo 目前正在研发 5G 固定无线接入设备, 并计划于“2019 年旱季结束前”在一定数量的地点提供终端连接。

	Vodafone	2019	与 Ooredoo 类似，Vodafone 已公布其 5G 正式商用，但也指出 5G 手机预计无法早于 2019 年年末面世。该公司在 2018 年 12 月 31 日宣布了其第一位“商用接入”5G 固定无线接入服务的用户。
韩国	SKT	已发布	2018 年 12 月 1 日，这三家运营商面向企业用户发布了 5G 固定无线接入服务。按照计划，5G 智能手机上市后，将于 2019 年 3 月向普通用户提供完整的商用 5G 移动服务。
	KT		
	LGU+		
西班牙	Vodafone	未公开	尚未公布 5G 商用部署日期，但已在 6 座西班牙城市开展 5G 试验。
	Telefonica	未公开	Telefonica 已在 2 座西班牙城市开展 5G 试点，但相关报告指出其正式商用不会早于 2020 年。
	Orange	2019	Orange 集团宣称“5G 智能手机上市后，2019 年将在 17 个欧洲城市（包括法国和西班牙）部署 5G 服务，并准备在 2020 年正式商用”。据了解，上述城市用户可在 2019 年体验 5G 服务 ¹⁸ 。
	Mas Movil	未公开	尚未公布 5G 商用部署日期。
瑞典	Telia	2020	Telia 计划“于 2020 年在瑞典开展 5G 正式商用”。
	Telenor	2020	Tele2 和 Telenor 已签署协议，将在瑞典全境联合部署 5G 网络，计划“在 2020 年为首批用户提供 5G 接入”。
	Tele2		
	Tre	未公开	尚未公布 5G 商用部署日期。
英国	O2	未公开	已确认不会早于 2020 年部署商用 5G 服务。
	BT/EE	2019	BT/EE 计划在 2019 年将 1500 个站点升级至 5G，并拟于 2019-2020 年部署 5G 移动和固定无线接入服务。
	Vodafone	2019	Vodafone 计划于 2019 年在若干英国城市提供 5G 覆盖，并于 2020 年部署 1000 个 5G 站点。
	Three UK	2019	Three 指出首批 5G 商用设备将于 2019 年下半年面世。该公司并未公布其 5G 固定无线接入服务部署计划。该公司于 2018 年 11 月发表了一篇关于 5G 技术的报告。
美国 ¹⁹	AT&T	已发布	2018 年 12 月，AT&T 借助毫米波频谱，在 12 座城市部分区域利用移动热点设备实现了商用 5G 移动服务。

¹⁸ 本报告认为 Orange 西班牙预计 2019 年商用，而 Orange 法国预计 2020 年商用。即 Orange 更加注重在西班牙的 5G 商用进度。

¹⁹ 2018 年 2 月，US Cellular 公司（美国市场第五大运营商，目前在 23 个州开展业务）宣布拟于 2019 年下半年为用户供 5G 服务。详见：<https://www.uscellular.com/about/press-room/2019/USCellular-selects-Ericsson-for-5G-deployments.html>

			AT&T 计划在 2020 年年初上线全美范围 5G 移动服务。
	Sprint	2019	Sprint 宣布将于 2019 年上半年在 9 个城市提供 5G 商用服务。
	T-Mobile	2019	T-Mobile 公布了首批部署 5G 服务的 30 个城市名单，计划在 2020 年实现 5G 全美覆盖。
	Verizon	已发布	2018 年 10 月，Verizon 在一些城市的部分区域部署了基于其专有标准的 5G 固定无线接入服务。公司计划于 2019 年 4 月在某些城市提供 5G 移动服务并在 2019 年年底前扩展到 30 个城市。

综上所述，参照国家（地区）的大多数移动通信运营商将在 2019 至 2020 年正式提供 5G 商用服务。全球许多其他的移动通信运营商亦将在近几年推出 5G 服务。全球供应商协会（GSA）在 2019 年 2 月报告中指出：48 国的 90 家电信运营商已宣布将于 2021 年底前向用户提供 5G 服务。²⁰

