

通信世界

COMMUNICATIONS WORLD

总第908期 2022年11月25日 第22期

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



工业和信息化部主管
人民邮电出版社有限公司主办



中国通信企业协会会刊

重耕900MHz

专家谈中国联通900MHz重耕
商用场景进一步扩容 /P13

算力网络迎来发展黄金期
机遇与挑战并存/P29

确定性承载技术发展现状与挑战 /P38

ISSN 1009-1564



9 771009 156227

观察·研究·批评·推介 **推动者**
产业发展的

“深”

见未来

新时代·新通信·新世界



通 信 世 界 全 媒 体

5G专网频率许可发放正当其时

刘启诚

半月谈

工信部近日给中国商用飞机有限责任公司(简称中国商飞)发放了全国第一张企业5G专网的频率许可,这是目前已知的国内第一张企业5G专网的频率许可。按照行业通俗的说法,就是中国商飞获得了第一张5G“专网牌照”。

这一频率许可的发放,意味着中国5G专网市场真正进入了“1+N”的阶段。众所周知,5G从诞生之日起,就将主要的应用目标瞄向了千行百业。经过3年多的发展,我国“5G+工业互联网”的发展态势一路向上:从网络规模上看,我国已建成全球规模最大、技术领先的5G SA网络,5G基站数量超过222万个,占全球总数的60%以上;从应用范围来看,飞机、船舶、汽车、电子、能源、采矿等一大批国民经济支柱产业已经开展“5G+工业互联网”创新实践,全国在建项目超过4000个,培育了一批高水平的5G全连接工厂标杆;从未来发展来看,5G加速向医疗、交通、教育等领域推广,带动人工智能、AR/VR、8K显示等新技术日益成熟,带动车联网等新业态蓬勃发展。

显然,5G赋能并带动千行百业数字化的势头已经起来了。但正如笔者不久前的一篇评论中所写,尽管5G已在国民经济97个大类中的40个行业中应用,但不可否认的是,5G to B应用面临链条太长、场景落地周期漫长的难题。如何破解这一难题,5G专网的发展被寄予厚望。

至于5G专网如何做,5G发展3年来,业界有众多不同的观点:有主张“公专结合”的,就是基于运营商授权频谱的5G专网;有主张自建专网的,即基于各个市场分配的5G专网频段,垂直行业自建5G专网。不同观点各有各的道理。

国内三大运营商针对企业市场推出了诸多5G专网解决方案,3年来也取得很大成绩。目前全国在建“5G+工业互联网”项目超过4000个,培育出一批高水平的5G全连接工厂标杆就是实证。但运营商主

张的“公专结合”的5G专网模式,对于许多大企业而言,解决不了根本性问题;而自建专网的,也面临运维、频率、安全等问题。

5G专网是一个融合了CT、IT和OT的复杂的端到端系统,在融合过程中,ICT行业与垂直行业之间存在巨大专业知识和技术“鸿沟”。要填补这个“鸿沟”,需要运营商、设备供应商、系统集成商、云服务商、信息技术服务商、垂直行业等各方共同完成。因此,对于企业而言,不论是“公专结合”,还是自建专网,发展5G专网只能是根据具体需求,结合自身能力选择罢了。

从主管部门的角度看,5G专网采用哪种模式取决于企业自身,但有一点可以明确:凡是有利于5G发展、有利于数字化建设的就应该大力支持。在5G专网发展上,工信部就持开放态度,既大力支持运营商发展5G,也在企业自建5G专网的专用频谱方面秉持科学、开放、稳健的态度。此次给中国商飞发放了全国第一张企业5G专网的频率许可,就是这一态度的最好诠释。

笔者在此前的评述文章中提到,政府可以利用更积极的措施加快5G行业应用发展,比如推进适度超前建设5G行业专网,加快5G行业专网的标准制定。此次发放5G专网的频率许可,主管部门在加快5G专网的发展进程上就推动了一把。

中国商飞拿到了企业5G专网的频率许可意义非同小可,可以与3年前四大基础电信运营商拿到5G牌照相媲美。一是第一张牌照的发放,意味着国家开始分配5G专网频谱,预示着5G专网市场打开了大门,更多的企业将会拿到牌照,一个新的市场即将爆发;二是将真正让5G发挥更大能动性,使得5G产业生态最终大爆发;三是随着企业自建5G专网深度发展,预计将形成各种形态、各种规模的“运营商”共存的格局,共同构建全行业数字化创新生态。

可以说,5G专网频率许可发放正当其时! 

CONTENTS 目次

资讯 Information

新闻

- 4 《国务院关于数字经济发展情况的报告》
我国数字基础设施实现跨越式发展

评论

- 8 “百城千园行”打通工业互联网落地“最后一公里”
9 5G发展态势向好,但道阻且长

深度 Interpretation

- 10 不破不立,900MHz重耕释放5G发展大能量
13 专家谈中国联通900MHz重耕:商用场景进一步扩容

产业 Industry

运营管理

- 16 基于用户盈利贡献能力模型的运营商收入风控技术研究



P20 “十四五”时期,我国数字乡村发展趋势、问题及建议

广告目次

- 封二 通信世界形象广告
封三 通信世界发行广告
封底 科技适老让沟通更温暖公益广告



P42 700MHz频段带内阻塞干扰规避方案部署策略研究

市场分析

- 20 “十四五”时期,我国数字乡村发展趋势、问题及建议
24 提高5G用户转化率
与其资费打折,不如补贴手机

企业报道

- 27 高通携手合作伙伴创新,骁龙持续迸发澎湃动力

技术 Technology

技术趋势

- 29 算力网络迎来发展黄金期,机遇与挑战并存
32 算力时代光通信热点技术及发展探讨
34 从“东数西算”甘肃节点
看中国电信的算力调度探索与实践
38 确定性承载技术发展现状与挑战

建设运维

- 42 700MHz频段带内阻塞干扰规避方案部署策略研究

应用方案

- 45 基于ULCL技术的5G行业专网应用场景探讨



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

副 总 经 理：张 鹏

执行主编：舒文琼

编 辑：刁兴玲 王 涛 孟 月 梅雅鑫 孙 天

持 证 记 者：刁兴玲 程琳琳 甄清岚

刘华鲁 梁海滨 牛晓敏

（国家新闻出版署 举报电话：010-83138953）

市场专员：姜蓓蓓

通信世界网：程琳琳 甄清岚 王禹蓉

朱文凤 王鹤迦 包建羽

新 媒 体：申 晴 刘 江 沈新竹 黄杨洋 杨柳依

工 联 网：郝勇志 刘艳玲 盖贝贝 胡锦明

技 术 部：林 嵩 杨斯涵 李 曼 张 航 伍朝晖

通信地址：北京市丰台区顺八条1号院2号楼北阳晨光大厦3层

邮 编：100079

编辑部：+86-10-52266544

营销部：+86-10-52266541

+86-10-52265997

发行部：+86-10-52265707

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：2022年11月25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 翀 中国工信出版传媒集团总经理、总编辑

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 中国工信出版传媒集团副总经理

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

鲁春丛 中国工业互联网研究院院长

胡坚波 中国信息通信研究院副院长

李长海 中国工信出版传媒集团原总经理助理

沈少艾 中国电信科技创新部顾问

张成良 中国电信研究院院长

张同须 中国移动研究院党委书记

马红兵 中国联通科技创新部总经理

黄宇红 中国移动研究院院长

唐雄燕 中国联通研究院副院长

高 鹏 中国移动设计院副院长兼总工

窦 笠 中国铁塔股份有限公司技术部总经理

杨 骅 TD产业联盟秘书长

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经理

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

彭俊江 爱立信东北亚区研发中心总经理

发行范围：公开发行

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说明。
- 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。

《国务院关于数字经济发展情况的报告》：我国数字基础设施实现跨越式发展

近日，《国务院关于数字经济发展情况的报告》（以下简称《报告》）提请十三届全国人大常委会第三十七次会议审议。《报告》指出党的十八大以来，我国深入实施网络强国战略、国家大数据战略，先后印发数字经济发展战略、“十四五”数字经济发展规划，有关部门认真落实各项部署，加快推进数字产业化和产业数字化，推动数字经济蓬勃发展。十年来，我国数字经济取得了举世瞩目的发展成就，总体规模连续多年位居世界第二，对经济社会发展的引领支撑作用日益凸显。

《报告》指出，我国数字基础设施实现跨越式发展。信息通信服务能力大幅提升，我国移动通信实现从“3G突破”到“4G同步”再到“5G引领”的跨越，6G领域的愿景需求研究、关键技术研发、国际交流合作加快。互联网

普及率从2012年的42.1%提高到2021年的73%，上网人数达10.32亿人，移动电话用户总数达16.43亿户，其中5G移动电话用户达3.55亿户，约占全球的四分之三。面向中小企业连续4年推进宽带和专线降费，让利超过7000亿元。相比2012年，宽带网络平均下载速率提高近40倍，移动网络单位流量平均资费降幅超95%。算力基础设施达到世界领先水平，全国一体化大数据中心体系基本构建，“东数西算”工程加快实施。截至2022年6月，我国数据中心机架总规模超过590万标准机架，建成153个国家绿色数据中心，行业内先进绿色中心电能使用效率降至1.1左右，达到世界领先水平。一批国家新一代人工智能公共算力开放创新平台已经建成，以低成本算力服务支撑中小企业发展需求。

工信部发放首张企业5G专网频率许可

近日，工信部为中国上海商飞发放了第一张企业5G专网的频率许可，并将5925MHz—6125MHz和24.75GHz—25.15GHz分配为工业无线专用的频段。在近期召开的“2022中国5G发展大会”上，中国工程院院士邬贺铨表示，应发挥频谱领航作用，助力5G应用扬帆。为工业互联网应用划出专用频段，可避免与公众业务互相干扰，5G CPE/工业模组不必再按多

频多模配置，可显著降低成本。5G企业网分为三种模式：中小企业通过网络切片方式使用公众通信网；运营商向企业出租专用基站和下沉到企业的UPF，核心网控制面在运营商，但基于IPv6的UPF分流，可保证企业敏感数据不在公众网落地；大企业可申请专用频率自建5G专网，灵活实现按需分配TDD上下行时隙，此类专网仍可交由运营商代维。



声音

张宏科

未来算力网络建设要分三步走

近日，中国工程院院士张宏科在接受采访时提出算力网络是新型网络的重要组成部分，未来算力网络建设要分三步走。在理论技术完善阶段，各参与方需要深入研究并完善基本理论、技术细节，在体系、理论架构方面达成基本共识；在制造链、产业链培育阶段要建立国家级新型网络技术实验验证与孵化平台；在生态链、效益链培育阶段要建立全新的算力示范网络，并进行规模化示范应用，服务国家战略与重点行业领域。

闻库

6G发展逐渐由“科学幻想”走向“脚踏实地”

在日前举办的“2022全球6G发展大会”上，中国通信标准化协会理事长闻库表示：“数字孪生和进化应用将成为6G核心业务之一，6G也将通过数字化构建多感外界感知，增强人、机器、环境之间的虚拟交互作用，在娱乐、教育等方面带来新体验。”

闻库指出6G发展逐渐由“科学幻想”走向“脚踏实地”，下一步要积极开展愿景路径工作，做好预判，推动技术形成系统方案，把应用归纳好。此外，闻库强调，5G商用的成功将为6G奠定坚实的基础，在此过程中可以持续深挖物联网潜能。

六部门组织开展2022年国家绿色数据中心推荐工作

为加快数据中心能效提升和绿色低碳发展，工业和信息化部、国家发展改革委、商务部、国管局、银保监会、国家能源局等近日联合印发《六部门关于组织开展2022年度国家绿色数据中心推荐工作的通知》（以下简称《通知》），组织开展2022年度国家绿色数据中心推荐工作。

《通知》显示，推荐的数据中心应具备以下条件：符合国家新型基础设施绿色高质量发展有关规划和布局要求，

实现集约化、绿色化、智能化建设，优先推荐位于国家算力枢纽及国家数据中心集群范围内的数据中心；能源利用效率高，电能利用效率原则上应达到《数据中心能效限定值及能效等级》（GB 40879）中的2级及以上水平，可再生能源利用水平较高；绿色低碳发展水平高，建立并实施绿色采购制度，开展绿色运维，积极提供绿色公共服务，能够协同带动产业链供应链绿色供给能力提升。

第五届“绽放杯”5G应用征集大赛全国总决赛结果公布

第五届“绽放杯”5G应用征集大赛总决赛近日在深圳成功举办，大赛共设置了14个区域赛、28个专题赛、1个国际专题邀请赛和1个标杆赛。通过历时2个多月的项目征集，共收到参赛项目超2.8万个。经过区域赛和专题赛遴选以及全

国赛复赛选拔，最终48个项目入围全国总决赛、48个项目获得三等奖、206个项目获得优秀奖。全国总决赛参赛项目通过路演与答辩相结合的形式展开激烈角逐，最终评选出一等奖16名、二等奖32名。

首届移动物联网大会举办，发起物联网高质量发展倡议

11月14日，首届移动物联网大会（2022）在江苏省无锡市举办，大会以“移动物联新超越 万物智联新时代”为主题，展示我国移动物联网发展成果，搭建政产学研用合作交流平台，推动移动物联网赋能千行百业，助力经济社会数字化转型。

会上，中国电信、中国移动、中国联通、中国铁塔、中国信息通信研究

院、华为技术有限公司6家单位，共同发起移动物联网高质量发展倡议：呼吁各行业各领域加快利用移动物联网技术开展应用创新，广泛挖掘应用需求，全面推进移动物联网规模化应用，构建新业态新模式，赋能产业转型升级；倡议移动物联网产业各方共同加强推进芯片、模组、终端、软件、平台和服务的研发攻关。

900万部

Strategy Analytics近日发布的最新研究数据显示，今年中国“双十一”网购节期间智能手机销量为900万部，同比下降35%。

从销量来看，苹果手机“双十一”期间销量近350万部，同比下降27%，份额达到39%；小米手机以31%的市场销售份额位居第二；荣耀手机以8%的市场销售份额位居第三。从购物平台来看，京东仍以45%的智能手机销量份额成为“双十一”期间的主要线上平台，紧随其后的是天猫和淘宝。

-51.7%

11月16日，工信部发布了《关于2022年第三季度电信服务质量的通告》。数据显示，2022年第三季度全国电信用户申诉率为14.8人次/百万用户，同比下降51.7%，环比下降42.6%。其中，涉及服务争议的电信用户申诉率为6.2人次/百万用户，占比为42.1%；涉及营销、收费、资费争议的电信用户申诉率为5.9人次/百万用户，占比为39.8%；涉及网络质量、信息安全的电信用户申诉率为2.7人次/百万用户，占比为18.1%。

“2022世界VR产业大会” 共促虚拟现实与实体经济深度融合

11月12日上午,“2022世界VR产业大会”在南昌开幕,大会以“VR让世界更精彩——VR点亮元宇宙”为主题,聚焦虚拟现实产业未来发展。近年来,我国虚拟现实产业加速发展,展现出强大的活力。工业和信息化部党组成员、副部长王江平出席大会并致辞。

王江平指出,工业和信息化部将把握虚拟现实产业发展机遇期,促进虚拟现实与实体经济深度融合,推动虚拟现实产业高质量发展。加快技术创新,鼓励“产学研用”各方加强创新合作,加快基础理论、关键技术与应用技术研发,构建覆盖全产业链的

虚拟现实综合标准体系,建设关键共性技术公共服务平台,促进产业链各环节整体提升。深化行业融合应用,实施《虚拟现实与行业应用融合发展行动计划(2022—2026年)》,打造可复制、可推广的先锋应用案例,推动虚拟现实行业应用规模化发展。打造优势产业集群,充分发挥国家虚拟现实制造业创新中心作用,带动上下游企业集聚,培育骨干企业和专精特新中小企业,促进大中小企业融通发展。加强国际交流合作,鼓励国内外各方开展技术、人才、资金等资源互动,共同推动关键共性技术突破,共享虚拟现实产业发展红利。

“2022全球6G发展大会”:启动面向6G的关键技术全球征集

11月15日,“2022全球6G发展大会”在上海开幕,大会以“共绘愿景,携手同行”为主题,聚焦6G愿景需求和关键技术。

中国工程院院士邬贺铨在演讲中表示,相比5G发展初期便具备较深厚的技术积累,当前6G理论储备有待加强,需要在新材料技术及应用、毫米波传播理论、宽带星地通信、网络行为建模等方面开展基础研究。针对6G发展,邬贺铨提出五点建议:一是6G应用应坚持服务刚需为本,将工业互联网作为主要场景;二是找准人工智能在6G应用中的突破口,重点提升无线

信道、网络及运维等性能;三是优化频谱利用,为不同业务应用提供不同频段选择;四是简化终端复杂度,优化配置计算及存储能力;五是强化数据面功能,推动核心网实现简约化。

6G发展大会启动了“面向6G的关键技术全球征集”活动,聚焦关键基础研究、新型无线技术、新型网络技术、新型安全技术、产业基础技术等重点方向,通过面向全球各类创新主体公开征集6G潜在关键技术,将原创技术的“源头活水”汇聚成江河,推动技术优化熟化与成果转化,扩展和丰富6G关键技术储备。



声音

倪光南

开源技术生态已形成

近日,“2022世界集成电路大会”在安徽省合肥市举办,中国工程院院士倪光南出席会议并发表演讲。他表示,从国际上看,开源技术生态体系已经形成,且具有以下三大特征。一是开源规模化,全球开发者协同,使开发项目达到空前的规模。二是开源生态化,开源既能融合合作伙伴,又能融合应用伙伴;既能突破关键核心技术,又能延展上下游产业链。三是开源平民化,开源基本上没有创新门槛,没有资金壁垒、市场壁垒等,所有人都能参与创新。

斯寒

5G对全球运营商 移动业务增长贡献巨大

11月16日,GSMA大中华区总裁斯寒在“2022中国5G发展大会”上表示,5G的发展推动了运营商业务的持续增长,在5G商用的推动下,全球运营商在2021年和2022年前三季度分别取得了6%和5%的增长,大幅跑赢了全球GDP增长。亚太市场表现良好,增长率达到7%。到2030年,全球运营商移动业务收入将达到1.2万亿美元以上,海外5G发展较快市场的主流运营商,在过去5年的ARPU值均实现稳步增长。5G渗透率与运营商ARPU值呈正相关,5G对于全球运营商移动业务收入的增长贡献巨大。

中国信通院发布《5G应用创新发展白皮书》 明确5G应用处于规模复制关键期

11月16日,在深圳举办的“2022中国5G发展大会”上,中国信息通信研究院发布了《5G应用创新发展白皮书》。白皮书显示,我国5G应用发展已经处在规模复制关键期。2022年,5G应用广度明显提升,其中智慧城市、工业互联网、信息消费、公共安全、智慧园区、文化旅游领域的参赛项目数量位居前六位。5G应用在部

分行业已经开始复制推广,今年已实现“商业落地”和“解决方案可复制”的项目数量占比超过56%,其中4000个项目实现“解决方案可复制”,相比去年增长了113%。

工信部负责人表示,将坚持“适度超前,建用互促”的原则,着力提升城市地区5G覆盖深度,不断拓展农村及偏远地区的覆盖广度。

中国联通发布5G边缘计算平台3.0

在近日举办的第五届全球边缘计算大会上,中国联通正式发布5G边缘计算平台3.0以及面向工业、视频、车联等场景的边缘计算产品服务,同时发布的还有《中国联通边缘计算平台V3.0架构升级及创新行业场景应用白皮书》。

中国联通在5G边缘计算技术架构及产品服务方面持续创新。基于长期应

用实践,中国联通5G边缘计算平台3.0重新定义和拓展了边缘多接入的内涵,明确了集“固移融合通信、网络大数据能力、网络增强能力”于一体的边缘计算多接入体系,在此基础上,聚焦“异构算力底座兼容”“边缘网络云化升级”“5G通信增强能力开放”等实现技术突破。

四家基础电信企业与河北省政府签署战略合作协议

11月16日,“2022中国国际数字经济博览会”在石家庄举办,会议期间河北省人民政府与电信、移动、联通、铁塔四家基础运营企业分别举行战略签约。

根据协议内容,中国电信将以5G、物联网等信息技术夯实智慧城市建设底座,整合前沿技术推动中国式现代化河北场景应用,全方位、多领域、深层次助力河北数字经济高质量发展;中国移动将加大在冀投资力度,加快河北省数字

基础设施建设,打造“连接+算力+能力”的新型信息服务体系,助力河北“数字强省”建设;中国联通将充分发挥在数字信息基础设施建设、信息产业发展、信息化应用服务等方面的主导优势;河北省政府将积极支持中国铁塔发挥通信塔“点多面广、站高望远、配套齐全”的独特资源优势 and 专业化运营优势,推动在智能雄安以及工业、农业、社会治理等各领域深度融合应用。

64.9亿元

11月15日, IDC发布的《中国数字政府IT安全硬件市场份额2021年》报告显示,中国数字政府IT安全硬件整体市场呈现快速增长的态势,市场竞争主要以综合性安全厂商和专业技术领域安全厂商为主。其中启明星辰以25.1%的市场份额排名第一,天融信以23.3%的市场份额排名第二,深信服以17.9%的市场份额排名第三。2021年中国数字政府IT安全硬件市场的规模达到64.9亿元人民币,同比增长31.5%,数字政府IT安全软件市场的年增长率为37.7%,市场规模为54.85亿元人民币。

