中国工程院院士邬贺铨：

科学使用频段 推动5G与工业互联网深度融合

本报记者 刘晶

如何使5G设备更适用于工业场景？在12月20日举行的中国无线电大会上，中国工程院院士邬贺铨从工业互联网中5G专网主要设备的改进、频率利用等多个方面，提出了自己的建议。

工业5G CPE：要指定专用频段

工业互联网中5G的关键网元，包括5G CPE(客户前端设备)、5G云化PLC(可编程逻辑控制器)、5G云化基站、5G UPF(核心网的用户面功能)、5G边缘计算等。由此形成5G局域网和5G核心网控制面。

邬贺铨在演讲中表示，5G CPE前端设备对许多人来说并不陌生，但这个设备在工业场景中与在消费场景中会有一些不同。一是同样是网络终端，CPE并不像手机那样要实现多频多模，但很可能需要具备D2D(设备到设备)的能力，甚至会要求大带宽，需要用到宽带载波聚合的技术；二是CPE所用的芯片在工艺、功耗、成本上的要求没有手机那么苛刻，但对环境的温度、湿度等工作条件，控制能力、能够连接的终端数量等比普通手机严格得多。从这些要求看，5G的CPE既是一个物联网模组，也是5G的工业网关。

在邬贺铨看来，5G CPE可以把基站的5G信号作为中继接力进行放大，可以连接多个生产装备、仪器仪表。CPE可以把网络转换成工业以太网、WiFi以及5G局域网，还可以连接工厂的末端设备，对所连接的大量设备做路由管理、提供边缘计算的功能，集成PLC等。CPE具有开放编程的能力，可以方便第三方的应用。

目前5G工业CPE的发展也面临一些难点和挑战。邬贺铨建议，5G工业CPE指定专用的频段，要避免终端的多频多模情况，简化对CPE的要求，把5G CPE与WiFi结合，通过WiFi连接多个生产装备、仪器仪表，再在5G CPE上复用，从而降低5G CPE的应用成本。

5G UPF：与边缘计算结合发挥更大作用

在5G工业互联网中，UPF(用户功能面)是一个很重要的网元。得益于5G基于服务的核心网架构体系(SBA)，5G实现了网络功能的服务化。5G核心网将用户面和控制面做了功能的分离，加强了用户面的功能，这一功能单独呈现为UPF网元。UPF处于无线接入网与数据网之间，可以实现用户面数据传输的封装和解封，且为数据的会话锚点提供移动性支持。

邬贺铨说，UPF可以分级建设，企业级的UPF可以下沉到网络边缘，利用IPv6的多归属特性，UPF可以识别经过它的数据包，知道一个数据包的目的地是在企业本地还是外网。利用这个功能，UPF可以帮助企业实现数据不出企业网络、敏感数据不在外网落地。UPF的本地分流，可以实现驻地网的超低时延、超高带宽和安全性需求。

UPF和边缘计算(MEC)紧密相关，UPF也可以看作是边缘计算的一个网元。边缘计算本身承载了通信技术类业务和第三方信息技术类业务，可以与MEC分开建设，其作用是承载NFV(网络功能虚拟化)电信云；边缘计算相对应的是提供第三方IT服务支撑的IT云。UPF和MEC也可以集成，将他们所对应的两个云合在一起，这就意味着接入云会变得复杂：需要NFV电信云扩展包括支持IT云的容器、编排、边缘AI、GPU/FPGA视频加速以及异构计算处理等能力。

5G基站：进一步强化云能力

5G用于工业的基站与面向消费网、公众通信网上的基站有所不同，更强调云化的能力。其实5G基站体系本身就是云化的体系，利用5G可以把BBU(基带处理单元)和AAU(有源天线单元)分离，多个BBU可以云化为BBU池。用于工业的5G基站可以下沉到企业中，通过进一步加强云化的能力，实现对5G网络资源的灵活利用。

邬贺铨表示，加强云化包括三个方面，一是5G基站本身的云化，除了AUU单元，其他的硬件设备可以变成通用的服务器和相应的软件，实现NFV能力；二是基站可以集成5G核心网的部分功能，包括UPF的功能，实现扁平化和时延降低；三是5G基站可以集成云化的PLC，同时管理多个PLC，以内生的工控能力解决行业定制化和规模化之间的矛盾，提升部署效率。5G云化基站在性能需求上也有别于公众通信的基站。例如要提升从设备向基站上传数据的能力，甚至达到Gbps级别的传输；又如大连接，可以支持上百万个传感器联网；再如低时延，在企业网应用中需要端到端的低时延，实现网络扁平化，支持D2D(设备到设备)的直接通信。

在工业场景中，5G云化基站还能够提供精准的定位。在企业网只有单基站的情况下，需要通过AP点和定位参考信号等技术共同实现更精准、快速的定位。在可靠性上，也要考虑到企业网中可能只有一个5G基站的场景，采用多信道冗余或者对信令信道、重要的数据信道采用预定的载频等各种方式，提升5G基站的性能。

