

解读 5G 新空口

3GPP 与 ITU 标准最新进展

Sarah Yost, 美国国家仪器公司 (National Instruments) 毫米波产品经理



今天，不论你走到哪里，5G 都是众人关注的新技术焦点。二月末举办的 2017 年世界移动通信大会的最新报告表明，5G 时代已经来临。事实是，5G 标准尚未确定，但已经为时不远。对于通信行业来说，去年是十分繁忙的一年，从标准化流程工作到监管机构发布的更新，到我们对提议的新毫米波 (mmWave) 频段的理解，再到能够实现 5G 商用的新技术的开发，这种繁忙体现在方方面面。去年，我写了一篇文章，名为《[mmWave: The Battle of the Bands](#)》（《毫米波：频段的战争》），对建议用于毫米波频率的技术进行了综述。今年，基于该信息，通过对用于毫米波通信原通信系统的调研，我再次回答大家心中的问题：什么是 5G，何时能够实现 5G？

5G 频段：毫米波和 6GHz 以下频段的组合

尽管，有关 5G 的某些具体技术问题目前尚无明确定义，但有一点是肯定的：6GHz 以下频谱仍然非常重要，毫米波频段将用于补充 6GHz 以下频段技术。图 1 展示了 5G 要求的范围，涵盖为增强型移动宽带 (eMBB) 应用提供的具有超高可靠性的高带宽通信到我们期望用于物联网应用的低带宽机器对机器 (M2M) 通信。很难用一个频谱频段来满足所有 5G 需求，但是组合两种频段可以提供补充覆盖，从而更好的覆盖 5G 的需求。6GHz 以下频段具有更好的传播性，对窄带应用就有更好的前向兼容性，同时毫米波频段的长达宽带使 5G 承载的关键增强型移动宽带应用成为可能。



图 1. 目标 5G 应用包括增强型移动宽带和机器对机器通信。

国际电信联盟 (ITU) 已经确定了研究的两个阶段：第一阶段针对 40GHz 以下频段，第二阶段针对 100GHz 以下频段。第一阶段计划于 2018 年 6 月结束，与 3GPP 的 LTE Release 15 保持一致。第二阶段预计将于 2019 年 12 月结束，与 LTE Release 16 保持一致。图 2 展示了 ITU 和 3GPP 自 2016 年秋季起的进展时间线。

