



工业和信息化部主管
人民邮电出版社主办



中国通信企业协会会刊

总第880期 2021年9月15日 第18期

通信世界

COMMUNICATIONS WORLD

P10 毫米波与Sub-6GHz
优势互补，赋能千行百业

P32 国外电信网络诈骗
治理经验及启示

P45 新型城域网发展浅析

释放5G潜能 5G毫米波 走入千行百业

ISSN 1009-1564



9 771009 156210

18

科技创新 为节能减碳助力



 通信世界

你下载国家反诈中心APP了吗？

张鹏



“你下载国家反诈中心APP了吗？”最近这句话已经火遍了全网。

当一位表情严肃、身穿制服的“警察叔叔”出现在火热的直播连麦画面中时，很多网络主播一时间不知如何回应，“我是娱乐搞笑主播，我没犯啥事”，一名表情慌乱的娱乐男主播甚至主动向警察“坦白”。这位主动连麦的陈警官，是河北某地公安局的一名反诈民警，通过直播连麦的方式，陈警官希望能够让更多的老百姓了解反诈知识，让更多民众下载国家反诈中心APP。他还号召与他连过麦的网络主播们能够继续宣传反诈知识，让更多人提高警惕。

如此接地气的反诈宣传方式确实初见成效，直播间账号粉丝数量高达410多万人，直播间在线人数最高达到51万人，单平台直播总观看量“破亿”。相比于传统说教式的单向科普性宣传，这一轮的“连麦”活动确实收到了意想不到的效果，也为国家政策宣传提供了一个良好范本。

截至目前，国家反诈中心APP下载总量已经超过了2亿次。不仅是多种形式的宣传推广，从中央到地方各级职能部门都在强力推动APP普及工作，为了将工作贯彻落实，很多政务人员甚至被下KPI。

那么，我们为什么要在这款APP上下如此大的苦功夫？这其实反映了国家打击治理电信网络诈骗的思路发生了转变：从严查严打，到攻防并进；从全面多方位宣传，到构筑百姓心理防线。


众所周知，电信网络诈骗并非新生事物，属于“陈年顽疾”，已经记不清楚每年的“3·15

晚会”上曝光了多少起令人发指的电信网络诈骗案件。国家多部委虽然已在联防联控，希望从源头进行管控，但诈骗案件依然屡见不鲜，甚至骗术还有“升级迭代”的趋势。

国内三大运营商在这方面也是“负重前行”，诈骗行为多采用网络和通话的方式，使运营商多年来饱受争议，经常成为讨论电信网络诈骗话题的“众矢之的”。在此需要澄清：反诈绝不仅仅是治理电信网络那么简单，而是一个复杂的社会治理问题，其中可能涉及法律、金融、互联网、电信乃至心理学等众多行业和领域，属于综合性的社会治理问题。

如此复杂的社会问题，除了做到攻防并进，反诈还需做到“深入人心”。有统计显示，目前在电信网络诈骗中，发案率最高的5种诈骗类型分别是刷单返利诈骗、投资理财诈骗、贷款诈骗、冒充客服诈骗和冒充公检法诈骗。这些诈骗方式触及的内容范畴都与老百姓的生活息息相关，很多诈骗分子精心设计的诈骗陷阱非常逼真，令人防不胜防。

因此，构筑心理防线就成为反诈行动中的重要一环。在群众心中构筑起坚实的反诈心理防线，让反诈思想深入人心，通过各种方法让反诈能够在普通群众中自觉传播且不断放大“音量”。“你下载国家反诈中心APP了吗？”能够成为当下网络热点着实不易，后续如何保持热度，是留给有关部门和媒体同仁们的一道考题。

最后，需要提醒大家：国家反诈中心APP虽好，可不要忘记实名制哦！

CONTENTS 目录

资讯 Information

新闻

04 外交部: 欢迎各国企业参与中国5G建设等

评论

08 以资本“混改”为纽带, 中国电信逐步扩大朋友圈

09 打击新型电信网络诈骗需多管齐下

深度 Interpretation

深度

10 毫米波与Sub-6GHz优势互补, 赋能千行百业

12 GSMA: 毫米波应用前景广阔

14 全球5G毫米波频段频率规划与许可进展

17 5G毫米波——拓展无线宽带网络业务应用和部署模式的新工具

19 5G毫米波的机遇及挑战

22 毫米波更适合与Sub-6GHz频段结合应用

23 中国联通张忠皓
5G毫米波为个人和家庭用户带来更佳体验

25 三一重工王辉: 应用5G技术全面加速数字化转型

26 高通徐皓
毫米波应用场景广泛, 为5G插上腾飞的翅膀

27 中兴通讯郝瑞晶: 积极研发, 加速5G毫米波时代来临

28 移远通信已推出多款5G毫米波模组

29 Qorvo赵玉龙: 以OTM和eFEM方案应对
5G射频前端终局之战

广告目录

封二 科技创新为节能减碳助力公益广告

封底 2021年中国国际信息通信展览会广告



P12 GSMA: 毫米波应用前景广阔

产业 Industry

监管

30 我国数据安全行业发展的挑战、机遇及对策研究

运营管理

32 国外电信网络诈骗治理经验及启示

36 广东移动基于大数据实时精准打击新型通信信息诈骗

市场分析

38 5G发展进入“下半场”“扬帆”开启加速度

技术 Technology

技术趋势

40 基于数字孪生的现代通信服务保障关键问题研究

43 云原生在5G中的应用探索及展望

建设运维

45 新型城域网发展浅析

48 5G核心网负载均衡算法研究



主管: 工业和信息化部

主办: 人民邮电出版社有限公司

出版: 北京信通传媒有限责任公司

编辑: 《通信世界》编辑部

总编辑: 刘启诚

执行主编: 刁兴玲

编辑: 王涛 孟月 梅雅鑫 温石峰 孙天

持证记者: 刁兴玲 程琳琳 蒋雅丽

刘华鲁 梁海滨 牛晓敏

(国家新闻出版署 举报电话: 010-83138953)

市场主管: 张鹏

市场专员: 姜蓓蓓

通信世界网: 程琳琳 甄清岚 王禹蓉 朱文凤

新媒体: 申晴 舒文琼 刘江 范卉青 沈新竹

工联网: 郑勇志 耿鹏飞 吕萌 刘艳玲

技术部: 林嵩 杨斯涵 李曼 张航 伍朝晖

通信地址: 北京市丰台区成寿寺路11号8层

邮编: 100078

编辑部: +86-10-81055611

营销部: +86-10-81055499

发行部: +86-10-81055600

通信世界网网址

Website: www.cww.net.cn

投稿邮箱: cww@bjxintong.com.cn

中国标准连续出版物号: ISSN 1009-1564
CN 11-4405/TP

出版日期: 2021年9月15日

承印单位: 涿州市荣升新创印刷有限公司

定价: 20.00元

编委会

编委会名誉主任

苗建华 中国通信企业协会会长

编委会主任

顾 昀 人民邮电出版社社长

编委会副主任

赵中新 中国通信企业协会副会长兼秘书长

刘华鲁 人民邮电出版社副社长

编委会委员

蒋林涛 中国信息通信研究院科技委主任

余晓晖 中国信息通信研究院院长

胡坚波 中国信息通信研究院总工程师

靳东滨 中国通信企业协会通信网络运营专业委员会主任

张明天 中国通信企业协会通信运营专委会常务副主任

杨 骅 TD产业联盟秘书长

李长海 中国工信出版传媒集团原总经理助理

张同须 中国移动研究院院长

高 鹏 中国移动设计院副院长兼总工

沈少艾 中国电信科技创新部顾问

张成良 中国电信科技创新部副总经理

黄宇红 中国移动研究院副院长

唐雄燕 中国联通网络技术研究院首席专家

窦 笠 中国铁塔股份有限公司技术部总经理

吕廷杰 北京邮电大学教授

梁海滨 北京信通传媒有限责任公司副总编辑

刘启诚 通信世界全媒体总编辑

陈山枝 中国信科集团副总经理

钱利荣 俊知集团有限公司董事局主席

彭俊江 爱立信东北亚区研发中心总经理

兰小波 长飞公司国重与集团创新中心总监

马 斌 腾讯公司副总裁

国内发行: 中国邮政集团公司北京市报刊发行局

订购处: 全国各地邮局 **邮发代号:** 82-659

国外发行: 中国国际图书贸易集团有限公司(北京399信箱)

国外发行代号: T1663

广告发布登记: 京东市监广登字20170149号

本刊声明

- 《通信世界》授权信通传媒旗下通信世界网为本刊唯一网络发布平台,本刊所有内容将在通信世界网上同时刊登,本刊文章可能由通信世界网向其他合作网站免费提供。向本刊投稿的作者,均同意上述条件,如不同意请在来稿中特别注明。
- 本刊寄发给作者的稿酬,已含其作品发表在本刊网站及电子版上的稿酬。
- 向本刊投稿的作者应同意授权本刊可以依法维护其著作权等权利。
- 未经本刊书面同意,不得以任何形式转载、使用本刊所刊登的文章及图片。

外交部: 欢迎各国企业参与中国5G建设

在9月2日举办的外交部例行记者会上, 外交部发言人汪文斌就5G相关问题答记者问时表示, 5G作为前沿科技之一, 将深刻改变人类的生产生活方式, 驱动人类社会进入万物互联的时代。中国高度重视5G发展, 启动5G商用两年来, 已开通建设了99.3万座5G基站, 5G终端手机连接数超过3.92亿, 建成全球技术领先、规模最大、用户最多的5G网络, 并逐步形成全球最大的5G产业体系。中国5G与互联网、大数据、人工智能等技术紧密结合, 催生5G+医疗健康、5G+工业互联网、5G+超高清视频等“5G+”发

展新模式, 成为引领中国高质量发展的新引擎。

中国在5G发展领域始终坚持融合共创、协同创新和开放共赢, 并将继续同各方加强交流, 在5G标准、产业、应用、安全等领域开展全方位合作, 共同营造开放、公平、公正、非歧视的数字营商环境。中方欢迎各国企业参与中国5G建设, 为经济社会发展提供优质的产品与服务。同时, 也希望各方共同抵制泛化国家安全概念、干扰和破坏5G国际合作的行为, 推动5G国际合作健康发展, 更好地造福人类。

工信部: 做好“六稳”“六保”, 全力支持中小企业发展

在9月7日举行的国务院政策例行吹风会上, 工业和信息化部总工程师、新闻发言人田玉龙在介绍支持中小微企业发展工作情况时表示, 工业和信息化部作为国务院负责中小企业促进工作综合管理部门, 发挥国务院促进中小企业发展工作领导小组办公室协调机制作用, 围绕做好“六稳”工作、落实“六保”任务, 深化“放管服”改革, 实施惠企政策, 全力支持中小企业发展。主要做了3个方面工作: 一是各有关部门延续实施行之有效的惠企助企政策; 二是进一步加大中小企业支持力度; 三是针对国内外经济和市场形势复杂多变, 疫情灾情不确定、不稳定因素增多, 特别是最近大宗商品价格居高不下,

导致中小企业生产经营成本上升等问题, 中小企业持续发展面临较大压力和挑战。根据国务院常务会议的要求, 在用好用已有惠企政策基础上, 进一步采取措施稳住市场主体、稳住就业, 研究和适时出台部分惠企政策到期后的接续政策, 提高应对困难和挑战的能力。

下一步, 工业和信息化部将会同有关部门围绕着“政策、服务、环境”三个领域, 聚焦“融资促进、权益保护”两个重点, 紧盯“提升创新能力和专业化水平”, 建立健全中小企业“321”工作体系, 把党中央、国务院支持中小企业发展的决策部署落到实处, 帮助中小企业纾困解难, 筑牢发展基础, 增强企业获得感。

8869 亿元

近日, 工信部发布2021年1—7月互联网和相关服务业运行情况。1—7月, 我国规模以上互联网和相关服务企业(以下简称“互联网企业”)完成业务收入8869亿元, 同比增长26.3%; 规模以上互联网企业实现营业利润842.9亿元, 同比增长28%; 规模以上互联网企业投入研发费用407.9亿元, 同比增长12.9%。截至7月底, 国内市场上监测到的APP数量为291万款, 比上月末净减少11万款。

75 亿元

9月2日, 中国移动启动了2021年4G、5G融合核心网新建设备集中采购。此次集采总额高达75亿元, 设定中标人数量为2个, 同时设定最高投标限价。其中4G、5G核心网以及IMS部分最高投标限价为67.37亿元(不含税总额); 边缘UPF部分最高投标限价为7.987亿元(不含税总额)。投标人投标报价高于最高投标限价的, 其投标将被否决。此次集采投标截止时间为9月23日。

工信部发放首张工业互联网标识服务许可证

9月2日，工信部发布了关于发放首张工业互联网标识服务许可证的相关信息。目前，我国工业互联网标识解析体系实现从0到1再到N的突破。北京、上海、重庆、广州、武汉五大国家级节点建成并稳定运行，南京、贵阳两大灾备节点正在加速建设。截至9月1日，标识注册量已突破400亿，已上线和建设中的

的二级节点达264个，覆盖25个省（自治区、直辖市），接入企业超过2万家。

工信部于2021年8月27日为中国信息通信研究院工业互联网标识解析国家顶级节点发放首张工业互联网标识服务许可证，这是自《工业互联网标识管理办法》发布以来发放的首张许可证。

IPv6标准工作组成立，加速互联网演进升级

9月1日，IPv6标准工作组成立大会在北京召开。IPv6标准工作组是在中央网信办、国家发展改革委、工业和信息化部、国家市场监督管理总局指导下成立的专业标准化组织，标志着IPv6标准化工作进入新阶段，将加速IPv6国内国际标准化工作进程，加快互联网演进升级，助力网络强国建

设。会上举行了IPv6标准工作组成立仪式，中国通信标准化协会副理事长兼秘书长闻库担任IPv6标准工作组组长，工作组下设3个子工作组，中国信息通信研究院副院长王志勤、工业和信息化部通信科技委专职常委赵慧玲、清华大学教授崔勇分别担任3个子工作组组长。



声音

梁志峰

加强精准服务支撑，培育“专精特新”小巨人企业

在9月7日举行的国务院政策例行吹风会上，工业和信息化部中小企业局局长梁志峰针对“专精特新”小巨人企业的政策支持等问题回答了记者的提问。梁志峰表示，工信部将从3个方面进一步加大培育和支持力度：一是构建优质企业梯度培育体系；二是针对短板弱项进一步提升企业创新能力；三是加强精准服务支撑。

张平

“移动泛在智慧环境”将成为北京冬奥会的重要一环

9月1日，在“2021世界5G大会——5G与智慧冬奥论坛”上，中国工程院院士张平表示，“移动泛在智慧环境”将在2022年北京冬奥会的云转播、一张票、智慧场馆、防疫打卡、一站式小镇等应用场景中发挥重要作用，并覆盖餐饮、观赛等全方位的服务。2000年悉尼奥运会2G大规模商用，2008年多媒体技术LED大规模应用，2012年4G试商用，2016年里约奥运会4G大规模商用，2018年5G试商用。可以预见，在2022年北京冬奥会上，“移动泛在智慧环境”将成为重要的一环。

工信部组织完成移动通信网IMS网络互联互通

9月1日,工信部发布消息称,为适应电信网网络架构演进趋势,满足5G时代网间话务互联互通需求,促进电信业务创新发展,工信部组织中国电信、中国移动、中国联通开展IP多媒体子系统(IMS)网络网间互联架构改造,不同运营商间4G、5G话务直接由IP网传送,不再经过传统电路交换网绕转。8月21日,移动通信网IMS网络全部实现IP化互联互通,网络运

行平稳,业务指标正常,服务质量符合预期。

IMS网络互联互通后,4G、5G用户的网间通信体验得以显著提升。一是有效降低网间话务呼叫时延,减少用户跨运营商通信等待时间;二是明显提升网间通话质量,音频还原度更高,用户听到的声音更加真实;三是支持更加丰富的多媒体应用,用户可以跨运营商使用视频通话、视频彩铃等业务。

适老化改造有序推进,首批参与网站和APP年底完成改造

9月1日,铁路12306网站宣布,网站的适老化及无障碍改造相关功能正式上线运行,支持读屏软件获取网页完整信息,支持放大缩小,调整配色,语音识读等功能,并优化了登录验证码。同时,12306手机APP也在改造中。

自2021年1月以来,工信部已督促

首批参与适老化的115家网站和43家APP迅速开始改造,预计到今年底将全部按照要求完成改造及评测。为了鼓励相关企业参与适老化改造及信息无障碍建设的积极性,对于适老化改造优化落实到位、通过评测的网站和手机APP,工信部将授予其信息无障碍标识。

工信部实施便企服务措施,助力汽车企业渡过缺芯难关

9月3日,工信部发布《关于实施〈公告〉便企服务临时措施的通知》,针对近期芯片短缺给汽车生产企业在履行《公告》管理中带来的实际困难,经研究,工信部决定实施两项便企服务措施。一是容缺受理、先办后补。对与芯片相关的汽车公告参数变更,允许企业在

确保产品经过安全性能测试验证前提下,先以自我验证、自我承诺的方式进行产品技术参数变更扩展,之后再补办第三方机构检测报告。二是压缩时间、增加频次。加快受理企业产品变更扩展申请,压缩《公告》变更扩展技术审查时间,视情况增加《公告》发布频次。



声音

柯瑞文

推进更大范围共建共享

近日,在“2021世界5G大会”上,中国电信董事长柯瑞文表示,目前中国已经建成并开通接近100万座5G基站。中国电信已建成全球规模最大的5G SA共建共享商用网络,截至2021年7月底,5G共享基站达到47.8万座,预计年底将突破70万座。谈及下一步的5G网络建设,柯瑞文认为应该保持建设先行和适度超前的原则,进行深度覆盖、广域覆盖和定点覆盖。

曾庆军

5G NR广播将于2022年北京冬奥会试商用

近日,中国广电副总经理曾庆军在“2021世界5G大会——5G与新视听论坛”上表示,广电总局计划在2022年北京冬奥会上进行5G NR广播标准试商用,以及700MHz应急广播的平台预商用。在此基础上,实现蜂窝网络和电视塔混合覆盖,打造传统广播电视服务进入移动终端,真正实现广播电视“终端通”和“人人通”。作为与其他运营商最大差异化的服务,目前中国广电已联合产业界主流合作伙伴,积极推动5G NR广播标准进入3GPP R17。

中国移动启动2021年普通光缆集采, 规模近百亿元

9月8日, 中国移动2021年至2022年普通光缆集中采购项目正式启动。本次普通光缆预估规模为447.05万皮长公里, 折合1.432亿芯公里。中标人数量为10至14家, 分配份额随中标人数量而变

化。本项目设置最高投标限价为98.59亿元(不含税), 相比2020年的82.15亿元最高限价提升20%。此次中国移动的大规模集采为光纤光缆产业注入“强心剂”, 提振了行业士气。

中国电信旗下安全、交通两大科技公司落户苏州

9月2日, 在中国电信集团有限公司与苏州市人民政府产业数字化战略合作协议签约现场, 中国电信旗下天翼安全科技有限公司与天翼交通科技有限公司正式揭牌。中国电信安全、交通两大科技公司落户苏州, 意味着中国电信在回归A股发行上市后, 围绕科技创新、推动产业数字化、促进数字经济发展、加强区域协作和资本合作等方面迈出实质性步伐。

中国电信此次与苏州市政府在安全服务、车路协同、云计算、新基建、数字政府、数字乡村等诸多领域达成合作共识。根据协议, 双方将建设科技创新产业园, 中国电信旗下安全公司落户苏州积极打造网络信息安全服务, 联合组建车路协同合资公司加快发展车路协同出行服务, 拓展云计算新兴业务, 着力建设配套基础设施。



50%

9月8日, 工信部发布2021年第二季度电信服务质量情况通告。通告显示, 各级电信用户申诉受理机构受理电信用户申诉26338件, 同比下降29.8%。其中, 用户服务类申诉占比56.0%, 收费争议类申诉占比26.9%, 网络质量类申诉占比17.1%。此前, 工信部曾对用户反映强烈投诉较多的“弹窗信息标识近于无形、关闭按钮小如蝼蚁、页面伪装瞒天过海、诱导点击暗度陈仓”等违规行为进行了集中整治, 开屏弹窗信息用户投诉举报数量环比下降50%, 误导用户点击跳转第三方页面问题同比下降80%。

94.3%

近日, 中国信通院发布2021年1—7月手机出货量统计。2021年1—7月, 国内市场手机总体出货量累计2.03亿部, 同比增长15.6%。其中, 5G手机出货量1.51亿部, 同比增长94.3%, 占同期手机出货量的74.3%。截至2021年7月底, 国内市场5G手机出货量累计3.27亿部。2021年1—7月, 上市新机型累计239款, 同比下降6.6%。其中, 5G手机121款, 同比下降4.0%, 占同期手机上市新机型数量的50.6%。

以资本“混改”为纽带 中国电信逐步扩大朋友圈

付亮

9月2日,中国电信与苏州市人民政府签署产业数字化战略合作协议,天翼安全科技有限公司(以下简称“天翼安全”)与天翼交通科技有限公司(以下简称“天翼交通”)正式在苏州落地。

天翼安全是中国电信出资设立的子公司,是中国电信集约开展网络安全服务的科技型、平台型专业公司,以研发运营一体化方式,整合全集团云网、安全、数据等优势资源和能力,进行统一运营,为内外部客户提供云网安全、数据安全、信息安全等各类安全产品和服务,构建国家网信安全能力底座。截至目前,天翼安全已斩获国家级、省部级、行业级优秀项目奖百余项,授权专利10项,软件著作权8项,入选国资委重大科技创新成果和年度网络安全优秀解决方案奖,获评工信部“网络安全试点示范项目”4个,多次入围权威机构评选的网络安全百强企业,并跻身领军者行列。已为政务、金融、企业等全行业超过8000家客户提供了运营高级网络安全服务。


天翼交通由中国电信、苏州市有关国资平台和中智行公司联合组建,定位于车路协同技术研发及服务运营,旨在攻克5G+北斗融合定位、多源异构数据融合、全域协同控制、5G/V2X融合网络等关键技术,构建“深度感知、可靠通信、智慧决策、高效运营”的国家级智能车路协同系统,实现L3-L5级智能车路协同技术和场景的大规模验证与应用,立足苏州车联网(智能网联汽车)产业发展、智慧交通系统升级改造、车路协同云控平台研发运营,以及无人公交、清扫车、网约车、自动代客泊车等自动驾驶场景应用落地运营,并逐步向全国推广,助力打造国家级车联网先导区。