9486亿元

近日,工信部公布了《2022年前三季度互联网和相关服务业运行情况》。数据显示,主要大省互联网和相关服务业发展呈分化态势。前三季度,互联网业务累计收入居前5名的是北京(增长8.3%)、上海(增长8.3%)、广东(下降4.4%)、浙江(下降2.8%)和天津(下降38.4%),共完成业务收入9486亿元,同比增长0.8%,占全国比重达86.3%。全国互联网业务收入增速实现正增长的省(区、市)有14个,其中辽宁、西藏、湖北、宁夏增速超40%,天津、河南、云南降幅超30%。

“百城千园行”打通工业互联网落地“最后一公里”

汤雁斐

作为一种集约化的发展模式，产业园区将在产业数字化转型、科技创新驱动、区域资源协作、产业分工合作、绿色节能发展、全球价值链打造等方面发挥重要作用，成为我国产业、经济、社会高质量发展的重要引擎。目前我国正在推动产业园区的数字化建设，“十四五”规划中提出要促进产业数字化转型，加快产业园区数字化改造；“十四五”数字经济发展规划中也明确指出，要引导产业园区加快数字基础设施建设，提升线上线下相结合的资源共享水平，探索发展跨越物理边界的虚拟产业园和产业集群。因此，加快推进工业互联网一体化进园区进程有助于我国数字经济发展。

今年10月，工业和信息化部印发了《关于组织开展工业互联网一体化进园区“百城千园行”活动的通知》，开展为期一年的全国性工业互联网规模发展活动，推动政策、网络、平台、安全、标识、应用、资源七大要素进园区，目的就是发挥产业园区的产业集聚优势，打通工业互联网落地的“最后一公里”，提升产业园区、产业集群数字化转型能力和水平，促进广大企业特别是中小企业加快数字化转型步伐。而工业互联网“百城千园行”伙伴计划也在近日举办的“2022(第二十一届中国互联网大会)”上启动，旨在树立工业互联网园区一体化建设标杆，形成可复制、可推广的园区建设模式。

工业互联网已成为全新工业生态、关键基础设施和新型应用模式，成为园区实现数字化转型的关键路径。应通过网络、平台、安全、标识解析等基础设施的建设，为园区转型发展提供各类ICT使能要素。

当前，我国园区发展面临产业协同、节能降碳、虚实融合等方面的挑战和机遇，园区数字化转型亟需与区域协同、与供应链和产业链协同。笔者认为，可以从以下几个方面加速工业互联网一体化进园区进程。

一是打造一批标杆级应用，形成示范带动作用。在工业互联网一体化进园区进程的不同阶段、不同层次有序推进。

二是依托工业互联网产业生态，持续加快创新。可实施因地制宜、因园施策、因企施策，提供“联合创新+应用推广+生态集聚+人才培养”全链条公共服务。

三是“百城千园行”要持续推动，成为常态化活动。其优点是可以将打造的标杆级应用成果不断推广到全国，对打造完整生态链形成推动作用。

四是坚持走数字化道路，建设坚实的数字底座，为“百城千园行”提供强大的保障。加强工业互联网数字化转型促进中心等基础设施建设，促进建立虚实融合的园区一体化服务和管理视图。

此外，随着产业的不断发展，相关参与方对园区也产生了新诉求。地方政府层面重点考虑如何积极引导园区合理布局，推动区域经济协调发展；园区建设运营方关注地亩增值、园区产业结构布局以及园区的转型升级；园区内的企业更多考虑供需精准对接、配套服务、产业聚集程度等方面，对企业间能力协同、资源开放共享、服务水平提出了更高的要求。

“工业互联网百城千园行伙伴计划”将联合工业互联网企业、互联网企业、电信运营商、园区管委会、园区运营服务单位、园区咨询服务机构、企业服务机构、科研机构、金融机构、权威媒体、专家学者、联盟协会等各方力量，通过为各地园区策划、组织、落地系列专项活动和项目，帮助园区调研诊断发展制约因素、挖掘园区优秀应用案例、精准对接产业招商资源、宣传推广园区发展模式、建立园区服务生态体系、打造工业互联网园区标杆示范，助力园区在产业数字化转型、科技创新驱动、区域资源协作、产业分工合作、绿色节能发展、全球价值链打造等方面发挥积极作用。(作者为中国信息通信研究院工业互联网与物联网研究所副主任) 

5G发展态势向好 但道阻且长

姜玉泉

11月16日,中国信息通信研究院在深圳举办的“2022中国5G发展大会”上发布《5G应用创新发展白皮书》。《白皮书》显示,2022年我国5G应用广度明显提升,5G应用发展处在规模复制关键期,其中智慧城市、工业互联网、信息消费、公共安全、智慧园区、文化旅游领域的参赛项目(第五届“绽放杯”)数量位居前六位。我国5G应用在部分行业已经开始复制推广,今年已实现“商业落地”和“解决方案可复制”的项目数量占比超过56%,有近4000个项目实现“解决方案可复制”,相比去年增长了113%。

分析其中原因不难发现有三点:一是国家政策利好,国家相继发布了相关政策给予支持,如2021年,工信部等十部门联合印发《5G应用“扬帆”行动计划(2021—2023年)》等政策文件,持续深化推进5G与经济社会各个领域的融合应用和创新发展。二是数字技术驱动,5G依靠“技术束”,加速与工业互联网、大数据、人工智能、云计算、边缘计算等数字技术协同创新。三是转型需求释放,随着数字时代到来,迫切需要以数字化转型来整体驱动生产方式、生活方式和治理方式变革,数字化转型成为大中小微企业的共识。

当然也要看到,5G应用规模化发展依然是一个长期、系统而又艰巨的任务,需要社会各界、行业内外的广泛关注和鼓励支持,需要政策、资金、人才、数据等多要素保障形成协同合力。从2022年第五届“绽放杯”5G应用大赛数据来看,参赛项目的申报主体依然以基础电信企业为主,占比达到61%,基础电信企业仍然是推动5G应用发展的主力军,解决方案提供商参赛项目占比为25%,虽较上年有所提升,但差距尚远,其积极性、主动性和参与度有待进一步提升。当前,聚焦5G应用合作与开放共享,全国超过22个省市建立了30家5G产业联盟/促进会/联合会,在推动构建跨行

业、跨领域、超融合的5G生态圈方面起到了积极作用,但受到地域限制、行业壁垒等影响,难以形成信息互通、经验共享、优势互补、合作共赢的全国统一5G应用大市场。

5G应用规模化发展需要充分整合各省市区5G产业联盟方方面面的资源,尽快消除政府热、企业冷、运营商热的“两头热中间冷”的尴尬局面。前期的“建”投资巨大,当下的“用”有待规模化,我们正处于由消费互联网向工业互联网转型过渡的关键期,亦处于5G应用规模复制发展、消化前期投资成本的关键期。工信部负责人表示,将坚持“适度超前,建用互促”的原则,持续推进5G商用部署和规模化应用。5G应用规模复制发展是推动5G及其“技术束”在经济社会各行各业中更广范围、更深层次、更高质量深度融合与创新应用的重要举措,可充分发挥数字化对经济社会发展的放大、叠加、倍增作用,实现经济效益与社会效益的协同共赢,是一个持续扩大应用规模、提高应用价值、降低应用成本、优化应用环境的发展过程。

因此,在当前和未来一段时间,要加快培育和壮大5G应用综合解决方案提供商,切实为供需对接提供桥梁和载体,加快有较大潜力和迫切需求的行业(如港口、矿山、食品、医药等)应用复制,研究推广成熟可复制的商业模式,推动5G应用项目由数量(规模化)向质量(价值化)转变,由局部信息化向整体数字化转变,全面提升5G应用的广度和深度;要着力打通5G应用规模复制的痛点断点堵点,着力消除企业不确定性疑惑和资金成本压力,着力畅通融资渠道,解决企业“不想用、不敢用、不会用”等难题,全面提升大中小微企业的积极性、主动性和创造性。

我们有理由相信,5G应用的未来是“星辰大海”。(作者为广东省电信规划设计院高级咨询顾问) 



重耕900MHz

■ 本刊记者 程琳琳

天行有常，不变的是变化本身，当外部环境不断面临新的挑战时，就需要行不破立的开拓之举，方能打开新的局面。

在移动通信从2G走向5G的过程中，作为“战略稀缺资源”的无线电频谱发挥出了重要的价值，为我国数字经济建设打下了坚实的基础。近日，工信

部批准中国联通将现用于2G/3G/4G系统的904MHz—915MHz/949MHz—960MHz频段（900MHz频段）资源重耕并用于5G系统，“黄金”频段充分释



放价值潜力,为我国5G高质量发展注入新动能。

低频段频谱资源潜力巨大

众所周知,无线电频谱资源是支撑各类无线通信的重要基础资源,特别是在信息通信产业高速发展的今天,移动通信网络建设属于“新基建”战略的重要组成部分,无线电频谱资源也被视为国家的重要战略稀缺资源,是推动信息化发展的重要载体。

低频段一直以来都是通信领域的“兵家必争之地”。低频段频谱具有传

播损耗低、覆盖范围广、穿透能力强、网络部署成本低等特点,是全球公认的公众移动通信“黄金”频段。经过多年的频谱划分与重耕,目前运营商的低频段频谱划分情况大致如下。

700MHz频段:此前一直被用于模拟电视业务,后来工信部将702MHz—798MHz频段调整用于移动通信系统,并将703MHz—743MHz/758MHz—798MHz频段规划用于频分双工(FDD)工作方式的移动通信系统。中国广电推动3GPP通过了n28频段扩频提案,将R15中的 $2\times 20\text{MHz}$ (上下行各20MHz)扩展到R16的 $2\times 30\text{MHz}/2\times 40\text{MHz}$,至此,700MHz成为5G极其重要的频段。

800MHz频段:3GPP定义为Band 5,完整范围为824MHz—849MHz/869MHz—894MHz,中国电信获批824MHz—835MHz/869MHz—880MHz部分,最初用于部署CDMA,随着CDMA的退网,该频段现在用来部署LTE FDD,是中国电信4G广覆盖主要频段。

900MHz频段:3GPP定义为Band 8,完整范围是880MHz—915MHz/925MHz—950MHz,中国移动获得的是889MHz—904MHz/934MHz—949MHz部分,最初获批用于部署GSM,为2G频段,现在用于部署GSM、NB-IoT、LTE FDD三种网络。在该频段,中国联通获批的部分是904MHz—915MHz/949MHz—960MHz,上下行共22MHz,此前在该频段同时部署了2G/3G/4G以及NB-IoT物联网。

由此可见运营商在低频段都有一定的基础资源,但目前应用类型不同。中国移动和中国广电共建共享的700MHz已经让其在低频段拥有了强大的发展潜力。反观中国电信和中国联

通此前也曾想参与700MHz频段,但是4家共享情况十分复杂,此前业内已有较多争论。如今联通在900MHz释放出部分频段可以用于重耕5G,在中国电信的合力共建共享之下,两家运营商在低频段的发展潜力也在逐步释放。

中国联通5G发展迎来重大利好

对于中国联通来说,此次900MHz频谱的重耕可谓带来重大利好。

第一,从传输特性角度而言,900MHz具有传播损耗低、覆盖范围广、穿透能力强等特点,对于提升农村地区以及城市室内覆盖有很大帮助。尤其在网络建设初期没有室分系统的情况下,通过室外的900MHz宏站可以做到很好的穿透覆盖。特别是在一些农村的草原、高速公路,以及高铁等特殊场景下,可实现低成本覆盖。

第二,相对于之前的3.5GHz,900MHz产业成熟度比较高。早在2G时代,900MHz频段就已开展研发测试工作,该频段设备、终端的成熟度相对比较高,因此5G重耕比较容易。

第三,鉴于900MHz频段是重耕使用的,可以共站址建设,重耕相对更加快捷且网络部署成本低,单站的覆盖距离要远优于3.5GHz频段,从而大大降低建网成本。

第四,900MHz的重耕对中国联通提升5G服务质量也是大有帮助,在to C领域,有利于VoNR的普及,促进中国联通用户从4G网络升级到5G网络,提升5G用户渗透率;在to B领域,在智能制造、智慧交通、智慧医疗、智慧教育等垂直行业中,低频段移动网络可以提供高带宽、低时延的通信服务,组网优势尽显,将大大增加中国联通的竞争优势。

从竞争格局来看,经过几年的频率调整,尤其是中国联通低频段重耕获批之后,三大运营商的5G低频段资源基本拉平,均保持在10MHz以上。中国移动和中国广电共建700MHz 5G网络,目前低频5G网络已经基本建成,中国移动和中国广电在移动通信网络方面已具有一定的领先优势。而此次重耕将平衡运营商之间的5G低频段频率资源,有利于运营商之间的公平竞争。

如果中国电信和中国联通在此频段基础上共建共享,那么这对两家运营商来说,均是好消息。重耕900MHz频段开展5G业务,将进一步拓展我国低频段5G产业空间。在中频覆盖优势的基础上,推动800MHz、900MHz等低频资源的升级演进与共建共享,能够打造覆盖更加完善的5G网络,进一步扩充商用场景,提升5G网络用户渗透率。

5G走向全频段势在必行

由上文所述的现阶段运营商低频段频谱资源的分布不难看出,为了顺应时代的发展要求,正在走向全频段5G。

如今5G、AI、IoT、大数据等数字技术正在赋能千行百业数字化转型。经过3年的加速推进,5G已进入高速发展期,对网络的要求越来越高。如何最大化地提升各频段能力,使各频段高效协同,助力运营商建设性价比最大化的5G网络,将是5G未来发展的关键,这也要求未来5G走向全频段。

现在的4G网络的确可以为大部分应用提供支持,但是未来3到5年内,AR/VR、元宇宙等应用将不断涌现,需要网络具备更高的带宽、更低的时延,而这恰恰是4G网络不能满足的。不要等到新应用出现时再建网,而要未雨绸

缪提前准备,待应用出现时已经将网络能力准备就绪。

就全球5G发展情况来看,5G走向全频段将成为趋势。据GSMA统计,目前全球已有81个国家的234家移动运营商发布了5G商用业务,到今年年底全球将有10亿5G用户连接遍布全球。与此同时,关闭2G/3G业务向4G/5G重耕,也被各国运营商提上日程。据GSA统计,截至2022年6月底,68个国家和地区的135家运营商已经完成、计划或正在停止2G和3G业务服务,其频谱重耕将用于4G/5G。其中,42个国家和地区的75家运营商已经完成或计划关闭2G网络;40个国家和地区的75家运营商已经完成、计划或正在关闭3G网络。

2025年将是运营商转向4G/5G的高峰期,也将是4G全球市场发展的分水岭,4G在2025年之后将完全转入存量市场并向5G升级。先于全球市场移动制式代际发展,中国市场在to B/to C领域已经全面进入5G时代,并将低频重耕后用于5G市场发展。

900MHz重耕即将落地生根

在900MHz频谱重耕落地方面,中国联通已做好准备工作。近日,中国联通董事长刘烈宏在“2022中国5G发展大会”上表示,中国联通正在加快推进900MHz低频“打底网”建设,今年计划投资近200亿元,新建17万个基站,进一步提升农村及偏远地区的网络覆盖水平。

行胜于言,中国联通正在积极建设5G精品网络,准备下好5G时代的“先手棋”。此前联通研究院就针对中国联通900MHz频段8种使用场景,制定了分阶段、分步骤的10种重耕方案。方案设计兼顾兼容性和延续性,同时减少相

邻区域不同方案间的干扰隔离和异频切换,保证方案切换区域的用户体验。同时,重耕方案的制定以保证现网用户体验不下降为前提,基于业务、网络、终端等多维数据,进行“端网业”协同分析,分别制定区域级与小区级的多维重耕门限和业务签转方案。

为了最大程度发挥5G低频潜能,中国联通还克服900MHz频段窄、承载制式多、外部干扰大等网络难题,提出五大方面创新举措。一是提出全球首创低频共建共享、双频多模基站设备技术要求,克服800MHz与900MHz间隔近、保护带小的难题,利用宽频功放与高隔离度滤波器,实现功率灵活共享的双频多模设备功能;二是制定相关需求牵引产业链,推进国产化设备研发,提高自主可控水平;三是提出5G灵活带宽功能,实现按照PRB颗粒度来调整载波带宽,使得中国联通2×11MHz带宽得到充分使用,避免了对“黄金频谱”的使用浪费;四是自主研发干扰检测、识别、定位平台,基于人工智能算法提取干扰时频特征,实现干扰特征的多维智能识别与定位能力;五是创新智能化节能方案,实现在多频多制式组网场景下的高效节能,可节约能耗10%。

900MHz重耕的一小步,是5G产业发展的一大步。此次工信部批准中国联通重耕900MHz频段频谱资源,是引导5G产业发展的重要举措,有利于推进5G高质量发展,加快推动5G融入千行百业。因此,中国联通还需不断推进900MHz 5G产业生态的成熟,加快900MHz 5G网络部署,发挥好900MHz频段优势,做好农村及偏远地区的5G普遍服务,覆盖高铁、矿山、大型工厂等高价值场景和行业应用重点地区,让低频5G网络发挥更大作用。CW

专家谈中国联通900MHz重耕商用场景进一步扩容

■ 程唯珈

对话嘉宾:

中国信息通信研究院无线电研究中心无线电资源研究部主任 刘琪
中国信息通信研究院专家 郎保真
北京邮电大学信息与通信工程学院教授 张天魁
中国电信专家 孙震强



刘琪



郎保真



张天魁



孙震强

11月3日，工信部发布消息称已正式批准中国联通将现用于2G/3G/4G系统的904MHz—915MHz/949MHz—960MHz频段（900MHz频段）频率资源重耕用于5G系统，引发行业热议。

900MHz频段具有传播损耗低、覆盖范围广、穿透能力强、网络部署成本低等特点，是全球公认的公众移动通信“黄金”频段，在2G/3G/4G系统上都扮演了重要角色。

工信部批准中国联通使用900MHz频段开展5G业务，这一举动释放了什么信号，又给中国联通带来哪些利好？本文将深度对话通信领域专家，探析中国联通获批重耕900MHz频段后的发展趋势。

问：900MHz频段频率资源与其他频段有什么不同？“黄金”优势体现在哪些方面？

刘琪：首先，从传输特性角度来看，900MHz频段具有传播损耗低、覆盖范围广、穿透能力强等特点，对于提升偏远地区以及城市室内覆盖大有裨益，尤其在建网初期没有室分系统的情况下，通过建设室外900MHz宏站可以实现良好的穿透覆盖。900MHz频段是农村、高速公路、高铁等特殊场景低成本覆盖的关键。

其次，900MHz频段2G/3G/4G系统产业成熟度较高。从2G时代开始，900MHz频段就是主流的移动通信频段，设备和终端成熟度较高，尽管目前

该频段主要用于4G系统，但重耕到5G系统难度相对较小。

最后，在网络部署上占据优势。900MHz频段的重耕使用，可以充分利用现有网络站址资源，可以快捷、低成本地部署网络，单站的覆盖距离要远优于2GHz以上频段的5G基站。综合以上几方面来看，900MHz频段用于5G系统的重要性和优势较为明显。

郎保真：当前，世界各国5G网络建设普遍使用的是中频段和毫米波。与这些频段相比，900MHz频段具有良好的传播特性，在覆盖范围方面优势更加明显，同时网络建设成本更低，可以进行农村及偏远地区的覆盖。

张天魁: 无线电频谱资源是支撑各类无线通信的重要基础资源,特别是在现代信息通信产业高速发展的今天,移动通信网络属于“新基建”的重要通信基础设施,无线电频谱资源也被视为国家重要的战略稀缺资源,是推动信息化发展的重要载体。

目前,各类无线通信系统中广泛应用的频段在400MHz至6GHz之间。从理论上讲,无线电频率越低,信号波长越长,传播损耗越低,具有很好的散射和绕射特性。在相同发送功率情况下,覆盖范围广、穿透能力强。因此,在移动通信组网中,低频频段的网络部署成本低。此外,无线电频率越低、多普勒频移越小,适合高速移动通信。

从上述几方面优势可以看出,相比2.6GHz和3.5GHz,900MHz是优质

的无线电频谱资源,特别适用于移动通信组网。

问: 工信部批准中国联通重耕900MHz频段频谱资源,这一举措透露了什么信号?

刘琪: 主要是考虑到900MHz频段优良的传播特性和产业发展情况,900MHz重耕用于5G,可以极大提升5G信号在农村及偏远地区的覆盖,进一步弥补城市5G覆盖盲区,以此扩大中国联通5G网络覆盖的深度和广度,使人民群众享受到高质量的5G服务。

从频率管理角度看,900MHz频段4G系统重耕为5G后,频谱利用率将明显提升,充分发挥低频段频率资源经济效益,助力网络强国和数字

中国建设。

孙震强: 目前,国内共许可792MHz带宽中低频段频谱资源用于5G网络建设,中低频段5G频谱资源许可总量位居世界前列,有效保障了5G容量和覆盖的需求。900MHz获重耕意味着低频5G将进一步扩充商用场景,提升5G网络用户渗透率,提高语音业务和物联网业务质量。

张天魁: 可以充分利用有限的无线频谱资源。从学术界到产业界,都在研讨各类提升频谱使用效率的技术,例如学术界研究的认知无线电技术、动态频谱共享技术,产业界推动的频谱重耕技术等。通俗地讲,频谱重耕技术就是将旧制式的移动网络所占用的频谱让出来



给新制式的移动网络使用,比如将2G网络清退,原有无线频谱资源重新分配给4G网络使用。

问: 在您看来,这将为中国联通带来什么利好?有什么意义?