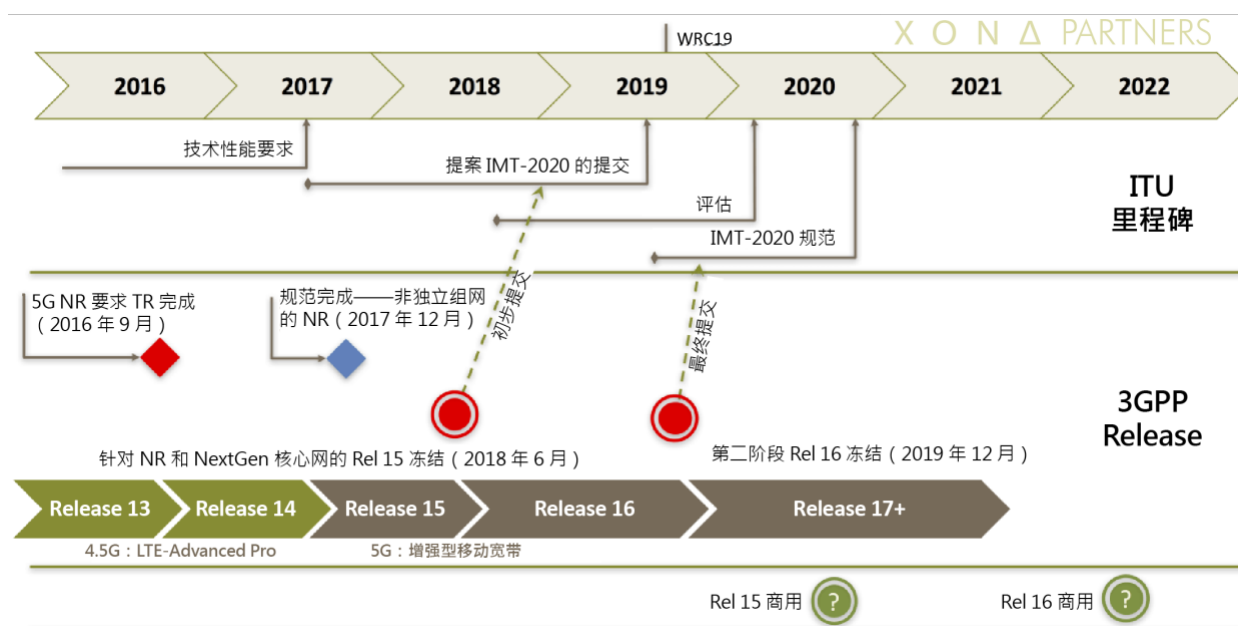


图 2 ITU 和 3GPP 的 5G 时间线

图片来源：<http://frankrayal.com/2016/08/08/will-5g-be-the-last-g/>

然而，ITU 建议的日期和将使用的频段目前尚无定论。在 2017 年 3 月召开的 3GPP RAN 全体会议 (#75) 上，参会者提出了发展路线图，以及加快 5G 新空中接口 (NR) 的计划，如图 3 所示。

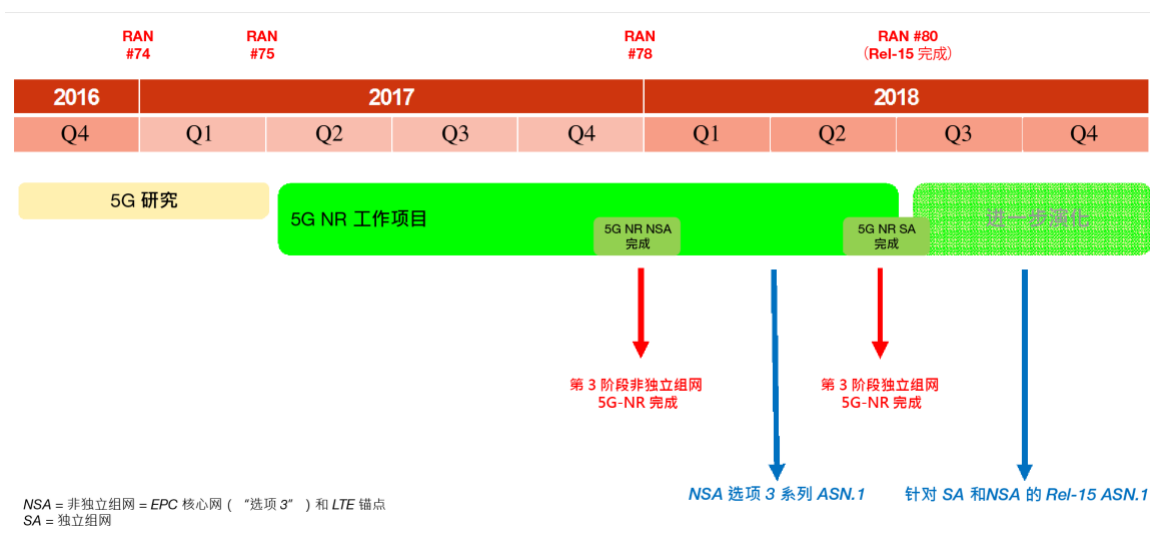


图 3 加速 3GPP NR 发布计划 (2017 年 3 月起)

NTT DOCOMO 在上次的 RAN4 会议 (#82) 上提出了应使用的频段建议路线图。表 1 总结了频率范围和相应的电信运营商。

频率范围/LTE 频段	申请频段位于频率范围内的运营商
3.3-4.2 GHz	DOCOMO、KDDI、SBM、中国移动、中国联通、中国电信、KT、SK 电讯、LG Uplus、Etisalat、Orange、意大利电信、英国电信、德国电信
4.4-4.99 GHz	DOCOMO、KDDI、SBM、中国移动、中国联通、中国电信
24.25-29.5 GHz	DOCOMO、KDDI、SBM、中国移动、KT、SK 电讯、LG Uplus、Etisalat、Orange、Verizon、T-mobile、意大利电信、英国电信、德国电信
31.8-33.4GHz	Orange、意大利电信、英国电信
37-40 GHz	AT&T、Verizon、T-mobile
1.427-1.518G	Etisalat
1710-1785 MHz/1805-1880 MHz (频段 3)	中国移动、中国电信
2500-2570MHz/2620-2690MHz (频段 7)	CHTTL、英国电信
880-915MHz/925-960MHz (频段 8)	中国移动