表 3.3: 预计推出 5G 商业服务的运营商数量 [资料来源: GSA, 2019 年 3 月 21 日²¹]

地区	已启动	将于 2019 年启动	预计于 2020 年启动	预计于 2021 年启动	正在测试/试验
欧洲	2	18	20	5	21
亚洲	6	10	13	2	29
北美	3	3	3	-	5
世界其他地区	1	2	3	-	15
共计	12	33	39	7	70

据了解，参照国家（地区）正在开展试点或意向推出 5G 固定无线接入服务的运营商的相关情况如表 3.4 所示。

表 3.4: 在参照国家（地区）中规划或试用 5G FWA 服务的运营商 [资料来源: GSA 和 MNO 公告²²，详情见附录 A]

运营商	国家（地区）	5G FWA 发布计划
Three	英国	公司表示将于 2019 年推出 5G 固定无线接入服务。2018 年 11 月，该公司发表了一份题为“5G 无线家庭宽带：固定宽带的可信替代方案”的报告（由 Three 公司编写）。该报告指出 5G 固定无线接入可能挑战英国有线接入服务市场。

²⁰ 《5G 全球进展-试验、部署和商用》，2019 年 2 月。详见：<https://gsacom.com/>。

²¹ 为了保持一致，本文直接提供了 GSA 报告的数据。这些数据基于 2019 年 3 月公布的 GAMBoD 数据库。

²² 我们注意到，GSA 将 DT (德国) 列为计划 2019 年提供 FWA 业务的公司，将 Vodafone (英国) 列为“部署或试用” FWA 业务的公司。我们尚无法根据移动通信运营商的公告明确证实。

AT&T	美国	AT&T公司表示“当所在区域AT&T 5G业务可用时”将升级现有客户的FWA服务。
CMHK	中国香港	CMHK公司表示,当[2019-2020年]5G频谱发布时,它“将随时准备为用户提供全面服务”。CMHK公司指出,由于5G智能手机要到2019年下半年才能上市,最早将提供固定无线接入服务。
BT/EE	英国	公司计划在2019年将1500个站点升级到5G,并推出5G移动和固定无线接入业务。该运营商选择了16个英国城市于2019年部署5G站点。
KT	韩国	2018年12月推出FWA服务(仅限企业用户)(见上文)。
LGU+	韩国	2018年12月推出FWA服务(仅限企业用户)(见上文)。
Ooredoo	卡塔尔	Ooredoo表示,“2019年旱季结束时,一些人口较多的沙漠地区将连接5G家庭宽带(即FWA)设备”。
Optus	澳大利亚	将于2019年上半年在多个首府推出5G FWA服务。
SKT	韩国	2018年12月推出FWA服务(仅限企业用户)(见上文)。
Sprint	美国	Sprint表示正与HTC开展合作,2019年上半年向市场推出“5G移动智能集线器”。虽然该设备似乎是一个移动热点,而不是FWA设备,但Sprint已表示,它将服务于“小户型,公寓居民,甚至小企业”,作为主要互联网接入手段。
Telefonica	德国	2018年10月,Telefonica公司宣布与三星合作计划开展5G FWA试验。2019年2月,Telefonica确认试验(26GHz频段)已经完成。
Telstra	澳大利亚	Telstra公司已注意到“支持5G的智能手机要到2019年底或2020年初才可能成为主流,与此同时,5G将在固定无线接入等其他产品中使用”,目前我们尚未掌握该公司关于FWA的声明。GSA将Telstra列为计划2020年提供FWA服务的公司。
Telus	加拿大	Telus公司一直在测试5G FWA服务,预计该技术将从2020年开始投入商用。
T-Mobile	美国	2018年4月,T-Mobile和Sprint公司宣布达成合并协议;目前监管机构正在对合并进行审查。T-Mobile公司表示,合并后的实体将提供“家庭宽带和移动宽带业务”。特别需要指出,合并后的实体希望到2024年为全美52%的邮政编码区域提供家庭宽带业务。
Verizon	美国	2018年10月已推出服务(仅限企业用户)(见上文)。
Vodafone	卡塔尔	2018年12月31日,Vodafone宣布海湾大桥国际公司成为首个5G FWA“商业连接”客户。