天翼安全、天翼交通两大科技公司落户苏州,意味着中国电信在回归A股发行上市后,围绕科技创新、推动产业数字化、

促进数字经济发展、加强区域协作和资本合作等迈出实质性步伐。除了成立上述两家企业,中国电信“混改”的脚步一直没有停歇。自今年6月以来,中国电信在不到一个月的时间里先后成立了中电信数字城市科技有限公司和天翼数字生活科技有限公司。这两家全资子公司名中带“数”,也体现了中国电信对做好承接“十四五”规划工作,积极抓住数字化红利机遇的决心。与此同时,中国电信还对原有的云公司进行了“分公司改为子公司”的调整,增强了云公司执行力,扩大了行业接触面。

9月7日,中国电信翼支付与中国银行合作的数字人民币钱包应用正式上线。9月9日,中国电信控股上市公司号百控股股份有限公司举办更名揭牌仪式,正式更名为新国脉数字文化股份有限公司。同日,其上海证券交易所的证券简称也由“号百控股”变更为“新国脉”。通过更名,新国脉进一步明确了公司定位和主体业务发展方向,不断推进“文化与科技相融合”,打造科技文化型、服务集成型、创业创新型的数字文化科技公司。

一个月前,中国电信重回A股上市,引发了各方关注。除业绩之外,也对中国电信在管理机制改革、可持续发展动力和业务范围扩展等方面提出了更高要求。此次天翼交通和天翼安全的揭牌,亦是中国电信围绕打造科技型、安全性企业的重要布局,是企业在科技创新和数字化转型方面的重要举措。

近两年来,中国电信不断优化内部管理机构,将基地、业务部门转型为专业子公司,并引入新的战略合作伙伴,同时在香港、上海股市运作不断,目前旗下已经拥有了中国电信、中通服、新国脉、辰安科技等多家上市公司。中国电信正走出一条具有自己特色的“混改”扩张之路,资本“混改”正成为中国电信提升竞争力的重要手段,助力自身“云改数转”战略实现。(作者为通信行业资深人士) 

打击新型电信网络诈骗 需多管齐下

孙永杰

近年来，社会变迁对犯罪形势的影响集中体现在传统财产犯罪数量减少，电信网络诈骗数量激增且结构日趋复杂。而这种跨区域、非接触式、遍布全产业链的新型犯罪，对如何防治和惩戒提出了新的要求。

随着移动互联网的发展，新型电信网络诈骗手法不断翻新、模式持续升级，电信网络诈骗活动也呈现出从电话诈骗向互联网诈骗转变的趋势。尤其是在反诈防骗宣传力度不断加强、大众防范意识不断提高的形势下，犯罪分子也升级了作案手段，与反诈宣传形成“对攻”态势。利用新骗术没有被揭露的时间差，趁公众对此缺乏防范意识，进行诈骗敛财。

中国信通院、任子行等单位监测统计显示，2020年1—10月累计出现260种新诈骗手法。同时，诈骗实施模式与引流推广方式也不断升级，诈骗过程开始呈现接触周期长、诈骗环节多、多手法叠加、跨平台实施等显著特征。

典型的“杀猪盘”诈骗同时涉及婚恋交友、即时通信等多个业务平台，并且诈骗全程长达1~3个月。诈骗分子融合刷单、“杀猪盘”等多种手法，先利用刷单返利与用户多次接触，获取信任后再将其引导至博彩平台，并在注册、下注、提现等多个环节实施精心准备的连环诈骗，让用户防不胜防。

所谓道高一尺，魔高一丈。针对上述不断升级的电信网络诈骗手段，相关的防范与治理机制也应充分运用数字技术及网络渠道，对犯罪行为实施精准打击。例如，公安部推出的国家反诈中心APP已于今年上线，具有实时监控恶意软件、拦截诈骗电话等功能。目前，国家反诈中心APP的全国注册用户已超过6500万，已向用户发送预警2300万次，接受群众举报涉诈线索65万条，在防范诈骗工作中发挥了重要作用。

其次是强化诈骗信息挖掘研判能力，利用机器学习、数

据挖掘等技术开展涉诈电信和互联网网络资源的关联分析，做到早预警、早防范。

为此，工业和信息化部去年公布了《关于运用大数据推进防范治理电信网络诈骗长效机制建设工作方案》，提出将充分运用大数据等新一代信息技术强化电信网络诈骗精准治理、有效治理，加快健全完善行业防范治理长效机制。例如，在提升监管能力方面，方案要求强化事前预防能力建设，建立全网疑似涉诈网络资源交叉核验机制，对高危码号、IP地址、域名等及时清理整顿，提早防范，化解涉诈风险。

工业和信息化部网络安全管理局组织建设的工业和信息化部网络安全威胁和漏洞信息共享平台近期也正式上线运行，平台包括通用网络产品安全漏洞专业库、工业控制产品安全漏洞专业库、移动互联网APP产品安全漏洞专业库、车联网产品安全漏洞专业库等，支持开展网络产品安全漏洞技术评估，督促网络产品提供者及时修补并合理发布自身产品安全漏洞。而这些无疑将进一步提高国家预防网络安全及网络犯罪事件的能力，压缩诈骗分子的生存空间，保障人民的财产安全。

最后，除技术手段之外，鉴于部分诈骗活动的成功与部分受害者（个人及企业等）防范意识不足有关的事实，应充分利用传统媒体以及短视频、微博、直播等新型媒体，多渠道、针对性宣传电信网络诈骗相关知识，针对电信网络诈骗的重点受害群体，有的放矢地开展宣传工作。

综上所述，笔者认为，随着新型电信网络诈骗的不断升级，唯有法律法规严惩、科技防治、社会防范意识提升等多管齐下，才能最终让新型电信网络诈骗无所遁形，并彻底根除。（作者为知名科技评论人）

编者按

毫米波具备高带宽、低时延以及多方面优势，能够释放5G关键潜能。美国、韩国、日本以及欧洲等国家和地区已率先实现毫米波商用，中国也在推动5G毫米波发展，5G毫米波正在走入千行百业。

为探究5G毫米波行业产业发展进度，解决5G毫米波在发展过程中遇到的挑战，展望5G毫米波产业的未来，通信世界全媒体特策划“释放5G潜能，5G毫米波走入千行百业”专题，与行业专家共同探讨5G毫米波如何在更多产业落地开花。

毫米波与Sub-6GHz优势互补 赋能千行百业

■ 本刊记者 程琳琳

当前，推动5G毫米波发展成为各国共识，美国、韩国、日本以及欧洲等国家和地区已率先实现5G毫米波商用。中国也在积极推动5G毫米波发展，逐步打造5G毫米波融入千行百业的外部条件。

在赋能千行百业的应用过程中，毫米波更适合与Sub-6GHz频段结合使用，Sub-6GHz频段提供覆盖，5G毫米波提供容量，优势互补之下可进一步赋能千行百业。

全球已有160家运营商投资5G毫米波技术

随着5G网络和业务在全球市场的不断扩展，5G毫米波凭借其技术经济特性将成为电信运营商拓展业务应用和网络部署模式的得力工具。根据GSA数据，截至2021年8月中旬，全球已有超过160家电信运营商投资5G毫米波技术，而支持5G毫米波的终端设备已达84款。这些数字较一年前均有大幅度上升，在一年前的2020年8月，仅有30余款终端设备支持5G毫米波技术。

行业分析机构也对毫米波终端给出积极预测。GSMA预

测，在2021年发布的智能手机中支持毫米波技术的将超100种，相较于去年有近10倍增长，并且支持毫米波的FWA CPE设备也将超50种。Strategy Analytics预测，5G毫米波智能手机在全球智能机销售中的占比将从2020年的2%，上升至2026年的14.8%。

毫米波标准还在持续演进，目前已完成的5G第二个版本R16项目有集成接入及回传（IAB）、增强型波束管理、节电特性、双连接优化、定位等。在R17以及未来版本项目中，还可能会实现优化IAB支持分布式部署、优化的网络覆盖和波束管理、拓展频谱支持、eMBB之外的全新用例、定位增强等。

毫米波频谱划分也是全球关注的焦点。毫米波可以作为一种有效的解决方案，满足增强型移动数据服务的需求，而如果使用其他频谱，将带来更大的挑战或者更高的成本。2019年，国际电联世界无线电通信会议(WRC-19)为5G确定了更多的频段，包括24.25—27.5GHz、37—43.5GHz、45.5—47GHz、47.2—48.2GHz和66—71GHz。

毫米波主要应用于三大类场景

相较于4G，5G不只是网速更快。GSMA大中华区技术总经理刘鸿表示，5G毫米波有六大技术优势，包括频率资源丰富、易于与波束赋形技术相结合、可实现极低时延、可支持高密度小区部署、可进行高精度定位、设备集成度高等。根据覆盖范围，GSMA发布的《5G毫米波技术白皮书》大致将5G毫米波的应用分为3个方面：室内覆盖、室外覆盖、固定无线宽带接入。

室外覆盖一直是运营商优先考虑的场景，典型的室外场景主要有UMi和UMa两种。UMi典型场景包括密集城区的街道、高山滑雪赛道和较开阔的广场；UMa场景是较为典型的宏基站部署场景，但由于其站间距一般较大，如果运营商在室外毫米波应用场景下仍希望提供连续覆盖，需要进一步评估站间距。

室内覆盖将是5G毫米波的重点覆盖领域，据统计在4G移动网络中有80%的数据交换发生在室内，据此测算用户在5G毫米波中的数据交换将不少于85%。室内覆盖细化分为3个领域：办公室、商用场所（商场、火车站、飞机场）、大型场馆。办公室场景下的典型网络需求包括多方电话/视频会议、数据下载和云存储等，对数据传输的稳定性和时延性要求较高；对于商用场所而言，其室内面积很大且相对空旷、阻挡物少、用户密度高、流量需求大，因此对毫米波的要求是在提供高速率的同时，满足室内高吞吐量需求；大型场馆主要为上下行大容量、高速率业务，以视频类业务为主。

在固定无线宽带接入方面，毫米波的覆盖方式是目前较为成熟的，也是成本较为低廉的一种。毫米波系统可以提供高达800MHz带宽、10Gbit/s的系统峰值速率，使毫米波可以作为无线回传链路。例如毫米波可用于LTE/5G低频基站的回传，或者通过毫米波CPE为家庭或企业提供宽带服务。

此外，5G毫米波在工业领域有较多应用场景，可以广泛应用在大带宽、低时延场景中。例如在远程操控机械臂时，任何一个动作指令都需要得到最快的反馈，这时就需要应用毫米波技术。通过高清摄像头和人工智能实现的工业质检，也可以由毫米波技术提供摄像头与边缘云之间的高速连接。此外，毫米波还能提供更高精度的定位，通过优化可以达到一米左右甚至厘米级定位精度。

我国毫米波产业发展逐步成熟

5G毫米波具有带宽资源丰富、时隙短、波长极短、易与波束赋形技术结合的特点，可实现密集化部署、高精度定位

等，但也存在信号衰减大、易受阻挡、传输距离短、对硬件要求高等缺点。因此，目前我国部署5G毫米波系统主要依托4G、5G中频大网，作为大网的容量补充和能力提升，提供eMBB和uRLLC业务。

在频谱划分方面，我国早已开展试点工作。工信部在2017年7月批复24.75—27.5GHz和37—42.5GHz频段用于我国5G技术研发毫米波试验频段，试验地点为中国信息通信研究院MTNet试验室以及北京怀柔、顺义的5G技术试验外场。2021年7月13日，十部门联合印发的《5G应用“扬帆”行动计划（2021—2023年）》提出，适时发布5G毫米波频率规划，探索5G毫米波频率使用许可实行招标制度。

在政策支持下，我国主要设备厂家均能提供毫米波关键功能支持，在24.75—27.5GHz频段、NSA/SA组网、800MHz带宽上下行同时工作、MU-MIMO能力、DSUUU帧结构等关键功能方面，国内厂家研发进度要快于国外厂家。终端也逐步支持5G毫米波，华为、中兴、OPPO已有支持24.25—27.5GHz频段CPE终端可用于网络测试，vivo、OPPO等也正在推进手机终端开发，可保证在试验频率许可后具备产品化能力。

据了解，今年8月27日中兴携手高通成功测试了毫米波AAU网络基础设备。9月3日，华为携手行业伙伴完成了全球首个5G高低频CA（载波聚合）技术的实验室测试，实现单用户下载速率5.2Gbit/s。在我国龙头企业不断取得进展的同时，三大运营商也正在开展相关试验，建设试点网络，为5G毫米波在2022年北京冬奥会上做好示范准备。

虽然发展势头良好，但目前我国毫米波产业发展还存在多方面问题。如目前我国毫米波产业链相对国外还比较薄弱；当前毫米波设备核心技术和核心器件国产化程度低，规格和具体指标有待统一；部分功能如波束管理、移动性有待进一步完善；系统能力距离需求有一定差距，相对于Sub-6GHz的优势不明显。

但总体来看，毫米波全球产业链已具备商用能力，设备功能和性能尚需完善，终端能力有待提高。具体而言，从目前对毫米波设备进行理论分析和实验室端网对接测试的情况来看，毫米波单用户下行峰值接近理论，但上行峰值由于支持载波数较少，上行单用户速率距离运营商的需求有一定的差距；在小区容量方面，毫米波在多用户MIMO空分复用上支持程度不高，设备研发和实际性能有待进一步提高；从行业发展的角度看，我国需要进一步聚焦业务领域，明确毫米波应用场景，并且从融合组网角度对毫米波的业务能力进行验证，以充分发挥毫米波业务能力优势，促进网络部署和产业发展。📡



GSMA: 毫米波应用前景广阔

■ 本刊记者 孙天 刁兴玲

随着用户对网络的差异化需求越来越高,以及千行百业数字化转型的加速,业界对高速率、低时延提出了明确诉求。随着普及率的提高,越来越多的消费者和各种服务迁移到5G网络,因此5G网络需要低(如700MHz)、中(如3.5GHz)、高(如毫米波)频段的频谱,才能提供足够的容量以实现完美的5G体验。

因为拥有丰富的频谱带宽资源,毫米波频段既能满足高流量需求,又能保持5G服务的性能与质量,作用尤为关键。业界对5G毫米波展现出了强烈的需求,各大设备厂商在5G毫米波研究上也不断取得突破性进展。5G毫米波凭借自身独特的优势必将拥有广阔的应用前景。

多国已分配5G毫米波频谱

频谱是移动通信技术发展的基础。GSMA智库于2021

年1月发表的《5G毫米波经济性分析》显示,美国、芬兰、意大利、日本、韩国、新加坡、俄罗斯、泰国等国家已为5G分配了毫米波频段。超过41个国家计划在未来几年内进行更多分配,其中包括阿联酋、澳大利亚、马来西亚、丹麦、挪威、卢森堡和斯洛文尼亚等。

另外,美国在5G毫米波频谱的使用方面处于领先地位。目前美国的主要运营商都已经使用该频段提供5G商用服务。这得益于FCC(美国联邦通信委员会)比大多数国家先行一步,率先将毫米波频谱用于移动服务,为移动运营商提供了更多的选择,以发挥毫米波频段的超高速、低时延和高容量优势。

在其他国家和地区,毫米波频谱的许可条件各不相同,授予移动运营商的毫米波频谱数量也存在着很大差异。例如,意大利在26GHz频段仅释放了1000MHz的频谱;而在新加坡,移动运营商可以在该频段使用的频谱数量是意大利的3倍以上。

《5G毫米波经济性分析》显示，在欧洲，如果有很高的户外流量需求，那么在密集市区部署5G毫米波解决方案便可创造成本效益。在中国的城市地区，如果5G FWA能够抓住适当比例的住宅宽带市场需求，且数据消耗增长不放缓，那么毫米波就能发挥成本效益。在美国的村镇，如果忙时流量大，数据消耗增长不放缓，并且有相当比例的住宅宽带市场用户使用5G FWA服务，那么毫米波FWA部署也将具有成本效益。

《5G毫米波经济性分析》还显示，在2020—2022年期间，毫米波设备的成本将大幅降低，在技术和运营方面也将有明显改进，随着性能更高、成本更低的设备大量涌现，5G毫米波的部署将在随后5年进一步加速。预计到2030年，5G每年将为全球GDP增长作出0.6%的贡献，每年为全球经济创造约6000亿美元的价值，而5G毫米波将在实现这些效益的过程中扮演越来越重要的角色。

5G毫米波产业链不断完善，年底将有超100款5G毫米波手机

从5G毫米波产业发展来看，2017年初，多家移动通信运营商成功开展了毫米波的外场实验，厂商和OEM开始研发5G CPE和网络设备。2018年10月，美国一家领先的运营商在一些城市推出了商用5G FWA互联网服务。虽然直到2020年，人们对于5G毫米波的移动通信应用前景还抱有怀疑态度，但从今年5G手机售卖的火热程度，以iPhone 12为代表的系列产品开始支持5G毫米波，也可窥见未来5G毫米波手机将成为消费者追捧的对象。因为科技的加速发展将导致产品迭代加快，随着5G毫米波产业链的成熟，5G毫米波手机将会逐渐普及。

目前一线和二线城市设备厂商，都能提供5G毫米波设备产品，同时也可以与运营商合作提供5G毫米波的解决方案。2020年推出的iPhone12手机就支持5G毫米波，有力地促进了这项技术的广泛应用，加速了5G毫米波终端产品的普及。除此之外，《5G毫米波经济性分析》还预测到2021年底，将有超过100款5G毫米波手机和超过50款FWA CPE陆续上市。

我国对5G毫米波部署虽然起步较晚，但是发展势头迅猛。目前，我国在5G毫米波领域不断取得突破性进展。8月27日，中兴通讯携手高通成功测试了毫米波AAU网络基础设备。在此次测试中，双方实现了国内首次采用5G NR独立组网双连接（NR-DC，即FR1+FR2 DC），基于26GHz（n258）毫米波频段的200MHz载波信道以及3.5GHz（n78）频段的100MHz带宽，合力实现超过2.43Gbit/s


的单用户下行峰值速率。此外，两家公司还基于26GHz（n258）毫米波频段的4个200MHz载波信道，利用载波聚合技术实现了超过5Gbit/s的单用户下行峰值速率，并基于两个200MHz载波信道成功测试了上行链路性能。以上测试采用基于5G核心网的（5GC）的独立组网（SA）模式，支持网络切片和更低时延等功能。9月3日，华为携手行业伙伴完成了全球首个5G高低频CA（载波聚合）技术的实验室测试，实现单用户下载速率5.2Gbit/s。这意味着，CA技术在高低频协同上已获得技术验证，为5G毫米波未来大规模商用迈出坚实一步。在我国龙头企业不断取得进展的同时，三大运营商也正在开展相关试验，建设试点网络，为5G毫米波在2022年北京冬奥会上使用做好准备。

5G毫米波应用场景越来越丰富

5G毫米波不仅意味着更快的网络速率。GSMA大中华区技术总经理刘鸿曾表示，5G毫米波有六大技术优势和三大应用场景。六大技术优势包括频率资源丰富、带宽极大、易与波束赋形技术相结合、可实现极低时延、可支持高密度小区部署、可进行高精度定位、设备集成度高等。5G毫米波的三大应用场景是：室内外交通枢纽、场馆等热点地区；家庭和写字楼的无线宽带接入；以工业互联网为主的行业应用。GSMA早在2020年9月发布的《5G毫米波技术白皮书》中，便指出了5G毫米波在各种领域的相关应用。

尤其是在当今新冠肺炎疫情的持续影响下，人们出行的不便导致对网络的要求有所提高，例如在线学习、视频会议对网络时延提出了更高要求。虽然部分地区已部署更大的带宽和光纤，但这也难以阻挡毫米波FWA需求持续增长的态势。2019年10月，华为发布的《4G/5G FWA白皮书》显示，全球已经有120多个国家在超过230张网络上部署了4G FWA方案，并开始为1亿个家庭提供服务。

5G FWA将为用户提供极致的网络体验，满足不同场景的网络需求。比如在智慧家庭、4K、AR/VR以及企业的特定需求方面，FWA将是低成本、高效益的选择。FWA部署不仅帮助运营商实现快速的业务增长，也为用户节约了成本。

各国设备厂商和研究机构相继在5G毫米波领域取得新进展，这将加速5G毫米波时代的来临。随着5G毫米波应用领域的不断扩大，实现的经济效益也更加显著，未来将涌现出更加丰富的设备和终端供消费者选择，从而进一步降低部署成本，带来更多物美价廉的设备，推动5G毫米波普及。 

全球5G毫米波频段 频率规划与许可进展

■ 中国信息通信研究院无线电研究中心 付有奇 刘琪

频率是无线移动通信技术发展的基础资源，为满足5G增强移动宽带(eMBB)、海量机器间通信(mMTC)、低时延高可靠通信(uRLLC)场景需求，需要配置高、中、低频段更多频率资源。中低频段具有较强穿透力，可以提供广域连续的网络覆盖，高频段丰富的频谱资源可以提供超大容量和超高速率。毫米波在助力5G能力拓展和应用落地方面，具有以下优势：一是毫米波频谱资源充足，能够缓解全球中低频段频谱资源枯竭的困境；二是毫米波连续大带宽能够达到5G的最优性能，满足目标应用场景对容量、性能等方面的要求；三是毫米波具有天线体积小、设备轻量化等特点，更易于网络部署；四是毫米波波束窄、方向性好，能够提升定位精度。

国际毫米波频段频率划分和标准化情况

国际电信联盟推动5G毫米波频段全球协调

国际统一频段是5G移动通信标准化、产业化、规模化发展的前提条件。为了推进5G毫米波频段在全球或区域协调一致，国际电信联盟(ITU)在2019年世界无线电通信大会(WRC-19)设立了1.13议题，针对24.25—86GHz频段范围的11个候选频段开展研究和协商，包括8个以移动业务为主要划分的频段(24.25—27.5GHz、37—40.5GHz、42.5—43.5GHz、45.5—47GHz、47.2—50.2GHz、50.4—52.6GHz、66—76GHz和81—86GHz)和3个尚未划分为移动业务的频段(31.8—33.4GHz、40.5—42.5GHz和47—47.2GHz)开展共存研究，具体如图1所示。

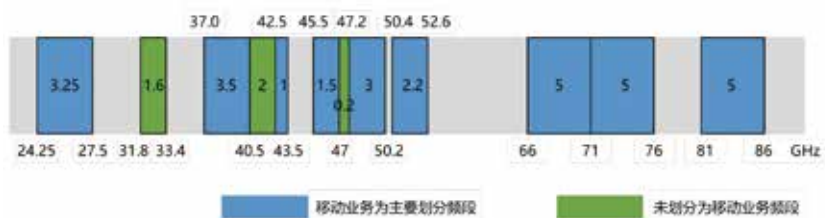


图1 WRC-19 1.13议题候选频段

表1 WRC-19 1.13议题主要结论

频段/GHz	标识情况
24.25—27.5	全球标识IMT
37—43.5	全球标识IMT
66—71	全球标识IMT
45.5—47	脚注标识(53个国家和地区)
47.2—48.2	脚注标识(2区及另70个国家和地区)

