

我国移动通信频率现状及5G频率发展趋势

5G概念的提出不同于以往，虽然有关键技术的引入，但没有重大变革，其对于频谱需求的提出主要体现在对应用场景的满足。

国家无线电监测中心检测中心 | 刘晓勇

移动通信系统的升级换代，离不开技术研发、标准制定和商业应用等环节。在这些环节中，无线频率资源扮演着重要的角色。现有的移动通信频率资源基本能够满足移动通信技术和业务发展的需要，但第五代移动通信(5G)作为新一代的移动通信系统，因为其万物互联的应用场景，频谱需求也远不同于以往的移动通信系统。

移动通信的频率现状

无线电频率作为资源，有着鲜明的资源属性。为便于管理无线电频率资源，通常将无线电频率资源的管理分为划分、规划、分配和指配等阶段。

根据国际电信联盟颁布的《无线电规则》和我国发布的《中华人民共和国频率划分规定》，无线电频率资源划分给42种无线电业务使用，包括移动业务、固定业务、卫星固定业务、无线电测定业务、业余业务等。国际移动通信(IMT)作为移动业务的一种，其频率也在上述文件中得到体现。根据2014年的《中华人民共和国频率划分规定》，国际移动通信(IMT)使用的频率资源已经有了明确的划分，见表1。

根据《中华人民共和国频率划分规定》，为适应不同移动通信相应的技术体制，工业和信息化部发布了一系列的无线电管理文件，对部分划分的频率资源进行了规划。值得注意的是，虽然移动通信体制大体上可以划分为2G、3G和

4G，每一代又有不同的技术体制，如2G中的GSM、CDMA，3G中的WCDMA、cdma2000、TD-SCDMA，4G中的TD-LTE、FDD LTE等，但根据国际惯例，移动通信频率的规划通常是按照时分双工(TDD)和频分双工(FDD)来进行的。从《工业和信息化部关于国际移动通信系统(IMT)频率规划事宜的通知》(工信部无〔2012〕436号)中可以看到，我国现有规划的移动通信频率已经调整为按照TDD和FDD的方式进行规划。根据工业和信息化部发布的频率规划相关的文件，为TDD系统规划的频率共有345MHz，为FDD系统共规划了342MHz，见表2。

表2中的大部分频率已经分配给了运营商，并对应不同的网络，如2G、3G和4G等。为了提高频率效率，除部分频率外，相当一部分原分配给2G和3G的频率都已经进行了重耕，可用于4G的LTE系统，例如原分配给中国联通的900MHz GSM频段，就先后重耕为WCDMA和FDD LTE使用频段。

表1 国际移动通信(IMT)无线电频率划分

频率范围 (MHz)	相关脚注
450~470	5.286AA, CHN28
698~960	5.313A, 5.317A, CHN28
1710~2025	5.384A, 5.388, 5.388A
2110~2200	5.388, 5.388A
2300~2400	5.384A, CHN28
2500~2690	5.384A, CHN20
3400~3600	5.432B, 5.433A, CHN28

频率规划对终端频段的风向标作用明显

移动通信的技术体制因为使用不同的技术与不同的频率而日趋复杂。根据公众移动通信终端型号核准的统计情况来看，移动通信的无线电频率规划和分配对公众移动产业有着明显的推动作用，并且会显著影响终端的制式，具体表现在以下方面。

一是制式方面，自为各运营商分配4G频率以后，2G和3G手机的比例在逐步下降，支持4G的手机已经占据市场的主导地位，到2016年下半年，支持4G网络的手手机已达到94%，如图所示。

二是模数方面，支持多模的智能终端占比增长明显，尤其是6模手机的占比，在2015年上半年仅为9%，到了2016年下半年迅速攀升至78%。

三是支持的频段方面，频段支持更加多样，其中在FDD LTE使用的频段中，1920~1940MHz，1735~1765MHz，1765~1780MHz频段是明显的主流频段；在TD-LTE使用的频段中，2570~2620MHz，1880~1920MHz，2300~2400MHz，2555MHz~2655MHz频段占据主导地位。

四是无线电频率的规划对终端频段的风向标作用非常明显，尤其是在重耕825~835MHz和909~915MHz频段后，一年内支持两个频段的终端占比分别迅速攀升至33%和11%。

5G频谱主要满足应用场景的需求

5G概念的提出不同于以往，虽然有

表2 FDD与TDD频率规划

FDD 频率规划 (MHz)	TDD 频率规划 (MHz)
825~835/870~880	1880~1920
889~915/934~960	2010~2025
1710~1785/1805~1880	2300~2400
1920~1980/2110~2170	2500~2690