正如我们在2018年报告中所讨论的,除了移动通信运营商以外,价值链的其他几个参与者正在进行5G试验,并希望使用许可频谱推出5G服务。例如:

- 2017年7月，英国电信基础设施公司 Arqiva 宣布²³，它与系统供应商三星公司一起在英国伦敦市中心开展欧洲首个 5G FWA 试验，使用 28GHz 频段现有固定无线执照。2018年4月，Arqiva 宣布²⁴与移动网络运营商 O2 合作，使用毫米波段在伦敦中心位置部署 300 个室外小型蜂窝。成规模网络覆盖计划于 2020 年完成。
- Airspan 集团运营的 Dense Air 公司在爱尔兰（2017 年）和澳大利亚（2018 年）通过拍卖方式获得 3.4-3.8GHz 频段频谱使用权。Dense Air 的目标是在人口密集地区利用“中性主机”²⁵方式提供 4G 和 5G 服务。该公司还在比利时、葡萄牙和新西兰持有频率执照并拟开展上述业务。

一些 5G 行业应用也在进行开发和试验。2018 年 10 月，西班牙移动通信运营商 Orange 公司宣布，它在 7 个城市开展 5G 用例测试，包括智能网联汽车、工业自动化和虚拟教室。芬兰移动通信运营商 Telia 公司正在测试 5G 技术在工厂、车辆自动操作以及机器远程遥控等方面的应用。电子竞技游戏 (eSports) 也是一个处于“萌芽期”的使用案例；芬兰 Telia 公司正在开发一项 5G eSports 服务，并在 2018 年一次公共电子竞技活动现场进行了试验²⁶。2018 年 12 月，韩国三家移动通信运营商向商业客户推出了 5G FWA 服务，其首批客户经过精心挑选，旨在展示 5G 在多个垂直行业领域的应用：

- SKT 第一个客户是总部位于京畿道安山的 Banwol 工业园区的汽车零部件公司 Myunghwa，该公司利用 SKT 的“5G-AI 机器视觉”解决方案对生产线上汽车零部件进行质量检查。
- KT 的第一个用户是名为 Lota 的人工智能机器人。
- LGU+ 表示，它期待“5G 服务适用于重型设备、农业机械、无人机、闭路电视、智能工厂和智慧城市等领域的远程控制”²⁷。它的第一个 5G 客户是拖拉机制造商 LS Mtron。

3.2 标准化进程和终端

正如前文提及，3GPP 正在定义 5G 规范。通过组织和联合全球行业范围内多个区域通信标准化开发机构，并基于各成员机构的努力，3GPP 推出了一系列移动网络标准化报告和规范（包括 GSM, UMTS, LTE, 和 5G）²⁸。

5G 演进第一阶段标准规范是 3GPP 发布的 Release 15 规范（见下图 R15）。2017 年 12 月，3GPP 完成了 Release 15 规范第一阶段²⁹，定义了 5G 增强型移动宽带（eMBB）新无线

²³ 见 <https://www.arqiva.com/news/press-releases/arqiva-and-samsung-kick-off-uks-first-5g-fixed-wireless-access-trial/>。2017 年 2 月宣布试验计划；<https://www.arqiva.com/news/press-releases/arqiva-and-samsung-to-undertake-first-5g-fixed-wireless-access-trial-in-the-uk/>。2017 年 7 月，Arqiva 宣布获得伦敦市中心和大伦敦地区 28GHz 频段的 2×112MHz 频率执照。

²⁴ 请参阅 <https://www.arqiva.com/news/press-releases/arqiva-and-o2-to-improve-mobile-connectivity-in-london-boroughs/>