刘琪: 工信部批准中国联通900MHz重耕,意味着中国联通将拥有更多1GHz以下频率用于5G系统,在频段、带宽和技术方面有一定的优势,有助于中国联通的5G信号覆盖和网络容量的提升。

郎保真: 5G频谱资源分为高、中、低三块。在低频段资源方面,目前中国移动和中国广电共享700MHz频率资源用于农村和偏远地区覆盖,而中国联通5G频谱资源主要集中在中频段。此次900MHz频段重耕将有利于中国

联通快速推进农村及偏远地区的5G覆盖,提升中国联通的网络服务质量,为联通用户提供更好的用户体验,有助于市场发展。

孙震强: 有利于VoNR和NR物联网的普及。此前,通信运营商推进了5G新通话技术与产业发展,完成了设备厂商、主流芯片、品牌终端的端网协同验证,推进了5G VoNR技术攻关、测试验证和商用部署工作。NR物联网正在推进城市地下车库等场景的深度覆盖和郊区农村的广度覆盖,低频段对于车联网等广域物联网的发展将起到极大的促进作用。

张天魁: 一是有助于降低5G网络建设成本。900MHz频段用于组网,在相同网络覆盖范围要求下,可以大大减少基站数量。特别在偏远山区、野外环境等网络部署需求下,无线设备及光缆、传输系统建设成本都将大大降低。此外,在900MHz频段中进行站址共享也可以减少网络建设成本。

二是有助于满足垂直行业需求。智能制造、智慧交通、智慧医疗、智慧教育等垂直行业应用,要求移动网络可以提供超高带宽、超低时延且有确定性保证的通信服务,900MHz频段组网优势尽显,将大大加强联通的竞争优势。

三是提升中国联通的5G网络用户黏性。900MHz在室内覆盖和高速移动应用中具有技术优势,这将直接转化为用户使用5G网络体验和满意度的提升,也将大大促进中国联通用户从4G网络升级到5G网络,提升5G用户渗透率。

问: 对于中国联通进一步提高网络质量、助力网络强国建设,您有什么建议?

刘琪: 一是建议加快推进900MHz

频段5G产业成熟。依托5G产业生态,引导制定900MHz 5G NR相关技术标准,推动研发相关设备和终端,支持更高版本的5G标准,提升系统性能。

二是建议加快900MHz 5G网络部署。充分利用现有站址资源,加快900MHz 5G部署。统筹中国联通1.8GHz、2.1GHz、3.5GHz等频率资源,制定相应应用策略,建设具有覆盖广度和深度的4G和5G融合网络。

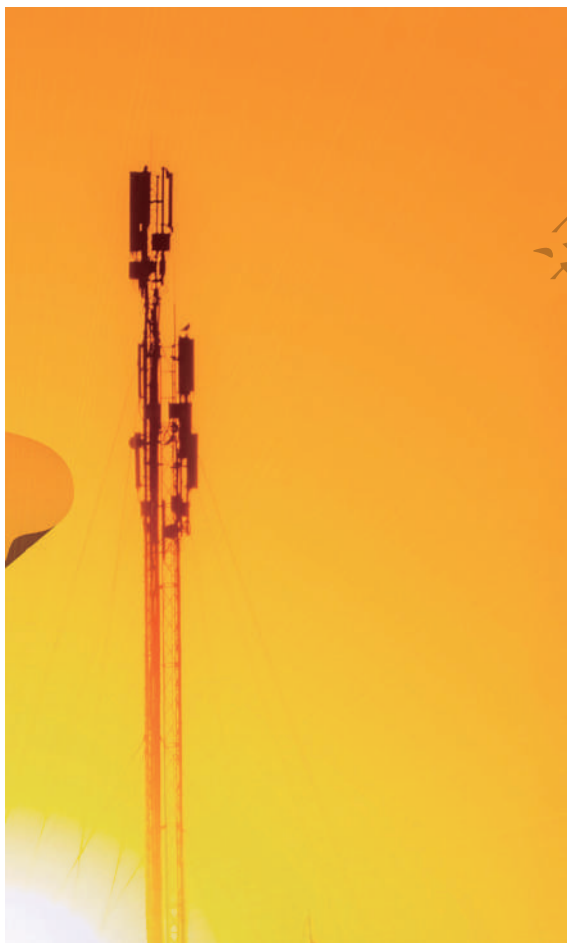
三是建议研究推进与中国电信的低频段5G网络共建共享。整合双方低频段频率资源建设5G网络,这样既具备了覆盖的优势,也具备了容量的优势。

四是建议发挥900MHz频段优势,做好农村及偏远地区的5G普遍服务。覆盖高铁、矿山、大型工厂等高价值场景和行业应用重点地区,更大程度发挥低频段5G行业赋能的作用。

总而言之,希望中国联通充分利用900MHz频率资源,提高5G赋能千行百业的能力,充分发挥频段资源效益,进一步提高网络质量,助力网络强国建设。

郎保真: 中国联通和中国电信已建成了全球首张、规模最大的5G SA共建共享网络,节约了大量投资成本和运营成本,也为用户带来了更优惠的5G服务。建议中国联通和中国电信加快900MHz频段5G网络的共建共享工作,让低频5G网络发挥更大作用,服务广大用户,助力数字中国建设。

张天魁: 好的低频频谱资源可以促进5G网络部署和推动发展5G用户。与之相应,服务水平和服务意识也要跟上,特别是基层营业厅和一线客服人员,这样才能让用户体验从全方位得到提升。



基于用户盈利贡献能力模型的运营商收入风控技术研究

■ 中国移动通信集团广东有限公司 吴列宏 庞维翰 黄斌

随着我国经济社会发展和人民生活水平的不断提高，人们对生活的需求日益呈现多层次、多样化、多方面的特点。通信运营商作为数字基础设施建设及服务提供商，在满足用户多元化需求的同时，如何加强收入风险管控成为了新的挑战。这对运营商业支撑系统的风险预知能力和抗风险能力提出了更高的要求。

本文提出使用Hadoop Spark计算引擎架构，建立基于用户盈利贡献能力模型的运营商收入风控体系，实现用户级的海量数据稽核高效支撑、准实时分析、智能监控告警，大大缩短账务结算周期，同时为多元化业务的产品定价、结算规则和营销推广等的合理性提供数据支撑，降低收入结算风险。

现有技术方案存在明显短板

现有技术构架是运营商的账面收入与运营成本两条线独立运营，只能在财务人员核算环节的末端才能发现运营收入异常，分析过程依赖人工分析，缺乏技术支持。

这种以人为主的运营商收入风控保障方式存在较多缺点（如图1所示），已无法支撑融合业务等复杂场景的收入风险管控。目前仍处于遇到一个问题、分析一个问题的阶段，在发现与处

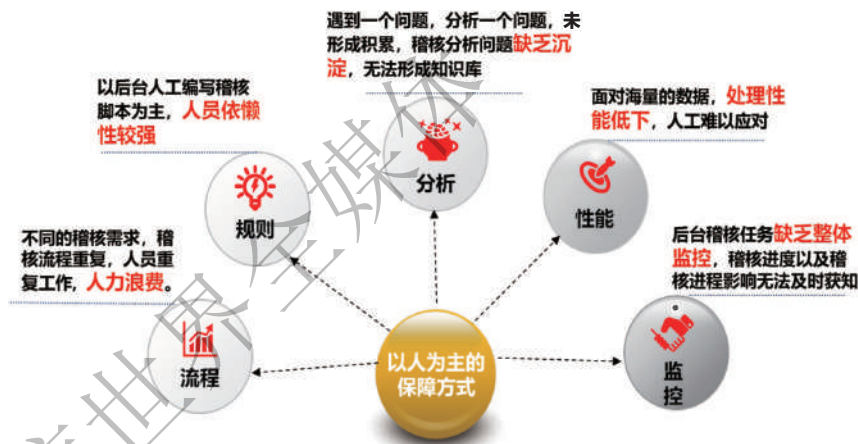


图1 现有运营商收入风控保障方式的缺点

理问题上较为被动，无法提前预知风险、管控风险。面对每日百亿级海量数据时，传统技术构架与稽核方式在执行过程中存在人力效率偏低、人员依赖性强、经验难以共享等问题，常以“冲击-反应”的模式进行补漏，缺乏“预测-准备”的技术方法。

基于用户盈利贡献能力模型的运营商收入风控技术功能架构

传统的收入分析往往只考虑整体的盈利情况，难以发现细节上的“跑冒滴漏”风险问题，而这些细节上的风险损失积小成大，也越来越引起运营商的重视。为此，需要构建用户盈利贡献能力模型，建立“用户级”的收入风控体系，

快速准确了解盈利驱动力和风险点。

用户盈利贡献定义

原子产品：承载单一功能、内容或服务的产品，例如流量产品、手机商品、5G功能、“呼叫秀”功能、第三方视频会员等产品。原子产品可以是全网/省内自有产品，也可以是第三方合作商的产品。

融合产品：将原子产品捆绑打包销售的产品包，例如“任我换”（10GB流量+权益会员）和彩云体验包（10GB定向流量+和彩云功能）等。

用户账面收入贡献（Income）：指用户支付账单后确认的收入，反映该用户为运营商产生的现金流。

用户运营成本（Cost）：指用户发

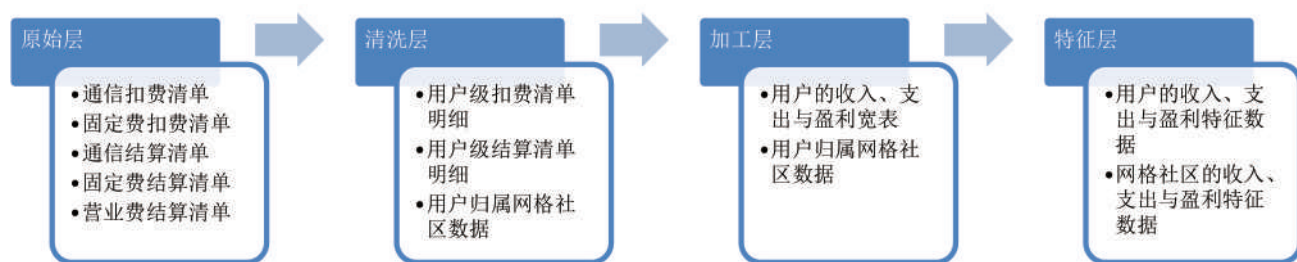


图2 运营商用户收入贡献等数据处理流程

生漫游通信行为或订购融合产品产生的结算费用，反映为保留该用户需要投入的成本值。例如：网间结算费用、与第三方权益提供商结算费用、手机终端采购成本费用等。

用户盈利贡献 (Profit)：通过“用户账面收入贡献”减去“用户运营成本”计算得到，反映用户的贡献值。

数据准备

通过对用户的扣费、结算等清单数据进行累账，可以得到用户级的收入与支出情况。如果深入挖掘这些数据，就可以找到一个衡量用户盈利贡献能力的模型，再通过这个模型计算不同网格社区的盈利贡献值 (ARPPU)。对较低盈利贡献值的用户数据进一步分析，及时发现结算倒挂、漏结算、漏收入等风险点，再通过对融合业务的产品定价、结算规则和营销推广等进行灵活调整，达到管控收入风险的目的。

用户的保留成本与盈利贡献能力通常具有相对稳定性，通过对用户的扣费、结算清单数据进行清洗与加工处理（处理流程如图2所示），可以得到一系列标准化的特征数据，作为建立基于用户盈利贡献能力模型（本文简称Profit-Cost模型）的收入风控体系的数据基础。

模型建立

本文将通过用户的盈利贡献能力、运营成本特征数据对用户或网格社区进行分级，得到Profit-Cost模型，再按

Profit-Cost模型对用户或网格社区进行分类，并针对每个用户或网格社区的层级制定不同处理策略，以达到控制收入风险的目的。

下面具体介绍Profit-Cost模型的建立。

数据准备：将用户非套餐内的通信扣费、套餐产品固定费扣费，以及运营商与相关合作方的各类通信、业务结算费等清单原始数据进行清洗、加工处理，得到一系列标准化的特征数据，如表1、2所示。

分级模型：以最简单的情况为例说明Profit-Cost模型特征分级的方法，通过对“盈利贡献率(Profit-R)”与“运营成本率(Cost-R)”二维坐标轴划分（如图3所示），对每个用户或网格社区的盈利贡献能力从高至低划分为1至4级。用户或网格社区分级规则如表3所示。

用户或网格社区的盈利贡献率与运营成本率计算公式如下。

盈利贡献率 (Profit-R) = 盈利贡献 (Profit) ÷ 账面收入贡献 (Income)

运营成本率 (Cost-R) = 运营成本 (Cost) ÷ 账面收入贡献 (Income)

当“用户与其所属网格社区不在同一分级区域”或“所属网格社区跨月时的分级区域发生变化”或“用户或网格社区落在没有盈利区域”时，则可能存在结算倒挂、漏结算、漏收入等风险情况，或存在融合业务的产品定价、结算规则和营销推广等不合理的情况，需要进一步分

析是否存在收入风险并及时解决。

模型应用

基于用户盈利贡献能力模型的运营商收入风控技术，为业务管理人员提供发现异常情况能力。当用户或网格社区的Profit-Cost模型特征分级存在以下3种情况时，运营商需要进一步分析是否存在收入风险。

情况一：基于同一个网格社区用户的消费能力和保留成本水平存在相似性，如果“用户与其所属网格社区的特征分级不在同一区域”，即用户的特征分级 ≠ 用户所属网格社区的特征分级，则该用户与其所属网格社区用户的平均水平存在明显差别，可能存在个别用户或业务场景的收入贡献或结算异常的情况，需要提取这部分用户的收入贡献、成本明细数据进一步分析。

情况二：基于同一个网络社区在不同月份的消费能力和保留成本水平存在相似性，如果“所属网格社区跨月时的分级区域发生变化，即当月网格社区的特征分级 ≠ 上月账期网格社区的特征分级，则该网络社区特征分级发生明显变化，可能存在某个业务场景的收入贡献或结算异常的情况，需要对网格社区抽取部分用户的收入贡献、成本明细数据进一步分析。

情况三：基于市场经营需要盈利的目标，如果“用户或网格社区落在没有盈利区域”，即用户或网格社区的特征

表1 用户的账面收入贡献、运营成本与盈利贡献特征数据

月份	用户号码	地市	网格社区	账面收入贡献	运营成本	盈利贡献	运营成本率 (Cost)	盈利贡献率 (Profit)
2022年2月	137*****	广州	猎德社区	131	50	81	0.3817	0.6183
2022年2月	138*****	广州	棠下社区	301	150	151	0.4983	0.5017
.....								
2022年2月	139*****	广州	同和社区	167	35	132	0.2096	0.7904

说明:
1) 其中网格社区通过清单数据获取用户当月较长时间居住小区的位置信息得到;
2) 账面收入贡献、运营成本、盈利贡献的金额单位均为: 元 (人民币);
3) 运营成本率=运营成本/账面收入贡献;
4) 运营利润率=盈利贡献/账面收入贡献。

表2 网格社区的账面收入贡献、运营成本与盈利贡献特征数据

月份	地市	网格社区	账面收入贡献	运营成本	盈利贡献	运营成本率 (Cost)	盈利贡献率 (Profit)
2022年2月	广州	猎德社区	788	467	321	0.5926	0.4074
2022年2月	广州	棠下社区	496	256	240	0.5161	0.4839
.....							
2022年2月	广州	同和社区	610	168	442	0.2754	0.7246

说明:
1) 其中网格社区通过清单数据获取用户当月较长时间居住的小区位置信息得到;
2) 账面收入贡献、运营成本、盈利贡献的金额单位均为: 元 (人民币);
3) 运营成本率=运营成本/账面收入贡献;
4) 运营利润率=盈利贡献/账面收入贡献。

分级没有盈利区域, 则表明该用户或网格社区存在结算倒挂、漏结算、漏收入等风险情况, 或存在融合业务的产品定价、结算规则和营销推广等不合理的情况, 需要对用户或网格社区抽取部分用户的收入贡献、成本明细数据进一步分析。

为业务管理人员提供辅助运营数据支撑。由于用户黏性与用户实际需求是强相关的, 当网格社区的分级发生下降 (重点盈利—重要盈利—次要盈利—一般盈利—没有盈利) 时, 则表明可能存在竞品竞争或用户实际需求发生变化, 需要及时调整营销推广策略, 辅助运营策略建议如表4所示。

事实上, 当网格社区

的盈利贡献值发生下降时, 业务管理人员应进一步分析, 通过调整运营策略, 解决盈利贡献值下降的问题。计算公式

为: 网格社区的盈利贡献值 (ARPPU) = 网格社区总盈利金额 ÷ 网格社区总用户数。

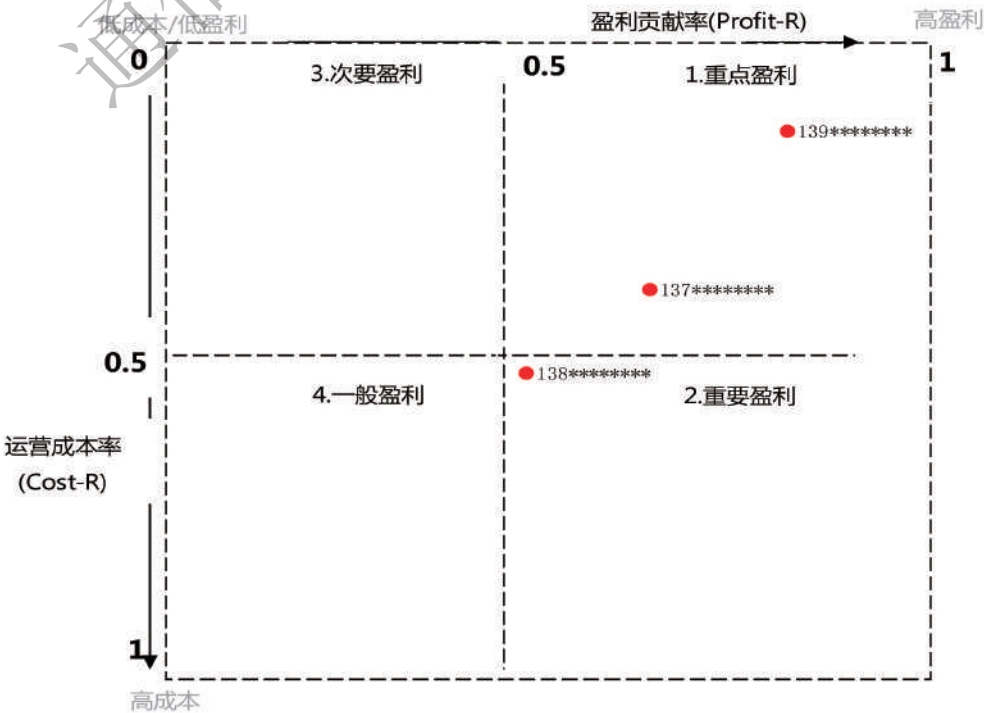


图3 Profit-Cost模型特征分级 (样例)

表3 用户或网格社区分级规则

用户/网格社区分级	盈利贡献率(Profit-R)	运营成本率(Cost-R)
1.重点盈利	高(0.5, 1)	低 (0, 0.5]
2.重要盈利	高(0.5, 1)	高(0.5, 1]
3.次要盈利	低[0, 0.5]	低 (0, 0.5]
4.一般盈利	低[0, 0.5]	高 (0.5, 1]
5.没有盈利	(-∞, 0)	(1, +∞)

表4 用户或网格社区分级的辅助运营策略

网格社区分 级下降	盈利 贡献	运营 成本	分级发生下降时的辅助运营策略
重点盈利	高	低	考虑结算规则合理性, 降低运营成本, 重点保有用户
重要盈利	高	高	用户降低消费有流失风险, 推荐优惠业务提高用户黏性
次要盈利	低	低	考虑产品定价、结算规则合理性, 提高用户黏性、降低运营成本
一般盈利	低	高	分析负盈利具体原因, 通过调整产品定价、结算规则和营销推广规则等, 解决负盈利业务场景
没有盈利	负盈利	大于收入	分析负盈利具体原因, 通过调整产品定价、结算规则和营销推广规则等, 解决负盈利业务场景

通过Profit-Cost模型, 以每月按用户或按网格社区的盈利贡献能力情况进行精细化管理, 深入了解用户盈利贡献的驱动力, 识别和管控收入风险, 从“粗放”运营转化为“精细”运营, 尽可能地提高每个用户或网格社区的盈利贡献能