会上，各国代表就5G毫米波频谱使用达成共识：全球范围将24.25—27.5GHz、37—43.5GHz、66—71GHz共14.75GHz带宽的毫米波频率标识用于5G及国际移动通信系统(IMT)未来发展；在45.5—47GHz频段，部分国家在频率划分脚注中标识用于IMT；在47.2Hz—48.2GHz频段，2区(美洲区)国家以及部分其它国家和地区在频率划分脚注中标识用于IMT，具体如表1所示。

通过WRC-19的决议，大量连续带宽的毫米波频率可以用于5G技术，为5G相关产业链的发展成熟奠定基础，加速全球5G系统部署和商用步伐。

3GPP分阶段推进5G毫米波频段标准化工作

5G系统国际标准化组织3GPP将5G频段分为FR1频段和FR2频段，其中FR1频率范围是450MHz—6GHz，又称Sub-6GHz频段，FR2频率范围是24.25Hz—52.6GHz，又称毫米波频段。FR1、FR2频段进一步细分为多个子频段，确定双工方式(FDD/TDD)，用不同频段号代表。5G毫米波频段的子频段划分如表2所示。

其中n257频段与n258、n261存在部分重叠，具体如图2所示。

Sub-6GHz和毫米波频段的射频标准按照不同版本(Release)的形式进行分阶段升级迭代。R15对Sub-6GHz和毫米波频段同步进行了标准化，定义了24.25—52.6GHz范围内多个毫米波频段。针对毫

表2 3GPP毫米波频段

频段号	频段/GHz	双工方式
n257	26.5—29.5	TDD
n258	24.25—27.5	TDD
n259	39.5—43.5	TDD
n260	37—40	TDD
n261	27.5—28.35	TDD

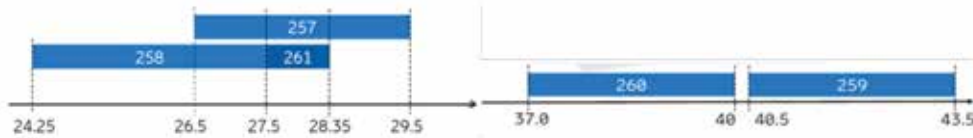


图2 3GPP毫米波频段分布

毫米波频段，3GPP制定了以大规模、多天线技术为基础的解决方案和相关的系统信息设计等，并且定义了基于管理的相关功能，满足5G毫米波频段的基本部署需求。目前已经商用的Sub-6GHz、毫米波频段5G网络广泛基于R15版本。

R16针对毫米波频段，在R15的基础上重点关注毫米波系统的工作效率，并引入集成接入及回传（IAB）、增强型波束管理、室内定位等。同时启动了52.6GHz以上毫米波技术的研究，目前R16的标准已经冻结。

正在进行标准化工作的R17将毫米波频段拓展至52.6—71GHz，同时引入更多支持毫米波的5G增强特性，并拓展毫米波5G系统的应用场景。

国外规划和许可情况

26/28GHz是当前全球主流5G毫米波商用频段

在5G毫米波频段中，针对24.25—29.5GHz（又可简称为26/28GHz频段）的研究和咨询工作在美国、欧盟等国家和地区起步较早，频段相对较低、产业基础更好，各国优先规划该频段的全部或部分频率。根据全球移动供应商协会（GSA）在2021年5月的统计，目前共有28个国家和地区已经完成或正在进行5G毫米波频段的许可。

GSA 2021年5月的统计还显示，全球范围内共有112家运营商已持有26/28GHz 5G毫米波许可，其

中27家运营商已经或正在实际部署26/28GHz 5G毫米波网络。39GHz频段（37—40GHz）共有27家运营商持有许可，主要集中在美国。与C波段（3.3—4.2GHz）172家运营商持有许可、113家部署网络的情况相比，5G毫米波网络建设仍处于起步阶段。全球运营商在重点5G频谱的工作进展情况统计如图3所示。

美、日、韩率先推进5G毫米波商用

美国、日本、韩国是5G毫米波商用推进较快的国家。美国联邦通信委员会（FCC）于2016年7月14日

通过了将24GHz以上频谱用于无线宽带业务的法令，共规划了10.85GHz带宽的频率资源用于5G业务，具体包括27.5—28.35GHz、38.6—40GHz共计2.25GHz许可频段，37—38.6GHz共1.6GHz混合许可频段和64—71GHz共7GHz免许可频段。2017年11月，FCC发布法令继续为5G毫米波增加了24.25—24.45GHz、24.75—25.25GHz和47.2—48.2GHz共1.7GHz带宽的频谱。目前，美国已完成24GHz、28GHz、37GHz、39GHz以及47GHz频段的频谱拍卖，为5G毫米波商用提供了充裕的频率资源。在运营商方面，Verizon、AT&T和T-Mobile最早在2019年上半年开始部署28/39GHz 5G商用网络，主要用于FWA固定无线接入场景，后续逐步拓展到室外

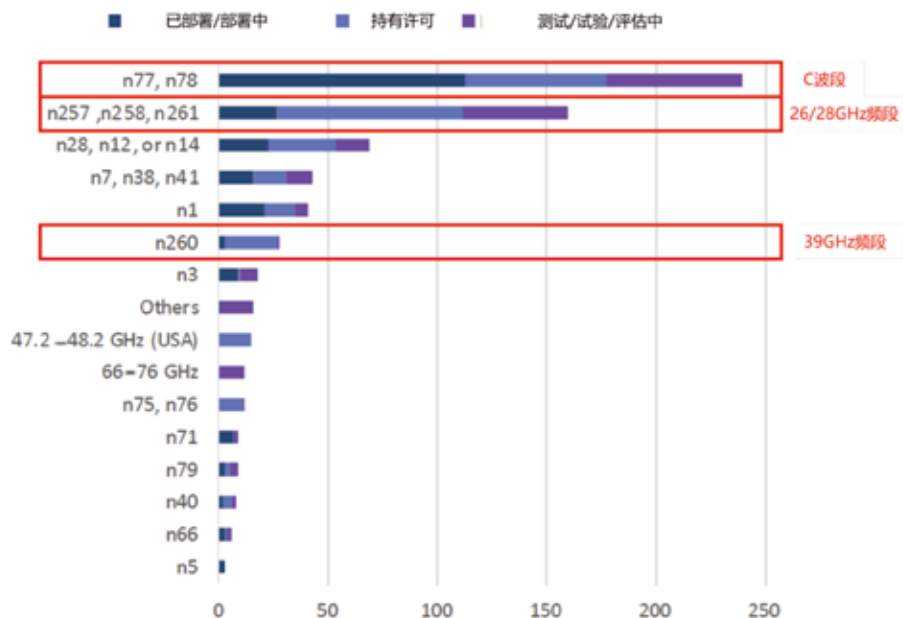


图3 全球运营商在重点5G频谱的工作进展情况

宏基站覆盖的eMBB业务场景,包括体育场馆、机场、高价值街区等。但是由于当时缺乏中频5G覆盖层,仅靠毫米波网络难以实现连续覆盖,用户体验不佳,目前相关运营商的建网重心已转向5G中频段。

日本总务省(MIC)于2016年7月发布了面向2020年无线电政策,提出面向2020年的5G商用频谱计划,其中毫米波频率将主要聚焦于28G(27.5—29.5GHz)频段。从2017年中旬起,MIC联合运营商NTT Docomo、KDDI和Softbank在东京及部分农村地区开展了5G外场试验,其中涵盖了28GHz频段。目前,日本已经完成了3.6—4.2GHz、4.4—4.9GHz以及27.5—29.5GHz全国5G频段的频率许可。NTT Docomo于2020年9月开始提供5G毫米波服务,其5G毫米波网络覆盖了164个地点。Softbank于2021年3月起在日本推出5G毫米波服务,初期提供移动热点设备,后续将开放智能手机服务。

韩国未来创造科学部(MSIP)于2017年1月公布K-ICT频率规划,开始推动26.5—29.5GHz频段的5G毫米波商用。规划提出,27.5—28.5GHz(1GHz)在2018年进行释放,26.5—27.5GHz和28.5—29.5GHz(共计2GHz)视5G产业链发展情况,不晚于2021年前进行释放。韩国于2018年6月如期完成了26.5—28.9GHz频段的频谱拍卖,韩国三大运营商分别获得了800MHz带宽的毫米波频谱。其中,SKT获得了28.1—28.9GHz频段,KT获得了26.5—27.3GHz频段,LGU+获得了27.3—28.1GHz频段。2020年12月初,LGU+与LG电子、高通三方基于5G商用智能手机在国立金乌工科大学(KIT)部署了韩国首个5G毫米波网络,支持校园内日常连接、远程教学等应用场景,实现了5G毫米波+智慧校园的融合应用。

表3 部分国家的区域性5G毫米波频率规划和许可情况

国家	频段	状态	频谱管理
德国	24.25—27.5GHz	2021年1月1日起接受申请	区域使用,电力、能源、电信、邮政、铁路等行业应用
日本	28.2—28.3GHz	2019年12月起接受申请	区域使用,运营商以外的各种实体可申请;运营商可以作为第三方进行建设、运维
	28.3—29.1GHz	2020年12月起接受申请	
英国	24.25—26.5GHz	2019年7月起接受申请	限于室内
法国	24.25—27.25GHz	试验	-
瑞典	24.25—27.5GHz	规划中	限于室内
芬兰	24.25—25.1GHz	预留	-
挪威	24.25—27.5GHz	规划中	-
韩国	28.9—29.5GHz	2021年3月起接受申请	-
荷兰	26GHz	规划中	-
澳大利亚	24.7—27.5GHz	规划中	-
马来西亚	26.5—28.1GHz	规划中	-
巴西	27.5—27.9GHz	规划中	-

毫米波频谱拍卖价格远低于C波段

根据全球移动通信系统协会(GSMA)对全球近期5G频谱拍卖情况的统计,毫米波频谱拍卖价格远低于5G中频段频谱。

针对5G毫米波出现新的许可模式

毫米波具有覆盖范围小、部署相对灵活的特点,更适用于工业互联网、行业专网等区域性和室内5G应用场景。部分国家或地区已经实行区域5G频率(Local 5G)的许可模式,将区域频率许可与不动产(使用权)或用益物权结合,限定频率使用范围,频率申请者不再限于移动运营商,以此推动5G独立专网部署,探索频率管理模式创新。部分国家的区域性5G毫米波频率规划和许可情况如表3所示。

对我国的启示

目前,我国毫米波频谱的具体规划虽未正式发布,但国家和产业界高度重视相关工作推进。工业和信息化部于2017年6月8日发布了公开征求意见函,征集24.75—27.5GHz、37—42.5GHz或其他毫米波频段在5G系统使用及规划的意见和建议。2021年7月13日,十部门联合印发《5G应用“扬帆”行动计划(2021—2023年)》,文中提出“加强5G频率资源保障,适时发布5G毫米波频率规划,探索5G毫米波频率使用许可实行招标制度,研究制定适合我国的5G工业专用频率使用许可模式和管理规则”等。

结合国外5G毫米波频谱的规划、许可和5G毫米波网络商用情况,我国推动毫米波频段5G发展应注意以下几点:一是结合我国毫米波产业成熟情况和5G发展需要,适时发布5G毫米波频率规划;二是针对我国电信市场特点,探索采用招标方式许可5G毫米波频率,高效配置频率资源;三是探索频率许可模式创新,结合毫米波使用特点,研究区域许可模式的可行性。☞

5G毫米波——拓展无线宽带网络业务应用和部署模式的新工具

■ Strategy Analytics 杨光

根据GSA数据，截至2021年8月中旬，全球已有超过160家电信运营商投资5G毫米波技术，而支持5G毫米波的终端设备已达84款。这些数字较一年前均有大幅上升，在2020年8月，仅有30余款终端设备支持5G毫米波技术。Strategy Analytics预测，5G毫米波智能手机在全球智能机销售中的占比，将从2020年的2%上升至2026年的14.8%。随着5G网络和业务在全球市场的不断扩展，5G毫米波凭借其技术经济特性，必将成为电信运营商拓展业务应用和网络部署模式的得力工具。随着5G网络和业务在全球市场的不断扩展，5G毫米波凭借其技术经济特性，必将成为电信运营商拓展业务应用和网络部署模式的得力工具。

5G毫米波的技术经济特点

相较于以往用于移动通信的6GHz以下频谱资源，毫米波频段的可用频谱数量更多、载波带宽更大。美、韩等国运营商在毫米波频段都获得了800MHz的频谱资源，远超中低频段百兆以内的频谱带宽，这为运营商可提供与光纤相媲美的接入数据速率奠定了基础。

另一方面，毫米波频段的无线传播特性制约了基站的覆盖范围，对运营商的网络建设成本和部署进度造成很大影响。美国运营商Verizon在启动5G部署两年后，其5G毫米波的可用性仅为0.7%，而其竞争对手T-Mobile的600MHz 5G网络的可用性已达到36.3%。可见，5G毫米波并不适用于广域移动的应用场景。

同时，供应充足而应用受限的特点也明显影响了毫米波频谱的拍卖价格。如表1所示，通过观察近年来部分

国家5G频谱拍卖的单位价格，可以发现毫米波频谱的获取成本远远低于中低频段频谱，这为电信运营商发展新业务提供了更大的灵活性。

上述特点使毫米波频段具有独特的技术经济特征，既创新了5G毫米波在传统部署模式中的应用方式，又使运营商有机会利用5G毫米波开拓新的业务与应用。

5G毫米波助力固定无线宽带接入发展

得益于灵活的部署能力，固定无线接入一直是有线宽带接入的有益补充，是宽带运营商实现“最后一公里”接入的重要技术选项。但受限的带宽和高昂的使用成本，也一直制约着固定无线接入的进一步推广普及。5G毫米波的技术经济特点使其可以显著提升固定无线接入的竞争力，从而为宽带运营商提供更为灵活的技术和市场选项，也有助于提升宽带市场的竞争水平。

自Verizon启动5G毫米波部署之后，固定无线接入成为一个重要的应用场景。至2021年8月，Verizon已在全美52个城市提供了基于5G毫米波的家庭宽带接入服务，同时也将这一宽带接入服务扩展到了政企市场，在42个城市提供基于5G毫米波的商业宽带服务。

虽然毫米波频段的无线电传播损耗较大，但在固定接入场景下通过提高发射功率和采用高增益天线的方法，仍能

表1 2017—2019年部分国家5G频谱拍卖的单位价格

频谱	低频段		中频段			毫米波频段		
	600 MHz	3.5GHz	3.5GHz	3.5GHz	3.7GHz	28 GHz	24 GHz	37/39/47 GHz
国家	美国	韩国	德国	意大利	美国	韩国	美国	美国
完成年份	2017	2018	2019	2019	2021	2018	2019	2019
每 MHz/POP 支付的近似平均价格 (美元)	0.93	0.19	0.20	0.42	0.94	0.005	0.00927	0.00718

实现较远距离传输，从而帮助运营商和消费者克服“数字鸿沟”，实现普遍服务。美国运营商US Cellular就与高通、爱立信等厂商合作，将5G毫米波用于偏远地区的无线宽带连接，在距离基站7千米的地点实现了下行1Gbit/s、上行55Mbit/s的平均接入速率。

Strategy Analytics预计，基于5G的固定宽带无线接入在全球家庭宽带市场中的占比，将从2020年的0.1%上升至2026年的4.5%，用户年均复合增长率接近95%。

5G毫米波可提供高质量的流量热点服务

在大型体育比赛、文艺演出、商业展会上，以及机场、车站等交通枢纽或商业中心区，人流密集且数据流量突发特征明显，往往在短时间内产生极高的数据流量，历来是无线网络设计、优化的重点和难点。中低频段的蜂窝移动通信网络，由于频谱总量有限，往往不足以支持突发的高数据流量。Wi-Fi系统虽然频谱带宽较宽，但非授权频谱的特点及其系统接入机制，使Wi-Fi系统面对大量并发接入时系统效率急剧下降。而5G毫米波的技术经济特点使之能从容应对突发的高数据流量，成为运营商提供流量热点服务的有力工具。

在今年2月的美式橄榄球“超级碗”比赛场地中，美国三大运营商AT&T、Verizon和T-Mobile就分别使用了800MHz、600MHz和400MHz的毫米波频谱资源，部署

表2 部分国家分配专用5G频谱情况

国家	专用5G频段	开放时间
德国	3700—3800MHz 24.25—27.5GHz	2019年11月 2021年1月
英国	3800—4200MHz 1800MHz 2300MHz 24.25—26.5GHz(仅限室内)	2019年12月
日本	28.2—28.3GHz 2575—2595MHz 4600—4900MHz 28.3—29.1GHz	2019年12月 2020年12月
芬兰	2300—2320MHz 24.25—25.1GHz	2020年7月 2021年4月
澳大利亚	24.7—25.1GHz及 27.5—29.5GHz 25.1—27.5GHz(在已进行频谱许可的区域之外)	2020年11月 2021年5月
瑞典	3720—3800MHz 24.25—25.1GHz	将于2021年9月 开放申请
韩国	28.9—29.5GHz 4720—4820MHz	将于2021年11月 开放申请

5G无线接入系统，从而显著提升了现场观众的使用体验。据Global Wireless Solutions(GWS)的现场测试结果，AT&T 5G网络的平均下载速率达到了1.26Gbit/s，Verizon和T-Mobile也分别实现了432Mbit/s和388Mbit/s的平均速率。

当前，2022年北京冬奥会正处于紧锣密鼓的准备之中，高清视频直播、VR沉浸式体验等新型应用必将在冬奥会期间得到广泛使用，这也对无线通信网络提出了更高要求，而5G毫米波可在服务奥运的过程中发挥重要作用。

5G毫米波可为工业互联提供有效支撑

5G赋能千行百业已成为社会共识。在政企市场，5G网络往往需要支持远程控制、无人运输、自动缺陷检测等新型应用，这些应用对网络性能提出了新的要求。例如智慧工厂的无人运输系统需要网络支持超高可靠和超低时延，而远程控制系统则需要将监控视频实时上传，对网络上行带宽的需求可达1Gbit/s以上。同时，工业园区或厂房车间也都是相对开阔的有限区域，适合毫米波系统扬长避短，发挥大带宽、高速率的优势，同时把部署和运行成本控制合理范围。

Verizon已经为Corning、WeWorks和美军的若干军事基地提供了基于5G毫米波的专用网络服务。在德、英、日、韩等国家，监管机构还在毫米波频段分配了专供企业用户申请使用的专用频谱，供企业部署自有的5G专网。表2列举了部分国家在毫米波频段为企业用户分配5G专用频谱的信息，可以预见，5G毫米波将在政企专网市场获得新的发展空间。

5G毫米波使能新型部署模式

除了直接服务于终端用户，5G毫米波还可作为回传链路，降低5G网络部署初期对光纤回传链路的需求，提高部署灵活性。3GPP R16中定义了名为“集成接入回传”(Integrated Access and Backhaul,以下简称IAB)的新特性，可以在一个载波上同时支持终端用户接入和为其它基站提供回传链路，并根据实际业务需求在这两个应用之间灵活调配无线电资源。回传链路部分还可通过“多跳”的拓扑结构，扩展网络覆盖范围。IAB特性既能充分利用毫米波频段丰富的频谱资源，又能以较低成本快速提升5G毫米波的网络覆盖范围，有望在未来的5G毫米波部署中发挥重要作用。今年7月，Verizon与爱立信合作，成功进行了IAB特性的现场试验。我们期待看到IAB产业链的进一步成熟，从而为5G毫米波的部署提供更有力的支持。



5G毫米波的机遇及挑战

■ 中国移动通信有限公司研究院 王大鹏 付吉祥 曹丽芳 邓伟

5G定义了eMBB、uRLLC和mMTC三大场景，对容量、时延、可靠性和连接数均提出了更高的要求。到目前为止，中国移动已经部署50万座以上的5G中频段基站，到今年底前预计还会新增20万座低频段的共建共享基站，当前5G网络已为部分个人用户带来了较好的网络体验。毫米波相比中低频可提供更大带宽、更高速率、更低时延的网络体

验，可以更好支撑个人、家庭、企业、等用户的多样化业务需求，但同时也面临众多挑战，需要产业加强对毫米波技术和应用的研究探索。

5G毫米波的特点和优势

5G毫米波支持400MHz的小区带宽、800MHz的载

波聚合, 因此具有单用户高速率优势。根据目前实测数据, 在考虑载波聚合的情况下, 毫米波上下行单用户峰值速率可达1Gbit/s和3.7Gbit/s以上, 相比中频段分别提高了2倍和20%。通过算法优化和256QAM高阶调制的标准化完成, 单用户速率有望进一步提升。毫米波的子载波间隔为120KHz, 即slot时长为0.125ms, 是中频段NR的1/4, 故具有更低的时延性能。根据实测数据, 毫米波的RTT环回时延低于4ms, 是2.6GHz NR和FDD系统的一半。由此可见, 作为5G的重要组成部分, 毫米波将进一步释放5G的潜力。

但毫米波具有易受遮挡、穿透特性差的频率特性, 导致覆盖性能相比中低频段有较大差距。根据外场测试, 在室外场景中, EIRP为48dBm情况下, LOS覆盖半径为400~500米, NLOS场景则受限于遮挡程度。室内场景中, 以LOS覆盖为主, 覆盖半径60米左右。在室外覆盖室内场景中, 覆盖范围存在较大挑战, 主要受限于墙体遮挡。总体而言, 毫米波穿墙损耗较高, 不适合用于覆盖室内场景。在纯室外覆盖场景中, 当处于茂密植被、建筑楼宇遮挡损耗高的场景时, 容易出现掉话情况, 且连续组网成本高。因此, 毫米波更适合部署于LOS或具备良好反射路径的区域性覆盖场景。

毫米波商用及产业进展

目前世界主要经济体已经完成或者正在进行5G毫米波的频谱规划。国际上对毫米波的频谱规划大部分集中在24.25—43.5GHz之间, 我国已规划确定的试验频谱为24.75—27.5GHz。其中美、日、韩等国的毫米波应用进程较