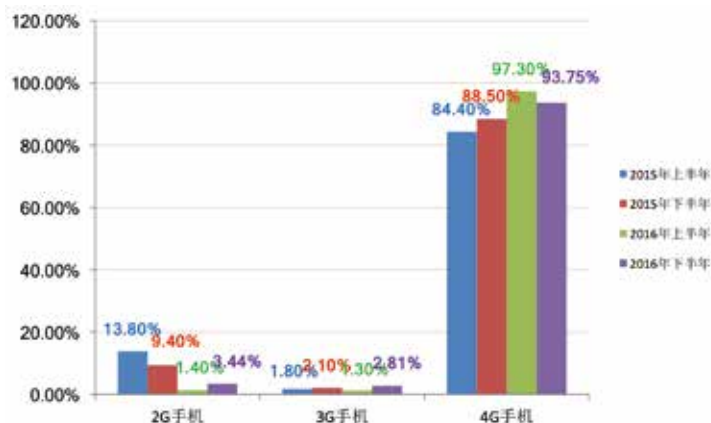


图 2015~2016年支持2G/3G/4G制式的手机比例

关键技术的引入,但没有重大变革,其对于频谱需求的提出主要体现在对应用场景的满足,即增强移动宽带、海量机器通信和超高可靠低时延通信三大场景。为适应不同的业务和场景的差异化需求,无线电频率的需求也覆盖了低频段、中频段和高频段,其中低频段主要为3GHz以内,中频段为3~6GHz,高频段为6GHz以上。

在2015年世界无线电通信大会(WRC-15)上,6GHz以内的IMT使用频率全球协调工作已经基本完成,并取得了良好进展。为了适应增强移动宽带通信的需求,满足高数据率通信的需求,国际上对于移动通信频率的研究范围已经由传统的6GHz以内频段向6GHz以上频段转变,也就是新兴的毫米波频段。因此,WRC大会已经设立了新的研究课题,在24.5~86GHz频段之间为国际移动通信寻找可用频段。与此同时,一系列其他与5G频率相关的议题研究工作正在同步开展,包括为机器通信、智能交通、无线接入、铁路等开展频率研究工作。

在全球开展5G频率协调工作的同

时,根据文件,在6GHz频段以内,3300~3600MHz、4800~5000MHz将是5G移动通信系统重点引入的新频段,而在毫米波频段,24.75~27.5GHz和37~42.5GHz将是重点的候选频段。

5G 频谱呈现四大趋势 一致性连续频谱有利于产业发展

基于频谱划分现状和研究的方向,5G移动通信频率的发展趋势主要体现在以下4个方面。

一是新增IMT频率划分,逐步向高频段扩展。国际上6GHz以内的频率协调工作已经基本完成,新的频率研究重点转向毫米波频段,即24GHz以上频率。从一些主要的国家和地区发布的5G频谱计划来看,高频段的候选频段集中在24.5~29.5GHz频段之间,竞争阵容已经显现。我国倾向于24.75~27.5GHz频段,该频段也将面临与现有业务的兼容问题,尤其与车载雷达的兼容。

二是重耕现有频率资源,提高频谱的利用率。频率的重耕,在于充分利用已

分配给IMT业务的频谱,满足技术体制升级等需求,提升频谱的使用效率。5G系统引入后,不可避免的带来频率重耕问题。重耕后的系统有用发射占用带宽会明显增加,会带来带外域和杂散域范围的变化,引起无用发射的提升,因此在频率重耕时需重新考虑与相邻业务的兼容问题。

三是引入频谱共享技术,与非IMT业务共享频谱。频谱共享技术的引入,可以在较少影响现有业务划分基础上,为移动通信增加新的使用频率。需要考虑的频率可分为两类,一类是需要许可的频谱,可以通过引入许可共享接入(LSA)等技术,在不对原有系统的用户产生干扰的前提下,许可移动通信系统使用特定频谱中的未使用部分,以达到多个用户共享同一频段;另一类是无需许可的频谱,这类频谱往往对技术和应用的限制较少,是物联网和无线接入等技术大量使用的频谱。针对以上频率,与原有系统的兼容性都需要进一步研究和验证。

四是兼顾非许可频率,考虑不同应用场景。现有的IMT移动频率都是许可频率,运营商需办理无线电频率的使用许可。5G移动通信的使用场景与现有的场景差异较大,在万物互联的应用场景下,移动通信覆盖的场景更加多元化,这也会带来频谱需求的多元化,例如机器通信等窄带频谱的需求,可以考虑使用非许可频率。同时,引入共享技术后使用的非许可频率,也可以作为5G通信网络部署的补充。

国际电信联盟已经在开展国际移动通信(IMT)的频率协调工作,以寻求国际一致且较为连续的频谱,以利于产业的规模发展。国内也正在开展频谱相关的工作,技术实验正在同步开展,与此同时,包括智能交通、无线接入、工业互联网等频率的研究工作也都在进行之中。可以预见,随着无线频率政策的逐渐明朗,5G的技术、标准与产业也会逐步成熟,未来移动通信的愿景也将更近。