²⁵ “中性主机”是非移动通信运营商的第三方操作者以批发方式向移动网络运营商出售网络容量，使运营商能将主要网络的流量进行分流，特别是在网络负载较重区域。关于中立主机 5G 的另一个示例，请参见 <http://www.wirelessinfrastructure.co.uk/wig-raises-220m-to-accelerate-investment-into-new-neutral-host-wireless-infrastructure/>

²⁶ 请参阅 <https://www.teliacompany.com/en/news/news-articles/2018/telia-puts-5g-to-the-test-at-public-esports-event/>

²⁷ 有关来源的链接，请参见附录 B.10.3

²⁸ 参见 <http://www.3gpp.org/about-3gpp>

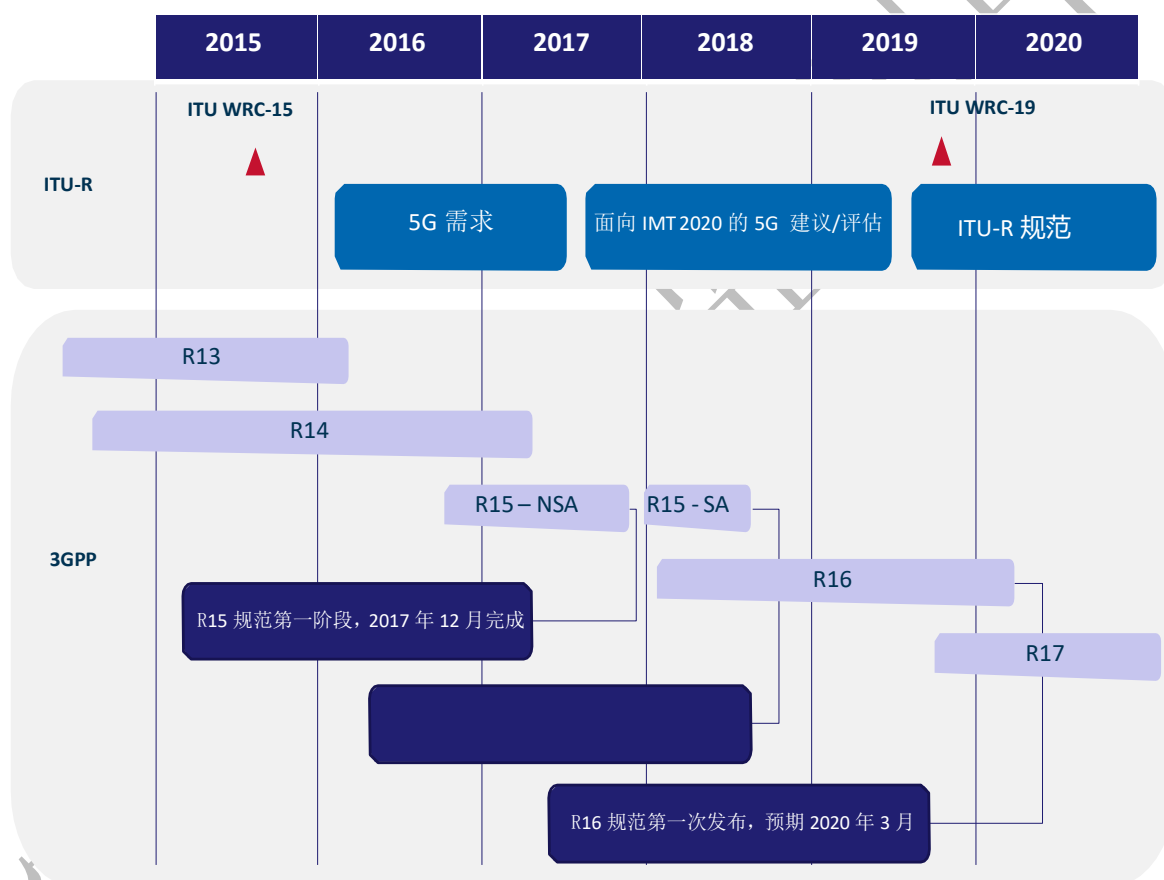
²⁹ 参见 http://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1934-nr_verticals