快, 已经进行了部分地区的商用部署, 中国在2017年开始了毫米波技术试验。根据GSA最新的数据, 目前全球已有28家运营商在毫米波频段进行了商用部署。

具体到毫米波端到端设备, 在基站设备领域, 主流设备厂商已经陆续推出毫米波商用基站产品, 目前普遍支持密集城区覆盖、EIRP大于65dBm的室外覆盖, 部分厂商还发布了满足高穹顶室内场馆覆盖及街道覆盖的杆微站产品, 该产品的EIRP规格一般在40dBm或50dBm左右。但分布式的皮基站目前尚未有产品推出, 毫米波的一些室内场景目前主要借助杆微站解决。在终端及芯片领域, 主要的芯片解决方案厂商高通、海思、三星、联发科等也都推出了毫米波芯片方案, 目前全球商用的毫米波终端芯片已有约70款, 主要还是以手机和CPE为主, 数字通道数为2T2R。

中国移动始终致力于新技术的研究, 在2017年成立了毫米波项目组, 在总体规划、技术标准、产品方案、关键器件、测试验证等几个领域开展毫米波相关工作。总体规划包括毫米波频谱策略、应用场景、系统设计等研究工作。其他的研究点包括多天线、系统参数、组网等技术标准, 毫米波基站架构、波束赋形、覆盖增强等产品实现方案。此外, 中国移动对毫米波关键器件的性能、产业情况等也非常关注, 一直致力于上游产业链的推进工作。毫米波与中低频的测试方案有很大不同, 为此, 中国移动研究院与信通院等合作伙伴共同开展了毫米波测试环境和方法的研究工作。

毫米波应用场景及系统参数探索

毫米波作为sub-6G的补充和增强, 首先需要明确毫米波可能的适用场景。毫米波除具有大容量、低时延的优势外, 还具有更高距离分辨率、更强定位精度等优势, 可探索个人、企业用户及“通感一体”等场景的应用。To C下, 体育场馆、机场等特殊大容量场景, 在高清、超高清视频等高速率业务逐渐普及后, 可能存在容量需求无法满足的问题, 毫米波可用于这些热点作为容量补充。“通感一体”场景下, 可探索在自动驾驶、无人机等应用中, 提供更高的距离分辨率、角度精度和定位精度以满足行业需求。

毫米波的这些特性还将助力工业化智能化革命, 在to B场景中发光发热。例如在高铁的车地通信场景中, 列车进站后运行产生的视频监控、机器运行状态、传感器等数据需要与车站同步, 传统的方式为储存卡拷贝, 效率和时效性很低。该场景的传输特点为信息传输距离短, 多为LOS环境, 传输时间短、数据量相对较大。使用毫米波则能够提供强大的优势, 50

秒内传输50GB的数据，最大上行传输速率超过1.5Gbit/s，且无需人工操作。在密集部署的工业相机、智慧工厂等to B应用场景下，无论是1.17Gbit/s的上行速率要求，还是低于5ms的时延刚需，亦或“5个9”的可靠性需求，毫米波都可以更好地保障to B行业的应用。

3GPP定义毫米波可支持50MHz、100MHz、200MHz、400MHz不同的载波带宽。综合考虑端到端性能的情况下有三大优势：第一是小区带宽越大，公共成本越小，邻区关系越简单，切换次数越少，更易达到负载均衡；第二是由于毫米波流数及调制方式低于中低频段，小区带宽支持400MHz才能体现毫米波的优势，是技术演进的必然趋势；第三是基站支持小区带宽400MHz，相对于200MHz无成本、技术复杂度提升，终端侧支持400MHz×1及200MHz×2无本质差别。因此，我们建议基站和终端支持的载波带宽一致，优选400MHz，同时考虑到未来分配的频谱可能不是400MHz的整数倍，也同步建议支持200MHz。目前产业大多数都支持单载波100MHz，少数基站和终端已经支持单载波200MHz带宽，但目前400MHz小区带宽产业还无规划。建议产业界联合推动支持400MHz小区带宽。

5G毫米波帧结构的定义非常灵活，考虑目前的产业、性能和需求，建议网络和终端支持3D1U(DDDSU)、2D2U(DDSUU)和1D3U(DSUUU)等多种帧结构。3D1U适用于补热补容场景业务，如交通枢纽；1D3U仅适合在上行方面有大流量需求，下行无速率要求的场景，如工业视觉；2D2U适用于上下行吞吐量均有较高需求的场景，如园区办公；同时考虑毫米波覆盖范围小、信号强度衰落速率快、交叉时隙干扰相对较小，可根据垂直行业不同业务需求，配置不同的帧结构，以实现灵活的帧结构配置和调整。目前产业主要聚焦在3D1U和1D3U两种帧结构上，建议相关产业也考虑灵活帧结构的配置和调整方式。

目前比较成熟的毫米波架构主要是数模混合的波束赋形架构，在这种架构下，毫米波基站的EIRP由单通道的输出功率以及通道的规模共同决定，而单通道的功率又决定了器件的工艺选择。不同形态规格的基站产品，需要结合使用需求，进行细致的指标分析，制定合适的基站产品参数。目前毫米波基站产品的射频前端大多采用了硅基工艺，但在砷化镓等化合物材料和工艺上，建议产业界继续深入探索。


毫米波的应用挑战及建议

虽然毫米波在全球范围内已经实现部分商用，但我们发

现相较于中低频，毫米波的产业成熟度还比较低，距商用的目标还有一定的差距。其中典型的问题包括：一是基站设备的成本高且性能不足。基站设备目前主要以杆微站为主，站型较单调，EIRP较低，覆盖能力不足，缺乏广覆盖需求的宏基站；由于全球产业规模小，覆盖效能低，因此基站设备的生产成本还比较高，约为同部署场景的Sub-6G站型的2倍；基站功率效率低、功耗大，并且无法完全支持网络所需功能。二是终端的能力仍有待加强。目前的商用终端主要以支持28GHz频段为主，对我国的26GHz频段支持力度较弱，同时单载波带宽较窄，产品形态少，中国移动认为未来毫米波的应用将涉及多种需求，例如娱乐、工业等领域，因此终端可能还将出现头盔、机械臂等产品形态。另外，支持毫米波终端型号的产品较少，增加毫米波频段后，成本比单纯使用sub-6G终端高约10%以上。手持终端上行发射能力不足，需要持续优化。三是基站关键器件性能较弱。例如发射功率、噪声系数、效率、集成度等仍有提升空间。四是毫米波测试技术不成熟。毫米波依赖OTA测试技术，但现在毫米波的测试模型不完备，尚无成熟的端到端测试系统，测试效率低、成本高。

对于以上挑战，中国电信提出几点近中期毫米波应用的目标和建议：对于毫米波基站，应进一步丰富站型规格；在高低频协同组网上，目标是既可以与Sub-6G协同组网，也可以面向局部区域进行毫米波的独立组网，目前在功能实现方面还有待成熟；在帧结构上，希望面向不同的场景支持灵活的帧结构，目前产业还主要支持以下行为主的帧结构。此外，IBW带宽、多用户MIMO、MCS等级、功率、效率等仍有一定的上升空间。对于毫米波终端，建议具备更多的形态，以支持国内规划的n258全频段，单载波支持400MHz带宽；对于毫米波器件，要持续提升性能和集成度；在测试方面，要尽快支持高效、完备的测试方案。

面向毫米波中远期发展，在技术创新领域还有很大发展空间，例如面向架构演进的全数字波束赋形架构及透镜天线架构，提升覆盖的智能超表面赋形技术及超表面覆盖增强技术、与感知结合的毫米波“通感一体化”技术、优化天线设计的稀疏阵方案等，希望业界专家和学者们共同研究和探索，激发出更多的创新思维。

5G技术的高质量发展离不开高、中、低频段的协同发展。其中，高频段是保证网络高速率和大容量的关键频段。在5G未来的发展中，毫米波技术将发挥重要的补充作用。中国移动希望产业伙伴共同探索5G毫米波的适用场景、高性价比的端到端实现方案，打造丰富、完善的产业链，充分挖掘毫米波的技术和商业潜力，共同为毫米波产业的发展“添砖加瓦”。

毫米波更适合与 Sub-6GHz 频段结合应用

■ 中国电信研究院移动通信技术研究所教授级高工 蒋峥

目前, 5G毫米波产业处于上升发展阶段, 韩国、美国等国家已经进入了5G毫米波试商用阶段, 我国也正在组织设备、终端和芯片厂商进行5G毫米波试验工作, 未来5G毫米波应率先在热点容量地区及特定垂直行业等场景部署。随着5G毫米波技术的成熟、产业链的完善以及用户5G毫米波终端的普及, 5G毫米波市场将逐步走向成熟。

毫米波的应用前景仍待探索和明确

推动5G毫米波发展是业内共识, 5G毫米波带宽资源丰富, 可支持超大系统带宽; 时隙短, 可支持超低空口时延; 波长极短, 所需天线尺寸和设备体积小; 易与波束赋形技术结合, 可实现密集化部署、高精度定位等, 这些优势是释放5G核心潜能的关键。

但5G毫米波仍存在一些缺陷。一方面, 5G毫米波存在信号衰减大、易受阻挡、覆盖范围小、对硬件要求高等问题, 需要重点解决成本高、功耗大等问题。另一方面, 当前毫米波的应用需求和市场前景还有待探索和明确。因此, 在毫米波发展初期还应多寻找试点来进行试验检测, 做好示范工作, 结合5G低频业务发展和工业互联网发展趋势, 适时部署, 以推动毫米波业务开展。

目前, 5G毫米波系统主要依托4G、5G中频段的“大网”, 作为“大网”的容量补充和能力提升, 提供了eMBB和uRLLC业务。研究毫米波应用场景和系统性能, 将为中国电信在未来的毫米波技术商用阶段提供全方位的支撑。


5G毫米波在应用方面具有独特优势, 主要适用于以下应用场景: 一是热点覆盖, 用于室内外热点区域连片覆盖, 在人员密集区提供多用户超宽带业务体验; 二是行业应用, 用于工厂、企业等特定场景, 满足企业超宽带和低时延业务需求; 三是IAB回传, 利用高频大带宽特性进行无线回传, 可以在不铺设密集的传输网络的前提下, 实现小基站的灵活和密集部署。

5G毫米波赋能千行百业

5G毫米波逐渐成为未来通信领域发展的趋势, 中国电信积极开展了5G毫米波领域的相关研究, 并取得一定成果。中国电信的研究成果主要包含3个方面: 一是标准预研, 聚焦5G毫米波核心关键技术, 结合中国电信自身实际需求, 积极参与ITU、3GPP等国际组织的毫米波标准化工作, 推动R16/R17 MIMO性能增强、高精度定位等5G毫米波关键技术, 以及5G毫米波性能、射频测试的标准化工作; 二是关键技术测试, 中国电信积极参与工信部组织的毫米波外场测试及相关规范制定工作, 同时中国电信也在自有试验场地开展毫米波测试工作; 三是赋能千行百业, 5G毫米波具备大带宽、低时延等特点, 中国电信将推动其融入千行百业, 助力传统企业数字化转型, 实现提质增效。在新冠肺炎疫情发生后, 中国电信加快推进智慧医疗、远程教育等应用的进程, 助力5G智慧港口、5G智能工厂、5G智能驾驶等应用加速落地。

毫米波与Sub-6GHz频段优势互补

5G毫米波与Sub-6GHz频段相比, 5G毫米波具有波长短、穿透力弱、信号传输衰减大、覆盖范围小的缺点; 优势是带宽大、时隙短。这些特点导致毫米波更适合与Sub-6GHz频段结合; Sub-6GHz频段提供覆盖, 5G毫米波提供容量, 两者优势互补可进一步赋能千行百业。相比毫米波, Sub-6GHz的产业应用已经相当成熟。

如今, 5G毫米波技术还有待完善, 中国电信希望携手产业伙伴, 共同开启5G毫米波新时代: 全面参与工信部组织的毫米波OTA和外场测试以及相关的标准制定工作; 梳理和总结较为完善的OTA测试方法, 通过对设备关键参数和性能(如载波带宽、帧结构、覆盖性能)的多厂家测试得出比较清晰的结论, 为后续中国电信部署5G毫米波提供指导; 协调并统一设备功能和性能指标要求, 推动5G毫米波产业化发展, 打造数字化转型的基础设施平台。 

中国联通张忠皓：5G毫米波为个人和家庭用户带来更佳体验

■ 本刊记者 朱文凤 程琳琳



高频通信是未来通信领域的重要发展方向。现有的 Sub-6GHz 通信系统频段资源有限，未来通信频段必然向更高的频段发展，也就是向毫米波方向延伸。毫米波具有高带宽、低时延等突出优势，将充分释放 5G 潜能，在带来业务体验的革命性提升的同时，也将促进千行百业的数字化转型。

近日，通信世界全媒体记者采访了中国联通研究院教授级高级工程师、毫米波技术攻关项目负责人张忠皓，听他讲述中国联通在推动 5G 毫米波发展方面所做的积极探索。

发展 5G 毫米波，我国具有四大优势

当前，推动 5G 毫米波发展已成为各国共识，美国、韩国、日本以及欧洲等国家和地区已率先实现 5G 毫米波商用。我国也在积极推动 5G 毫米波的发展，正在加紧打造 5G 毫米波融入千行百业的外部条件。

我国打造 5G 毫米波商用外部条件主要从 4 个方面着手。一是加速推进国际标准制定，3GPP 已完成 5G 毫米波在 24.25—27.5GHz 频段的标准化。二是积极推动主要设备厂家关键功能的支持与研发，如在 24.75—27.5GHz 频段、NSA/SA 组网、800MHz 带宽上下行同时工作、MU-MIMO 能力、DSUUU 帧结构等关键功能方面，国内厂家研发进度要快于国外厂家。三是引导终端厂商支持 5G 毫米波，华为、中兴、OPPO 已有支持 24.25—27.5GHz 频段 CPE 终端可用于网络测试，vivo、OPPO 等也正在推进手机终端研发，可保证在试验频率许可后具备产品化能力。四是充分发挥我国移动通信的产业优势，助力 5G 毫米波应用，这些优势主要集中在技术标准、网络和终端设备、网络建设及应用。

我国的 5G 研发工作起步较早，在 5G 的概念形成和技术标准研讨阶段起到了一定的引领作用，成为 5G 技术架构确立和

国际技术标准制定的主导力量之一，在网络、系统和终端设备方面拥有多年积累的技术和经验优势。基站设备厂商有华为、中兴等，终端设备厂商有华为、小米、OPPO、vivo等，这些厂商均是经过多年市场竞争沉淀下来的龙头企业。另外，部分企业的5G通信芯片设计能力进入第一梯队，如华为海思、中兴。

与此同时，我国加快了网络建设速度，建成了全球最大的5G商用网络，5G市场蓬勃发展，行业应用的融合也在稳步推进。我国在5G应用探索方面具有广度和深度的优势。目前，已在全国范围开展5G创新应用，涉及工业、交通、医疗等多个领域，5G行业应用正在从试点示范逐渐步入应用落地阶段。此外，我国移动通信产业仍面临基础短板亟待弥补的问题，基础硬件及软件方面有待提升。

中国联通对5G毫米波的应用场景展开深度探索

在我国移动通信产业优势的支撑下，推动5G毫米波发展成为中国联通的重要工作，中国联通在新技术研究、新设备研发、新生态构建等方面构建毫米波研究闭环技术体系。

中国联通以设备测试、业务示范、白皮书发布等方式加速推进5G毫米波产业链发展。连续两年发布5G毫米波技术白皮书，为业界展示了5G毫米波的最新产业动态、关键技术、设备形态，以及5G毫米波多种组网架构方案；提出5G毫米波个人、家庭、企业三大应用场景，目前已经成为业界共识；开展基于5G毫米波的创新研发及试验工作，提出灵活帧结构部署方案，并于今年5月联合信通院、高通、中兴进行了全球首次设备和芯片DSUUU大上行帧结构业务演示；牵头IMT-2020和CCSA毫米波标准化立项，目前正在推动在3GPP毫米波灵活帧结构干扰发现和消除R18立项；联合“产学研”机构研发具备200MHz大带宽、SA FR2 ONLY能力、Multi-TRP能力的新型毫米波基站设备，构造具备国内自主核心能力的5Gⁿ（5G的多场景应用和无限可能）网络。

在5G毫米波研究闭环技术体系的支撑下，中国联通向5G毫米波的应用场景以及垂直行业应用展开了深度探索。

5G毫米波可以为个人和家庭用户带来更佳网络体验。首先，在品牌价值区域，通过部署5G毫米波提供超高质量服务，提升国家形象及品牌价值。在高流量区域，通过部署5G毫米波进行精准覆盖，解决热点流量问题。5G毫米波可以作为无线回传链路，解决一些场景无法布放光纤或布放光纤成本过高的问题，例如毫米波可作为LTE/5G低频基站的回传，或者通过毫米波CPE为家庭或企业宽带服务。

其次，5G毫米波可以与MEC、AI技术结合，提供如“大容量高速率+本地化”的解决方案，为覆盖区域提供定制化的园区专网服务，应用于智慧厂区、智慧园区和智慧码头等场景。


作为2022北京冬奥会的通信领域合作伙伴，中国联通提出三大智慧场景、服务6类人群的“智慧冬奥”应用方案。针对冬奥会中的观赛、参赛、办赛三大应用场景，创新智慧观赛、智慧场馆等多项业务应用，全方位支撑“科技冬奥”各项工作。为了更好地满足视频直播的需求，中国联通牵头组建国际云转播公司，开展广电级超高清云直播、企业级活动、直播转播服务。同时，综合应用5G毫米波等多种技术手段，打造超大带宽无线场馆，更好地向观众、媒体转播者、赛事组织和参与者等提供优质的观赛体验、完善的服务保障，满足冬奥组委关于网络新技术方面的要求。

为了满足行业应用的多样化需求，中国联通打造差异化的5G毫米波专网部署方案，综合考虑用户安全需求、技术保障能力，提出T1到T7不同级别的专网方案，供行业用户进行灵活选择。后续中国联通将进一步推动运营商在5G毫米波频段的网络部署和专网的运营，为广大用户提供上行速率比特级、时延微秒级、高精度定位厘米级的5G毫米波精品网络。

我国毫米波发展相对Sub-6GHz产业链有待提升

目前我国5G毫米波产业链相对国外还较为薄弱，当前5G毫米波设备核心技术和核心器件国产化程度低，规格和具体标准有待统一，部分功能（如波束管理、移动性等）有待进一步提高。现有系统设备距差异化需求有一定差距，相对于Sub-6GHz的优势不明显。

5G毫米波需要更多技术和方案的创新，以满足5G行业应用差异化的上下行需求，有效应对演唱会、体育场馆等对上行带宽有较大需求的公网场景。

总体来看，5G毫米波全球产业链虽然已具备商用能力，但设备功能和性能有待提高，终端能力也有待提高。具体从目前对5G毫米波设备进行的理论分析和实验室端网的对接测试情况来看，5G毫米波仅用户下行峰值接近理论，但上行峰值由于支持载波数较少，距离运营商的需求有一定差距；在小区容量方面，5G毫米波在多用户MIMO空分复用上支持程度不高，设备研发和实际性能有待进一步提高；从行业发展的角度看，我国需要进一步聚焦业务领域，明确5G毫米波应用场景，并且从融合组网角度对5G毫米波的业务能力进行验证，以充分发掘5G毫米波业务能力优势，促进网络部署和产业发展。 

三一重工王辉：应用5G技术 全面加速数字化转型

■ 本刊记者 程琳琳

5G技术具有大带宽、广连接、低时延、高可靠等特性，能够构建数字孪生产线，实现数字化工厂的目标。三一重工智能制造研究院资深专家王辉在接受通信世界全媒体记者采访时表示，5G通过与工业生产中既有的研发设计系统、生产控制系统及服务管理系统等相结合，可以全面推动5G垂直行业的研发设计、生产制造、管理服务等生产流程的深刻变革，实现制造业的数字化转型。

数字化转型面临四大挑战

三一重工作为工程机械制造企业，生产模式属于典型的离散制造模式，其主要特点是以离线为主、流程为辅，装配则为重点。在数字化转型时，主要面临以下四大挑战。

一是数字化系统集成难。现场设备种类繁多、互联难度较大，很难实时获取设备运行数据；MES与ERP、PLM等系统集成度低，数据流难以贯通，同时MES与现场设备无法进行数据交互，设备巡检维护工序依赖人工介入；缺乏故障分析模型，难以开展现场设备的预测性维护工作。

二是生产线效率低下。由于工程机械制造产业具有品类繁多、批量小、制造工艺复杂、制造装备和工具繁多等特点，导致生产的整体智能化水平与电子制造、汽车制造等其它离散制造行业具有一定差距。在整个制造过程中，各零部件的加工过程相互独立，互不配合，生产工艺离散，生产线无法有效衔接，造成了各生产线的库存积压。

三是数据采集难。大部分设备还不能自动采集数据，自动化设备厂商通信协议不统一，数据格式多样。

四是“信息孤岛”多。智能工厂建设涉及智能装备、自动化控制、传感器、工业软件等领域，集成难度大。“信息孤岛”“自动化孤岛”并存。


5G是数字化转型的“捷径”

5G技术的应用解决了三一重工在数字化转型中出现的许多问题，包括自动化改造、设备数字化管理、“信息孤岛”现象、产业链前后端缺乏协同、用工效率低下等。三一重工积极推进5G技术在智能工厂中的应用，目前主要用于内网设备互联互通、数据采集、预测性维护、云化AGV、视频监控以及机器视觉等方面，以下是3个应用案例。

一是预测性维护。针对车、铣、磨等不同类型的机床以及焊接机器人设备的工作特征，加装振动、功率等传感器，并使用5G网络进行实时数据上报。

二是云化AGV(Automated Guided Vehicle, 小型运输车)。在生产车间有大量的零件需要无人AGV搬运，与传统的Wi-Fi接入相比，5G网络大大降低了AGV小车的掉线率，并确保控制时延低于10毫秒，实现AGV运输作业、调度控制的高速稳定，可大幅提升运输和生产效率。

三是机器视觉检测联动。5G网络的高上行带宽和低时延等特性可以支持高清视频上传，再结合人工智能分析决策，可以支撑多种机器视觉类的应用，除了基本的监控告警、人员管理、仓储管理之外，还可用于生产活动。

数字化转型是一项庞大的系统工程，5G提供的多项能力，可以把企业生产、制造和研发的全生命周期有效地连接起来，实现产品优化、质量检测、协同生产、柔性制造等，提高企业生产效率，降本增效，助力企业从粗放型向集约型转型。未来三一重工将继续推进智能制造领域的5G应用建设，使工厂内的更多应用与5G技术对接，从数字车间转向智慧工厂，并实现工业互联网与5G技术的深度融合发展。三一重工将推进5G融合应用，并贯穿于生产的整个生命周期，不断在数字化转型道路上坚定前行。 