832-862MHz/791-821MHz (频段 20)	Orange
703-748MHz/758-803MHz (频段 28)	Orange
2496-2690MHz (频段 41)	Sprint、中国电信、C-Spire、中国联通
1710-1780MHz/2110-2200MHz (频段 66)	T-mobile
1920-1980MHz/2110-2170MHz (频段 1)	中国联通、中国电信

表 1 RAN4 第 82 次会议向 RAN 第 75 次全体会议提议的新空中接口 (NR) 频谱路线图

在过去的一年中，28GHz 的研究工作成为 40 GHz 以下频段研究工作的重点，但其并非是纳入考虑范围的唯一频段。FCC 和 Verizon 已经在推进 28GHz 的研究工作。为了更加灵活的使用毫米波频段以及将来的规则制定分配额外的毫米波频段，FCC 于 2016 年 7 月批准了[频谱前沿开发提案](#)。28GHz 频段是如今美国境内实现毫米波应用的三个频段之一[1]。图 4 直观列举了这些频段。基于 RAN4 会议提出的路线图，全球运营商，包括欧洲运营商 Orange、英国电信和意大利电信，已围绕 24–28GHz 成立了一个重要的联盟。这看起来似乎有些令人惊讶，因为根据此前的结论，受制于当前的频率，28GHz 并不是适合欧洲的频段，但该频段中的低频率仍有巨大的潜力。正如预期的那样，这些欧洲运营商正在申请 32GHz 的频谱。

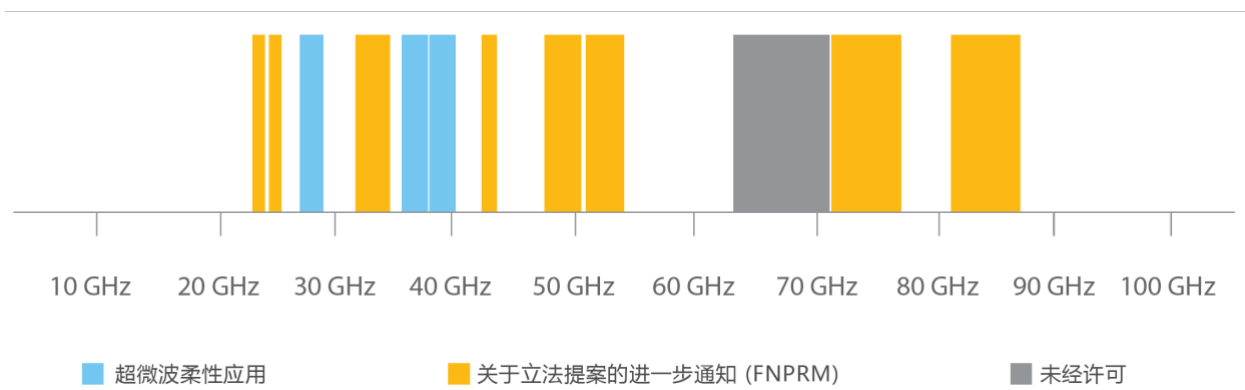


图 4 FCC 分配的毫米波频段

去年，Verizon 从 XO Communications 处获得了 28GHz 频段的许可证，并直言希望能使用这一频率进行初步部署。2016 年 12 月，Verizon 向 FCC 申请了临时专用许可证，以便于 2017 年 1 月 2 日至 6 月 2 日之间在马萨诸塞州、密歇根州、新泽西州和德克萨斯州进行试运营。尽管目前尚无一个完全标准化的版本可用于进行该测试，但 Verizon 正在积极的将他们现在部署的硬件未来通过软件升级即能符合最终发布的任何规范[2]。其他美国运营商已经同意采用 28GHz 频段。AT&T 和 T-Mobile 均表示将对基于 28GHz 的技术进行更多的研究，并与设备供应商合作，进行额外的外场测试。