电 NR (new radio) “非独立 (non-standalone)” (NSA) 配置³⁰。2018 年 6 月, 3GPP 完成 R15 第二阶段³¹, 定义了 5G eMBB 新无线电 NR “独立” (SA) 配置。R15 不仅定义了 5G 空中接口使用的 5G-NR 技术, 同时定义了面向移动服务的虚拟核心网的第一阶段。至此, 芯片组制造商和设备供应商可根据 3GPP 规范生产 5G 商用移动服务所需的网络设备和终端。

后续版本 3GPP Release16 规范 (R16) 将对现有规范进行升级, 扩展基于服务的 5G 核心网络架构, 支持 eMBB 以外的其他用例以涵盖所有设想的 5G 应用 (包括物联网、超可靠和低延迟应用)³²。Release 16 第一阶段规范预期于 2020 年 3 月完成³³。

图 3.5 显示了国际电联 (ITU) 和 3GPP 关于 5G 发展的关键里程碑节点 (包括已完成节点和计划节点)。

图 3.5: 5G 技术和规范发布的里程碑节点 [来源: ITU, 3GPP, 2019]



随着 3GPP 加快标准制定, 5G 标准较最初设想提前两年基本完成, 工业界正在竞相开发和部署具备 5G 技术的网络设备, 并研发具有 5G 技术的智能手机。主要设备供应商已经

³⁰ 非独立 NR 指的是 NR 承载网将与现有 4G / LTE 承载网, 以及利用 4G 演进分组核心网 (EPC) 一起部署。独立 NR 指的是 5G 承载网独立于 4G, 和 5G 核心网进行部署。

³¹ 参见 http://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1965-rel-15_news

³² 详见 <http://www.3gpp.org/release-16>

³³ Release 16 规范的第一阶段原计划于 2019 年 12 月完成。但在 2018 年 12 月, 3GPP 宣布推迟三个月发布 (“冻结”) Release 15 (Late Drop) 规范, 从而导致 Release 16 的相应延迟发布。同样详见 <http://www.3gpp.org/specifications/releases>

开发兼容多个频段的 5G 无线接入网络 (RAN) 设备。美国 5G 部署使用了爱立信、诺基亚和三星的网络设备。全球范围内主要的网络设备供应商包括爱立信、华为、诺基亚、三星和中兴。随着 2018 年 5G 芯片组 (调制解调器) 供应商开始供货, 2019 年起将有多家供应商推出具备 5G 能力的智能手机终端并迅速投放市场。

表 3.6 描述了主流供应商提供的部分 5G 调制解调器

表 3.7 列举了即将进入市场的 5G 手机。

表 3.6: 供应商提供的 5G 调制解调器 [来源: 易观梅森分析, 2019]

供应商	现状	5G 芯片组详细信息
Qualcomm	商用	<p>2016 年 10 月, 高通公司成为首家宣布³⁴计划推出采用 Snapdragon X50 5G 调制解调器的 5G 芯片组的供应商。Snapdragon³⁵ X50 支持最高 5Gbps 传输速度, 兼容多个 5G NR 频段 (包括 6GHz 以下和毫米波)。X50 可与 (最多四个) QTM052 毫米波天线模块 (见下文) 配对, 从而支持波束赋形/控制等功能。当与集成千兆级 LTE 调制解调器的 Snapdragon 处理器配合使用时, 完整的 Snapdragon X50 5G 平台可通过双连接 (DC) 提供多模 4G / 5G 功能。</p> <p>我们了解到³⁶X50 在 n257 (26.5-29.5GHz)、n261 (27.5-28.35GHz) 和 n260 (37-40GHz) 毫米波频段支持最高 800MHz 带宽, 在 6GHz 以下频段支持最高 100MHz 带宽³⁷。</p> <p>QTM052 毫米波天线模块系列、高通 QPM56xx 6GHz 以下射频模块系列与 Snapdragon X50 5G 调制解调器相结合, 可在多个频段内提供调制解调器至天线工作能力。</p> <p>2018 年 12 月 5 日, 高通推出³⁸了 Snapdragon 855 5G 平台³⁹。Snapdragon 855 芯片组可与 X50 调制解调器配合使用提供 5G 功能。2019 年 1 月, 高通宣布⁴⁰超过 30 种设备 (其中大部分是智能手机) 将使用 Snapdragon 855 平台和 X50 调制解调器, 并计划于 2019 年初发布。</p>