高通徐皓：毫米波应用场景广泛 为5G插上腾飞的翅膀

■ 本刊记者 程琳琳

如今，全球移动数据流量迅猛增长，预计到2026年全球移动数据流量将增长6倍以上，5G网络承载的移动数据流量也将暴增。哪一种技术才能支持如此大的数据流量？高通公司中国区研发负责人徐皓表示，毫



米波所具有的独特优势能够满足更多5G场景需求，高通在毫米波领域已经开展了深入研究和实践。

5G毫米波可全面满足低时延、大带宽场景需求

毫米波和Sub-6GHz频段都是5G的重要组成部分。我国在5G毫米波的应用方面具有独特优势。中国人口密度比较大，机场、地铁站以及体育场馆等人员密集的场所，都是非常适合毫米波的应用场景。5G毫米波部署可以面向室外和如室内的热点区域覆盖，如2022年北京冬奥会乃至以后的各类体育赛事场景，都将可以受益于毫米波的热点覆盖能力以及应用。

高通与合作伙伴进行的部署测试显示，在覆盖毫米波的体育场馆，5G毫米波在多个扇区的下行链路吞吐量能够达到4G的18~20倍。在毫米波基站的位置选择方面，高通具有丰富的商业部署经验，比如毫米波天线部署的位置、密度等。在开阔的环境下，可以利用毫米波的传播特性更好地进行系统优化。

关于毫米波如何应用在工业领域，徐皓表示，5G毫米波在大带宽、低时延的场景中有较大优势。比如在远程操控机械臂时，任何一个动作指令都需要得到快速反馈来执行，毫米波技术就显得至关重要。通过高清摄像头和人工智能实现

的工业质检也可以由毫米波技术提供摄像头与边缘云之间的高速连接。此外，毫米波还能提供更高精度的定位。

毫米波的技术瓶颈已经突破

Sub-6GHz和毫米波各有优势，这两个频段最大的区别在于覆盖范围和传输性能的不同。Sub-6GHz有很好的覆盖，传输性能比较好，但低频段频谱资源非常有限，目前我国运营商分到的频谱带宽大多在100MHz，最多的达到200MHz。

传统观点认为毫米波面临移动化挑战，如覆盖范围有限且成本高昂、仅支持视距传输、仅可用于固定用例、RFIC技术不成熟等，因此产业推广具有一定难度。而通过20多年的持续研发和创新，之前的毫米波技术瓶颈都得到了很好的解决。

与产业各方携手推动毫米波生态就绪

为了直观展示毫米波的应用，在2021年的“MWC世界移动通信大会”上，高通与39家业界领先企业共同进行了5G毫米波的应用和终端展示，并携手中国合作伙伴进行了毫米波测试和验证。此前，高通携手中兴通讯成功完成了中国首个基于智能手机的5G毫米波互操作性测试，这表明毫米波在移动通信领域又取得新的进展。在IMT-2020(5G)推进组的组织和指导下，高通与中兴通讯等中国合作伙伴一起完成了全球首个基于大上行帧结构的5G毫米波8K视频回传业务演示。

“毫米波的技术和应用场景正在不断扩展，5G首次引入了毫米波，实现了频谱拓展上的巨大突破。未来，当需要更高的流量和速率时，我们会考虑更高的频率。通过不断的技术迭代和创新，高通将与其他合作伙伴一起为业界带来更多、更好的应用和更优质的体验。”徐皓总结道。📶

中兴通讯郝瑞晶：积极研发 加速5G毫米波时代来临

■ 本刊记者 孙天 刁兴玲

当前人类社会正步入5G万物互联的新时代，而新时代的开启离不开先进技术的支持，其中具备大带宽、低时延优势的5G毫米波技术引起了业界的广泛关注。

5G毫米波产业链逐渐完善

“2020—2034年，业界对毫米波频谱资源的开发利用有望推动全球GDP增长5650亿美元，占5G总贡献的25%。”GSMA首席监管官John Giusti曾这样预计5G毫米波业务发展广阔的前景。由此可见，毫米波对于5G是不可或缺的。

相比2020年，产业界在5G毫米波领域的发展在2021年明显加速。美国、意大利、日本、韩国、泰国等多个国家均对毫米波频段进行了分配，也有国家和地区把毫米波频段分配给企业应用。数据显示，截止到2021年5月，已有44个国家的161家运营商正在对24.25—29.5GHz毫米波频段的5G技术进行投资（含试验、预商用、商用）。

芯片商和终端设备商也在大力研发毫米波产品，GSA数据显示，截止2021年8月，已有5家芯片厂家的芯片产品具备了毫米波商用能力，支持5G毫米波的终端超过了100款。主流的设备商也发布了支持5G毫米波的AAU和小基站系列的商用产品。

5G毫米波具备独特优势

作为一家享誉全球的通信设备厂商，中兴通讯也在积极跟进和部署5G毫米波的各项测试和研究工作，这将促进我国毫米波产业链加速完善，使5G毫米波时代尽早来临。

中兴通讯毫米波规划总工程师郝瑞晶表示，中兴通讯从2014年便开始进行毫米波研究，从不同场景的信道建模到不同的系统架构分析、产品实现、OTA测试、功能和性能测试、标准研究和制定等方面，先后推出了多种可行且高效的方案，取得了非常不错的成果。如2021年8月，中兴通讯完成全球首个NR-DC（即FR1+FR2 DC）实验室测试，并实现单载波



200M带宽，成为国内5G毫米波又一里程碑。

5G毫米波丰富的频谱资源可以实现高速的数据传输，并显著提高容量，能够满足5G热点区域用户体验速率和系统容量需求，这是5G毫米波系统的最大优势。

虽然5G毫米波面临一些挑战，但毫米波在解决大视频传输方面具有不可替代的优势，大视频单镜头的数据带宽将达到200Mbit/s以上，在多路大视频的大容量场景下，FR1无法满足需求，只有引入毫米波才能解决带宽和容量需求。因此5G毫米波可以承载高速接入、视频直播、机器视觉、虚拟现实等大视频业务，适合应用于体育场馆、智能工厂、智能交通、智能港口等多种垂直行业场景。

积极探索5G毫米波在to B垂直行业的应用

随着信息通信技术的飞速发展以及用户需求的不断增长，用户对大带宽、低时延的需求将越来越多，这将进一步推动毫米波的商用。中兴通讯一直积极探索5G毫米波在to B垂直行业的应用，并针对一些典型场景进行研究。

郝瑞晶表示，目前中兴通讯已经对毫米波进行大上行、视频回传、无线回传、工业互联网的测试。未来，中兴通讯在5G毫米波的研究将从多个方向展开，包括网络架构演进（如NR-DC、NR-CA、FR2 only）、标准R16/R17/R18技术演进（如Multi-TRP、厘米级定位等）、智能超表面（RIS）等，并逐步探索向6G技术（天地一体化、太赫兹等）演进。

“中兴通讯将继续积极开展对5G毫米波的研发、功能测试、外场试验，为毫米波规模商用做好准备，与产业界共同开创5G美好时代。”郝瑞晶如是说。📶

移远通信已推出多款5G毫米波模组

■ 本刊记者 程琳琳

毫米波作为5G的重要组成部分，一直是欧美国家大力发展的5G频段，近年来在中国也取得了迅猛发展。2020年3月，工信部发布了《关于推动5G加快发展的通知》，其中明确提出：要组织开展毫米波设备和性能测试，为5G毫米波技术商用做好储备。在世界范围内，5G毫米波芯片、模组、终端产品都逐渐落地，为毫米波规模化商用奠定了坚实基础。中国的设备厂商也不断推出基于5G毫米波技术的产品。随着技术的进步和终端的日益成熟，5G毫米波将成为5G产业发展的重要领域。

全面扩展毫米波产品“阵营”

众所周知，毫米波可使用的带宽高达数百兆赫，同时还具备受频段干扰小、易与大规模阵列天线技术结合等特点，拥有大带宽、低时延、大容量等多种优势，尤其适用于对通信速率、时延以及容量有更高要求的行业应用。毫米波具有广阔的发展前景，将极大地促进全球5G产业的发展。

目前，毫米波主要应用于宽带无线接入、超高清直播等行业。随着5G标准在业务分层、QoS业务保障等方面的演进，5G毫米波将被应用于工业互联网、远程医疗、智慧交通、虚拟现实等更多领域。

在毫米波领域，移远通信已“精耕细作”多年。2019年，移远通信在全球范围内率先推出基于高通骁龙X55平台的毫米波模组——RM510Q，后续又基于高通X62、X65平台推出多款5G毫米波模组产品，进一步扩大了产品“阵营”。除模组外，移远通信还推出了毫米波整机研发套件，包括毫米波模组、毫米波天线、USB和以太网接口等，可在降低客户终端开发难度的同时提升效率。考虑到毫米波波束成型射频性能与客户整机ID密切相关，移远通信还为客户提供了毫米波整机适配天线设计咨询、Codebook校准和预测试等服务。



积极探索更广泛的毫米波应用

结合自身的技术特点，5G毫米波更适合应用于无线宽带接入、8K超高清直播以及AR/VR等大容量、多用户、低时延的业务场景，未来还将扩展至工业、车载等领域。一直以来，移远通信积极携手行业客户，全力支持5G毫米波应用的开发设计和商用落地。移远通信5G毫米波模组已支持CPE、AR高分辨率眼镜、8K超高清视频传输设备、PC等行业应用实现落地。

由于毫米波在24GHz以上的高频段运行，对射频器件的高频性能、终端毫米波传输线传导能力和接头、毫米波天线及模具设计都有很高的技术要求，行业门槛比Sub-6GHz还要高。下一步，移远通信将紧跟3GPP 5G毫米波的标准和技术演进，开展模组及终端产品整体解决方案的开发研究工作，同时在毫米波波束成型特性优化、终端产品ID匹配、毫米波终端强制认证等关键技术环节开展持续深入的研究工作，以更前沿、更领先的毫米波技术服务于广大的5G用户，为用户带来更好的5G体验。📶

Qorvo赵玉龙: 以OTM和eFEM方案应对5G射频前端终局之战

■ 本刊记者 程琳琳

5G时代的来临,使整个射频前端产业获得了飞速的发展,产品形态也从离散的器件向模组化发展,5G射频前端的终局之战将在毫米波领域展开。Qorvo是一家在市场领先的企业,近年来专注于毫米波领域,并发布了多款毫米波相关的产品。

积极创新,迎接毫米波频段挑战

Qorvo赵玉龙认为,毫米波是“金字塔结构的顶端”,原因在于毫米波给射频前端设计带来多方面挑战。如:频宽高达400MHz;采用天线阵列的模式(1×2或1×4的天线阵模式),一个天线阵中集成多个收发通道;在手机上需要布局3~4个AiP(Antenna-in-Package,封装天线)模组;长时间使用后手机发热问题需要解决;由于手机方向性、ID设计问题,差损不可预知。

针对毫米波射频前端设计的诸多挑战,Qorvo进行了两方面创新:一是采用OTM(Optimum Technology Matching)技术,通过最优的工艺和技术匹配,满足更高的性能要求;二是采用中心化的“transceiver”方案,外围搭配灵活的eFEM模块,最终实现性能、成本和配置灵活度的最优化组合。比如采用GaAs pHEMT做发射放大部分,从而在发射功率和效率方面取得最大的优势,再配以SOI(绝缘体上硅)开关和LNA单元,可提供优异的整体性能。

“Qorvo通过深入了解与探究得知,北美、韩国、日本运营商的需求包括手机毫米波发射功率更大,对发热要进行相应的控制等。手机OEM厂商的需求则是更小的尺寸,AiP或者毫米波模组要变小,且成本不能太高。”赵玉龙说。Qorvo采用OTM技术路线,在输出功率相同的前提下,天线阵更小,效率更高,而基于硅CMOS的单芯片解决方案无法满足这些需求。

Qorvo提出全方位的毫米波解决方案

“面对挑战,Qorvo提出了全方位的毫米波解决方案,例如移动5G混合毫米波解决方案。在FR2频段毫米波元器件方面,GaN是具有更宽带隙的化合物半导体材料,适合在大功率和高电压下使用,主要应用前景是在基站放大器领域,而GaAs则应用在终端放大器方面。”赵玉龙介绍道。

赵玉龙认为eFEM是非常有前景的解决方案。eFEM结合了两种不同工艺的优势,采用GaAs pHEMT来做PA,并采用SOI用来做LNA和Switch。在同样功率的情况下,采用eFEM方案每个通道功率达11dBm,功率耗散只有1.02W,减少了45%的功耗,比CMOS单芯片方案效率提高了很多。Qorvo坚持以最佳的工艺达成最高的效率,一直在推动OTM技术路线,把整个芯片做成AiP。

Qorvo还提出了“中心化的transceiver”概念,并针对3个AiP模组进行了研发设计。关于未来3个AiP是否会成为趋势,赵玉龙认为,AiP模组的个数需要OEM厂家综合考虑多种因素,包括手机的外形设计、元器件布局和终端售价等。Qorvo作为一个高性能射频元器件供应商,希望通过对产品和技术的更新,帮助OEM厂家获得持续的竞争力。

据测算,在相同的通道阵列和全向辐射功率前提下,Qorvo的产品可以将能耗降低45%;在相同的能耗基础上,全向辐射功率能够增加一倍;即使采用更小的通道数量,在相同的全向辐射功率下,Qorvo的产品也能带来更小的能耗。而且,智能天线波束捕捉更快,解决方案的产品尺寸更小。

在Sub-6GHz的时代,Qorvo具有完整的主路径解决方案,其中包括低频模组、中高频模组和超高频模组。在Wi-Fi模组方面,Qorvo的Wi-Fi 6、Wi-Fi 6E等整合方案也在大量推出。未来,Qorvo将持续优化新技术,充分利用自身在GaAs、SOI、MEMS、IPD、BAW、SAW和高密度封测方面的全产业链整合优势,推出更有竞争力的模组产品。📶

我国数据安全行业发展的挑战、机遇及对策研究

■ 中国信息通信研究院安全研究所 王远桂 张则阳

数据安全行业产能是数据安全能力的具体体现，夯实数据安全能力必须有强大数据安全行业的支撑。本文通过分析数据安全行业的定义和范畴、我国数据安全行业发展面临的机遇和挑战，提出建设数据安全行业示范基地、探索制度创新、重构行业价值链等措施，以促进数据安全行业发展。

数据安全行业的定义及范畴

关于数据安全的定义，国际上目前达成的共识是：数据安全包括数据本身的安全、数据处理环境的安全以及访问控制、网络传输等关键环节的安全。我国将其定义为：一是通过采取必要措施，确保数据处于有效保护和合法利用的状态，以及保障持续安全状态的能力；二是通过管理和技术措施，确保数据有效保护和合规使用的状态。这两个表述基本一致。

根据数据安全的定义、数据安全实践的关键节点及其经营活动特点，本文将数据安全行业定义为：在数据采集、存储、处理、传输、交换和销毁等各个环节为确保数据的机密性、真实性、完整性，供给和应用安全产品和服务的相关市场主体及生产经营活动。一般既包括生产经营的产品及提供的解决方案，也包括从事相关活动的市场主体，如原

材料供给方、解决方案支撑方、安全厂商、产品及解决方案应用企业等。

由于数据安全市场需求日新月异，数据安全技术和业务也随之推陈出新，数据安全行业边界范畴是动态变化的。当前，我国数据安全行业处于发展初期，其价值链上游主要由芯片、服务器、软件、教育培训和咨询服务数据库等构成；中游主要由数据安全检测产品和服务、数据安全防护产品和服务、数据资产管理产品和服务、安全咨询服务等构成；下游主要由政府机关类、关键信息基础设施、互联网企业及部分个人用户构成。

我国数据安全行业发展的挑战和机遇

当前，数据安全备受重视。各国将继续将数据安全纳入国家安全能力建设的重要内容，企业和个人对数据安全的需求迅猛增长。夯实数据安全能力的实际支撑力量，推动数据安全行业发展已十分紧迫。我国数据安全行业发展面临起步晚、基础弱、增长机制不完善等挑战，但国家高度重视、市场需求旺盛等也带来了良好的发展机遇。

我国数据安全行业基础总体比较薄弱

一是上游核心硬件、软件产品存在

“卡脖子”风险。我国数据安全产品专用芯片、ARM芯片、计算机类芯片多出自英特尔、英伟达、高通等美国厂商，当前中美局势复杂多变，鉴于美对华芯片系列限制手段，产业链上游供给已经受到影响，不排除数据安全领域存在美国联合国限制供应链的风险。二是数据安全人才短缺且培养和评价体系不健全。目前，我国企业数据安全岗位大多由网络安全人员兼职，数据安全人员多由网络安全专业培养，专业数据安全人才供需缺口大。“学历教育、职业培训和专才培养”三管齐抓的人才培养体系有待完善，针对数据安全专业人才的评价和认证体系有待建立。

我国数据安全行业市场驱动机制尚未形成

一是企业投入尚处于从“被动”到“主动”的过渡阶段。数据安全支出意味着成本增加，企业初期大多基于政府规制要求被动投入，发展到一定阶段将转为“主动投入”。目前，我国处于两者过渡阶段，整体以政策需求下的被动投入为主，据统计，我国数据安全市场需求主体35%为政府机关，22%为电信和金融行业。二是我国数据安全行业内生循环机制无法运转。我国数据安全支出少，2019年全球网络安全在IT行业支出中占比平均为3.7%，美国是4.8%，而

我国仅为1.1%。这种现状难以通过需求拉动市场要素自由配置，驱动价值链良性循环，也无法推动行业大规模发展。

网络空间安全战略部署驱动数据安全行业发展

一是数据安全是网络空间安全战略的重要组成部分。当前，各国纷纷将网络空间安全上升为国家安全战略并加强部署。数据是网络空间安全的重要组成部分，是国家安全的坚实基础，数据主权已成为国家安全的底线，网络空间安全建设将同步推动数据安全建设。二是网络空间安全战略实施推动数据安全行业发展。2016年12月27日，我国发布《国家网络空间安全战略》，战略要求“保护网络空间信息依法有序自由流动，保护个人隐私，保护知识产权”；国家“十四五”规划更明确提出“加强网络安全保护”，并具体指出要“加强重要领域数据资源、重要网络和信息系统安全保障”，相关部署将持续推动数据安全行业发展。

数据安全事件频发推动数据安全市场需求增加

一是数据泄露频发及处置成本高涨导致数据安全市场需求旺盛。随着数据分析挖掘的多样性和应用的复杂性增加，数据安全处理成本提升，IBM Security依据全球调研成果发布的报告显示，2014—2019年数据泄露成本上升了12%，2020年数据泄露事件给企业造成的平均成本为386万美元。企业应对数据泄露事件的需求随之增加，据安全牛报告，2020年我国市场需求方对数据安全关注度最高，是关注度排名第二的网络边界安全的2倍以上。二是数字经济发展推动数据安全行业快速发展。数字经济发展要坚持统筹“发展和安全”的原则，以发展促安全，以安全保发展。近几年来，我

国数字经济高速发展，根据中国信通院的测算，2019年我国数字经济名义增长率为15.6%。关键信息基础设施、工业互联网、5G新技术新应用、人工智能和物联网等领域数据深度应用成为数据安全保障的重点，对上述重点领域安全保障建设将推动数据安全行业发展。

推动我国数据安全行业发展的措施

依托国家网络安全产业园区逐步建设数据安全行业示范基地

一是建立数据安全企业集群。依托网络安全产业园，吸引数据安全企业入驻，同时鼓励部分网络安全企业向数据安全服务转型，逐步建立覆盖数据防泄露、数据脱敏、隐私增强等各细分领域的数据安全企业群。二是提升数据安全服务能力。利用园区内搭建数据安全供需对接平台，按照技术和服务分类，建立数据安全企业服务能力和质量动态排名表，激励企业提升数据安全服务能力。三是发挥数据安全行业示范作用。依托园区在投资、商业、交通等方面的资源聚集优势，就地获取人才、投资等行业关键投入要素，拉动数据安全上下游关联企业发展，利用集聚效应逐步建立数据安全行业示范基地。

探索发展制度创新，培育若干具有竞争力的数据安全领军企业

一是明确独立安全企业的市场发展空间。借鉴美国独立安全产品企业按照市场化机制为全球提供服务、专有安全产品企业为国家安全能力建设提供服务的明确分工界线，建议我国确定国家安全服务团队，同时为面向市场化服务的企业明确发展空间。二是扶持独立安全企业成长。借鉴以色列政府每年对重要发展潜力公司投入约5亿美元、给

予20%的薪资补贴等做法，对基础较好且成长快的典型企业，提供资金、人才、研发或其他扶持政策，推动其发展为领军企业。三是鼓励独立安全企业加强国际合作。鼓励我国网络数据安全企业通过跨国并购、投资入股等方式，加强与美国、以色列等安全企业合作，学习汲取先进经验。

重构数据安全行业价值链，逐步形成推动行业发展的内生增长机制

一是强化产业链薄弱环节技术和产品研发。与信息通信技术等其他高科技领域协同推进，加大对芯片、存储设备、操作系统等基础软硬件产品的关键核心技术的研发投入，鼓励“产学研用”主体自主创新和联合攻关，逐步突破“卡脖子”等风险。结合安全防控形势和技术发展趋势，研发优化数据防泄露、数据管控、云访问安全代理等产品。二是鼓励发展重点产品和新兴业态。通过发布产品目录、试点示范、优秀项目评选、技术能力大赛等，鼓励发展市场需要的重点产品和服务。契合业务服务场景化的实际需要，鼓励场景化设计产品。培育数据安全风险评估、咨询服务等新兴服务新业态。三是逐步形成需求引导行业发展的市场机制。健全数据安全法律法规体系，明确数据安全红线。加强数据安全执法和监督检查，强化企业数据安全合规意识，逐步形成企业主动部署数据安全保障体系、市场需求驱动数据安全行业发展的内生增长机制。

数据安全行业处于发展初期，虽然基础薄弱但市场需求旺盛带动行业迅猛发展，当前正是推动其发展壮大的良好时机。围绕数据安全事件原因剖析、数据安全技术行业特点、数据安全监管独立性及管理边界等加强研究，有利于更深入认识数据安全行业发展的规律，为促进其健康发展提供支撑。CW



国外电信网络诈骗治理经验及启示

■ 中国信息通信研究院安全研究所 王玉环 崔现东 万晓玥 董亚萍

当前，电信网络诈骗已成为全球性问题。数据显示，2020年美国有近1/3的人遭受电话诈骗；韩国2020年初仅“短信诈骗”涉及的金额就高达128亿韩元；澳大利亚2020年因“杀猪盘”诈骗而造成的损失高达3700万美元。实施诈骗的联络方式不再限于电话、短信、电子邮件，还包括社交网络、电商平台、即时通信工具等；诈骗手法也从提供免费旅游、假冒银行贷款发放员，到谎称“政府退税”“财产保管”等，诈