力, 从而提高企业的整体收入利润。

基于用户盈利贡献能力模型的运营商收入风控技术优势

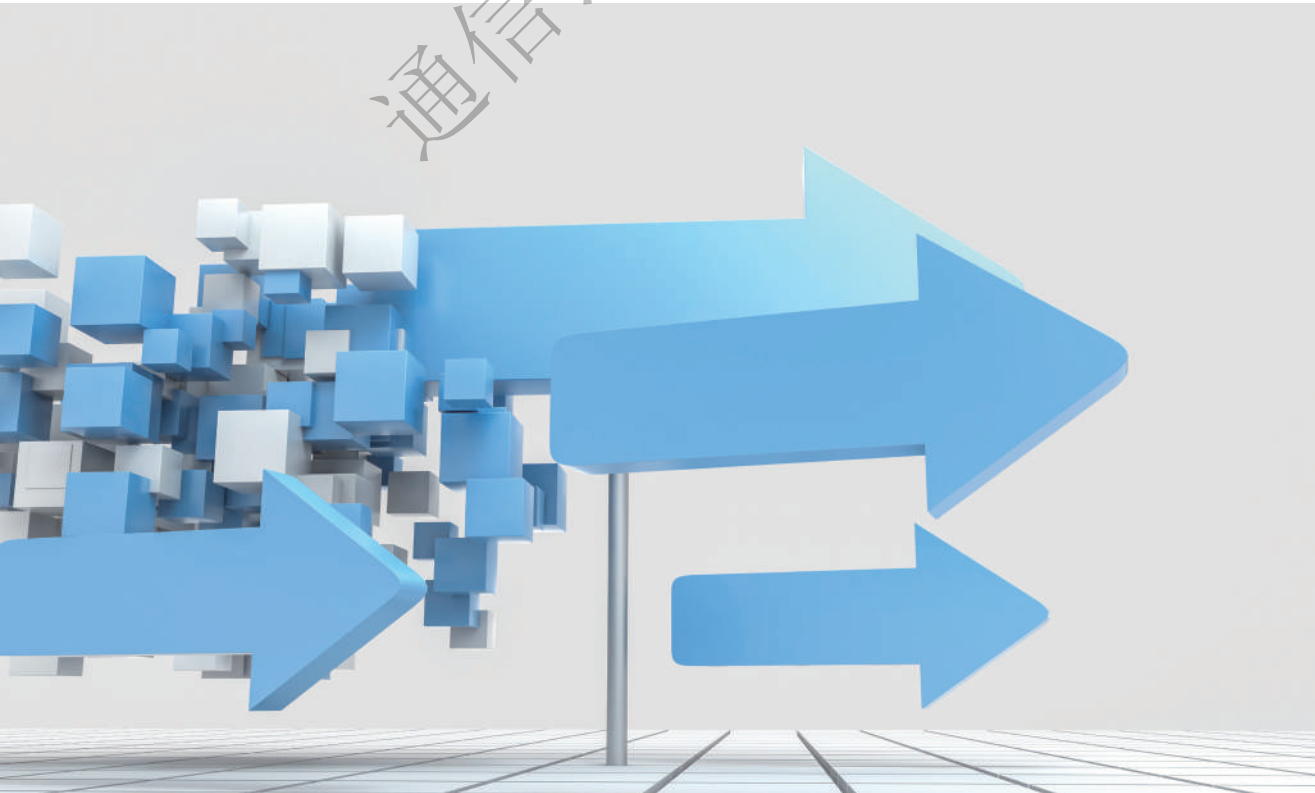
中国移动广东公司实践发现, 基于用户盈利贡献能力模型的运营商收入风

控技术与传统的收入分析方式相比, 具有以下优势。

第一, 基于用户盈利贡献能力模型的收入风控技术可以及时发现结算倒挂、漏结算、漏收入等风险点, 业务管理人员可以更快速、准确地了解用户的盈利驱动力和运营风险点, 最终通过对融合业务的产品定价、结算规则和营销推广等进行灵活调整解决风险问题。

第二, 从“粗放”运营转化为“精细”运营, 尽可能地提高每个用户或网格社区的盈利能力, 从而提高企业的整体收入和利润。

综上所述, 基于用户盈利贡献能力模型的运营商收入风控技术的应用及推广, 有效助力运营商在用户多元化需求等融合业务市场推广中抢占先机, 提高企业盈利水平, 降低企业运营风险。同时, 该技术的成功实践也会对运营商客户关系、业务产品的精细化管理等工作产生一定的借鉴意义。





“十四五”时期 我国数字乡村发展趋势、问题及建议

■ 农业农村部农产品质量安全中心 路馨丹
中国信息通信研究院 胡春霞 韩维娜（通讯作者）

“十三五”时期，我国数字乡村建设已取得了初步进展，政府有关部门实施的网络扶贫行动为数字乡村建设打下了良好的网络基础和产业发展基础，形成了以信息技术赋能乡村各个方面、激活农村各项要素的发展思路，体现在乡村信息基础设施短板得到补齐、农村电商快速发展等方面。“十四五”时期，数字乡村发展迎来了新的机遇，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年

规划和2035年远景目标纲要》将数字乡村发展作为全面实施乡村振兴战略和加快数字社会建设步伐的重要内容，ICT技术的不断创新为乡村产业发展转型升级带来了强劲的动力，“三农”工作也呈现出新的特征，农业农村现代化迈向新的阶段。研究“十四五”时期我国数字乡村的发展趋势、存在问题，能够呈现ICT技术助力乡村各领域发展的机理，进一步推动ICT技术赋能乡村振兴。

“十四五”时期我国数字乡村发展主要趋势

政策指导

“十四五”时期，随着“三农”工作的重心向乡村振兴转移，党和国家高度重视数字乡村建设，将数字乡村作为乡村振兴的重要路径，对此，不仅规划性、指导性的宏观政策举措相继出台，适用于各地实际开展数字乡村建设的更具体、更有实操性的建设指南也

不断发布。在《数字乡村发展行动计划（2022—2025年）》《“十四五”全国农业农村信息化发展规划》两个政策指导文件出台后，2021年9月，中央网信办会同有关部门发布《数字乡村建设指南1.0》，提出了数字乡村建设的总体架构和重点应用场景，并从省、县两个层面给出了较为具体的实施建议和注意事项。2022年9月，在《数字乡村建设指南1.0》的基础上，中央网信办再度会同有关部门制定并发布了《数字乡村标准体系建设指南》，提出了数字乡村标准体系框架，提出了包括基础与通用标准、数字基础设施标准、农业农村数据标准、农业信息化标准、乡村数字化标准、建设与管理标准、安全与保障标准在内的7个方面的标准，体现出以标准建设引领数字乡村建设的总体工作推进思路。

软硬基础

数字乡村的发展有赖于作为“硬基础”的乡村网络设施的建设，也有赖于作为“软基础”的乡村信息服务体系的健全和农民群体数字素养的提升，“十四五”时期，我国数字乡村发展软硬基础的整体水平相较于“十三五”时期有了长足进步，并且仍在不断提升。网络设施基本覆盖了我国广大的乡村地区，根据工信部数据，截至2021年底，我国农村及偏远地区51.2万个村级单位实现宽带全覆盖，行政村通宽带比例从实施电信普遍服务初期的不足70%提升至100%，已通光纤行政村平均下载速率超过100Mbit/s，农村与城市的“同网同速”基本实现，5G网络也已经在我国农村地区（如县城、乡镇等）开始进行建设。农民的上网用网能力也在提升，截至2022年6月，农村互联网普及率达到58.8%，较“十三五”初期翻了一番，城乡互联网普及率之间的差距也缩小了15个百分点。从乡村信息服务体系建设情况来看，乡村信息服务站点

的覆盖面持续扩大，为农民便捷地获取信息服务、搭上互联网发展快车带来了较大益处，随着电子商务进农村综合示范、信息进村入户工程等行动的实施，截至2021年11月底，全国共建成运营益农信息社46.7万个，村级电子商务服务站点14.8万个。

乡村数字经济

5G、云计算、新型物联网、无人机等ICT技术被进一步应用于农业生产经营管理中，已经成为提升农业生产效益的重要手段。全国各省市都开展了智慧农业应用试点建设，无人机巡田、智能测土配肥、远程监测管理农情等智慧农业技术手段得到推广，智慧农业规模不断扩大。例如，浙江省德清县通过建设蔬菜工厂，实现番茄全年连续生产，采摘期从30天提升至365天，产量达到传统大田的30倍，品质达到零农药、无污染、无虫害的高标准。

ICT技术的应用还为乡村产业的发展提供了新的思路方式和方式，催生了诸多新业态和新模式，包括“互联网+乡村旅游”、数字田园体验经济等。各地充分利用互联网平台的传播和营销优势，上线展示当地的特色、精品资源，包括农产品资源、乡村休闲文旅资源等，并进行线上线下的协同发展，做好配套设施和服务体系的建设，充分发挥ICT技术对其他发展要素的带动作用。例如，吉林省长春市龙潭区在当地乡村发展“互联网+冰雪旅游”，打造食、宿、娱、游、购相结合的经营模式，鼓励返乡下乡人员利用“互联网+冰雪旅游”创业，并提供各类互联网创业培训，指导村民通过使用各种直播平台宣传营销冰雪旅游、特色餐饮、农副产品等，以此促进当地居民的增收和当地产业的发展。

乡村数字治理

ICT技术的应用转变了乡村治理

传统工作方式，有效解决了乡村治理过程中存在的复杂性、隐蔽性问题。

“十四五”时期，ICT技术正在成为乡村全方位、立体化治理的重要工具，基层智慧党建体系、村级事务智慧管理体系、农村智慧应急管理体系逐步建立起来，提升了乡村治理现代化水平。例如，中国电信在各地搭建“村村享”数字乡村云平台，开设智慧党建、农事信息服务、便民事务办理、智慧安防等功能服务，并进行“一图展示”管理，突破了原先乡村因地广人稀、人口分散导致的时间、空间限制，为基层党员干部、基层群众、一般农民和农户提供了实用有效的工具和手段。中国联通应用“5G+物联网”技术，搭建“智慧大喇叭”云广播平台，通过手机端实时操作等功能进行村内的信息播报，在近年来的疫情防控、防洪防汛等工作中发挥了传递信息、组织动员、稳定秩序、服务基层群众等重要作用。

乡村数字公共服务

“十四五”时期，各地充分借助互联网平台，创新乡村医疗、社保、养老助残等服务的线上办理便民机制，利用ICT技术推动基层服务的便利化、普惠化。浙江省杭州市临安区政务部门创新建立“远程视频办事”系统，通过镇（街道）行政服务中心设立的视频窗口，将声音、影像及文件资料互相传送，实现即时且互动的沟通。浙江省德清县在通过“浙里办”实现办事不出村的基础上，创新探索变“被动服务”为“主动服务”的数字公共服务模式，依托“浙里智慧·基本公共服务”，通过数据形成画像，精准推送11大类96项基本公共服务。

建设主体

大型农场、专业合作社、农业企业、下乡返乡创新创业群体等新型农业经营主体在数字乡村发展方面发挥了带动

作用,探索行之有效的发展模式,成为数字乡村建设主体中的重要领头者。新型农业生产经营主体具备“懂农业生产经营”和“懂技术”的双重优势,他们能够主动寻求并利用ICT技术提升农业生产经营效益或打造新业态,并有效带动一般农户,有利于发挥农民在数字乡村建设中的主体作用。

目前,具有代表性的发展模式主要有两类。一类主要面向当地农户,将当地掌握ICT技术的“土专家”“田秀才”采用的紧密贴合当地实际的创新发展模式进行推广,带动一般农户通过搭建智慧农业平台等ICT技术手段提高生产经营效益。另一类主要面向具有一定规模和资金实力的农业企业,通过建设大型基地,集成性、规模化地应用ICT技术,打通产供销全产业链。

“十四五”时期我国数字乡村发展存在问题

关键技术有待突破

目前,“缺少关键实用的智能化设备和技术”是制约我国数字乡村进一步发展的典型问题。以智慧农业为例,作为智能化管理基础的农业生产传感器主要依赖进口,智能农机装备应用范围不大,终端远程控制系统、动植物模型与智能决策存在短板,缺乏专门针对我国实际生产场景及多样化市场的技术产品,难以满足现实需要,从而限制了在更大范围内推广和发展智慧农业,阻碍了ICT技术应用于农业生产经营的进程。

创新应用需要继续开发

当前,各级政府、运营商、互联网企业、新型农业生产经营主体等数字乡村建设推进力量,已经在智慧农业、乡村数字治理、乡村数字公共服务等新业态新模式方面探索出一些具有可复制

性、可推广性的数字乡村创新应用,部分已经在农村地区落地,并取得明显的成效。总体而言,目前在数字乡村建设的各个层面,特别是在被视为“数字乡村建设主战场”的县域层面还缺少更多具有影响力的乡村治理、乡村服务应用,如乡村治理中的“微法庭”需要进一步深入,乡村服务的“农房一件事”需要迭代升级等,数字乡村建设的新应用新场景也需要进一步开发。在村镇层面,不同类型的乡镇、村庄目前仍缺少数字乡村建设样板,需要进一步探索实践。

数据资源价值未能充分发挥

数据资源是数字乡村建设的基座,数据资源的充分整合和有效利用能够产生重要价值,能够转换为乡村产业发展的实际效益,并为乡村的动态管理、全盘管理、前瞻管理提供有力的支撑。当前,乡村数据要素分散无序、统一的数据标准缺乏、数据资源体系不健全、数据资源集成度不足仍然是普遍存在的现象,其原因在于数据利用中存在“重基础设施建设轻实际应用”的问题。

目前,不少数字乡村试点地区已经建立了各类数据中心,但很多还停留在数据搜集、展示和初级的统计分析层面,真正与乡村生产生活相融合的功能较少,导致基础设施建设多、信息应用普及少、公共服务效能低的问题,数据价值没有得到充分挖掘利用。并且,从支撑数字乡村管理决策的层面来看,省、市、县之间数据联动不充分,数据重复填报、采集的问题仍然存在,需要进一步优化和完善。

建设力量需要进一步培育壮大

数字乡村建设的关键在于激活、培育数字乡村建设主体,充分发挥市场的作用。当前各地的数字乡村建设多集中于政府层面的规划实践,乡村干部群众参与较少,他们的主体地位未能得到能

充分发挥,“政府动,农民不动”是数字乡村建设中存在的突出问题。另外,社会力量参与不够充分,数字乡村建设需要长效性的投入和可持续的运营,这有赖于政府和社会力量的共建共推,“政府主导+社会力量参与”被认为是开展数字乡村建设的可行模式,但就当前的情况来看,“政府一头热”的情况还在一定程度上存在,运营商、互联网企业等社会力量的积极性没有得到充分调动。

对策建议

加强技术产品创新

提升5G、AI、边缘计算等ICT技术与乡村产业、治理等各领域的融合程度,将这些技术进一步应用到传感器、APP之中,提升技术和产品的实用性



和成熟度。开展5G、IPv6+、窄带物联网等的协同应用，扩大智慧农业建设规模，搭建乡村智慧管理平台，为农业生产经营、乡村治理等提供智能化的管理、服务和决策。

促进各项应用落地

持续加强“政产学研用”合作，推进建设面向多种数字乡村应用场景的新技术、新产品的落地转化平台。支持有条件的县（市）打造“乡村大脑”，统筹开展乡村数字经济、乡村数字治理、乡村数字公共服务等方面的建设，从而推进智能应用的开发、落地和使用。

完善数据资源体系

稳步推进乡村数据资源体系建设，打通多个部门数据，归集各项涉农数

据，叠加多个数据图层，提高数字化管理精度。纵向打通省、市、县数字乡村平台，横向实现各业务平台的对接，实现省、市、县三级联动对接与数据开放共享，以及各部门数据的互联互通，优化数据填报、采集机制。

推进多元主体共同参与

鼓励倡导多元主体共同参与，尤其是探索政府资金、国有资本、社会资本联合共建模式，提升市场化资金投入水平，吸引社会资本进入，积极引入运营商、互联网企业、金融机构参与建设运营，完善建设运营、项目回报、绩效考核、收益分配、风险分担等机制，推动一批共建项目落地。比如，浙江省杭州市临安区成立“新农人”联合会，推进运

营商与村集体进行联合运营，增强了乡村发展内生动力。

结束语

“十四五”时期，我国高度重视数字乡村发展。数字乡村在政策指导、软硬基础、乡村数字经济、乡村数字治理、乡村数字公共服务、建设主体等方面呈现出一些主要的发展趋势；同时，数字乡村发展在技术、应用、数据、建设力量等要素上也存在相应的问题。对此，应当认清当前发展趋势和存在的问题，加强数字乡村各领域的技术创新、促进各项应用落地、完善数据资源体系、推进多元主体共同参与，加速“十四五”时期数字乡村发展进程，以ICT技术全面赋能乡村振兴。





提高5G用户转化率 与其资费打折, 不如补贴手机

■ 老解

5G商用3年多时间,我国三大运营商以近6000亿元的直接投资,建成了全球规模最大的5G网络。数据显示,截至今年9月底,全国5G基站已经超过220万个,占全球5G基站的60%以上。

我国对于5G网络建设,遵循的是“适度超前,以建促用,建用结合”的指

导原则,今年5G网络建设已经超额完成了任务,实现了“适度超前”,但to C市场仍有些不尽如人意。

5G网络利用率“达标”任重道远

根据三大运营商的统计口径,截至今年9月底,我国5G套餐用户总数已

经达到10.09亿,占移动电话用户总数的60%。然而,工信部运行监测协调局的报告显示,我国5G移动电话用户总数为5.1亿,在移动电话用户中占比仅为30.3%。

工信部报告的“5G移动电话用户数”,指报告期末在通信计费系统拥有使用信息、占用5G网络资源的在网用

户。这也是国际上通用的、能够比较准确反映5G用户发展状况的数据。韩国的三大运营商就在今年第三季度财报里首次公布了最新的5G手机用户在移动电话用户中的占比，其中KT为57%、SKT为53%、LGU+为50.2%，率先实现了5G手机用户渗透率过半。而我国三大运营商公布的5G套餐用户数，则指所有在计费系统里登记为使用5G套餐的用户。

5G网络建设归根结底是为了使用，评价5G在to C市场发展得好不好，关键还是要看5G网络用得怎么样。工信部等十部门2021年颁布了《5G应用“扬帆”行动计划(2021—2023年)》，针对5G用户发展提出了到2023年5G个人用户普及率超过40%、5G网络接入流量占比超过50%的目标。

据统计，目前我国5G网络接入流量占比为30%左右，与50%的目标还有距离；与率先商用5G的韩国相比也有较大差距——同样是商用3年，韩国的5G网络接入流量占比已经达到了70%。

因此，为了巩固我国5G发展的领先地位，三大运营商应将其竞争重心从5G套餐用户数转向5G网络接入流量占比，以提升5G网络的利用率，而最直接的方式就是推动5G套餐用户真正地转化为5G移动电话用户，从而将其数据流量更多地分流到5G网络。

5G手机需求不振影响5G用户转化率

根据中国信通院的统计数据，自2019年5G商用至今年8月底，我国国内市场的5G手机出货总量为5.8亿部，与工信部统计的5.1亿户5G移动电话用户总数大抵相当，与三大运营商的10.09亿5G套餐用户相差颇大。由此可以推

断，三大运营商的5G套餐用户中还有许多仍在4G手机，并没有随着套餐升级更换为5G手机。因此运营商要推动5G套餐用户真正转化为5G移动电话用户，其关键在于加快提升5G手机在5G套餐用户中的普及率。

目前国内手机市场上的5G手机出货量占比已经达到80%左右，但自进入2022年以来，5G手机出货量却呈现同比逐月下滑趋势；今年1—8月5G手机出货量虽然达到1.5亿部，但同比却下降了17.9%。根据市场咨询公司Strategy Analytics的最新报告，vivo、OPPO、荣耀、小米等头部国产手机厂商在今年第三季度的出货量均出现了两位数以上的下滑，OPPO的下滑幅度更是高达26.9%。

5G手机出货量的整体下降，反映出市场需求出了问题：一方面新冠肺炎疫情对于宏观经济形势的影响仍未消除，不确定性的增加导致电子消费市场的购买力下降；另一方面5G手机的价格水平仍然普遍较高，但相对4G手机的性能提升并不明显，这也抑制了用户的换机意愿。主流手机芯片厂商高通预计5G手机需求恶化的状况将一直持续到2023年第二季度。

4G用户换机意愿不强导致5G手机需求不振，对三大运营商的直接影响就是5G用户转化率难以尽快提升，甚至造成运营商4G网络拥塞而5G网络空闲的状况长期存在。这对于持续投入5G建网和运维的运营商而言，无疑将造成盈利压力，同时对其完成5G网络接入流量占比超过50%的目标也将构成巨大挑战。

因此，对于三大运营商而言，与其在市场上通过资费打折的价格竞争来发展更多的5G套餐用户，不如大力度补贴5G手机以推动更多的5G套餐用户加快换机节奏，早日接入并使用5G网络。

加大5G手机补贴、推动用户换机可使多方获益

虽然三大运营商当前也在通过合约购机、信用购机等模式对在自有渠道购买5G手机的用户给予一定的优惠补贴，但从结果来看效果并不理想，主要原因还是优惠力度不够。以中国移动的信用购机为例，虽然有“可享最高3780元优惠”的活动，但用户要享受购机优惠至少要选择最低档128元/月的套餐并承诺在网24个月。对于那些购买了低价折扣5G套餐的用户而言，要享受800元的购机优惠，却要每月多付100元的套餐费，显然毫无吸引力。

从财报数据来看，2022年上半年三大运营商向用户出售移动终端设备及固网通信设备的“产品/商品销售收入”，中国移动为705亿元，中国电信为209亿元，中国联通为153亿元，其相应的产品/商品销售成本分别为689亿元、185亿元和146亿元。由此可见，三大运营商包括手机在内的产品销售基本维持了9%左右的毛利润，其恪守的仍是手机销售渠道的定位，而并未将手机尤其是5G手机，作为拉动5G用户增长的重要手段进行策略性亏损补贴。