Verizon 5G

Verizon 意识到这将推动毫米波技术的预标准化。Verizon 已经提出了自己的规范，名为“Verizon 5G 无线技术”或“V5G”，用于初步部署。V5G 和 NR 最大的区别是应用的重点。V5G 局限于 28GHz 固定无线访问，但 NR 针对所有频段的所有通信应用（固定和移动）。V5G 用于部署高密度的毫米波基站（电线杆上的小盒子），与商用固定用户设备（UE），如分线盒或调制解调器，进行通信。这些用户设备将被部署在消费者的家中或办公室，大多数情况下是不会被移动的。由于人员、动物、汽车、降雨和其他因素移动导致的环境变化，频道仍然会产生波动。为了解决这一问题，V5G 采取了慢波束管理，改变波束的方向，确保无论在何种环境条件下用户设备与接入点之间的信号保持最强。V5G 面临的问题是其能否符合 3GPP 5G 标准。Verizon 在推进他们现在部署的硬件未来通过软件升级即能符合最终发布的 3GPP 规范。如果 Verizon 的放手一搏取得成功，那么将在 5G 的竞争中大幅领先。如果失败，则需要更换大量过时的硬件。

新空口

NR 旨在覆盖所有应用和所有频段，包括 ITU 提出的 5G 三大应用关键性能指标：增强型移动宽带（eMBB）、超高可靠超低延迟通信（URLLC）和大规模机器类型通信（MMTC）。这意味着物理层需要十分灵活，从而显著增高数据吞吐量，同时能允许数量上比现在多几百倍的设备连接至窄带物联网（NB-IoT）网络。PHY 还需要高可靠度和低延迟，以用于无人驾驶汽车。这个任务不简单，而且针对 NR 的标准远比 V5G 的标准复杂。两者在增加波束管理等方面比较类似，但 NR 将同时采用慢速和快速波束管理。NR 还将尽可能利用 LTE 协议，但采用不同的采样率和子载波率。

尽管关于 NR 的讨论不断，并且人们希望能比原计划提前完成标准的制定，但目前尚未公布很多有关规范性能的数据。针对 28GHz 的数量有限的尝试主要关注信道探测，而非验证 NR 规范的可行性。美国国家仪器公司（NI）已经开发出新空中接口原型系统，能运行多用户 MIMO 链接。该系统使用

NI 毫米波收发仪系统 (MTS) 和 LabVIEW 中编写的灵活可更改的物理层 IP。MTS 是模块化软件无线电 (SDR)，可与不同的无线电头端组合，用于支持不同的频段。NR 原型系统软件已经过 NI 的 28GHz 无线射频头和 Ball Aerospace 与 Anokiwave 的相控阵天线的测试证明。此 IP 旨在为 NR 研究者提供一个实现可自定义并建立实时无线 NR 通信系统的原型系统的起点。

2018 年 5G 竞赛的终点线

到 2018 年年初，我们将有望获得“什么是 5G?”这一问题的答案。根据在 2017 年 3 月召开的 3GPP RAN 全会 (#75) 上公布的加速计划，NR 物理层和 MAC 层将在 2017 年年底实现。频率选择没有严格的时间线，但运营商正在推动技术向前发展，以便能在 2017 年的现场试验中完成 28GHz 的硬件部署。到 2018 年第二季度，韩国将展示其 5G 技术预览。全面标准化流程尚未结束，但是，“5G 是什么”这个问题将逐渐清晰起来。5G 定义之争或许即将结束，但 5G 技术的设计和部署才刚刚开始。访问 ni.com/5g，了解 NI 有关 5G 技术的最新新闻。

参考文献

[1] Use of Spectrum Bands Above 24 GHz for Mobile Radio Services, GN Docket No. 14-177, Notice of Proposed Rulemaking, 15 FCC Record 138A1 (rel.Oct. 23, 2015).

[2] <http://www.fiercewireless.com/tech/verizon-files-to-conduct-28-ghz-market-trials-4-states>.