³⁴ 参见 <https://www.qualcomm.com/news/onq/2016/10/17/meet-snapdragon-x50-qualcomms-first-5g-modem>

³⁵ 参见 <https://www.qualcomm.com/products/snapdragon-x50-5g-modem>

³⁶ 参见 <https://www.anandtech.com/show/13106/qualcomm-announces-their-first-5g-mmwave-antenna-module-qtm052-coming-this-year>

³⁷ 有报道称, 首批 X50 调制解调器不支持低于 6GHz 的频段。比如:

<https://uk.pcmag.com/news/118720/qualcomm-expect-t-mobiles-600mhz-5g-network-later-in-2019>

³⁸ 参见 <https://www.qualcomm.com/news/onq/2018/12/05/snapdragon-855-premier-mobile-platform-new-decade-5g-ai-and-xr>

³⁹ 参见 <https://www.qualcomm.com/products/snapdragon-855-mobile-platform>

⁴⁰ 2018 年 1 月, 高通发布该消息, 参见 <https://www.qualcomm.com/news/releases/2019/01/07/qualcomm-chipsets-and-rf-front-end-power-more-30-commercial-5g-mobile>

Samsung	商用	2018年8月,三星发布 ⁴¹ 了5G调制解调器Exynos 5100。Exynos 5100 ⁴² 支持高达6Gbps的传输速度,并且(和高通的Snapdragon X50一样)兼容多个5G NR频段(6GHz以下和毫米波频段)。与Snapdragon X50不同,Exynos 5100是一款多模调制解调器(意味着一个芯片组即可支持NSA和SA模式下的5G NR以及4G,3G和2G传统无线网络)。
---------	----	---

供应商	现状	5G芯片组详细信息
Intel	商业预发布	<p>2017年11月,英特尔发布了⁴³XMM 8000系列5G调制解调器,其中第一款是XMM 8060。与三星的Exynos 5100一样,XMM 8060是一款多模调制解调器(单一芯片即可支持NSA/SA 5G NR以及2G/3G/4G)。英特尔预计2019年中向商业用户提供该款芯片。</p> <p>2018年11月,英特尔发布了⁴⁴XMM 8160 5G调制解调器,支持高达6Gbps的传输速度。英特尔预计2019年下半年开始出货,从2020年上半年开始提供商用设备。</p> <p>据报道⁴⁵,其后型号XMM 8161(尚未发布)将从2020年起用于Apple iPhone。</p>
Huawei	商用	<p>2018年2月,华为⁴⁶在2018年世界移动通信大会上推出了第一款5G芯片组(Balong 5G0)。据了解,Balong 5G01支持2.3Gbps的下载速度。</p> <p>在2018年4月一场分析师活动中,华为宣布⁴⁷计划在2019年下半年发布5G智能手机。据报道,该手机将使用麒麟980芯片组。据理解,Balong 5G01可能因尺寸太大而无法在早期5G智能手机中使用,它应该主要用于移动热点和智能网联汽车⁴⁸。但Balong 5G01预计将用于未来的智能手机。</p> <p>据了解⁴⁹,华为已决定不将调制解调器授权给作为竞争对手的其他手机制造商。</p>

2018年8月,联想(摩托罗拉)成为第一家⁵⁰发布具备5G能力的智能手机(Moto Z3⁵¹)

⁴¹ 参见 <https://www.samsung.com/semiconductor/minisite/exynos/newsroom/pressrelease/samsung-announces-exynos-modem-5100-industrys-first-5g-multi-mode-modem-fully-compliant-with-3gpp-standards/>

⁴² 参见 <https://www.samsung.com/semiconductor/minisite/exynos/products/modemrf/exynos-modem-5100/>