从已成为全球5G市场发展标杆的韩国发展经验来看，韩国运营商之所以能够在3年内实现50%以上的5G用户渗透率，除了应用驱动之外，更主要的刺激手段是对5G手机给予大力补贴。以5G用户渗透率高达57%的KT为例，2022年前三季度KT的手机产品销售收入为2.09万亿韩元，而相应的销售成本为2.3万亿韩元，2100亿韩元的亏损实为KT针对5G手机销售给予入网用户的补贴。自2019年5G商用以来的3年里，KT针对以5G为主的手机产品的销售亏损总额高达1.3万亿韩元，但随着5G用户渗透率和5G数据流量占比的逐年提升，KT的经营利润率也从2019年的

4.8%提高到2021年的6.7%。

因此三大运营商要完成工信部制定的“到2023年5G个人用户普及率超过40%、5G网络接入流量占比超过50%”的目标，韩国通过补贴5G手机刺激5G消费的市场经验可资借鉴。

特别是面对当前5G手机需求不振、出货量大幅下滑的局面，据央视财经报道，国产手机厂商已经开始采取积极行动，集体大降价进行促销。作为产业链的龙头，三大运营商也应积极反应，借助这一有利时机面向5G套餐用户推出更大力度的补贴政策，与手机厂商联手刺激5G换机需求，实现多赢。

于己符合长期利益。运营商通过套餐资费打折增加5G套餐用户，损害的是长期利益，资费一旦下调则很难恢复；而下调的资费又因部分用户不使用5G手机无法带来5G流量收入，

无益于缓解当前的5G盈利压力。因此，有必要将用于发展新用户的套餐让利，转变为针对特定5G套餐用户的手机补贴，向较高流量消费的用户超低价甚至免费提供5G手机，将其数据流量引流到5G网络上，既可通过手机绑定留存价值用户，也能推动5G流量消费，提升5G网络利用率，形成5G业务的正向循环。

于他为产业链解困。此前为应对疫情导致的半导体缺货，手机厂商积累了大量元件库存，但市场需求不振又造成手机成品出现大量库存，有数据显示，国内手机市场上半年的成品库存高达5000多万部，因此手机厂商有降价促销的强烈意愿。如果运营商能够一头牵起手机厂商，另一头牵起5G套餐用户，通过带量采购帮助手机厂商清库存，再超低价或免费为套餐用户提供5G手机，则手机采购成本可控且5G流量增

长可期，对于5G产业发展和5G市场的繁荣都将起到事半功倍的推动作用。

于社会亦可为环保作贡献。虽然5G手机的出货量已占到8成左右，但国内在网的4G手机用户仍有近10亿户的规模，且使用时间以3年及以上的居多。如果运营商能够在以超低价或免费为套餐用户提供5G手机的同时集中回收4G手机，与绿色回收企业合作进行环保处理，在减少废旧手机对环境危害的同时实现资源的循环利用，亦可彰显企业为环保作贡献的社会责任。

总之，to C市场是5G业务的基石，作为5G产业龙头的三大运营商，如能通过加大5G手机采购和补贴力度，提高5G用户转化率，从而拉动5G手机销售增长并提升5G数据流量占比，必将有力地带动数字消费及其相关领域消费的增长，为我国经济社会的发展贡献央企力量。📶



高通携手合作伙伴创新 骁龙持续迸发澎湃动力

■ 本刊记者 刁兴玲 孙天

在5G、AI等先进技术的推动下，我们正迈向一个万物智联的新世界。作为无线科技创新者，高通打造了非常丰富的领先技术组合和产品路线图，推动整个产业的多元化创新。

骁龙是高通多元化生态系统的核心，它不仅被认为是顶级移动体验和性能的代名词，而且如今产品线不断扩展，赋能丰富的终端品类。在近日举办的骁龙峰会上，高通发布了最新一代移动终端领域旗舰芯片——第二代骁龙8移动平台，以及第二代高通S5音频平台、第二代高通S3音频平台、第一代骁龙AR2平台，并宣布了与多家合作伙伴的深度合作。“凭借可扩展、可满足多品类终端市场需求的技术组合，高通将携手越来越多的合作伙伴，在不同领域内开拓和探索多元融合与跨品类创新，将更好、更丰富的智能终端产品和体验带给行业以及消费者。”高通公司全球副总裁侯明娟表示。

第二代骁龙8惊艳亮相： “认知ISP”与移动光追将直击消费者内心

作为高通最新旗舰平台，第二代骁龙8移动平台性能显著提升，其中Adren GPU性能提升高达25%，能效提升高达45%；Kryo CPU性能提升35%，能效提升40%。不仅如此，第二代骁龙8移动平台在AI、连接技术、影



像、游戏、音频、安全等六大方面都实现了明显升级。

在AI方面，第二代骁龙8移动平台是首个支持变革性INT4 AI精度格式的骁龙移动平台。与INT8相比，INT4将带来60%的能效提升和90%的AI推理性能提升。在连接方面，第二代骁龙8移动平台支持无与伦比的5G、Wi-Fi和蓝牙连接。在影像方面，“认知ISP”是AI摄影和摄像技术的一大突破。通过“认知ISP”，第二代骁龙8移动平台可以凭借实时语义分割实现照片和视频的自动增强，利用AI神经网络让摄像头在情境中感知人脸、面部特征、头发、衣服和天空等，并进行独立优化，从而让每个细节获得定制的专业图像调优。在游戏方面，第二代骁龙8移动平台集成的GPU能够在移动终端游戏中支持基于硬件加速的实时光追技术，为手游带来栩栩如生的光线、反射和照明效果。在

音频方面，第二代骁龙8移动平台支持Snapdragon Sound骁龙畅听技术，通过动态头部追踪支持空间音频特性，能够呈现完整的环境声沉浸感。在安全方面，第二代骁龙8移动平台支持最新的隔离、加密、密钥管理和认证等功能。

在记者看来，AI加持的“认知ISP”以及移动光追技术最为打动消费者。搭载第二代骁龙8移动平台的终端有望成为摄影、手游的最佳装备。当前摄影、摄像作为手机的重要功能，是消费者选择手机品牌的重要标尺，加之越来越多的平台支持4K/8K视频播放，使得手机摄影、摄像能力成为芯片商、终端厂商的竞争高地。而搭载骁龙影像技术的智能手机能够实现非凡画质，将成为全新的“专业级相机”，使用户成为具有专业水平的摄影师。

移动光追技术可以在游戏画面中呈现逼真的反射、柔和的阴影、细节的折射和光照效果，让震撼人心的视觉效果成为可能，提升游戏的沉浸感与真实感。本刊记者在骁龙峰会现场参观了高通与网易通过《逆水寒》手游展示的实时光追特性演示——在开启实时光追效果后，游戏引擎可以按照真实的光线反射规律渲染画面，侠客、竹林、天空被清晰地倒映在水面中，色彩真实绚烂，画面层次清晰。移动光追技术的演示吸引了众多参观者驻足，参观者均对移动



光追技术赞不绝口。可以预见，移动光追技术将赢得消费者的青睐。

第二代骁龙8移动平台具备的强悍性能吸引了全球众多OEM厂商和品牌——华硕ROG、荣耀、iQOO、Motorola、努比亚、一加、OPPO、红魔、Redmi、夏普、索尼、vivo、Xiaomi、星纪时代/魅族和中兴。搭载第二代骁龙8移动平台的商用终端预计将于2022年底面市，消费者将很快可以畅享第二代骁龙8移动平台带来的卓越体验。

布局XR、汽车等领域，将数字化体验拓展至丰富终端

高通不仅为合作伙伴提供芯片解决方案，更在产业创新和生态协同方面开展了很多工作，将移动技术的优势带到汽车、物联网、计算等领域，开创人与万物能够顺畅沟通和互动的全新世界。

例如，元宇宙是近期非常火热的话题，XR设备将成为消费者通往元宇宙的一个主要入口，而智能手机和移动PC也将延伸到这一虚拟世界，智能手表、耳塞、智能家居中枢等终端将成为元宇宙的物理链路。高通全新推出的第一代骁龙AR2平台提供开创性AR技术，将助力打造新一代功能强大的轻薄AR智能眼镜。

除了XR设备外，音效对元宇宙的体验也至关重要。高通发布的第二代高通S5音频平台和第二代高通S3音频平台拥有丰富特性和超低功耗，为Snapdragon Sound骁龙畅听带来全新性能，包括以动态头部追踪支持空间音频、优化的无损音乐串流，以及手机和耳塞间48毫秒的极低时延游戏体验。

当前汽车正在成为“车轮上的联网计算机”。为了加速迈向汽车行业的数字化未来，高通推出了骁龙数字底盘解决方案，包含座舱、网联、自动驾驶、车对云四大领域，开启智能网联汽车新时代。目前全球已有超过2.5亿辆汽车采用了高通的汽车解决方案。“近两年，我们的中国合作伙伴采用骁龙座舱平台已经推出了近50款车型。”侯明娟透露。

携手合作伙伴共拓产业生态圈

不仅推出创新产品，更重要的是，高通还通过技术赋能做大生态圈，与合作伙伴共享产业未来。例如，在摄影领域，“认知ISP”在增强图像传感器数据方面表现出色，为了给用户带来更加极致的体验，高通将与三星公司开展更密切的合作，让2亿像素摄像头更加普及、更加出色。

在游戏领域，高通不仅与网易游戏合作，也与OPPO、iQOO等合作伙伴开展合作，让移动光追成为现实。据OPPO资深图形产品经理田一真透露，在过去的一年里，高通和OPPO一直在光追功能开发、驱动测试、着色器优化和编译器工具开发等方面紧密合作。

在XR领域，高通推出了Snapdragon Spaces XR开发平台，旨在为开发者重新打造头戴式AR内容铺平道路，助推整个AR眼镜细分市场发展。

在PC领域，凭借骁龙计算平台的强大性能、神经网络处理和行业领先的能效，高通公司和微软正在推动AI功能的提升，以变革现代笔记本电脑。双方基于骁龙计算平台的合作，为Windows 11用户带来全新AI加速体验。此外，第三代骁龙8cx支持的Windows开发套件2023等独立软件开发商（ISV）资源，让开发者在面对生产力工具、游戏或创意应用等各种开发场景时，都能更加便捷地使用专用AI引擎，提升体验。

高通公司和Adobe公司也宣布双方将扩大合作，以支持在骁龙移动、计算和XR平台赋能的终端设备上打造富有创造力的体验，双方将帮助骁龙用户突破创造力和生产力的边界。

通过与产业合作伙伴的深入合作，骁龙正在持续迸发出澎湃动力，合作伙伴基于骁龙进行创新的广度和深度也在不断提升——从智能手机到PC，从XR眼镜到可穿戴设备，再到智能网联汽车，搭载骁龙智能终端让生活更加美好、便捷、高效。

“无线科技和智能终端的发展始终值得期待。在过去的合作中，我们与合作伙伴建立了真诚深厚的友谊，携手构建了开放创新的生态系统。未来，我们期待继续广交朋友，与合作伙伴共同开拓更大的发展空间，以融合创新，点亮智能互联未来。”侯明娟表示。



算力网络迎来发展黄金期 机遇与挑战并存

■ 中国信息通信研究院 罗丹 齐曙光

2022年7月31日工信部发布的《2021—2022年中国算力建设网络传播分析报告》，高度肯定了算力建设对经济社会发展的协调和引领作用，并在算力的支持政策、战略布局、基础设施建设等核心议题上予以积极评价。

如今，算力正像水力、电力一样成为公共基础设施，成为数字经济发展中的核心动能。随着信息技术从“云网融合”向“算网一体”迈进，算力和网络产业的边界日益模糊，形成以“算网协同”为主线的算力网络产业格局。如今提及的算力网络不再是狭义上的计算能力，而是集算力、存力、运力于一体的新型生产力。其中，算力是以算力规模为核心，包含

数据中心的绿色低碳水平、经济效益和供需情况在内的综合能力；存力是以存储容量为核心，包含性能表现、协同发展、技术创新在内的综合能力；运力是以网络传输性能为核心，包含通信配套、传输质量、用户情况在内的综合能力。算力网络的发展需要算力、存力、运力“三驾马车”齐头并进。

算力网络的机遇

政策驱动

2021年，《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》和《新型数据中心发展三年行动计划（2021—2023年）》等针对数据中心的政策文件相继发布，为数据中

表1 2017—2022年国家层面算力产业相关政策汇总

发布时间	发布部门	政策名称
2017年	中共中央办公厅、国务院办公厅	关于促进移动互联网健康有序发展的意见
2018年	国务院办公厅	科学数据管理办法
2018年	国务院	政府网站集约化试点工作方案
2021年	国务院	全国一体化政务服务平台移动端建设指南
2021年	国务院	关键信息基础设施安全保护条例
2022年	国务院	“十四五”数字经济发展规划

心产业营造了良好的发展环境，激发了数据对算力网络的需求。其中，《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》明确提出在8个地区布局全国算力网络国家枢纽节点，启动实施“东数西算”工程，构建国家算力网络体系。

算力产业已成为我国数字经济的重要组成部分，各级政府出台了大量政策来推动算力产业的发展，进而推进数字技术、应用场景和商业模式融合创新。2017—2022年国家层面算力产业相关政策汇总如表1所示。

为响应国家号召，各省市积极推动算力产业发展，支持建设互联网创新中心工业互联网创新中心，有效整合高校、科研院所、企业创新资源，围绕重大共性需求和重点行业需要，开展工业互联网产学研协同创新，促进技术创新成果产业化。近年来，各地方也鼓励算力网络的基础设施建设，陆续发布建设行动方案，2020—2022年地方层面算力产业建设行动方案汇总如表2所示。

在政策驱动下，算力正越来越多地与行业、场景深度融合。目前，以多种场景化云服务为代表、以多样算力为基础的算力服务，正在加速释放计算服务的内生力量，并将进一步助力算力经济高质量发展。

表2 2020—2022年地方层面算力产业建设行动方案汇总

地区	政策名称
山东	《山东省新基建三年行动方案(2020—2022年)》
安徽	《加快发展数字经济行动方案(2022—2024年)》
湖北	《湖北数字经济强省三年行动计划(2022—2024年)》
云南	《云南省人民政府关于印发云南省数字经济发展三年行动方案(2022—2024年)》
江西	《“智联江西”建设三年行动方案(2021—2023年)》
四川	《四川省加快推进新型基础设施建设行动方案(2020—2022年)》
天津	《天津市加快数字化发展三年行动方案(2021—2023年)》
上海	《上海市推进新型基础设施建设行动方案(2020—2022年)》

2022年2月，“东数西算”工程正式全面启动，东部数据将送到西部进行存储和计算，同时在西部建立算力节点，国家算力网络体系将更加完善、区域结构更加合理。

需求驱动

算力基建推动了算力产业的快速增长，目前，中国算力产业规模加速壮大，近5年平均增速超过30%，算力规模排名全球第二。无处不在的“算力”，正成为激活数据要素潜能、驱动经济社会数字化转型的新引擎。

算力正在逐步赋能千行百业，成为数字经济的生产力。

中国工程院院士王恩东表示，根据各个行业的发展情况，互联网行业受到算力驱动，诞生了许多新兴产业模式——互联网零售规模的增长速度远高于传统零售，外卖行业远远超过餐饮行业；而在汽车行业，智能化汽车的发展速度远超传统汽车行业。

目前，算力在数字政府、工业互联网、智慧医疗、远程教育、金融科技、航空航天、文化传媒等多个领域得到广泛应用。

在需求驱动下，中国算力产业链条持续完善，包括算力设施、算力平台、算力服务等在内的具有国际竞争力的算力产业生态初步形成，一批具有示范效应的算力平台、新型数据中心以及产业基地相继落地，带动地方数字经济发展。

商业驱动

目前，我国的数据中心区域分布“东多西少”，算力需求“东强西弱”，但自然资源分布优势使得数据中心的能耗效率“东低西高”。中国信通院发布的《中国综合算力指数》显示，从区域发展程度来看，我国东部算力枢纽节点所在省市综合算力总体处于领先水平，在综合算力指数排名前十位的省份中，广东、上海、江苏、北京、浙江、山东等东部省份占据多数席位。

《中国算力发展指数白皮书(2022年)》显示，各省份算力发展与GDP规模呈现强相关。经济发达的京津冀、长三角、粤港澳大湾区和成渝双城经济圈算力发展遥遥领先，四大城市群的算力投入力度持续加大带来经济快速增长，形成算力和经济互助双赢的局面。

电信运营商在网络上具有先天优势，具备大规模基础设施的管理能力，数字化将成为其业务新增点和价值增长极。

算力网络发展现状

行业发展现状

2022年伊始，三大电信运营商在构建算力网络的道路

上大踏步前行。为争夺未来算力云网市场，运营商纷纷提前布局，频频发布算力白皮书；各实验室和研究机构也纷纷展示研究成果，谁也不愿错失评价体系的掌控权。2022年产业各方白皮书汇总如表3所示。

当前算力网络建设还处于起步阶段，多方协力探索，尚未形成统一的解决方案，但从产业格局来看，我国算力网络的建设将由运营商牵头开展、算力供应商及DICT解决方案供应商合力推进。

从表3可以看出，国内三大运营商均已开始搭建算力网络体系架构，但建设方式各有不同。

中国移动将算力网络提升至极高战略层级，网络条线及云能力条线同步发力，分阶段持续推进“算网大脑”建设，初步规划构建算网感知、智能管理、协同编排、能力开放四大能力，助力实现“算随业选”“网随算动”的差异化算网能力供给。

中国电信的算力网络发展坚持云网融合主线，“算网大脑”的统一编排调度功能将在云网融合体系中得以实现，其算力网络四大技术要点(即算力感知与评估、资源标识、资源整合、算力交易)将是未来算网大脑功能建设的重点方向。

中国联通以包含算网能力在内的“智慧大脑”为最终建设目标，正加速形成超算化云网引擎，意欲构建以高速泛在、云网融合、算网一体、安全可信、智慧敏捷为特色的场景化、智能化中枢神经。

标准发展现状

算力网络诞生至今已有4年，在业界各方的共同努力下，



算力网络的标准化工作取得了巨大进展。

2021年3月，中国电信联合中国联通在ITU-TSG13组发布了Y.2501(Computing Power Network-framework and architectre)，同时中国联通、中国移动还分别牵头启动了Q.CPN、YASA-CPN、Q.BNC.INc与Y.CANI等ITU-TSG11和ITU-TS613组的相关标准制定。

2020年6月，CCSA TC614(网络5.0产业和技术创新联盟)成立了算力网络特别工作组，依托联盟的平台和资源，联合多方力量，共推、共创算力网络产业影响力，构建算力网络生态圈。CCSA的部分标准推进委员会也在进行与算力服务相关的团标研究工作，例如TC608(云计算标准和开源推进委员会)、TC614(网络5.0技术标准推进委员会)和TC621(算网融合产业及标准推进委员会)等组织，正在构建算力网络生态圈。

从国内外标准进展来看，算力网络整体架构目前在国内达成了初步共识，但相关关键技术的研究还处于初级阶段，需要加强国内各标准组织之间的协同；国际标准的推进还存在一定的不确定性，可以考虑将算力网络的相关技术点分散到不同标准组织中进行推进，以点带面，减少在关键标准化组织推进的阻力。

综上所述，算力网络是云网融合发展的升级，将对网络运营、算力服务、资源管控、业务创新等产生深远的影响。其依托计算和网络两大基础设施，使能算力服务，是响应国家产业政策、具备商业前景、适合运营商经营、顺应技术演进趋势的新方向，算力网络的产业发展、生态建设及商业落地，需要产业各方共同努力。建议业界充分把握各省份算力发展动向和趋势，为各省份算力发展规划、政策制定提供有力支撑，同时通过制定网络架构和接口标准，形成业界统一的算力网络技术体系，指引产业链各方进行产品开发、商用落地和运营维护，促成产业伙伴间高效合作与协同，促进算力网络的可持续健康发展。

表3 2022年产业各方白皮书汇总

发布单位	白皮书
中国移动	《端侧算力网络白皮书》
	《算力网络视频应用白皮书》
	《2022算力网络技术白皮书》
中国联通	《2022算力网络链原生关键能力组件白皮书》
	《算力时代的全光底座网白皮书》
	《算力网络可编程服务白皮书》
	《异构算力统一标识与服务白皮书》
中国电信	《中国电信云网运营自智白皮书》
	《云网融合2030技术白皮书》
紫金山实验室	《2022确定性算力网络白皮书》
中国信通院	《数据中心白皮书》
	《云计算白皮书(2022年)》
	《中国算力发展指数白皮书(2022年)》
	《中国算力白皮书(2022年)》
	《中国存力白皮书(2022年)》
中国电子技术标准化研究院	《计算中心有效算力评测体系白皮书》

算力时代光通信热点技术及发展探讨

■ 中国信息通信研究院技术与标准研究所 赵文玉 张海懿

算力作为数字经济核心生产力的重要构成，其关键能力释放离不开通信网络的有效支撑。光通信网络作为信息基础设施重要组成和关键承载底座，主要承担着“信息高速公路”和“信息高铁”的角色。随着产业数字化转型不断深入，算力应用需求呈现出超大带宽、低时延、灵活连接、低能耗等特征，光通信网络将聚焦超大容量传输、全光组网、开放自智、光子集成等热点技术革新发展，协同增强网络运力，助力数字经济加速发展。