骗脚本频繁变换，联络方式相互交织，让人防不胜防。面对五花八门的电信网络诈骗套路，各国均提出了许多应对攻略，采取了一些打击措施，这些为我国电信网络诈骗治理工作提供了参考。

国外电信网络诈骗发展态势与主要特点

诈骗电话增速较快，其中机器语音型诈骗电话呈上涨态势

在繁多的诈骗联络方式中，电话仍

是诈骗分子与受害人之间的主要联络方式，且多为机器语音型。以美国为例，据统计自2014年起，美国诈骗电话以每年30%的幅度逐年递增，到2020年已有5600万人成为受害者，诈骗损失金额也从86亿美元上升至197亿美元，人均损失额高达351美元。诈骗联络方式以手机通信为主，占比从2014年的49%上升至2020年的82%。从电话诈骗类型来看，2020年美国所有电话诈骗中有61.5%的诈骗电话来自于机器人语

音,较2019年增长1.7个百分点,虽然增长幅度不大,但因容易导致金钱损失,所以危害性较大。

网络诈骗日益增加,互联网平台成为诈骗分子新阵营

随着以电话、短信为代表的传统电信网络诈骗治理工作的深入以及互联网应用的普及,诈骗分子逐步将各类热门网站作为新型诈骗实施渠道,并逐步将单一的电话诈骗扩展为跨平台、跨网络诈骗。据统计,2019年新加坡涉及电子商务、贷款或色情类网络诈骗总数上升54.2%,达5646起;2020年1—3月色情类网络诈骗立案数较2019年同期增长40.2%,涉案金额超过61.3万新元。2020年1—7月间,韩国网络交易欺诈举报案件较上年同期增加了40%左右。2019年澳大利亚源自社交媒体的诈骗增加了20%,通过手机应用程序被骗的受害人增加了29%;2020年投资理财诈骗共有7314起,损失超过6600万美元,网络购物诈骗12000起,损失增加了42%,近700万美元。

诈骗手法频繁更新,诈骗脚本多与当前社会热点相关联

电信网络诈骗脚本频繁更新,不断升级,且紧跟社会热点,欺骗性、迷惑性进一步增强,让人难以防范。根据澳大利亚防诈骗机构Scamwatch的统计,2020年举报较多的诈骗脚本就有10个大类、28个小类,涵盖疫情、商务交易、投资理财、刮奖彩票等社会热点。以疫情类诈骗为例,据统计自疫情暴发以来,澳大利亚共收到5170份涉及疫情的电信网络诈骗举报,损失超过628万美元,诈骗脚本包括涉疫情医疗物资售卖诈骗、疫情期间留学生租房诈骗、冒充政府索取个人信息诈骗、冒充慈善机构提供经济援助诈骗

等。在美国,2020年涉疫情类诈骗时常发生,美国Truecaller Insights公司数据显示,美国有超过44%的人接到过与疫情相关的诈骗电话或短信,且随着美国疫情的不不断蔓延,这一比例还在不断增长。

针对特定人群的诈骗越来越多 老年人与华人成为主要受害者

与广撒网、随机式的诈骗方式不同,当前的电信网络诈骗更具有针对性和指向性,在国外,老年人、华人等群体成为主要受害者。如德国著名的“孙子骗局”,诈骗分子伪装成受害人孙子给德国老人打诈骗电话索要钱财,或给德国老年人打电话,谎称其孙子出事了,急需用钱来诈骗钱财;再如德国的“钱财保管骗局”,诈骗分子利用设立在境外的“警方呼叫中心”,冒充便衣警察以“老人的储蓄或珠宝等贵重物品已被盗窃团伙锁定,需派警察上门援助代为保管”为由,与受害人联系并获得其信任,再通过境内的“下线”冒充警察上门“援助”,从而骗取受害人钱财。据德国警方数据显示,2018年针对老年人的诈骗案件总数为17438起,涉案金额高达4000万欧元。除了针对老年人的诈骗以外,针对华人或华人留学生的诈骗也是屡禁不止,据Scamwatch统计,2020年1—11月间澳大利亚共收到2000多份针对华人社区的诈骗报告,损失总额达660万美元,是2019年全年损失的3倍。

国外电信网络诈骗治理思路与重点举措

为应对当前电信网络诈骗高发、多发态势以及呈现出的新特点、新问题,全球主要国家和地区立足本国国情,纷纷加强法律法规建设和组织体系保障,不断提升技术防范能力,积极

强化宣传引导和用户举报等社会监督机制,有效遏制电信网络诈骗活动的蔓延。

注重立法先行,夯实诈骗治理的法律基础

● 强化个人信息保护与诈骗电话源头治理

电信网络诈骗多为精准诈骗,实施的关键要素是获取受害人的个人信息,因此在诈骗前置治理环节中加大个人信息保护专项立法已成为国际惯例。目前,全球已有超过130多个国家制定了专门针对个人信息保护的法律法规,如欧盟的《通用数据保护条例》、日本的《个人信息保护法》。针对电子信息诈骗,美、英、德、日等主要发达国家出台了相关法律,为电信网络诈骗治理工作奠定了法律基础。如英国、德国出台的《电信法》,明确界定了电信诈骗违法行为;再如美国发布《电话消费者保护法》《控制非自愿色情和推销骚扰法》《真实电话主叫身份法案》等多项法规政策,明确不得向消费者发送垃圾短信、诈骗短信,不得向消费者拨打诈骗电话。此外,美国于2019年批准了一项禁止欺诈性短信及国际自动语音电话的新规则,明确允许追踪、监控、惩处身处境外的欺诈性短信及国际自动语音电话背后的操控者。

● 规范企业权利与义务,加大依法管理网络力度

美国通过法律分别赋予银行和通信运营商主动封锁账户、拦截诈骗电话等权利。韩国则在《电信事业法》修正案中强制要求运营商采取相应的技术措施,拦截虚假主叫号码。巴基斯坦通过法律要求运营商加强在非法营销电话、诈骗电话传输源头的识别和拦截能力。日本《反垃圾邮件法》也规定从事通信传输业务的运营商在出现违法发

送特定电子邮件时,应尽可能向用户提供发信人的相关信息,以规避潜在的网络诈骗风险。印度要求基础电信企业一旦发现未通过“谢绝来电”注册的企业或个人拨打诈骗电话,必须立刻切断其所有电信资源并纳入黑名单。

● 加大支付转账管理与违法行为惩处力度

在加强支付转账环节安全管理方面,俄罗斯在电信法修正案中要求手机用户必须建立独立账户支付附加内容服务费,以防止手机银行账户因关联而遭受诈骗损失;日本《假冒账户存入受害者救济法》授权银行可以冻结可疑账户,并对受害人的债务减记、受骗金额返回等做出规定。在加大违法行为惩处方面,美国联邦法规定,对不法分子的电信诈骗行为可处以超过10万美元、监禁多年的处罚;日本《刑法典》规定欺骗人而使其交付财物的,处10年以下有期徒刑。

加强组织保障,强化治理工作的统筹协调

● 设立负责电信网络诈骗治理的专门机构

美国、俄罗斯、德国、日本、泰国等均建立专门机构,负责电信网络诈骗防范治理工作。如美国成立网络安全局,专门向其合作伙伴提供关于大规模网络诈骗的相关线索。俄罗斯内务部设立电信网络诈骗治理局级单位,宣传经典诈骗案例以及应对方法。日本警视厅则设立副部长级别的防范“汇款诈骗”本部,并在各区、县设立独立的搜查班和技术班,负责电信网络诈骗治理。泰国成立网络犯罪调查科,负责处理境内网络犯罪以及举报投诉;且在中央调查科辖下设立科技罪案调查科,负责处理与科技有关的电信网络诈骗案件。德国成立了专项调查小组,定向打击针对老年人的电信

网络诈骗犯罪。

● 建立跨部门、跨行业协同机制

美国、英国、韩国等国家均建立了跨部门协同机制,加大了电信网络诈骗防范治理力度。2019年,英国政府联合银行界、消费者群体等发布《授权推送付款(APP)诈骗自律守则》,规定因金融机构原因导致客户遭受APP诈骗的,需赔偿客户损失,巴克莱银行、汇丰银行等8家机构加入。此外,英国金融业协会与警察局、金融从业机构之间建立欺诈情报共享机制,以提高英国金融业整体反欺诈水平。韩国警察厅、放送通信委员会、金融监督院等部门,联合建立跨部门协调工作机制,提升电信网络诈骗研判与打击能力。

强化技术手段,提升诈骗的自动化打击力度

● 建设涉诈资源拦截屏蔽技术能力

美国AT&T、苹果、谷歌等通信巨头企业组成“反自动呼叫电话打击行动组”,开发主叫号码ID识别技术,屏蔽虚假号码来电;AT&T联合Comcast公司实现了机器人电话的自动检测与警示;美国的VoIP网络电话领域开发了名为Nomorobo的呼叫屏蔽服务,可以封锁自动呼叫电话。德国联邦刑事犯罪调查局联合其他单位用技术手段加强骗术甄别,实现诈骗行为的前期拦截。韩国电信企业通过技术手段拦截虚假主叫电话。澳大利亚政府通过设立“黑名单”拦截仿冒权威机构的诈骗电话、定位境外的诈骗电话,以及监测屏蔽诱骗回拨以收取高昂费用的诈骗电话。

● 建设涉诈资源监测预警技术能力

自2013年起,日本政府每年拨款约10亿日元,用于在老人的家庭电话上安装录音设备,当有疑似诈骗的海外电话或网络电话拨入时,会启动警方的诈骗

电话检测系统,当检测为诈骗电话时会向受害人以及诈骗分子发出警报信息,达到提醒受害人以及震慑诈骗分子的目的,同时将诈骗录音传至警方以备后续溯源追责。日本富士通公司和名古屋大学合作开发了一种“手机会话分析软件”,可基于关键词和通话语调变化等监测、判定诈骗电话并报警。英国监管机构推出欺诈广告警告系统,对互联网上诈骗广告进行监测与拦截。

● 建设涉诈线索追溯与资金追讨能力

日本姆龙公司开发出一款装有人工智能的ATM机,当ATM机发现操作者正在手机通话,会要求其回答与诈骗相关的问题,如发现操作者存在被诈骗风险就立刻中止资金交易。英国金融协会和英国零售支付服务提供商Pay.UK联合开发了“钱骡账户”追踪方案,一方面能够跟踪可疑交易,发现支付链条上的“钱骡账户”和收款人信息,打击为网络诈骗者充当洗钱中介牟取利益的“钱骡”;另一方面能够在交易确认前检查收款账户背景信息的真伪,防止授权支付欺诈。澳大利亚建立公民身份识别和金融交易监管系统,帮助受害者跟踪交易记录,尽可能挽回用户因电信网络诈骗导致的经济损失。

加强社会监督,构建协同治理的工作合力

● 畅通用户举报渠道

各国均将畅通社会举报渠道作为吸引社会民众参与治理的重要途径。美国成立网络诈骗投诉中心(IFCC),用于受理各类网络诈骗投诉,并利用大数据分析 and 比对技术打击网络诈骗分子。德国组建了专门机构,负责集中受理用户举报。法国组织电信运营企业建立了名为“33700”跨运营商联合举报平台,负责接收用户举报。英国设立“投诉”网站,接收用户举报。澳大利亚设

立官方举报网站，建设网络犯罪在线举报和欺诈报告平台，在超过90多个执法部门之间进行信息共享，并通过大数据研究其分布规律以向民众预警。

● 加大宣传引导力度

美国、俄罗斯、法国、英国、澳大利亚、新加坡等国家均在其官方网站不定期发布近期常见的电信网络诈骗手法，并为用户提供了信息核验渠道。与此同时，澳大利亚设立“诈骗意识周”与博客，编印《诈骗小黑书》，展示当前电信网络诈骗新技术以及防范措施。英国金融业协会联合金融服务公司、司法机构、电信服务供应商、商业机构、公共机构等发起了“拒绝欺诈倡议”，面向全国消费者和企业用户宣传金融安全知识和防范欺诈要点，帮助大众提高安全意识。

对我国的启示

从全球来看，当前电信网络诈骗呈现诈骗类型复杂化、诈骗手法精准化、诈骗周期延长化、诈骗设备智能化、诈骗产业链成熟化等特点，为巩固深化我国电信网络诈骗治理成效，加大治理力度，需紧密跟踪全球电信网络诈骗发展趋势，全面总结治理实践经验，立足我国电信网络诈骗面临的新形势、新特点，不断健全完善我国防范治理电信网络诈骗综合体系，筑牢民生安全防线。

不断强化电信网络诈骗治理的法律基础

在立法层面，着力推进个人信息保护、数据安全等专项立法的尽快出台，明确通信设备违规使用、个人信息窃取（移动APP、小程序）等涉及电信网络诈骗行为的惩处对象与范围，加大惩处力度，进一步夯实新形势下与我国电信网络诈骗治理相适应的法律基础。

在执法层面，加强调查取证、联动处置和执法惩戒，特别是针对个人信息过度采集、通信设备非法使用、手机卡倒卖、非法生产和销售伪基站，以及域名违规接入、备案、加速、解析等行为加大执法惩戒力度，增强法律对电信犯罪行为惩戒的威慑力。

持续完善电信网络诈骗治理的管理机制

在完善管理机制方面，针对互联网平台存在的个人信息过度采集、安全防护措施缺失、风险防范意识不足等问题，督促指导企业强化事前监管，规范业务流程，加强个人信息保护能力。针对网络诈骗、跨平台诈骗多发问题，推动基础电信企业、互联网企业、域名注册服务机构等不同主体建立全网涉诈资源交叉核验机制，提升高危号码、涉诈IP地址、涉诈网站的监测发现能力。

在落实责任方面，制定基础电信企业和互联网企业任务清单和责任清单，通过举报通报、督导检查等方式，引导相关单位切实落实诈骗治理主体责任，对责任落实不到位的，视情况予以公开曝光、约谈等处罚。

全面提升电信网络诈骗治理的技术能力

在大数据治理方面，强化“产学研”合力，推动涵盖虚拟拨号设备识别、诈骗电话拦截与预警、钓鱼网页研判、仿冒APP下载链接研判、诈骗团伙关联挖掘、疑似涉诈转账识别与拦截等关键技术研发，为事前预警、事中拦截、事后处置提供技术支撑。汇聚电信、互联网、金融、公安等各方的相关反诈数据，推进反诈大数据技术平台建设，提升对涉诈号码、涉诈域名、涉诈APP、涉诈团伙等涉诈资源的监测预警和协同处置能力。

在创新研究方面，针对人工智能、5G消息等新技术、新业务可能存在的诈骗风险进行安全评估，归纳梳理其存在的诈骗风险点与安全隐患，加强反制技术研究，切实解决深度伪造、智能群呼设备等存在的安全风险，引导新技术、新业务的安全健康发展。

构建完善电信网络诈骗治理的强大合力

在发挥行业自律方面，组织重点互联网企业制定出台电信网络诈骗相关行业自律公约，积极探索基于电信网络诈骗关键词、网址链接、用户“黑名单”信息的共享查询机制，实现违法违规主体和相关责任人的“一处违规、处处受限”。以促进国家信用体系提升为牵引，推动将行业信用体系纳入国家信用体系，积极拓展完善信用制度。

在强化宣传引导方面，充分利用传统媒体及短视频、微博、直播等新型媒体开展有针对性的宣传，及时公布最新的电信网络诈骗脚本，大力宣传非法倒卖手机卡等行为的危害性，推进防范知识普及。针对电信网络诈骗的重点受害群体（如老年人、青少年、留学生等），分析受害群体的特征及受害原因，有的放矢开展宣传工作，有针对性地剖析典型诈骗脚本、传授防范手段。

随着全球通信技术的发展和普及，诈骗手法频繁翻新、技术对抗性不断增强、黑色产业链逐渐成熟，各种新问题、新情况不断涌现，极大地增加了精准治理难度。因此，要进一步巩固拓展前期工作成果，积极跟踪国内外电信网络诈骗发展态势，总结卓有成效的实践举措，结合国内治理实际，健全完善我国电信网络诈骗治理体系。同时充分发挥大数据、人工智能等新一代信息技术在电信网络诈骗治理工作中的强大效能，推动电信网络诈骗治理工作向纵深发展。📡

广东移动基于大数据 实时精准打击新型通信信息诈骗

■ 中国移动广东公司 梁猛 叶志雄

传统通信信息诈骗通常是诈骗分子利用手机，冒充领导、公检法人员、亲人等，通过事先编排好的各种剧本对受害者进行威逼利诱，引导受害者进行转账。对于这种利用手机拨打诈骗电话的方式，运营商可以根据呼叫时手机所在的小区以及信号强度，计算出诈骗分子的大概位置，再结合实名制信息，公安机关可以很容易定位诈骗分子的藏身之所。此外，同一个手机号码频繁对外呼叫，也很容易被运营商的反骚扰模型命中并停机。

为了躲避公安机关和运营商的联合打击，诈骗分子不断更新诈骗技术手段。近年来，随着移动互联网技术的飞速发展，一些新技术、新设备不断涌现，诈骗分子逐渐把“战场”从电信领域扩展到互联网+电信。

新型无线网关设备 GOIP“升级”诈骗模式

诈骗分子利用通过网络电话拨打诈骗电话，网络电话利用VOIP (Voice Over IP Protocol) 技术，将语音通话通过互联网接入到运营商的移动通信网络，实现了语音从数字电路到模拟电路的交换 (如图1所示)。

在部署使用上，VOIP不仅实现了人卡分离 (即人在国外，但可以用国内号码进行呼叫)，而且还可以通过“透传

改号”功能，在被叫端显示任意号码，例如冒充“110”来电等，这种诈骗方式迷惑性、危害性极大。但VOIP也不是没有“缺点”，例如它不支持挂机后回拨，而且VOIP要接入到移动通信网，必须向运营商申请线路。近年来由于运营商加强了在申请方面的审核要求，并修补了号码回显等一系列问题，个人再通过VOIP进行诈骗几乎不大可能。

在这种背景下，一种新型的无线网关设备GOIP (GSM Over IP Protocol) “闪亮登场”：GOIP是在VOIP技术基础上发展起来的，与VOIP相比，GOIP无需申请特殊线路，只需要通过一个价格低廉、插满普通手机SIM卡的无线网关设备 (也称“猫池”) 即可接入移动网络 (如图2、3所示)。GOIP实现了真正的“人卡分离”，手机卡与使用者往往不在一起，即GOIP无线网关可以部署在国内，诈骗分子在国外通过互联网连接到GOIP设备，就可以实现使用国内的号码 (插在GOIP网关上) 进行呼叫，并且GOIP不仅支持对外呼叫，也支持挂机后回拨到相同的号码，以往通过“回拨能否接通”判断是否是诈骗号码的反诈经验，在GOIP上

不再适用。

从图2可以看出，GOIP呼叫经过了互联网、软交换服务器、无线网关层转换，极大地增加了公安机关的侦查和溯源难度，堪称“诈骗神器”。

GOIP网关部署模式

GOIP部署需要安装软交换服务器、部署GOIP无线网关、配置软交换系统与GOIP网关之间的链路等。软交换服务基于SIP (Session Initiation Protocol, 会话初始协议) 提供呼叫的各种基本控制，例如通话中的会话建立、维护和清除等，通常不参与媒体处理过程。目前比较流行的软交换软件有VOS系列，它能满足基本的软交换功能，还支持VOIP运营服务，如运营费率设定、套餐管理、账户管理、业务终端管理、网关管理、数据查询、卡类管理、号码管理、系统管理等，开源的软件产品有Asterisk、freeswitch等。诈骗分子通常在公有云上部署软交换服务。如图4所示，搭建好VOS服务器后，境外诈骗团伙开始招揽国内跑腿人员，配合部署GOIP无线网关。

GOIP无线网关部署方式灵活，最



图1 VOIP呼叫示意



图2 GOIP呼叫示意

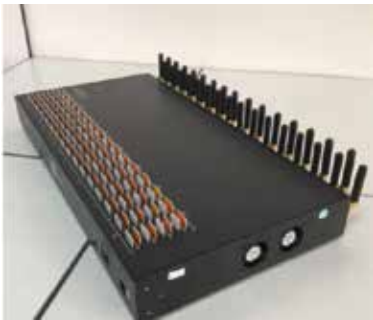


图3 常见GOIP无线网关

常见的是将SIM卡插在网关上直接使用，这种方式简单、易操作，尤其适合网络招募的“新手”，跑腿人员只需要租赁酒店或直接车载，安装好网关并调通互联网，简单配置VOS对接账号信息，就可以为境外诈骗团伙提供呼叫通道。但这种模式也存在易暴露的缺点，因为经常需要更换SIM卡，人、卡和设备长时间在一起，通过对诈骗号码的位置定位，公安机关很容易将犯罪分子和设备“一锅端”。

GOIP无线网关的另一种部署方式，是利用SimBank卡池服务器实现卡、无线网关分离，甚至异地多网关部署(如图5所示)。

这种部署方式下，SIM卡的数量数倍于GOIP的线路数，每条GOIP线路可以分配N张SIM卡，通过呼叫轮换，大幅降低每个号码连续呼叫次数，降低号码被运营商高频拦截模型命中的



图4 诈骗团伙运营模式

机率；由于卡池和无线网关分离部署，诈骗分子无需与网关设备共处一室，因此公安机关往往只能找到网关设备所在地点，卡池和犯罪分子却找不到踪迹。采用多网关异地部署时，迷惑性更强，诈骗号码会出现在多地的通话清单中，某个号码上一刻还在A省呼叫，下一刻就瞬间移到B省了，这给公安机关侦破案件带来了极大的难度。

基于大数据实时精准识别GOIP设备

根据工信部“打猫行动”专项工作方案统一部署，广东移动在反诈专班成立“打猫行动”专项组，接受中国移动与广东省通信管理局的统一调度。“打猫行动”专项组负责统筹开展相关工作，结合工信部共享的全国“猫池”经验，自研“猫头鹰反诈系统”，该系统采用大数据处理架构，通过采集海量信令数据，并进行多维模型计算，成功实现GOIP窝点的实时监控与预警。该系统每日将发现的疑似线索报送至中国移动反诈专班，经工信部专项