⁴³ 参见 <https://newsroom.intel.com/news/intel-introduces-portfolio-new-commercial-5g-new-radio-modem-family/#gs.uzZorCjE>

⁴⁴ 参见 <https://newsroom.intel.com/news/intel-accelerates-timing-intel-xmm-8160-5g-multimode-modem-support-broad-global-5g-rollouts/#gs.ORcJfrsq>

⁴⁵ 参见 <https://www.fastcompany.com/90261969/source-apples-first-5g-iphone-will-arrive-in-2020>

⁴⁶ 参见 <https://www.samsung.com/semiconductor/minisite/exynos/newsroom/pressrelease/samsung-anno>

⁴⁷ 参见 <https://5g.co.uk/news/huawei-5g-enabled-smartphone/4348/>

⁴⁸ 参见 <https://5g.co.uk/news/huawei-5g-phone-foldable-screen/4508/>

⁴⁹ 参见 <https://www.netscribes.com/5g-modem-chipset-manufacturers-smartphones/>

⁵⁰ 参见 <https://www.neowin.net/news/motorola-announces-the-first-phone-that-039s-upgradeable-to-5g-the-moto-z3>

的主流制造商。5G Moto Mod 是一款独立的 5G 调制解调器模块，与 Moto Z3 智能手机通过磁性连接提供 5G 能力。预计 5G Moto Mod 将于“2019 年初”上市销售，并将专门用于美国 Verizon 公司 5G 网络。实际上，许多首批 5G 智能手机都是由供应商与移动通信运营商合作开发，具有一定的排它性。其它美国的案例包括 Sprint 和 LG⁵²以及 AT&T 和三星⁵³共同开发智能手机。

一些供应商在 2019 年 2 月底举行的世界移动通信大会(MWC)上发布了 5G 智能手机：华为发布了 Mate X，LG 发布了 V50 THINQ，小米发布了 Mi Mix 3。其他一些供应商，包括一加和 Oppo 展示了原型设备。三星在 MWC 前推出了 Galaxy S10 5G，预计 2019 年上半年发布。

总而言之，5G 消费品终端数量将在 2019 年及之后逐步上升，绝大多数主流终端厂商已宣布或具有 5G 终端的意向。表 3.7 概述了主流终端厂商预计发布的 5G 智能手机及预期发布日期。

表 3.7: 5G 智能手机的预期发布日期 (选定的厂商) [来源:厂商宣布及新闻报道⁵⁴]

现状	制造商	型号	预计商用日期
已正式发布产品	Lenovo (Motorola)	Moto Z3 with 5G Moto Mod	2019 年年初
	Samsung	Galaxy S10 5G	2019 年上半年
	Huawei	Mate X	2019 年 6 月
	LG	V50 THINQ	2019 年 4 月
	Xiaomi	Mi Mix 3	2019 年 5 月
未正式发布产品	ZTE	AXON 10 PRO 5G	2019 年上半年
	Alcatel	Alcatel 7 (5G)	2019 年/2020 年
	Huawei	待确认 (P30 or Mate 30)	2019 年年中
	OnePlus	待确认 (OnePlus7 or OnePlus7T)	2019 年年初到年中
	Oppo	待确认	2019 年
	Honor	待确认	2019 年
	Sony	Xperia 2	2019 年
	Vivo	待确认	2019 年
	Apple	待确认	2020 年

本章翻译：国家无线电监测中心/国家无线电频谱管理中心 黄嘉 赵哲 刘恩亚 陈祺

⁵¹ 参见 <https://www.motorola.com/us/products/moto-mods/moto-5g>

⁵² 参见 <https://newsroom.sprint.com/sprint-and-lg-working-together-to-bring-first-5g-smartphone-to-us-in-first-half-2019.htm>

⁵³ 参见 <https://about.att.com/story/2018/5gdevice.html>

⁵⁴ 参见 <https://www.t3.com/news/best-5g-phones> and <https://www.theverge.com/2019/2/27/18242957/5g-phones-announced-release-date-specs-price-samsung-zte-huawei-sony-oneplus-oppo-alcatel-mwc-2019>