超大容量传输多维创新，800Gbit/s研究试用有序推进

如何以技术革新提升传输容量一直是业界研究的重点，其中典型方式包括提升单通路速率、扩展传输频带宽度、增加复用维度、采用新型传输介质等。

从提升单通路速率来看，目前整体上400Gbit/s速率相关应用逐步提速，800Gbit/s速率研究和试用积极推动，面向超800Gbit/s速率的研究也在持续开展。IEEE、OIF、ITU-T、IPEC、CCSA等主要标准化组织竞相开展标准制定工作。

从扩展传输频带宽度来看，除了扩展C波段可用传输频带之外，面向“C+L”扩展的产业应用，以及“S+C+L”等拓展的学术研究也在加快推动，主要涉及光放大器性能、非线性效应均衡、光层器件适配能力等关键问题，预计未来3~5年上述方式将成为潜在可行的扩容方式。

从增加复用维度来看，基于少模复用、多芯复用、“少模+多芯复用”等方式的研究持续开展，除了海缆系统部分采

用多芯复用技术之外，其他整体处于实验室研究或现网应用探索阶段，例如ECOC在2022年9月报道了日本NICT等公司开展基于15个模式、最远48km传输距离的现网试验，但产业应用尚待时日。

从采用新型传输介质来看，超低损耗光纤、空芯光纤等成为业界主要的关注对象，其中前者已在干线网络规模商用，而尚处实验研究阶段的空芯光纤因具备大带宽、低时延、低非线性效应等多种优势，潜在应用前景备受关注。

总体来看，为满足算力时代不断涌现的海量高宽带应用需求，业界未来将聚焦多维路径，持续探索超大容量传输技术的创新与应用。

全光组网优势渐显，业界加快部署节奏

全光网络因具备低时延、低能耗和大带宽等关键特性，在金融交易、生产控制等诸多广域偏实时、交互型计算业务领域的潜在优势逐步显现。但是受限于光信息处理和信号传输的实际能力，目前仍无法实现全网范畴均以全光方式进行组网，只能根据光信号的实际传输能力，基于ROADM/OXC等节点和波长通路调度技术实现分区域部署，并已在

干线得到规模应用；而基于光域分组交换等组网机制，因受光域信号处理、光存储等限制，目前仍处于关键技术攻关及原型应用探索阶段，近几年未有明显突破。

从产业应用角度来看，目前业界更关注基于光波长通路交叉技术的逐步革新，如更多的交叉维度，如端口维度从32升级到48、64甚至更高；或者支持更宽的频谱宽度调度，如“C+L”、“S+C+L”等；以及支持更高的传输速率，如400Gbit/s、800Gbit/s以及更高速率等；此外还包括基于不同传输波段的交叉技术研究，以及面向数据中心的全光交叉应用探索等。

国内三大运营商高度关注全光网络发展，近几年相继提出相关计划或组网方案，如中国电信的全光网2.0、中国移动的光电联动全光网、中国联通的算力时代全光底座等。

总体来看，受算力时代业务发展新特点和新需求等驱动，未来全光网络部署节奏将持续加快。

开放自智特性关注度提升，智能化分级测评逐步开展

光网络除具备超大容量、可靠传输能力之外，面对基于云网协同、算网融合等诸多新型业务的承载特性，其自身的灵活应用创新需求凸显，与此相关的开放自智特性引起业界高度关注。

在开放性方面，除引入SDN架构等优化组网模型、规范标准化南北向管控接口和设备物理接口以支持开放解耦特性之外，光网络设备本身的解耦或者分解也成为业界关注的对象，如光转发单元、无源合分波单元、光放大单元等是否可标准化分解等。鉴于开放解耦涉及网络应用创新、运维模式、综合成本、产业发展竞争及利益博弈等多种交叉因素，业界对于其未来发展应用模式和部署节奏尚未达成共识，目前重点聚焦在城域接入层、数据中心互联（DCI）等探索应用，如中国电信、中国联通近期启动了基于DCI的开放式WDM设备的招标等。

在自智特性方面，人工智能（AI）技术引入之后，光网络架构接口、智能分级和数据模型规范等成为关注重点。其中架构接口主要涉及AI功能模块与现有管控系统、设备网元及上层运营系统等之间的互动关系和交互接口；智能分级涉及面向应用场景、网络运营、网络设备等不同元素的智能化等级区分等；模型规范涉及数据模型、数据采集、数据质量等模型及表征参量的规范构建等。目前国内已启动了光网络智能化分级和测评工作，同时在CCSA TC6、TC7和TC610等标准工作组设立了多个标准类研究课题和项目，初步完成了智能分级评估方案，并积极开展评测工作。

总体而言，作为偏向应用创新的技术方向，光网络开放智能特性尚处发展初期，未来发展节奏有待业界综合评估、按需推动。

光模块集成形态革新演进，硅光应用潜力巨大

光模块是数据中心、光通信网络等信息基础设施实现数据传输的基础必需单元，也是光子集成技术应用的典型对象。伴随着接口信号速率、交换机交换容量等逐步提升，一些挑战开始出现。如当交换机容量达到51.2Tbit/s及以上时，接口将出现800Gbit/s及以上速率需求，可插拔式光模块在系统集成度、功耗等方面面临挑战，如何进一步优化光模块及适配设备的集成度、能耗和成本等成为关注的热点。

针对该问题，目前业界主要围绕两个维度寻求解决方案：一是持续探索可插拔光模块及设备整体架构的新技术途径，进一步提升集成度并降低能耗；二是尽可能压缩光模块和交换机等设备的芯片间电域信号传输距离，典型的实现方式如板上光学（OBO）和光电合封（CPO）等。两种方式的共性是设备面板直接出光，典型的差异是板内设备芯片与光模块组件的集成形态不同，其中OBO将两者放置在共同PCB板上，而CPO则将两者直接共同封装在一起，以进一步提升集成度并降低能耗。

近两年在OFC/ECOC等国际光通信顶级会议上，除了基于OSFP、QSFP-DD800等不同封装的可插拔800Gbit/s光模块不断亮相之外，CPO模块封装形式同样成为关注热点，Intel、Broadcom、Ranovus、Scintil Photonics、Molex等公司展示了基于CPO形态的不同产品或技术方案，国内主流光模块厂商积极跟进，OIF、IPEC、CCSA等标准化组织也已启动相关标准规范工作。

鉴于硅光技术具有高集成度、高速率，以及与现有COMS工艺兼容性好等特性，目前公开的CPO产品主要基于硅光技术实现。业界一致看好硅光未来发展潜力，预计将与III-V族半导体集成技术并存发展，中国信通院也联合上海新微、中科光芯、中兴光电子等单位基于专项支持构建了面向5G的光电子芯片与器件技术公共服务平台，主要开展硅光、III-V族激光器等基础工艺和检测验证等共性技术研究，并提供公共服务。

总体来看，未来几年800Gbit/s及以上速率光模块将以可插拔和CPO两种形态并存发展，基于CPO的应用占比预计将逐步提升，其中硅光是关键支撑技术之一。

从“东数西算”甘肃节点看中国电信的算力调度探索与实践

■ 中国电信股份有限公司研究院 解云鹏 马思聪
中电万维信息技术有限责任公司 田毅 张秀娟 何秀文

当前，“东数西算”是国家第四大跨区域的资源调配超级工程，着眼于当下数字经济发展的数据以及算力，通过打通全国高速互联网络，整合优化全国算力资源，推动东西部地区算力需求与土地、能源等资源的互补与匹配，对于我国数字经济的可持续发展具有至关重要的意义。

“东数西算”业务场景

“东数西算”业务场景需求如图1所示，“东数西算”需要高质量的网络连接，需要更合理的资源布局，数据中心与

基础网络之间需要协同供给，用户需要计算、存储、网络的一体化服务。

“东数西算”场景的核心诉求与中国电信云网融合的发展思路高度契合，中国电信践行国家战略目标，积极落实国家“东数西算”工程，全方位部署数据中心、DCI网络、算力和天翼云，前瞻性布局算力网络，实现“2+4+31+X+O”层次化部署，并在甘肃等地开展算力调度平台建设，同时推进天翼云西北节点、庆阳大数据中心、西安-庆阳-中卫/银川光缆工程、庆阳-西安-郑州光缆工程等建设工作，在差异化定位的基础上，通过构建数据中心、云计算、大数据一体化

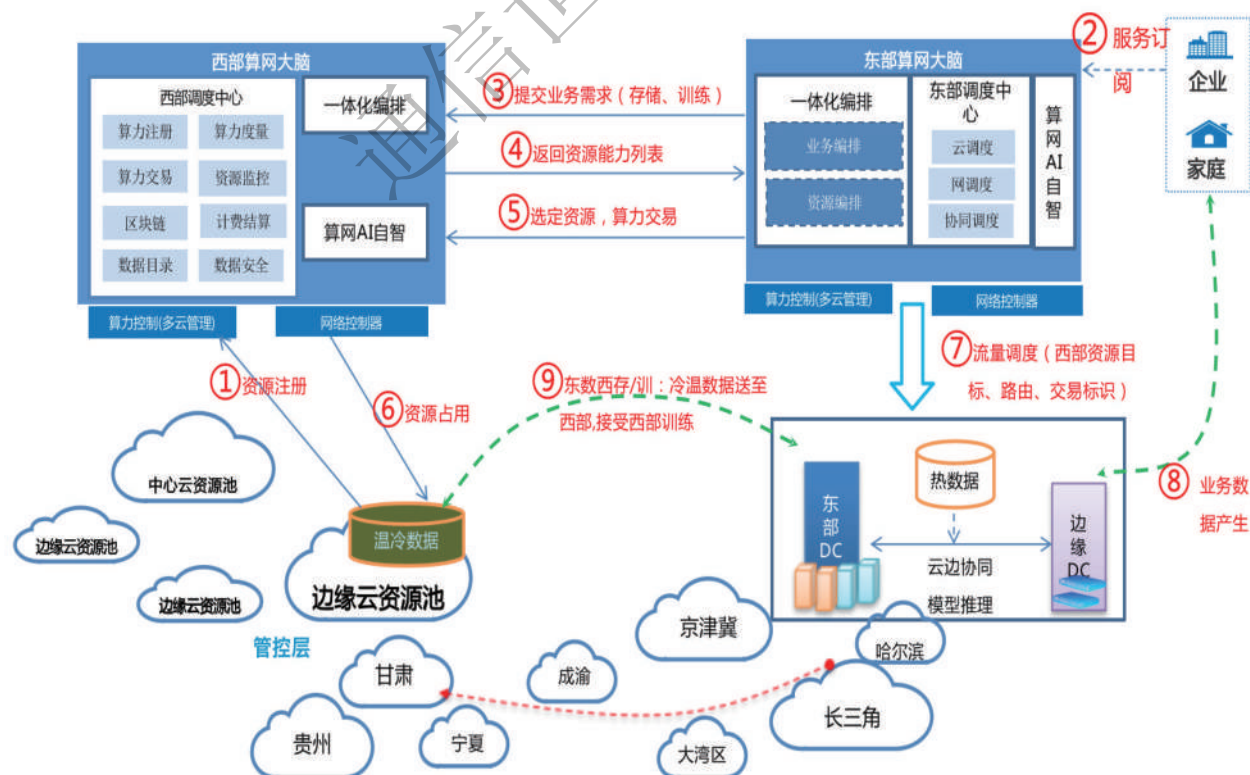


图1 “东数西算”业务场景需求分析

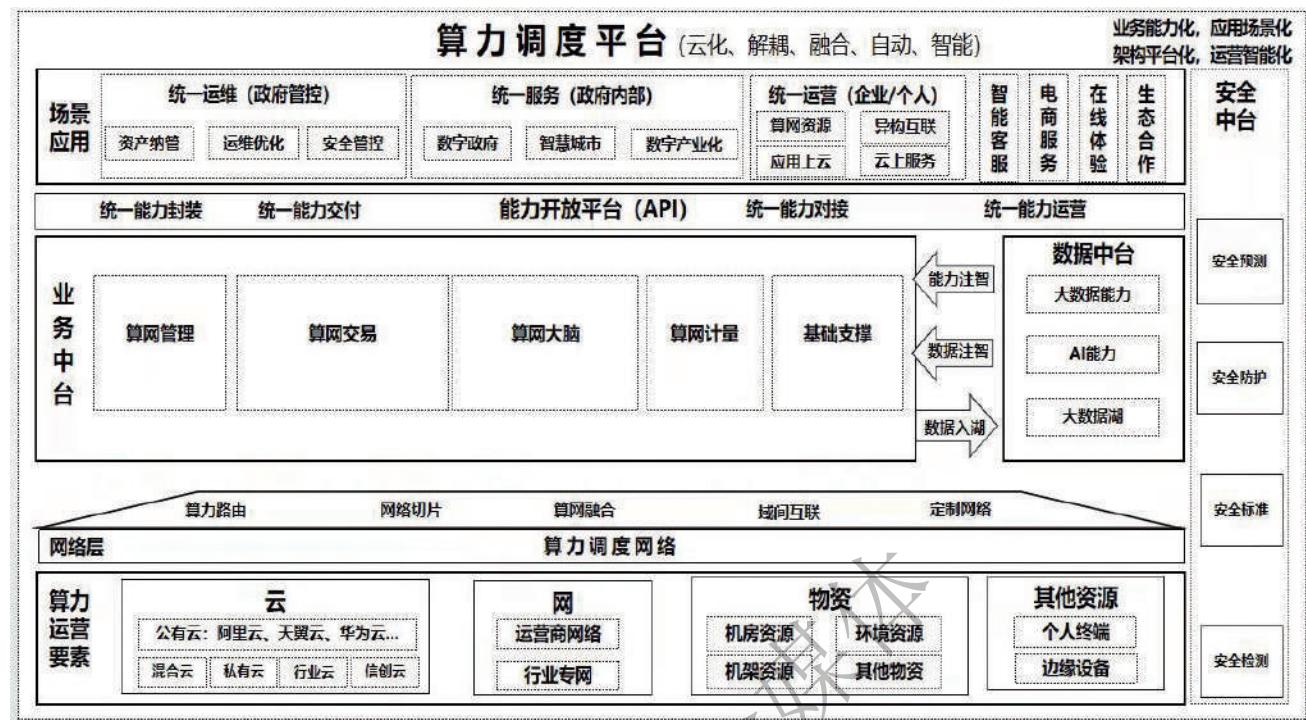


图2 算力调度平台架构

的新型算力网络体系，将东部算力需求有序引导到西部，优化数据中心建设布局，促进东西部协同联动。

算力调度平台架构

甘肃省算力调度平台是中国电信打造的“东数西算”一体化算力调度平台，目标是打造高速泛在、天地一体、云网融合、智能敏捷、绿色低碳、安全可控的智能化综合性数字信息基础设施，面向全国用户实现云网业务的统一受理、统一交付、统一呈现，通过“云调网”与“网调云”两种技术路线，实现云业务和网业务的深度融合供给，满足用户一体化服务需求。算力调度平台架构如图2所示。

算力调度平台架构分为算力运营要素、算力调度网络、天翼云技术底座、业务中台、安全中台和场景应用等部分，具体如下。

算力运营核心要素包括云、网、物资及其他资源，其中云资源包含公有云、私有云、行业云、电信专属云、信创云、天翼公有云等各类异构云资源；网资源包含运营商骨干网及算力专网；物资资源主要包含机房资源、机架资源等；在未来规划中还将包含个人终端以及边缘设备算力资源。

算力调度网络是实现云网融合、算网一体调度的基础，通过算力网关、算力路由、算网融合及算网控制等网络关键技术，为上层云网一体化调度提供服务能力。其中，算力网

关作为算力资源在网络中的接入点，通过BGP协议扩展技术将算力网络中的各算力网关连通，进而获取所有纳管范围内的云资源池及算力路由信息。云网采控组件获取算力网关收集的数据，将作为算网编排及调度的数据基础。

天翼云4.0带来了算力、存储、网络的全面提升，依托5G+行业云，重点覆盖社会管理、公共服务、生态环境、经济调节等产业上云场景，助力千行百业数字化转型。甘肃省算力调度平台拥抱天翼云4.0成熟的技术底座，为平台的高效研发和稳定运行奠定基础。

业务中台作为甘肃省算力调度平台的内核，主要包含算网管理、算网计量、算网大脑等组件。算网管理通过异构多云纳管技术及网络管理技术实现对异构云和网络的统一管理，为算力交易提供交易对象；算网计量的度量计算使得算力交易成为可能；算网大脑在算力一体化编排、算网采控等关键技术的基础上，实现算力资源最优策略的编排和高效调度。

安全中台采用先进安全理论，对系统进行全方位监测预警，认清风险、找出漏洞、通报结果。该平台集人防、物防、技防和联防于一体，赋能规划、设计、研发、交付、运维全生命周期，实现全方位安全态势感知，筑牢全天候网信安全屏障。在主机、应用、网络、数据、终端5个方面，采用平台对接的技术工具对关键指标进行扫描、监测和采集，识别存

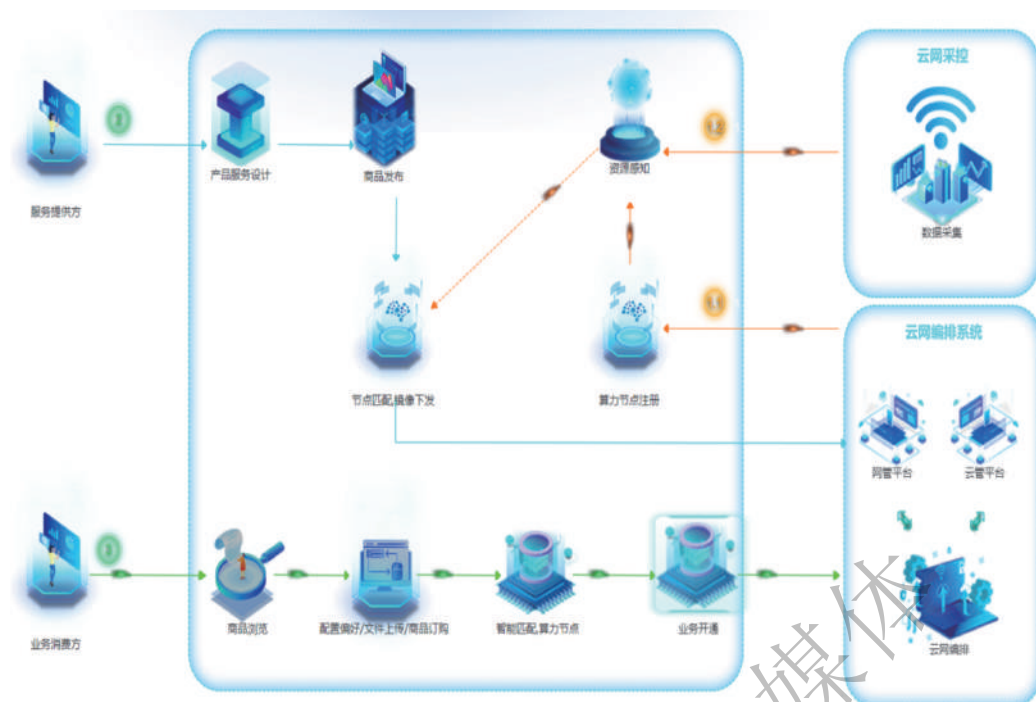


图3 算力交易流程

在风险。在人员、制度体系和专项工作3个方面，通过人工审核评分的方式，对现有人员培养、制度体系和工作落实完成情况进行评价。综合技术指标和人工评价，最终形成安全得分，该安全得分能全面准确地评估组织在网络信息安全各个层面存在的风险，能为未来的安全工作规划提供数据支撑。

甘肃省算力调度平台参照电信新一代云网运营业务系统设计原则，基于“能力与应用分离、应用与数据分离”的云化解耦思路，遵循“中心化、服务化”的架构原则，将贯穿业务运营、服务、管理全流程的云网核心能力沉淀为中台能力，面向政府、企业/个人灵活构建上层算力应用，提供丰富的业务应用场景。

平台核心服务能力

甘肃省算力调度平台提供集云、网、数、智、安等多要素于一体的融合性服务能力，实现包括算力注册、算力纳管、算力交易、算力编排、算力调度及算力监管等环节在内的全流程闭环服务体系，为用户提供一键入云、跨域部署等服务体验。

算力注册

算力资源供应商通过算力服务门户实现算力资源和算力服务的注册，目前甘肃省内各类云、数据机房均以注册方式接入算力调度平台，实现零散算力的集约化。

算力注册流程包含注册企业信息、注册算力信息、注册算力服务信息、注册价格信息、算力网络接通和算力资源纳管。通过注册完成对于供应商的用户画像，以及算力资源、算力服务的标签化管理，形成算力指标体系，通过算网一体化编排技术更智能、更精准地为算力消费者匹配最优资源。

算力纳管

算力纳管聚焦研发多云共管、云网协同等一体化云网系统，通过对计算、存储、网络、容器等资源的多层面协同编排，实现多云资源统一部署、运维及运营管理，形成包括公有云、私有云、容器云、信创云在内的一体化云服务能力。通过异构云纳管技术已实现对ZStack、OpenStack、Fusion、VMware等十多种类型的云资源以及容器类资源的纳管。

算力纳管功能包括计算、存储、网络资源的统一管理、面向资源的运维管理、以软件和基础设施资源的统一和自动交付为目标的资源编排管理、面向资源服务化过程的运营管理、基础设施云的租户和用户管理等，为资源的使用者提供服务门户，也为资源的管理者提供体验一致的管理能力。

算力交易

算力交易是指将算力提供方的各类算力资源，按需提供给算力消费方，包括但不限于算力提供方的资源接入、对算力消费方的资源需求和各类业务/应用场景需求的解析等，为算力使用方匹配最佳资源。算力交易流程如图3所示。