组核验、筛选后，最终提交至国家反诈中心进行核实，并将核实结果及处置要求通报各企业。

系统的数据来源于底层信令采集平台，日均处理数据量超百亿条，预警时延低于5分钟。通过聚合诈骗号码的呼叫特征、运动轨迹、终端品牌来识别GOIP设备。呼叫特征指标包括呼叫次数、主叫比例、被叫离散度、被叫分布离散度等。例如一个常见的128卡槽的GOIP网关，最大可以支持16路语音(号码)同时呼叫，当16个号码同时呼叫时，通过网络流量监控，可以看到某个小区的呼叫量明显高于平常值。这时，对该小区内具有相同呼叫特征的号码进行聚合，辅以终端品牌、黑白名单等特征进行判别，基本可以判断该小区下是否有违法的GOIP设备。再通过跟踪诈骗号码集出现的小区集合轨迹，可判断该GOIP设备是固定地点部署，还是车载设备，亦或异地多网关部署。

今年以来，基于广东移动提供的线索，公安机关累计捣毁GOIP诈骗窝点95个，缴获作案GOIP设备402个，抓获涉案人员262名，缴获手机205部，手机卡2.4万余张。



图5 机卡分离异地多网关部署示意



5G发展进入“下半场” “扬帆”开启加速度

■ 中国信息通信研究院 董建军

经过近两年快速发展，我国在5G技术标准、网络规模、终端数量等方面取得了领先优势，“上半场”交出了一份令世人瞩目的答卷。当前我国已经进入“建用并举”全面推进普及应用的“下半场”，“十四五”时期数字经济蓬勃发展，数字化转型加速推进，亟需推动5G与千行百业深度融合，助力产业“扬帆起航”。

5G发展“上半场”表现亮眼，网络 and 用户规模全球领先

5G作为“新基建”之首当之无愧，基站数即将突破100万。我国5G网络建设稳步推进，属于绝对的投资“重头戏”：根据运营商年初计划，中国移动、中国电信和中国联通2021年5G资本开支分别为1100亿元、392亿元和350

亿元，各自占总资本开支的59.9%、45.1%和50%。截至2021年8月底，我国已建设开通99.3万座5G基站，覆盖全国所有地级市、95%以上的县区、35%的乡镇。5G网络规模保持全球领先，已开通的5G基站占全球数量的70%以上。

用户发展初具规模，5G应用探索日益活跃。我国5G终端连接数居全球首位，我国5G手机终端连接数超过3.92亿，占全球82%以上。5G套餐用户数即将突破5亿，中国移动、中国电信和中国联通5G套餐用户数分别为2.51亿、1.31亿和1.13亿，渗透率分别为26.5%、36.2%和37%。5G应用正在提速，全国5G应用案例超过1万个，数量和创新性均处于全球第一梯队。“5G+工业互联网”成为5G发展进程

中，产业热情度最高、创新最活跃、成效最显著的领域之一，在建项目超1500个，覆盖钢铁、电力、矿山等22个国民经济重要行业和领域。5G融合应用正处于规模化发展的关键期，2021年7月工信部联合9部门印发《5G应用“扬帆”行动计划(2021—2023年)》，旨在深入推进5G赋能千行百业，促进形成“需求牵引供给，供给创造需求”的高水平发展模式。

普及推广条件基本具备 5G加速发展正当其时

5G标准依序冻结 发展演进路径清晰

R16标准已经于2020年7月正式冻结，在R15版本基础上增强了移动宽带业务能力，实现对5G车联网、工业互联

网等低时延高可靠应用的支持,为5G to B应用奠定了发展基础。目前3GPP正在制定R17版本标准,计划于2022年6月发布,重点满足多样化物联网和中高速大连接应用。5G-Advanced作为5G演进的标准名称,其版本校准将从R18开始,预计于2021年底立项、2023年底标准冻结。基于5G-Advanced的增强网络通过全面演进和增强,在维持产业繁荣的同时,可缩小与6G愿景之间的差距。

数字经济蓬勃发展 对5G“新基建”需求动力强劲

“十四五”规划纲要将“加快数字化发展,建设数字中国”单独成篇,并提出数字经济核心产业增加值占GDP比重这一新经济指标。“30 60双碳目标”正式提出,“十四五”规划纲要、政府工作报告均将绿色低碳发展纳入工作重点,有序引导全行业、全社会走绿色高质量发展道路。在两大战略协同驱动下,以5G为代表的新型基础设施逐渐成为构筑新时期高质量发展的结构性力量。当前,中央和地方层面沿着“十四五”规划纲要擘画的数字经济发展蓝图,密集出台了一批包括5G在内的数字经济发展相关政策文件。在中央、地方层面政策持续加码的形式下,“十四五”期间5G网络建设势必保持持续推进态势。

5G商用稳步推进 消费级和行业级应用场景加速落地

在面向消费与行业方面,5G赋能数字化转型效果初显。在消费级应用方面,5G应用以增强体验为主。电信运营商加速推进5G赋能视频娱乐类数字化升级,如5G+VR/AR、5G云游戏等。互联网行业更注重5G应用平台布局,如爱奇艺提出“全产品矩阵”策略、腾讯推出三大云游戏平台等。在行业级应用方面,

5G应用开始“从0到1”的试点,已初步形成行业客户、运营商、行业服务商三者共同作用的商业合作模式,尤其是“5G+工业互联网”已成为发展焦点。“5G+工业互联网”512工程实施以来,行业应用水平不断提升,从生产外环节逐步延伸至企业生产的核心环节,在电子设备制造、装备制造、钢铁、采矿、电力等5个行业率先培育出多项典型应用场景,为行业领域推广应用奠定了良好基础。

多向发力提动能,推动 5G“下半场”高质量发展

以5G为引领 协同部署新一代信息基础设施

我国5G网络建设仍处于规模部署阶段,各地在“十四五”规划中均明确5G网络建设目标,预计未来5年我国5G网络建设仍将呈现持续推进态势。当前在实现地级以上城市深度覆盖的基础上,加速向有条件的县镇延伸,实现更广范围、更多层次的5G网络覆盖。持续推动5G网络共建共享,集中资源、降低成本、加速5G网络覆盖普及。充分发挥700MHz黄金频段作用,推动中国移动与中国广电按计划开展700MHz网络建设,完成“两年内5G网络全覆盖”的建设目标,以700MHz网络为基础在广大农村地区形成“一网托底、多网并存”的移动网络发展格局。在此基础上加速5G与AICDE协同部署、融合创新,以5G作为数字时代下信息流动的主动脉、产业转型升级的加速器,筑牢新时期数字经济发展底座。

强化试点示范推广 促进5G应用普及

目前,5G行业应用仍处于导入期,产业基础支撑能力、产业生态、商业模式等诸多方面还有待探索创新,应聚焦重点应用领域,树立应用示范标杆。继续办好、利用好“绽放杯”5G应用大

赛,鼓励各行业面向应用场景进行技术创新,遴选各行业融合应用的示范标杆,发布重点行业应用实施指南。同时,推动5G应用示范标杆落地,在工业互联网、医疗、能源、港口等重点行业加快5G应用推广,拓展5G在教育、物流等其他领域示范性作用,形成可复制推广的5G行业应用解决方案和应用标准,让5G真正赋能千行百业。

加强5G生态培育和协作

5G发展是系统工程,良好的产业生态是重中之重。必须加强产业链上下游多方主体间广泛协作,发挥龙头企业牵引作用,持续推动5G技术与产业发展加速成熟。要联合产业各方力量开展5G应用模式创新、5G应用测试验证、商业模式孵化等。面向重点行业和典型场景,建立5G应用资源池,加快5G应用认证和供需对接,以行业应用需求为导向,促进面向5G的业务和商业模式创新。建立政企联动协调机制,统筹推进5G网络建设,共同构建高速、移动、安全、泛在的新一代信息化基础设施。以政府先发应用为引领,推动政企共同探索5G与经济社会各领域的深度融合与创新应用。

持续优化发展环境 加大支撑力度

各级政府部门要为5G建设发展创造良好环境。积极推进跨行业、跨领域基础设施共享,重点开展5G网络共享和异网漫游,打造资源集约、运行高效的5G网络。贯彻落实《网络安全法》《关键信息基础设施安全保护条例》,为包括5G网络在内的电信基础设施保驾护航。支持各地在站址资源获取、资金补贴、电价优惠等方面加大对5G网络建设的支持力度,推动政策、补贴落地见效,为企业网络建设和业务应用做好支撑保障。📶



基于数字孪生的现代通信服务保障 关键问题研究

■ 海军七〇一工厂 李斌

作为整个信息化发展的核心，通信技术在生活中的应用间接促进了科学技术知识向生产力不断转化，进而深刻地改变人们的生活。目前，全球97%的人口生活在有移动蜂窝网络覆盖的地方，然而普遍通信服务在为人们带来极大便利的同时，也放大了网络故障对生产生活的影响。

通信网络的迅速发展伴随着“阵痛”

2020年以来，由疫情引发的在线办公、在线消费等需求爆发，移动通信网络负荷高速增长。据统计，2020年移动互联网接入流量消费达1656亿GB，同比增长35.7%；移动互联网网户均流量（DOU）达10.35GB/户·月，同比增长

32%；手机上网流量达到1568亿GB，同比增长29.6%，占总流量的94.7%。

同时，通信网络故障在全世界频频发生，带来较大影响。2021年4月，加拿大三大电信运营商之一的Rogers Communications及其旗下子公司Fido于加拿大东部时间19日上午出现大规模断网，全国各地用户无法拨打电话、无法使用无线网络。2021年6月2日，法国电信集团发生全国断网重大事故，据法国《费加罗报》报道，此次故障影响15院前急救热线、17报警热线、18消防热线、112紧急热线等接入，给救援服务带来了巨大困难，从当地时间6月2日16点30分，各地院前急救中心都开始报告问题，有些电话无法接通，有些电话发生中断。



事故发生后，法国卫生部门设立了临时的固定或移动电话作为紧急替代方案。法国电信公司称，10%~20%的电话受到影响。而据法国急救中心主席弗朗索瓦·布劳恩估计，在故障期间，三分之一到二分之一的紧急热线无法正常接通。通信故障期间，法国发生了3起事故，其中一人死亡，两人重伤。

导致通信故障频发的原因有两方面：一方面是网络负荷不可预见地快速增长；另一方面是现代通信设备和技术设施更加专业化、复杂化、多样化，对网络运营人员和技术手段提出了更高的要求。同时，整个信息通信网络中任何设备或局部区域的性能降低及故障，都将导致整个网络服务能力受限。

然而，传统网络运维模式存在重复承担监控任务、流程自动化程度和信息智能化程度低、专家知识与经验固化周期慢、网络质量评估智能化薄弱等问题，难以满足现代通信服务保障的要求。

在此情形下，随着人工智能、大数据、物联网等前沿技术不断进步，为解决现代通信服务保障问题提供了新的技术手段。本文重点讨论如何推动人工智能、大数据、物联网等前沿技术与通信服务保障相结合，解决面向现代通信服务保障的数字孪生技术体系以及数字孪生平台设计中的主要问题。

通信服务保障水平提升需要构建数字孪生体系

近年来，网络智能化越来越被产业界所重视。“基于意图

的网络”“自动驾驶网络”“零接触(Zero-Touch)网络”等概念和技术相继被业界提出并推广，希望借助网络智能化技术，实现网络自动化和自主化运行的愿景。

数字孪生网络构建物理网络的实时镜像，可增强物理网络所缺少的系统性事件监控、故障处置和性能优化，能够通过前沿技术和数字化工具，更加高效地应对通信服务保障中的问题与挑战。

将数字孪生技术应用于网络，创建物理网络设施的虚拟镜像，即可搭建数字孪生平台。通过物理网络和孪生网络实时交互，相互影响，数字孪生平台能够助力网络实现数字化、智能化的高效通信服务保障。

事实上，数字孪生的概念最早由美国学者M. Grieves教授提出，并定义为三维模型，包括实体产品、虚拟产品以及二者间的连接。近年来，面向未来网络，伴随着云计算、大数据、人工智能等技术的不断发展以及信息的泛在化，数字孪生技术也将更广泛地运用于人体活动监控与管理、家居生活和科学研究等领域，使得整个社会走向虚拟与现实结合的“数字孪生”世界。国际电信联盟电信标准化部(ITU-T)面向未来网络的Network2030焦点组，在其技术报告中也将数字孪生作为未来网络12个代表性用例之一。

目前，数字孪生模型框架尚无统一定义，商业公司、科研机构和标准组织都在尝试定义通用或者专用的模型框架。Gartner在其物联网数字孪生技术报告中提出构建一个物理实体的数字孪生体需要4个关键要素：模型、数据、监控和唯一性。国际标准化组织(ISO)发布了面向制造的数字孪生系统框架标准草案，提出包含数据采集域、设备控制域、数字孪生域和用户域的参考框架，该草案即将成为数字孪生领域第一个国际标准。

基于此，我们认为构建面向现代通信服务保障的数字孪生技术体系，需要实现4个方面的目标：一是确保数据模型自定义、可扩展；二是确保网络数据采集实时、准确；三是实现通信网络服务运营智能化；四是推动数字孪生体自优化、自进化。

数字孪生平台的设计思想和架构选择

从实际应用落地情况来看，面向通信服务保障的数字孪生平台是数字孪生技术体系的落地应用。针对数字孪生技术体系的四大目标，本文提出较为完整的面向通信服务保障的数字孪生平台的创新设计理念。

在数据模型设计时，采用领域驱动设计(DDD: Domain Driven Design)思想确保数据模型自定义、可扩展。伴随通

信网络设备持续换代升级，网络故障与性能数据种类与类型不断增加，结构日益复杂，同时为了减少上层应用的变更频次，我们要求数字孪生平台在引入对新设备的支持时，能够自定义需要采集数据模型与扩展字段。

因此，在数据模型设计阶段引入领域驱动设计方法，一方面可以实现模型与现实的分离，另一方面提供了通信网络领域相关的模型扩展语法和数据模型自定义工具。领域驱动设计方法帮助我们将数字孪生平台的设计与建设工作聚焦在业务侧而非系统侧，实现了IT能力与工具嵌入式服务于业务需求，即保障网络通信服务的连续、稳定。

领域驱动设计是一种软件设计思路，领域指的是业务领域，比如网络服务保障、业务销售提升等。不同于传统的以数据表为中心的建模方式，领域驱动设计以业务领域为中心来建模，能促使我们以正确的方式使用面向对象，建立切实满足业务需求的领域特定数据模型。在采用领域驱动设计方式进行数据模型设计时，需要重点关注以下两点：一是和领域专家一起构建一套通用语言，团队成员使用通用业务语言进行交流；二是模型设计一方面从更高层次抽象系统，划分出不同的系统和业务关注点，另一方面要定义领域对象（实体、值对象、聚合）、模块、领域服务、工厂等，同时支持这些领域对象、模块等的扩展定义。

在架构选择方面，采用流式架构确保网络数据采集实时、准确。传统的通信网元采集数据分段传递，即设备故障和性能数据解析后形成文件写入到磁盘，然后通过ESB等传统数据总线方式进行异步上传。其中ESB多采用FTP协议传输数据，虽然能够将数据采集与传输各环节的时间压缩到最低，但是数据至少要写入磁盘多次，如采集机到前置机、前置机到集中存储服务器、集中存储服务器到分析处理集群等。数据每次写入磁盘都需要大量的IO操作，同时在各个传输环节的数据传输的操作同步、状态维护需要各系统自行维护，而且各系统维护的方式多为采用超时窗口的形式进行监控传输，这就必然造成传输时间延长、传输数据难以实时同步等问题。

在数字孪生平台设计中，我们选用了流式的数据上报架构，采用事件驱动、数据订阅的方式直接实现数据生成到消费的实时上报管道，即当通信网元产生数据或采集设备采集到数据后，直接上报给Kafka集群，Kafka集群将关键数据实时入湖。

需要注意的是，由于网络设备的复杂性，对于时效性要求不高的文件数据，不建议将采集生成的文件直接推送给Kafka，原因在于Kafka的设计原理为“数据队列溢出时将抛弃历史数据”，如果采集厂商不能直接调用Kafka推送每

条消息，就需要将每个文件的信令与日志数据解析为消息数据，调用Kafka进行消息推送，这必然造成消息队列溢出以及积压数据被丢弃，导致数字孪生体不能真实反映网络的运行情况。

数字孪生平台的协同运营和众筹模式

除此之外，我们在数字孪生平台设计中引入了AI能力中心，主要提供智能洞察、智能规划、智能预警、智能分析等4方面能力，助力提升网络运营的智能化水平。

通过数字孪生网络与真实互联网络的交互，能够实现网络故障的自恢复，即真实物理网络中的网元运行状态、故障告警等数据能够实时采集到数字孪生平台，AI平台的智能洞察、智能分析能力能够针对典型网络故障生成自动恢复方案，然后通过数字孪生平台与真实物理网络的连接控制网元，进行故障自动恢复。如果恢复成功，该故障自动解决，用户体验不受任何影响；如果恢复不成功，则通过数字孪生平台与真实物理网络的连接，实现故障处理工单自动派发、故障处理单元优化选择，最大程度减少从事件发生到开始处置的时长，最大程度降低对用户体验的影响。

由于网络规模持续扩大，数字孪生体的运营也面临巨大挑战，因此在数字孪生平台的设计中，要提前考虑数字孪生体的自运营、自优化、自进化的需求。为此，我们采用众筹模式解决上述问题：一是提前制定通信网元接入的技术规范和数据模型、能力接口要求，要求设备生产商支持，并在通信网元入网时完成网元的自发现与自组织，支持数字孪生体中的网元数字镜像体自动构建，进而实现数字孪生体的自扩展、自运营；二是开放网络数据与AI在线训练环境，实现AI模型的众筹，支持各级用户面向新业务场景开发新模型，并发布数字孪生平台，实现AI模型的持续丰富与优胜劣汰；三是支持历史工单和网络日志数据挖掘，沉淀通用处理规则、故障处理模式等人类知识，实现数字孪生体的自学习、自优化。

当前，我们处于加速推动数字化技术、促进产业变革的大时代，数字孪生集合了各类新兴技术，将数字世界与物理世界相融合，为网络通信保障提供完整的生命周期数据，已经成为网络智能化、运营数字化的重要应用趋势。而面向网络通信保障的数字孪生平台也必将成为网络运营数字化转型的新型基础设施，成为解决当前大规模通信网络运营中日益凸显问题的必然选择。本文为建设面向现代通信服务保障的数字孪生平台提供了较为完整的体系设计思想和实践经验，供相关领域从业人员参考。📖



云原生在5G中的应用探索及展望

■ 中国移动通信集团广东有限公司 周立栋

5G作为新一代信息通信技术领域的引领性技术，成为企业数字化转型、全面构建数字基础设施的强大推动力。

近几年，5G与交通、电力、医疗及工业制造相结合，涌现出一批又一批优秀的案例。但是，由于资源异构、设备分布广、资源碎片化等特点，传统云计算解决方案在应用于5G网络时局限性越来越明显，如何针对行业客户建设更加高效、灵活、弹性、敏捷、健壮、智能的网络，是5G与垂直行业应用结合面临的新课题。

随着云计算的发展进入成熟期，以资源优化转向效能提升成为突出特点，云原生成为下一代云计算的技术“内核”。云原生以其毫秒级的弹性响应、高度的服务自治故障自愈能力、可实现异构资源标准化、具备大规模复制能力，在促进5G行业应用中突显了巨大的价值。

云原生发展现状及趋势

近几年云原生技术进入快速发展期，已被更多的企业和用户引入到软件开发中。围绕云原生的关键技术趋向于多元化发展，可概括为两个方面：一是云原生底层技术，主要包括云原生服务器、存储、网络及容器；二是云原生编排与管理，主要包括云原生消息队列、服务网格（Service Mesh）、无服务器架构技术及云原生调度系统。

云原生底层技术

随着云原生技术被更多的企业应用，越来越多的互联网、数据库、消息队列等企业由状态核心应用逐步迁移到云原生平台，以适应时延、吞吐量及稳定性的要求。云原生存储是指通过整合多种云存储形态，完整匹配 Kubernetes 环境下的存储声明机制，提升存储的质量、稳定性及安全等能力，以满足

不同应用场景下的存储使用需求的新型存储解决方案。

首先，随着容器云原生技术快速发展，Docker容器和宿主主机共享内核的特点导致了Docker容器逃逸问题变得严峻。为解决普通容器由于内核Bug引发容器逃逸，安全容器通过添加隔离层，给进程分配了一个独立的操作系统内核，从而避免了让容器共享宿主机的内核。

其次，为了解决传统应用迁移到FaaS平台面临的函数拆分及迁移成本问题，Serverless容器脱颖而出，Serverless容器可以支持进程常驻的服务形态，不限运行时长，并扩大Serverless的应用场景。同时，Serverless容器在免运维的纯托管模式、以实际资源用量计费及秒级弹性伸缩响应等方面均进行了加强。

再次，在裸金属服务器上搭建容器服务成为一些对性能和实例隔离性要求较高用户的选择。

最后，为了进一步提高容器负载性能和稳定性，一些非业务负载组件也逐步由专门的卸载硬件来承载，这也促进了云原生服务器、云原生存储及云原生网络的发展。

此外，为进一步解决客户对高性能计算的要求，云原生服务器应运而生，它既具备了物理机的性能优势，又具备了云服务器的管理能力。

云原生编排与管理

编排和管理层的工具可实现自动化和弹性伸缩，基于此云原生应用程序天然具有可扩展性。其中，服务网格是一个用于管理、观测、支持工作负载实例之间安全通信的管理层。服务网格使服务治理与业务逻辑解耦，可实现异构系统的统一治理。

服务网格相对于传统微服务框架拥有较多优势：一是超强的通信线路数据观察性；二是“面向目的地”的流量控制能力；三是微服务网络的增强安全特性。

无服务器是一种架构理念，其核心思想是将提供服务资源的基础设施抽象成各种服务，以API接口的方式供给用户按需调用，真正做到按需伸缩、按使用收费。

云原生在5G中的应用探索

云计算技术已应用于现有的通信网络，包括基于OpenStack平台实现网元虚拟化和快速部署，基于开放的编排标准实现资源编排。但这些能力对于5G网络愿景来说还远远不够，例如分钟级的网络能力部署和变更要求、与云计算主流的容器管理平台Kubernetes的互操作等。在ETSI、NGMN等机构发布的5G白皮书上，通信运营商、设备商都提出了引入云原生技术到5G网络中以实现其愿景。

云原生在边缘计算中应用

边缘计算加速了5G在各行各业的应用，不仅满足了海量终端对高算力的需求，也满足了以智能驾驶、工业互联网为代表的低时延应用场景需求。然而，与云计算相比较，边缘计算具有资源分布广、异构性高、多碎片等特征，对算网协同的资源管控能力提出了更高的要求，传统的云计算解决方案难以应对边缘计算复杂性、不确定性、高动态性的需求，而将云原生应用拓展至边缘计算平台可以更好地助力5G落地千行百业。