频谱管理：为工业互联网划分专用频段

5G授权频段在企业网的使用模式中，有一种是中小企业用网络切片的方式使用公众通信网，并向运营商租用基站和下沉到企业的UPF。该模式下，核心网控制面还在运营商那里。与消费市场中5G TDD模式下行容量高于上行容量不同，部分企业应用的需求正相反，要求上行容量高于下行容量。而在运营商提供的同一个网络载体上，如果采用不同的上下行配置，信道之间会发生干扰，需要采用更多技术手段来应对。

邬贺铨建议，针对工业互联网的应用，无线管理部门应该挂出专用的授权频段，从而避免跟公众通信业务间的干扰。5G的工业互联网应用不必再按多频多模进行配置，以降低成本。最近，工信部已给中国上海商飞发放了第一张企业5G专网的频率许可，将5925~6125MHz和24.75~25.15GHz设为工业无线专用的频段。

邬贺铨表示，5G还可以使用免授权的频率：授权辅助接入模式，通过载波聚合，将授权与非授权的频段合起来用。授权的频段传送控制信号，做可靠性更高的移动性管理，免授权的频段承载载频、数据，运营商可以采用授权辅助接入模式解决目前5G系统授权频段资源不足的问题。另一种模式是在工业互联网的场景中，对上行链路使用授权的频谱，下行链路使用免授权的频谱。第三种模式是独立的免授权，上下行信令、数据都在免授权频段上，这种模式由于发射功率受限，不适用于大区组网，只适用于垂直行业的企业园区、专网，尤其适合干扰较少的室内网络。

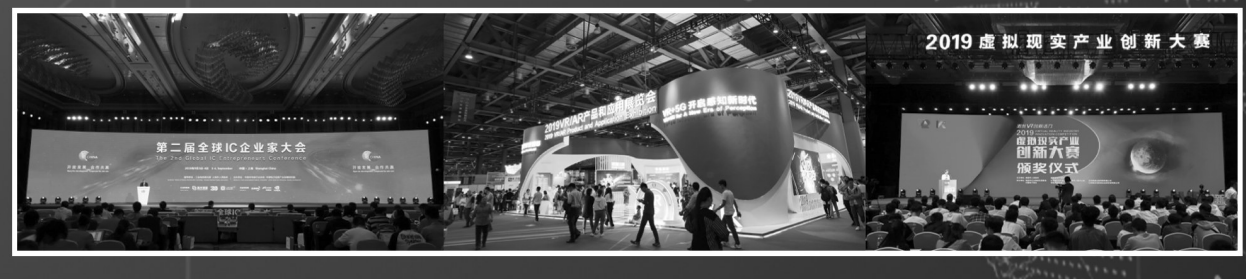
“实际上在5GHz和6GHz的免授权频段，5G免授权频率的使用模式与WiFi6/WiFi7形成了竞争关系，有比较多的干扰限制。”邬贺铨说，“与WiFi6、WiFi7相比，5G采用非授权、免授权频段采用了基于蜂窝结构的5G NR技术，有端到端的QoS措施，支持网络切片、信号精确定位等，也面临一些挑战。例如要满足免授权频谱对发射功率的要求；满足最大信道占用时间、信道占用带宽、信道监测机制的要求。”对5G来说，在非授权、免授权频段，要遵守相应的机制，这同时也会限制5G能力的发挥。

中国电子报 一报在手 行业在握

融媒体服务

- 报纸出版
- 官方网站（电子信息产业网www.cena.com.cn）
- 官方微信（公众号cena1984）
- 官方微博(http://weibo.com/cena1984)
- 视频平台（抖音、快手、央视频、人民视频等）
- 视频服务（视频制作、在线直播、在线会议等）
- 平台推广(学习强国、今日头条、百度百家等)
- 内参专报
- 行业报告
- 图书出版

会赛展服务



- 会议活动
- 专业大赛
- 展览展示
- 专业培训
- 政府服务
- 企业定制
- 产品评测
- 舆情监测
- 数据营销
- 招商引资

中国电子报社是工业和信息化部主管的传媒机构，创建于1984年。

目前，中国电子报社拥有集报刊、图书、网站、微信、微博、音视频等融媒体传播，会议活动、展览展示、专业大赛、定制服务等会赛展训服务于一体的立体化、多介质产品，成为凝聚行业力量、服务行业发展的重要平台。

《中国电子报》（国内统一连续出版物号：CN 11-0005 邮发代号：1-29）是具有机关报职能的行业报，主要报道内容包括：产业要闻、政策解读、集成电路、新型显示、智能终端、家用电器、5G、人工智能、物联网、工业互联网、移动互联网、大数据、云计算、区块链、VR/AR等。

官方微信 官方网站

在这里让我们一起把握行业脉动
www.cena.com.cn

地址：北京市海淀区紫竹院路66号赛迪大厦18层
电话：010-88558808/8838/9779/8853
传真：010-88558805

广告