通过算力运营平台完成算力服务产品的上架，基于云网采控组件采集的资源及节点信息，将商品发布到云网管理平台，消费者通过算力服务门户完成购买。

算力服务门户是集中展示算力资源及算力服务产品的一体化服务平台，消费者可以根据自己的算力需求完成订购。在算力服务门户的后台，基于消费者的算力需求及偏好

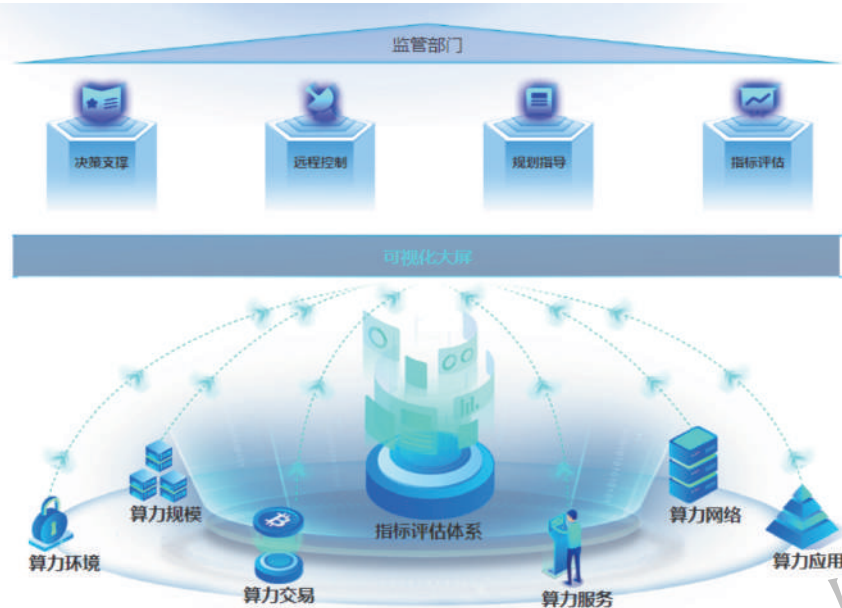


图4 算力监管架构

智能匹配算力节点。

算力编排

作为算力调度平台的核心能力组件，算力服务编排支持云网编排及服务的策略管理。

“东数西存”场景算力服务编排的流程如下：东部算力产品服务商在甘肃省算力调度平台注册算力产品，将业务服务根据算力需求（时延、带宽、算力类型、算力大小等）进行拆分，比如可以将高时延、大算力的服务部署在西部算力资源池，将低时延、小算力的服务部署在更靠近最终用户的东部资源池，满足算力业务多样化需求。

算力调度

算力调度也是算力调度平台的核心能力组件，依据算力消费者的算力需求，通过云网编排技术匹配最合适的算力资源池和网络链路，依托网络控制组件完成云网资源调度。

算力监管

甘肃省算力调度监管平台包含算力网络、算力规模、算力环境、算力应用、算力交易、算力服务等六大指标体系，通过可视化大屏的形式，为监管部门提供决策支撑、远程控制、规划指导和指标评估。算力监管架构如图4所示。

算力网络实践

中国电信在西部甘肃节点积极推进算力网络的试点工作，目前已完成“东数西渲”和域内跨资源池存储等场景的落

地与验证。

“东数西渲”场景聚焦三维重建业务，东部（江苏南京）用户利用相机采集大量环境视频或图像数据，通过跨域网络上传到西部（甘肃兰州）节点，利用西部GPU算力进行大量计算和模型渲染，通过三维重建生成大型点云地图，东部节点仅需通过地图标注服务访问西部渲染完成的结果模型即可，形成“东数西渲”的东西合作模式。域内跨资源池存储作为自营的存储服务，通过算网融合调度实现跨资源池存储，该服务适用于医疗影像数据备份、短视频存储、AI模拟训练数据等冷数据备份场景。

该方案网络层面主要包括西部的

甘肃省算力调度专网、CN2-DCI骨干网络以及东部的江苏南京城域网MCN网络，管控层面包括甘肃省算网调度平台、骨干网CN2-DCI控制器以及南京城域网控制器，各资源域网络控制器对接算网调度平台中的算网编排系统，同时借助部署在各资源池节点的电信自研算力网关，获取纳管范围内的算力资源池及算力路由信息，实现对云网资源的全局统一管控和调度。

“东数西渲”目前实践的场景可覆盖600多个商业综合体、30多个景区/博物馆。域内跨资源池存储场景目前已经纳管甘肃省内存存储资源近3000 PB，提供用户直接订购存储服务并使用的能力，同时也提供统一对外接口，方便用户嵌入第三方平台业务使用。

两个场景的落地实践具有代表性的意义：一方面是中国电信在“东数西算”领域开展的创新尝试，在省内建设的算力专网及算力资源调度实践，充分验证了算力网络落地的技术可行性；另一方面通过算力调度平台实现甘肃全省算力资源的统筹调度，打造全栈算力服务，全面提升IT资源利用率，助力产业数字化及数字产业化发展。

算力作为数字经济的核心生产力，已成为全球战略竞争的新焦点。中国电信作为网络强国和数字中国建设的主力军，将坚决履行在社会经济数字化升级和“新基建”工作中的责任和担当，全面实施“云改数转”战略，强化算力网络技术创新，持续深入开展算力网络的应用实践，加快算力基础设施的建设与升级，打造有中国特色的“东数西算”示范工程。

确定性承载技术发展现状与挑战

■ 中国信息通信研究院技术与标准研究所 赵俊峰 李芳 赵文玉

随着行业数字化转型的加速推进，产业互联网需提供更多的确定性业务。在国家政策、技术发展和行业应用需求等多方因素驱动下，确定性网络成为热点方向之一。在政策方面，工业和信息化部发布了《工业互联网创新发展行动计划（2021—2023年）》，明确提出了“探索云网融合、确定性网络、IPv6分段路由（SRv6）等新技术部署”的发展策略；在技术方面，3GPP R17和R18探索了L2和L3内生确定性能力；在行业应用需求方面，面向5G虚拟专网和行业专线承载的工业控制、智能电网等应用场景，提出了端到端确定性承载需求。本文将以确定性承载的范畴和内涵为基础，分析确定性承载技术发展现状，提出确定性承载技术体系和评测体系。在此基础上，重点分析确定性承载技术发展面临的主要挑战，并提出技术发展建议。

确定性承载的范畴与内涵

端到端确定性网络包括确定性有线/无线接入网、确定性承载网、确定性核心网和业务网（见图1）。确定性承载网络的范畴涉及5G承载、算网融合/云网融合业务承载和行业专线专网场景，包括确定性增强的IP网、以太网和光传输网技术。

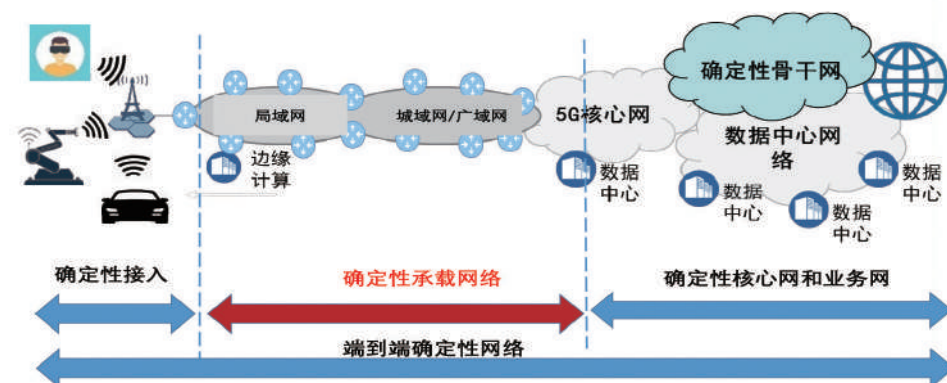


图1 端到端确定性网络示意

从服务和技术两个维度出发，确定性承载的内涵可概括为5个基础能力和5个关键特性（见图2）。

确定性承载的5个基础能力包括资源预留/调度、时延/抖动控制、确定性路由和转发、精准时频同步、保护和恢复能力。确定性承载的5个外在关键特性包括时延确定性、带宽确定性、安全隔离性、高可用性和时频同步精度。其中，时延确定性需具备确定性的时延（即时延的上界）和确定性的时延抖动（即时延的上界和下界），部分确定性业务要求低时延、低抖动特性。

确定性承载技术体系

随着确定性承载需求的逐步显现，业界积极开展相关技术研究，覆盖L0—L3层的各类技术不断涌现。总体来看，确定性承载网络按照TDM和分组融合两类技术不断演进，构建了多层多域的确定性承载技术体系（如图3所示）。

TDM类技术主要包括工作在L0—L1层WDM/OTN/FlexO、ROADM/OXC、MTN及L1.5层的FlexE技术。其中，WDM/OTN和ROADM/OXC主要面向城域和广域的高速互联场景；MTN主要面向城域的5G回传和专线承载场景。

FlexE技术可应用于城域或广域场景，提供接口级的硬隔离承载。

分组融合类技术是在原有分组转发机制中引入时隙/周期交换机制，实现确定性能力。最典型的技术包括工作在L2层的TSN（时间敏感网络）技术，其主要面向局域实现音视频和工业控制业务的确定性承载。确定性网络在L3层的扩展包括

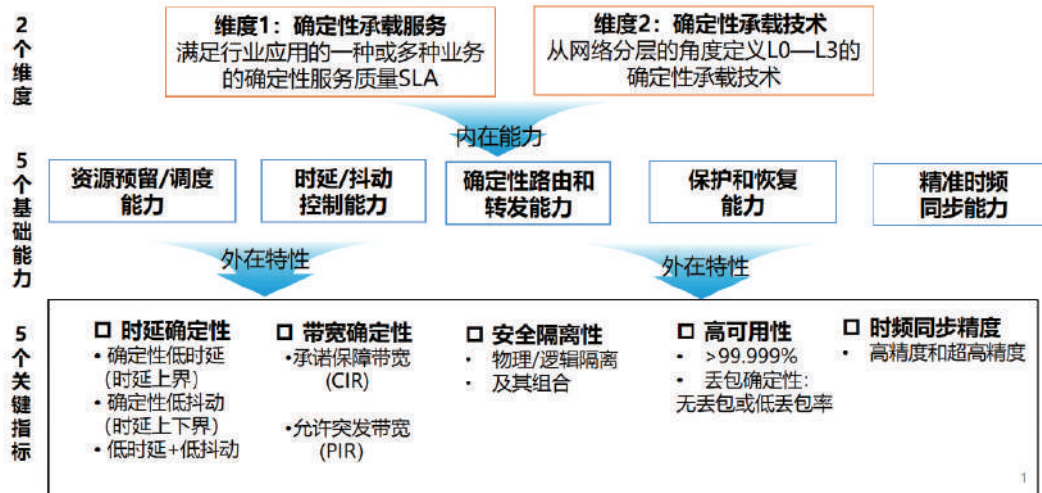


图2 确定性承载网络的内涵

DetNet和确定性IP技术。DetNet支持跨域TSN网络的互联，并提出了工作在IP/MPLS L3网络上的确定性技术架构。确定性IP技术通过采用循环周期转发、集中资源调度、全网时频同步等机制，实现IP网络内确定性和非确定性业务的混合承载。

确定性承载技术和标准化发展现状

目前，国内外多个标准化组织正在积极开展确定性承载技术的标准研究。以下将从技术机制、技术标准和应用部署等方面分析典型确定性承载技术的发展现状。

(1) IEEE的TSN技术

面向局域场景的工业控制和车内互联需求，TSN系列标准体系已基本形成。目前，TSN行业应用扩展成为标准化的重点方向。TSN是针对时间敏感业务提供的以太网局域承载方案。IEEE 802.1Q中包含了时间同步、转发时延控制、业务可靠性及资源管理4个TSN通用标准组件。近期，IEEE 802工作组开展了TSN行业应用特性的标准化工作，包括TSN应用到前传场景的IEEE 802.1CM 2.0、基于TSN车联网应用的IEEE 802.1DG及针对航空应用的IEEE 802.1DP/SAE AS6675等。此外，IEEE 802工作组与3GPP、IETF等标准组织共同推进了5G over TSN、TSN和DetNet网络互通等技术方案的标准化工作。

在应用部署方面，TSN相关的测试、推广及产品认证工作正在有序开展。我国的工业互联网产业联盟（AII）整合了相关组织和技术资源，为联盟成员提供测试平台并致力推进TSN标准在垂直行业的应用。但TSN技术自身的局限性导致其不能在城域和

了TSN部署的可扩展性。

(2) IETF的DetNet技术

针对广域确定性场景，IETF DetNet工作组制定L3层确定性网络技术。近期，增强DetNet和大规模确定性组网技术成为业界关注焦点。2015年IETF创建了DetNet工作组。目前，DetNet标准体系框架已经初步确立，包括架构、用例、安全、信息模型和IP/MPLS数据面等标准已制定完成。针对转发面队列技术及大规模组网需求，近期IETF已将增强DetNet（EDN: Enhanced DetNet）写入工作组计划，EDN相关标准将成为后续DetNet工作组的新重点。

在应用部署方面，基于现有DetNet技术标准体系，国内设备厂商研制开发了DetNet和增强型DetNet设备。目前，相关厂商已完成了设备样机研发并实现了在规模试验网上的部署开通。总体来看，目前的DetNet和增强型DetNet设备均采

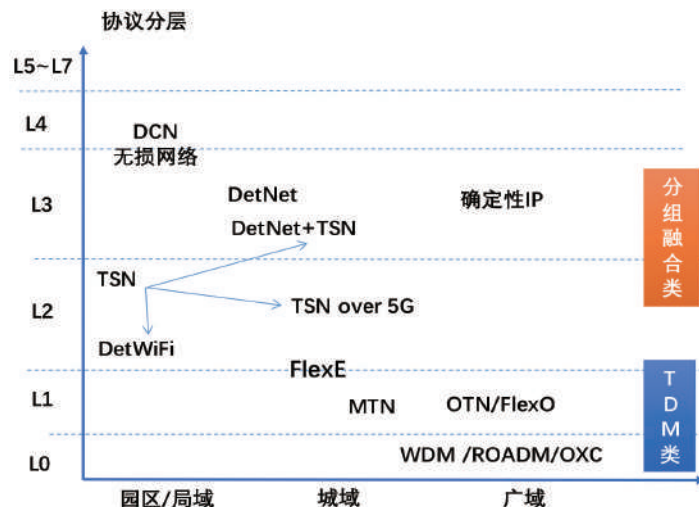


图3 确定性承载网络技术体系

广域网中部署应用。TSN提出了全网精确时间同步、光纤链路“零时延”和复杂门控配置等需求，仅小规模局域网即可满足以上要求。TSN目前仅支持FE、GE、10GE接口速率，网络转发跳数受限等因素也限制

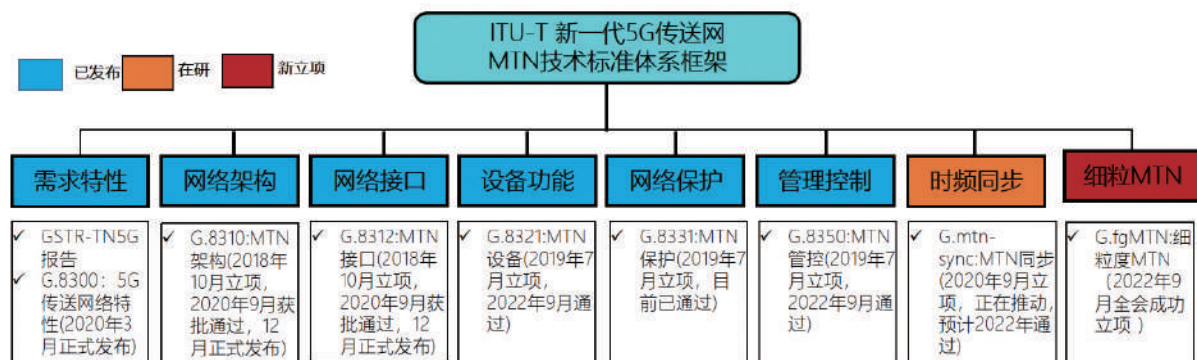


图4 ITU-T MTN系列标准

表1 确定性承载技术对比分析

技术类型	网络范围	接口类型(网络侧)	安全隔离	时延特性	抖动特性	可靠性特性	同步特性	成熟度
分组类融合技术	L2层IEEE TSN 局域网	以太网接口	分组软隔离(队列)+时间片硬隔离	N×门控周期(典型周期125us)	802.1Qav为ms级, 802.1Qbw/Qch为±N×门控周期(典型周期125us)	可通过业务层复制消除机制支持零丢包	要求时间同步, 同步精度1us	技术标准成熟, 产业链成熟
	L3层IETF DetNet 城域 IP/MPLS, 单一管理域	以太网接口	未定义	未定义, 依赖底层技术	未定义, 依赖底层技术	可通过业务层复制消除机制支持零丢包	未定义	技术标准较成熟, 样机和实验网部署
	L3层CCSA DIP 城域/广域IP	以太网接口	分组软隔离(队列和VPN)+周期硬隔离	N×D(转发典型周期10us)	端到端30us级别(和节点跳数无关)	未定义	要求时间同步, 精度ns级别	行标正在制定, 样机和实验网部署
TDM类通道技术	L1层FlexE 接口 / MTN 城域	以太网/MTN接口	TDM通道硬隔离, MTN为5G颗粒	5G颗粒, N×D(D为节点转发时延, 典型5~20us)	5G颗粒, 1~10us	支持50ms保护倒换, 支持逃生路由保护	以太网频率±100ppm, IEEE 1588v2: 1us	技术标准成熟, 产业链成熟
	L1层 OTN/FlexO 接口 城域/骨干光网络	OTN接口	ODUK容器硬隔离, 1.25G颗粒	节点时延约20~50us, 具体与承载业务ODUK容器大小有关		支持90ms保护倒换, 支持控制平面路由	支持, 同步精度ns级别	技术标准成熟, 产业链成熟

用了SRv6和循环周期队列技术,但在时钟同步、周期映射和周期设置等方面存在显著差异。如何推动技术方案收敛,实现设备互通组网将是后续工作的重点。

(3) CCSA的确定性IP技术(DIP)

面向广域长距离确定性应用需求,CCSA TC3开展了确定性IP和确定性承载网络的标准化工作。现阶段,确定性IP系列标准已基本稳定,确定性承载网络的技术标准化仍处在起步阶段。确定性IP技术通过在统计复用分组转发技术中增加周期性的排队和转发机制,获取数据传输的较小时延抖动的上限。CCSA TC3于2019年开始制定DIP系列行业标准。目前,确定性网络相关的标准涉及DIP总体架构和技术要求、控制面技术要求、DIP设备技术要求及设备测试方法等。近期,CCSA TC3开展了确定性承载网络相关标准的研制工作,包括确定性承载网络的业务质量指标与评估方法、网络操作维护两项行标。

在应用部署方面,确定性IP现在处于标准研制和技术研究阶段,尚无商用案例,但已开展规模试验网测试验证工作。紫金山实验室牵头发布了DIP在CENI的试验,中国电信联合华为发布了DIP在工业远程控制场景的应用,共同推进确定性网络的进一步发展。

(4) ITU-T的MTN技术

技术

满足5G回传和行业专线确定性承载需求,MTN(城域传送网)成为ITU-T新一代传送技术标准体系。基于MTN技术的切片分组网(SPN)是中国移动牵头推动的多层融合分层交换网络技术。MTN技术由于采用了以太网L1层的TDM复用和交叉机制,业务直接根据L1层的TDM时隙进行复用和转发,因此可提供类SDH安全隔离、低时延和低抖动的确定性能力。

MTN技术已在ITU-T形成了一套完善的传送网国际标准体系。除同步(G.mtn-syn)以外,MTN接口、架构、保护、设备与管控等标准已陆续获得通过,标志着MTN系列标准基本完成。在2022年9月召开的ITU-T SG15全会上,细粒度MTN

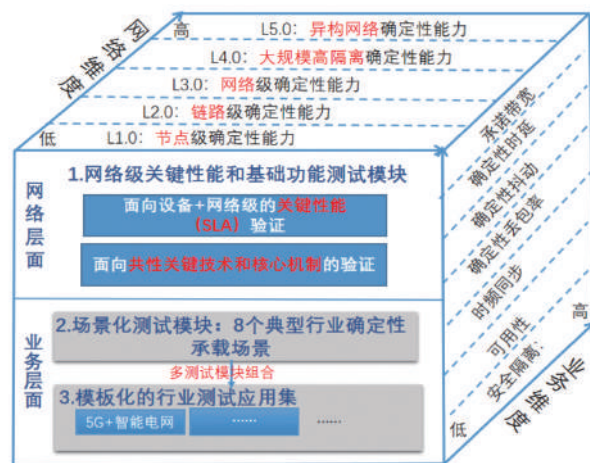


图5 确定性承载D-cube评测体系

(G.fgMTN)成功通过了立项(见图4)。

目前,SPN设备已实现了大规模商用部署,在技术标准、芯片、设备、仪器仪表、网络部署和行业应用方面已基本形成完整的产业链。

(5) ITU-T的OTN/FlexO技术

OTN技术具备高速大带宽、硬隔离和低时延抖动的确定性承载能力。通过将不同类型、不同速率的用户业务封装映射到ODUk容器,OTN技术实现对多种业务的统一承载,并支持复用至单波长100G/200G/400G及以上速率的高效传输。FlexO技术通过特定的帧格式处理,用N×100G接口实现超100G信号的传输。OSU(光业务单元)技术突破了现有OTN的1.25Gbit/s时隙限制,采用新型帧结构对现有ODUk净荷进行划分,支持小于1Gbit/s速率确定性业务的承载。目前,OSU技术正在ITU-T SG15开展技术标准化工作。