在边缘计算平台引入容器化技术，可以实现底层物理计算资源的抽象与软件化，满足边缘计算的资源协同、应用管理协同、智能协同、数据协同以及轻量化的发展需求。

容器技术采用统一标准的容器格式和容器仓库，可为边缘计算提供标准化的应用分发，打造统一的容器控制面接口，满足边缘计算丰富的应用开发。同时，边缘计算借助云原生技术还可实现“云-边-端”一体化的应用分发，满足边缘计算海量设备大规模应用分发的能力。


此外，边缘计算与容器技术的结合也可以提供更加安全的工作负载运行环境，能够有效保障边缘计算平台的安全性。利用边缘容器能力，不仅可以在网络信号差的情况下，提供有效的自恢复能力，还可大幅提升边缘计算资源接入环境的兼容能力，满足多异构的网络接入。

云原生在核心网中应用

5G核心网部署方式成为满足各行各业专网的关键技术。为适应核心网面向服务及轻量级的发展需求，云原生技术在核心网中的应用主要体现在两个方面：一是面向服务的5G云原生核心网；二是基于云原生的轻量级5GC。

面向服务的5G云原生核心网方案主要包括云基础设施、NG核心网、运营管理系统、虚拟化基础设施管理器等4个组件，利用云原生技术、容器技术、服务网格、无服务器架构技术及云原生调度系统，可实现5G核心网大规模定制化的个性服务需求。

为满足行业客户类型丰富的组网需求，打造轻量级5GC成为运营商积极推动的网络关键技术之一。云原生以其灵活的容器技术及调度策略，很好地满足了5GC核心网功能定制化裁剪，可支持行业客户按需对网络、网元功能进行灵活编排、定制开发及快速部署。

综上所述，云原生技术正以其灵活的组网及调度能力助力5G行业客户的发展，但是云原生技术应用于5G还处于初级阶段，如何针对5G的需求制定调度策略，如何更好地满足5G广连接的异构组网，如何构建边缘云、中心云一体化的应用服务，都是云原生技术面临的挑战。 

新型城域网发展浅析

■ 中国电信青海分公司 王海青

随着云计算、大数据、“互联网+”、物联网、AR/VR、人工智能等新技术与新业务的加速发展，互联网业务(OTT)运营商的崛起打破了传统基础网络运营商的资源垄断，不仅降低了行业门槛，而且通过采用以IT架构为核心的网络设计，降低了网络建设和运维成本，使传统电信运营商面临前所未有的挑战。

云网融合、业务和应用上云承载的“云网一体化”时代已经到来，城域网作为电信运营商业务承载的重要基础网络，对传统电信运营商“云网一体化”的战略发展具有重要作用。本文重点介绍了“云网一体化”背景下，运营商新型城域网的总体特点、网络搭建要点、业务承载方式和部署思路。

城域网现状

如图1所示，当前运营商城域网主要包括两种：第一种是主要承载固定宽带、互联网专线等业务的IP城域网，主要采用高端路由器和核心交换机组网，网络结构为口字型或树形；第二种是承载3G/4G/5G基站回传业务和政企专线的无线承载网，主要采用IP RAN/STN系列设备组网，网络架构为环型或口字型架构。

当前城域网主要存在以下问题：网络功能与设备紧耦合，网络架构缺乏弹性扩展能力；扩容压力大，建设成本高；业务接入控制设备资源利用不均衡；业务承载方式不统一；网络管理能力不足。

与此同时，随着5GC、公有云布局下移，城域网流量从城域外向城域内，流量流向由树形演变为全互联。高清视频、AR/VR、在线游戏等业务提出大带宽、低时延的需求；新业务的发展对未来城域网提出了快速响应、灵活部署、差异化承载、安全可靠等要求。

新型城域网概述

面对固移融合、云网一体化场景需求，结合数据中心(DC)在城域网分布部署，业务综合服务点(PoD)和业务承载链路根据实际业务情况动态生成，城域网的数据流向将由



图1 目前城域网网络架构

“南北向流量为主”向“东西向流量为主”转变，传统的“统一汇聚、统一控制、统一转发”3层网络架构显然无法满足。借鉴国外数据中心网络已经成熟的无阻塞交换架构解决方案，新型城域网以Spine-Leaf架构为核心，如图2所示，Leaf负责业务接入，Spine负责Leaf间高速传输。Leaf和Spine间是全Mesh架构，Leaf通过多路等价路径技术将不同的流量分散到不同的Spine上进行负载均衡。构建一个全互连、无阻塞的交换架构，实现网络内部东西向流量高效疏导。

在Spine-Leaf架构的基础上，新型城域网采用分段路由(SR)和以太网虚拟专用网络(EVPN)2个标准化、简单化的协议组，基于EVPN和SR协议可实现L2/L3业务的统一承载。此外，新型城域网采用网络切片技术，以满足不同业务对带宽、时延、可靠性等网络性能的服务质量要求，实现业务差异化承载。未来新型城域网还将基于Telemetry和AI技术实现网络智能监测，提升网络智慧化、智能化能力。

新型城域网构建

新型城域网架构上以城域POD、云网POP、POD出口功能区为基础组件搭建，实现基于业务灵活扩展的网络架构、云网标准化对接、用户集中处理。新型城域网整体网络架构如图3所示。

城域POD以Spine-Leaf架构组建，实现用户综合接

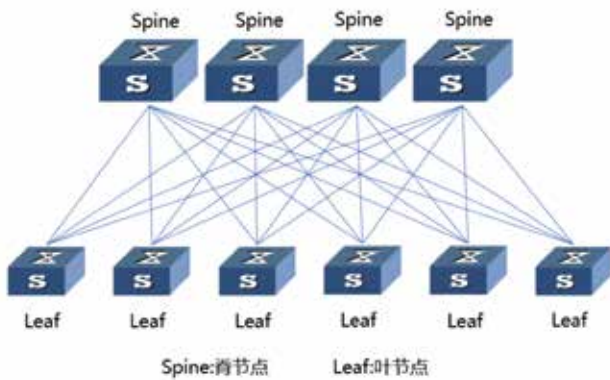


图2 Spine-Leaf架构

入和转发,可基于业务量灵活扩展。每个城域POD设置2台Spine,下挂多对Leaf设备。其中Spine设备完成Leaf设备间的流量互访,Leaf设备实现公众业务、政企业务、移动业务、云业务等的综合接入,Leaf访问外部网元通过Spine转发。

城域Leaf部署于云网POP,与云业务网络网元对接,实现云网POP标准化对接。

POD出口功能区连接外部网络,实现业务转接与网络对接。由Spine、CR、Leaf(ASBR)和RR组成。其中Spine完成城域POD与其他网络的互通,实现国内公众互联网快速转发至骨干核心网,全球互联网、政企、移动等流量分流至CR;CR上联骨干核心网,接收全球路由表,实现高质量、差异化服务;Leaf(ASBR)部署L3VPN或SRv6实现跨越政企组网

和云网业务;路由反射器RR实现城域网内POD间路由反射和城域网外获取的路由反射至Leaf,实现跨域政企组网。

OLT双挂Leaf,A设备环状接入Leaf,实现固移融合承载。

BRAS实现转控分离,控制面云化,转发面池化,转控分离的vBRAS集中部署。

新型城域网业务承载分析

在业务承载方式上,公众业务、移动业务、政企业务和云网融合业务均可就近接入新型城域网,通过部署vBRAS和SRv6等技术实现网业分离、集中处理、差异化承载。各类型业务承载如图4所示。

公众业务承载分析

公众业务主要有宽带业务、天翼高清、Cloud VR/AR和VOIP。宽带业务采用EVPN over SRv6承载,用户终结于转控分离vBRAS,实现宽带业务/用户集中控制管理,国内互联网服务经Spine直接访问,国际互联网服务经CR访问。天翼高清、Cloud VR/AR业务单播流量采用EVPN over SRv6承载,组播流量采用Native IPv6承载,用户就近终结于Leaf节点,采用非Session级IPoE接入,流量按需下沉到边缘云,基于eDNS技术精准定位到地市城域网内的边缘云节点。VOIP业务采用EVPN over SRv6承载,用户终结于转控分离vBRAS,通过Leaf(业务CE)访问IMS平台。

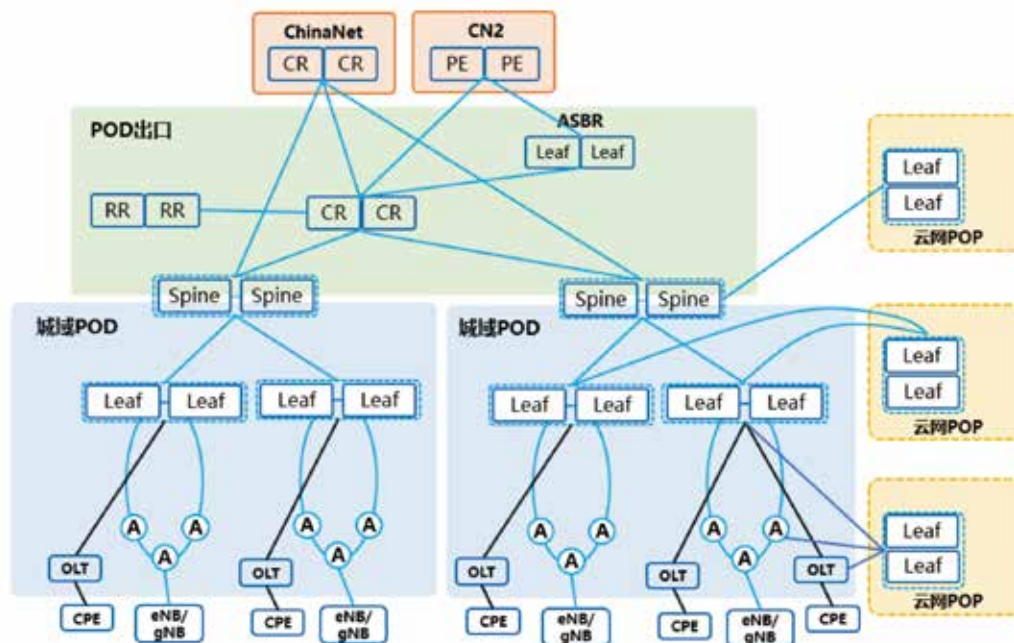


图3 新型城域网架构

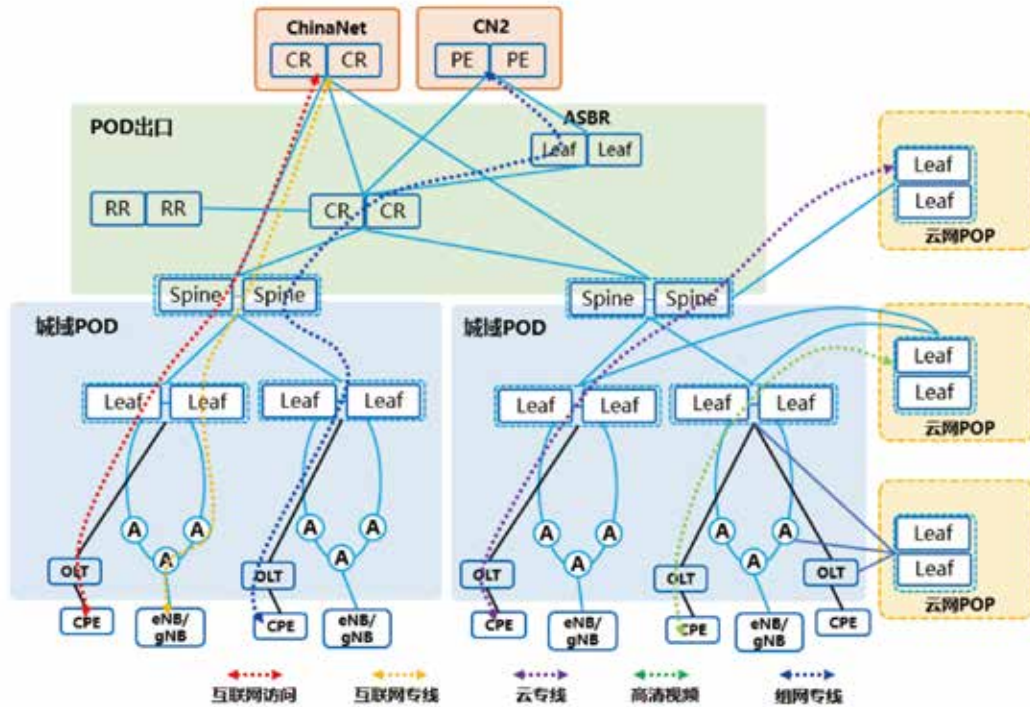


图4 新型城域网业务承载

移动业务承载分析

移动业务以Leaf为业务控制点，部署EVPN over SRv6，按需部署FlexE，为移动基站到UPF、基站到5GC、互联网访问提供端到端切片。

政企业务承载分析

对应互联网专线，用户接入流程与公众互联网用户接入流程相同，用户终结于转控分离vBRAS，实现宽带业务/用户集中控制管理，国内互联网服务经Spine直接访问，国际互联网服务经CR访问。对应组网专线、入云专线和云间互联，用户就近终结于Leaf节点，云资源池接入部署与云侧的Leaf，域内通过Leaf之间构建L2/L3EVPN over SRv6隧道承载，跨域通过Leaf与对端PE或Leaf构建跨域L2/L3 EVPN SRv6隧道承载。

云网融合业务承载分析

对于入云/云间专线业务，云网POP是入云业务网络出口网元和基础网络接入网元组成的云网对接架构，部署于云资源池所在局址，实现云网统一部署，云网POP既是入云的终点，也是云间互联的起始点。对基于eDNS技术的云边协同业务，权威DNS/省缓存DNS开启eDNS功能，将用户地址封装在DNS请求中上报，权威DNS根据用户地址返回至距用户最近的边缘云地址，实现用户就近访问。

新型城域网部署建议

新型城域网虽然可以实现4G/5G基站、公众宽带、政企组网专线、政企互联网专线等业务，实现固移融合承载，但由于各运营商已在当前IP城域网和4G/5G承载网投入较大资金，同时新型城域网的试点还在探索性进行，所以从保护既有投资、业务可靠承载、网络平滑演进等方面综合考虑，新型城域网的部署应分阶段实施。

第一阶段：搭架构，小规模业务承载。在新型城域网建设初期，选择机房DC化改造较好的地市，以DC化机房为基础，围绕宽带接入业务和5G基站业务，部署Spine和Leaf节点，部署全省SDN控制器、服开系统、业务编排系统、vBRAS等设施，搭建新型城域网基本架构，部署SRv6、EVPN和FlexE承载技术，选择小规模5G基站、公众宽带、政企专线业务进行试验性承载，确保主要业务安全可靠承载，同时积累部署经验。

第二阶段：选区域，全量业务综合承载。在第一阶段的基础上，选取业务类型丰富的本地网，建立区域POD，进行Cloud VR、L2/L3专线、云网融合等全业务承载试验，积累全业务承载运维经验，为后期规模化建设新型城域网奠定基础。

第三阶段：分批次，规划部署。分区域、分批次部署新型城域网，将原IP城域网和4G/5G承载网承载的业务全量割接至新型城域网，实现固、移、云融合，以及网业分离和业务差异化承载。



5G核心网负载均衡算法研究

■ 中国移动通信集团广东有限公司 邓羽

5G核心网以其云边协同、转控分离以及弹性的组网架构，对负载均衡策略提出了新的要求。传统的负载均衡算法大都基于网络现有的能力，并不能对网络优化结果提出合理的资源申请方案。本文研究了基于SDN多控制器云边协同在线分布式负载均衡算法，该算法将在线学习的分布式文件分发方案与k-means++聚类算法进行结合，在实现链路均衡的同时，实现了云边协同环境下边缘资源能力的负载均衡，提升了5G核心网对mMTC、uRLLC的支持能力。

5G核心网负载均衡面临新挑战

与4G相比，5G网络具有更高的数据传输速率，可满足业务低时延的要求，且具有更高的能源利用效率。因此，5G核心网更关注网络能力的提升，支持多样化的多媒体应用，更加关注应用的落地和创新。5G核心网这些功能的提升为其资源调度能力带来更高的挑战。为保障5G网络运营效率和服务质量，负载均衡策略的选择起着基础性的作用，面向资源调度能

力的负载均衡算法一直是5G核心网的重要研究方向之一。

传统的负载均衡算法包括静态负载均衡算法、动态负载均衡算法。静态负载均衡算法只注重系统的静态特性，而不关注系统的状态信息，收集的信息往往包括设备的内存、处理能力和性能等。在动态负载均衡算法中，状态信息的收集主要来源于系统当前的状态，根据动态获取的节点当前状态做出决策。动态均衡算法综合了设备的性能和当前设备的处理能力，达到了更好的负载均衡效果。

为满足5G核心网的需要，有人研究了基于SDN控制器的流量调度策略以及其改进的算法，实践证明，该算法能够提高融合网络的平均链路利用率和吞吐率。但是上述负载均衡算法是基于最小代价法来实现的，很少考虑到业务流量和5G核心网分布式架构特性。有效的负载均衡策略是5G网络运营效率和服务质量的保障，5G核心网以其独特的服务化架构区别于4G核心网，这一特性使得5G核心网在做负载均衡策略时可以输入多个指标参数，与此同时，5G核心网分布式部署架构对负载均衡策略也提出了全局化的要求。

5G核心网负载均衡算法研究

基于k-means++聚类算法模型建立

针对5G网络三大应用场景, 5G核心网采用分布式、转控分离及基于服务接口的网络体系结构。因此, 5G核心网负载均衡算法需要解决云边协同、物联网巨大数据量均衡问题。

为做到5G核心网负载均衡算法全局可控, 本文提出了基于分布式SDN负载均衡策略, 依据网络动态数据产生SDN控制器, 且可以分布于边缘计算, 以适应5G核心网针对mMTC、uRLLC的应用场景的负载均衡的要求。传统的多控制器产生依赖于k-means算法, 它是一种无监督的聚类算法, 此算法的准确性依赖于数据初始值的选择, 这不适用复杂网络环境的应用。在实际的网络划分中, 聚类结果的产生代表了将网络划分为K个类型, 在SDN网络中可以代表K个控制器。针对k-means算法由于初始值选择导致聚类结果不一的问题, 研究人员提出了一种改进算法k-means++, 在初始聚类中心的选择上, 该算法将距离较远的节点作为初始聚类中心, 并且节点的选择即为当前网络状态, 计算中距离越大大次迭代作为新的聚类中心的可能性越大, 直至聚类中心不再发生变化, 则完成聚类中心的选择, 随后根据新的聚类中心对网络进行分类, 产生SDN控制器。

SDN控制器的产生基于k-means++聚类算法, 将分布式核心网架构网络拓扑抽象为无向图, 将控制器部署问题抽象为基于无向图的最短路径优先问题, 将链路带宽、输出时延、设备目前CPU的占用率、QoS的保障作为统计参数, 建立聚类算法的矩阵, 以k-means++聚类算法进行模式识别, 将模式识别算法的聚类结果作为控制器数量选择的依据, 这样能根据网络当前状态合理地确定多控制器的数量。SDN控制器确定后, 将策略下发至相应的控制器, 完成负载均衡的过程, 将网络中的流量合理地分配到网络设备, 此算法能满足5G核心网突发流量的需求, 增强了网络的健壮性。

基于云边协同对k-means++聚类算法进行优化

3GPP将5G核心网络定义为一个可分解的网络体系结构, 5G核心网CUPS架构通过集中控制平面功能(SMF)进行集中控制, 通过用户平面功能(UPF)将数据分配到边缘数据中心, 边缘数据中心MEC存储资源及计算资源的合理确定, 与中心云如何实现全局的负载均衡是该算法可以解决的主要问题。

为实现基于k-means++聚类算法模型的快速收敛, 满足5G核心网在智能交通、自动驾驶以及增强现实方面的应用, 本文将网络设备边缘计算部署中存储资源、计算能力的分

配情况纳入到k-means++聚类算法的参数中, 可解决基于k-means++聚类算法的快速收敛问题, 形成基于MEC的局部负载均衡控制器, 局部负载均衡控制器将信息上报至全局SDN控制器。

为解决大流量突发的情况, 此算法与在线学习分布式文件分发方案联合使用, 可产生优化缓存协作域, 产生优化协作域可向5G核心网控制层申请更多的网络资源, 产生的新优化缓存协作域可作为k-means++聚类算法的参数, 重新对网络负载进行均衡计算。两个算法的联合可以将不同的计算能力和存储能力有效地在网络中进行分配, 结合SDN控制器可实现网络和服務的弹性化管理, 将计算任务、数据流量以及存储空间进行合理利用, 适应5G核心网弹性化组网需求。

基于SDN多控制器云边协同在线分布式负载均衡算法的应用

基于SDN多控制器云边协同在线分布式负载均衡算法可以在非峰值时段向中心云申请边缘计算节点能力, 使其满足忙时系统能力的需求。在系统忙时主要采用基于k-means++聚类算法进行模型的建立, 产生基于聚类分布的控制器数量, 选出1~2个SDN控制器作为全局SDN控制器, 优先在MEC场景上实现负载均衡。若局部MEC负载均衡无法满足时, 可通过全局SDN控制器协调临近的MEC边缘计算节点接管部分服务, 实现网络可伸缩的弹性服务。因此, 多控制器的产生避免了单台SDN设备产生的单点故障问题。

基于在线学习的分布式文件分发方案与k-means++聚类算法进行模型的结合, 可实现云边协同网络中计算资源、存储资源的负载均衡, 可合理地划分协作域, 协作域控制依赖于SDN多控制器的部署, 在实现局部最优的情况下, 也可以实现全局最优。

为满足5G核心网云边协同弹性化的扩展要求, 如何在边缘计算节点有效地分配计算资源和存储资源, 也是5G核心网负载均衡算法面临的主要问题之一。5G核心网以其转控分离架构、服务器化的接口部署以及虚拟化的实现方式, 为基于k-means++聚类算法在5G核心网应用提供了可能。将在线学习的分布式文件分发方案与k-means++聚类算法进行模型的结合, 实现网络计算资源、存储资源、链路资源以及网络服务模式进行了统一, 在实现链路均衡的同时, 可实现5G核心网MEC架构下的资源均衡, 为5G核心网负载均衡算法提供了借鉴和参考。📄

2021年中国国际信息通信展览会
PT EXPO CHINA 2021

PT EXPO

2021 9.27 - 29
北京·国家会议中心



扫码关注官方微信

主办

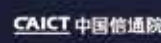
中华人民共和国工业和信息化部

承办



邮电器材
CHINA P&T APPLIANCE

协办



www.ptexpo.com.cn