(6) 确定性承载技术对比分析

现阶段,L0—L3层的确定性网络技术在应用场景、技术成熟度和产业化水平上均存在差异(见表1)。总体来看,基于TDM机制的L0—L1层技术的成熟度和产业化发展相对较好,基于分组机制的L2—L3层技术的发展和标准化程度仍需进一步加强。TDM类技术体现较好的带宽隔离、低时延和低抖动特性,但在复杂组网下业务的动态路由、灵活连接和网络统计复用能力方面需进一步提升。对于分组融合类技术,如何实现在规模组网下确定性与非确定性业务多流混传时的确定性特性保障成为技术研究的重点。

确定性承载评测体系的探索与研究

基于对确定性承载技术、标准、应用场景和业务性能指标等综合分析,中国信息通信研究院提出了面向网络和业务两个维度的确定性承载D-cube评测体系(见图5)。

D-cube评测体系的网络维度主要面向运营商和设备商等开展确定性承载网络整体特性和关键机制的自评估。基于网络规模和技术能力划分了节点级、链路级、网络级、大规模高隔离和异构确定性网络5个等级。L1.0主要考察支持端口隔离、队列和SR技术的节点级确定性能力;L2.0体现了周期队列、多跳路径的确定性组网能力;L3.0更强调复杂、多点汇聚组网下的确定性能力;L4.0重点验证广域确定性能力,在混流规格、网络规模和复杂度上提出更高要求,并需满足管控面智能化和端到端硬隔离的要求;L5.0为异构确定性能力的考察,需实现多种异构网络的确定性协同,支持高等级的自治网络能力。业务维度重点面向运营商和行业用户的确定性业务

性能验证测试,提出了针对确定性典型应用场景和业务的测试应用集。D-cube评测体系针对每个场景和每类业务的承诺带宽、确定性时延抖动、确定性丢包率、时频同步和安全隔离特性划分了评测等级。

确定性承载技术发展面临的挑战和建议

总体来看,确定性网络发展挑战与机遇并存,未来两年成为技术和产业发展的关键期。随着各类确定性技术的不断涌现,确定性理念已被业界逐步接受。关注度的不断提升给确定性网络的发展带来新机遇。设备商、运营商和垂直行业相继开展了应用示范项目,但在技术和产业化应用方面仍面临挑战,需重点加强以下4个方面的工作。

(1) 端到端确定性承载仍需加强核心技术研发攻关。确定性网络具备端到端特性,涉及园区、城域、骨干网中不同网络技术方案协同。现阶段的技术发展,无一种技术可实现“一网到底”,如何提供跨域的端到端确定性承载能力面临挑战。异构网络的融合组网和协同管控将成为后续技术研究的重点,需加强核心技术研发和创新攻关。

(2) 全场景、大规模组网下的确定性承载技术需充分验证。目前,确定性技术仅能实现简单组网、可预期流量模型下的确定性能力,大规模商用级确定性面临较大挑战。DetNet和DIP推动了分组技术在广域确定性场景的应用探索和尝试,还需继续在大规模、长距离、全场景的组网拓扑和复杂流量模型下,针对资源预留、业务路径优化及时延队列调度算法等开展充分的实验验证。

(3) 确定性承载技术的标准化工作需加强统一规划和协调推动。DetNet和DIP技术的发展仍处在多技术方案竞争阶段。尽管采用周期循环转发和SRv6已基本达成共识,但在时钟同步、周期映射方式等方面仍存在显著差异,无法实现基于标准化方案的设备互通组网。DetNet和DIP技术应加速技术收敛,尽快达成产业共识,需加强国内确定性承载标准体系规划,并推动国内和国际标准协同开展。

(4) 业界需进一步探索广域规模化的确定性业务和应用场景。目前,确定性网络产业应用多为典型场景的零散业务。业界需进一步探索广域规模化的业务应用场景,加快确定性技术和产业迭代发展。未来两年是确定性网络产业发展的关键期,需实现大规模确定性网络技术和应用场景的突破,才能真正推动确定性网络产业的加速发展。

综上所述,确定性承载技术发展将是一个不断演进的过程,需要业界加强合作,共同应对挑战,协同推动确定性网络标准化和技术落地工作,共同促进确定性技术发展与产业壮大。

700MHz频段带内阻塞干扰 规避方案部署策略研究

■ 中国移动通信集团设计院有限公司 杨丽 张琪璇 尧文彬
北京工业大学 刁敬源

自2019年5月中国移动和中国广电首次启动5G合作会谈、探讨合作事宜之后，双方基于“加快促进5G发展、共同维护行业价值”的共识，于2020年5月20日联合签署5G共建共享合作框架协议，确定了700MHz频段网络建设计划。

作为5G网络的基础覆盖层、VoNR的主力承载网，700MHz具备广覆盖和深度覆盖能力“双强”的优势，可有效提升用户上行体验，因而被业界称为是5G NR的“黄金频段”。但由于5G 700MHz上行频谱（703MHz—733MHz）与中国广电广播台站频谱（694MHz—702MHz）相邻，在台站700MHz频段未完全清频的情况下，将会对附近5G 700MHz基站造成阻塞干扰，严重影响5G 700MHz通信基站的网络性能，降低用户体验。

随着国内5G 700MHz网络大规模、加速部署，广播台站下行信号对5G 700MHz基站的干扰问题，也向传统5G网络规划组网技术提出了新的挑战。因此，研究如何避免台站下行信号对5G 700MHz基站的干扰问题是非常必要的。

带内阻塞干扰原理

在异构网络场景下，当接收频率两旁的强干扰信号和有用信号同时输入接收机前端的低噪放大器时，强干扰信号会

使接收机链路的非线性器件饱和并产生非线性失真，造成阻塞干扰。

如图1所示，在广播台站与5G 700MHz共存的通信系统中，由于台站频谱与700MHz上行频谱相邻，极易出现广电下行信号与5G终端上行信号同时落入700MHz通信基站接收机前端低噪放大器的情况。5G 700MHz基站接收电平如果超出厂家设备抗阻塞能力（如广电下行信号电平超出了放大器的输入动态范围），可能会导致放大器对微弱的5G终端上行信号放大倍数降低，甚至完全抑制，从而严重影响接收机对5G终端上行信号的放大能力，甚至可能出现相应700MHz频段不可用的现象，严重影响700MHz频段网络使用效率。

700MHz频段带内阻塞干扰影响距离研究

700MHz频段无线传输模型

地面数字广播电视塔与5G 700MHz基站之间的位置关系如图2所示，图中 d_{2D} 和 d_{3D} 分别表示地面数字广播电视塔与5G 700MHz基站之间的实际距离和两个基站收发端天线之间的直线通信距离， h_{DTMB} 和 h_{BS} 分别代表地面数字广播电视塔天线的有效高度和5G 700MHz基站接收天线的有效高度。

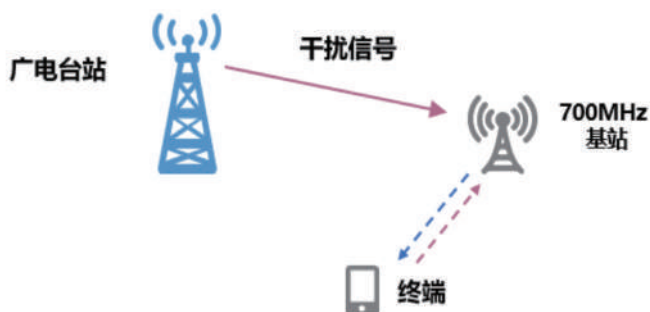


图1 广电台站对5G 700MHz基站干扰

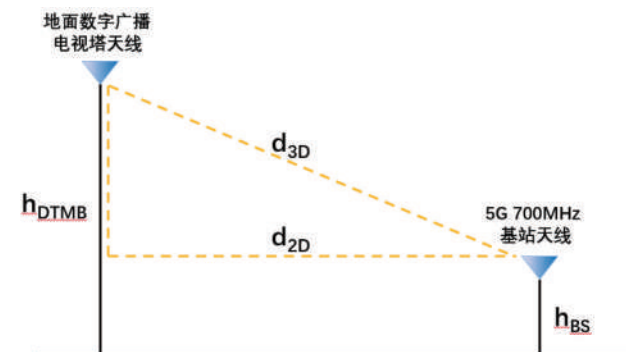


图2 地面数字广播电视塔与5G 700MHz基站之间的位置关系

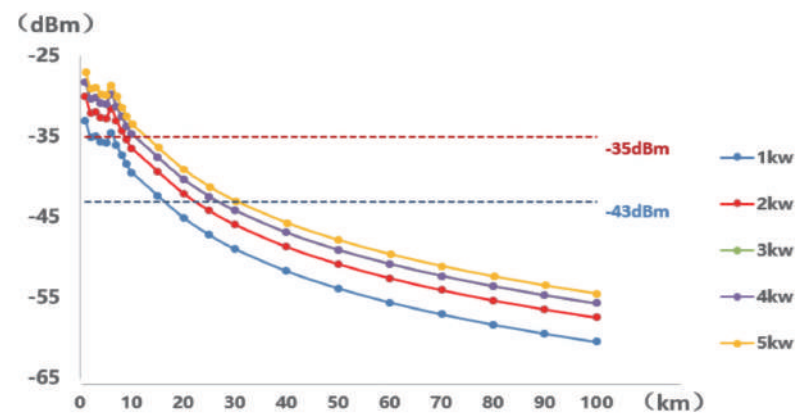


图3 不同台站发射功率到达700MHz 5G基站的电平值

考虑到地面数字广播电视塔与5G 700MHz基站之间的链路传播特性，且两者间基本无遮挡，本文选取3GPP TR38.901 UMa-LOS模型作为700MHz通信系统的无线传播模型。

700MHz频段带内阻塞干扰影响距离研究

下文从理论研究、外场测试两个方面出发，分析广播台站下行信号对5G 700MHz基站的干扰影响，并给出可能的700MHz带内阻塞干扰影响距离。

●基于理论研究的700MHz带内阻塞干扰影响距离

最大耦合损耗（MCL）作为系统可以正常工作的最大损耗，已被3GPP列为评估无线接入技术覆盖距离的指标。为了避免地面数字广播电视塔发送下行信号时产生的辐射对5G 700MHz基站造成阻塞干扰，系统的信道传输损耗需要大于MCL。

据调研，目前中国广电台站发射功率分别为1kW、2kW、3kW、4kW、5kW，同时考虑典型城区场景，典型广播台站（高150m）、典型5G 700MHz基站（高25m），分距离、分发射功率计算5G 700MHz基站接收到的广播台站下行信号电

平值如图3所示。

根据3GPP TS 38.104协议，700MHz基站接收到的台站下行信号电平超过-43dBm时，接收机灵敏度将恶化6dB以上。考虑广播台站典型发射功率1kW，如果以-43dBm作为带内阻塞指标值，对应广播台站周围至少20km以内的5G 700MHz基站将受到阻塞干扰。但从当前主流主设备厂家发布的设备能力参数来看，700MHz设备带内阻塞指标可以做到-35dBm左右，抗带内阻塞能力更强，对应700MHz基站受广播台站影响的距离也将降至约10km。

●基于外场测试的700MHz带内阻塞干扰影响距离

以国内某运营商700MHz带内阻塞干扰外场测试数据看，当5G 700MHz基站距离发射功率为1kW的广播台站6km左右时，相应外场测试接收电平在-45dBm左右；当距离为60km左右时，相应外场测试接收电平在-65dBm左右。

鉴于现网广播台站与700MHz基站之间距离呈现出单一化、固定化的特点，较难直接测试出700MHz阻塞干扰电平临界点对应干扰影响距离。为全面、客观评估现网外场环境下700MHz带内阻塞干扰影响距离，本文综合考虑上述情况，在广播台站与700MHz基站间隔距离相同前提下，根据理论推导与外场实测约有5dBm~10dBm的接收电平差异，初步得出台站周围至少2km以内的5G 700MHz网络可能受到强阻塞干扰影响。

700MHz频段带内阻塞干扰规避方案及部署策略探讨

为了更好地应对广播台站对5G 700MHz基站的干扰，推动中国广电尽快清频无疑可以从根本上解决带内阻塞干扰

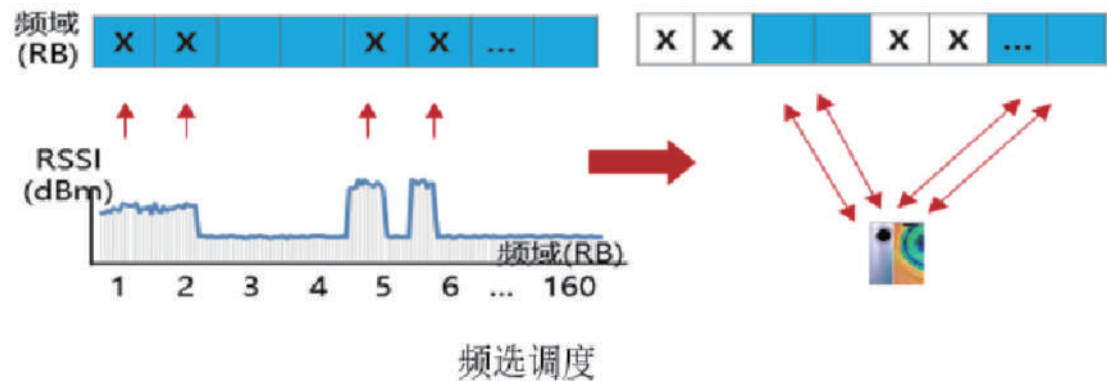


图4 RB级频选调度

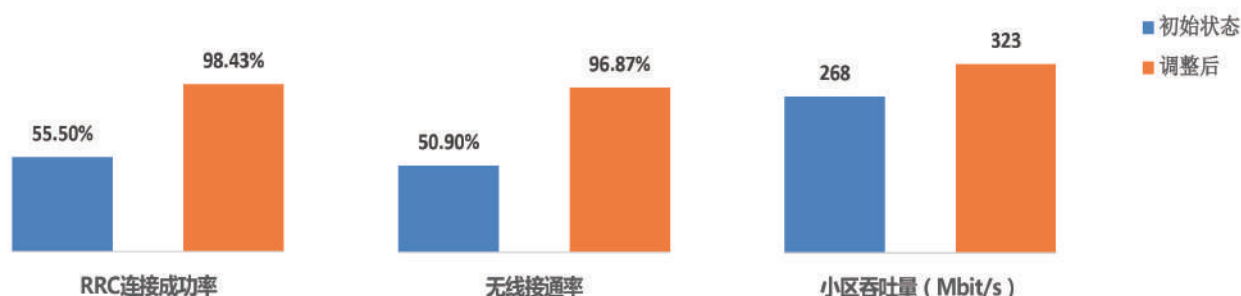


图5 阻塞干扰滤波器效果对比

问题。但考虑到广电较难在短时间内完成700MHz频段清频工作，可以结合阻塞干扰情况，分场景按需采用开启RB级频选调度、自适应配置阻塞干扰滤波带宽器等干扰规避手段，持续降低700MHz带内阻塞干扰影响，不断提升700MHz频段网络使用效率。

频选调度功能分场景部署策略

从干扰原理来看，频选调度功能通过RB级频选调度方式，综合考虑用户服务质量需求、干扰情况等因素，按需分配不同干扰程度的RB资源块，确保用户体验，如图4所示。

从部署策略来看，对于5G上、下行业务信道场景，中、远点用户优先分配干扰较低/无干扰RB，实现中、远点用户性能提升；近点用户按需分配被干扰RB，借助近点用户发射功率余量确保用户体验。但对于PDCCH控制信道场景，无论远、中、近点用户始终分配无干扰RB资源，确保控制信道传输准确，确保用户正常接入，进一步规避带内阻塞干扰对5G 700MHz频段影响，提升用户体验。

干扰滤波器自适应部署策略

从干扰原理来看，可以考虑利用阻塞干扰滤波器将干扰区信号与非干扰区信号隔开并独立解调，解调后非干扰区底噪可保持正常水平、不会抬升，同时配置阻塞干扰滤波器后可实现上下行带宽解耦（下行可用带宽30MHz，上行可用带宽15MHz），进一步提升700MHz频段中的30MHz带宽开启比例。

从部署策略来看，基于道路、天面扫频结果生成干扰图谱，并根据干扰情况在非干扰子带配置常规数字滤波器滤除强干扰频段，同时阻塞干扰滤波器上下行解耦功能可以根据干扰情况、业务需求分别给上下行配置不同的可用带宽，进一步提升700MHz频谱使用效率，提升700MHz分流比。

700MHz带内阻塞干扰规避策略收益情况

根据700MHz设备规范，700MHz基站接收电平如果超

出厂家设备抗阻塞能力，将导致接收信号时域波动较大。从理论分析情况看，根据数字信号处理原理，信号时域做FFT变换时将导致频域所有子带底噪均同步抬升，即700MHz部分未受到带内阻塞的非干扰区带宽也与受到干扰的干扰区带宽一样，底噪均会呈相同幅度的抬升。从国内某运营商测试情况看，干扰区典型接收电平为-85dBm~-70dBm时，对应系统底噪将抬升15dBm~20dBm，抬升幅度非常明显，严重影响用户体验。

以国内某运营商为例，在综合考虑700MHz扫频情况、业务需求等因素的前提下，按照近、中、远点合理开启RB级频选调度功能，干扰区域基于干扰图谱自适应配置干扰滤波器带宽后，700MHz网络质量情况更优。具体体现为，测试数据显示，干扰规避功能开启后RRC连接率、无线接通率均提升40%以上，小区平均吞吐量提升20%以上，对5G 700MHz网络性能提升显著。阻塞干扰滤波器效果对比如图5所示。

综上所述，当前最根本、最彻底、最高效的方法为清退数字广播电视塔的700MHz频谱，以避免带内阻塞干扰发生。但考虑到现网短时期内无法完成700MHz广电频率的清退工作（或仅能清退部分频率），建议运营商在实际网络运维过程中，对于距离广播台站2km以内的5G 700MHz基站，合理配置频选调度功能并结合干扰图谱自适应配置干扰滤波器带宽参数，进一步降低广播台站对5G 700MHz基站信号的影响，确保用户体验。

针对广播台站对5G 700MHz通信基站的带内阻塞干扰问题，本文首先介绍了700MHz频段带内阻塞干扰原理，然后以理论研究与外场测试相结合的方式探讨了700MHz带内阻塞干扰可能影响的距离，最后给出了700MHz带内阻塞干扰规避策略及部署建议，可有效指导后续5G 700MHz无线网络规划、运维工作，确保用户体验。

基于ULCL技术的5G行业专网 应用场景探讨

■ 中国联合网络通信有限公司广东省分公司 李雪永 段霞光 王阳

基于大带宽、低时延、高速率的传输特性，5G融合应用已在工业、医疗、教育、交通等多个行业领域发挥赋能效应。5G加速传统产业数字化升级，助力企业降本增效，助推民生服务普惠升级，以线上化、远程化为代表的新型服务模式日益普遍。

移动信息化的出现，使办公摆脱了对固定办公环境、固定工作时间、固定电脑设备和固定网络的依赖，利用个人智能手机便可以随时随地办公。目前主要采用VPN拨号方式来访问企业/校园内网，存在操作复杂、速率低、安全性差、无法同时访问互联网等限制，亟需探索一种数据安全性高、网络体验好、操作便捷且可以同时访问内外网的解决方案。基于ULCL技术的5G行业专网可满足用户不换卡、不换号，随时随地访问内网和互联网的需求。

5G分流技术简介

ULCL定义

3GPP针对于5G用户面的数据分流定义了ULCL(Uplink Classifier)功能，即上行分流器。ULCL是对上行业务数据分流，并对分流后的下行数据聚合的一个处理节点。

UPF有UPF PDU Session Anchor (PSA UPF) 和UPF Uplink Classifier (ULCL UPF) 两种形态。其中，PSA UPF分为PSA1 UPF与PSA2 UPF，PSA1 UPF是UE激活时给UE分配用户面IP的UPF，也是UE访问Internet的会话锚点，称为主锚点UPF；PSA2 UPF为UE访问本地网络时的PDU会话锚点，也称为辅锚点UPF。

ULCL UPF将上行业务数据分流到本地或Internet大网，并聚合来自PSA1 UPF和PSA2 UPF的下行数据报文，统一封装到N3接口的GTP隧道中传递给(R)AN。

ULCL分流规则

●基于目的IP地址分流

该分流规则使用场景为手机通过APP或浏览器访问内网服务器或Internet，TCP报文匹配UPF上的L34规则。首先，UPF ULCL+辅锚点插入用户会话，UE发起业务请求；其次，UPF ULCL+辅锚点根据SMF下发的appid关联到本地配置的L34规则，将UE数据报文与L34规则做匹配(匹配源/目的IP和端口号)；再次，当规则匹配时，UPF ULCL+辅锚点执行分流动作，将匹配规则的报文从本地N6口路由到园区内网；最后，当规则不匹配时，UPF ULCL+辅锚点将报文转发到N9接口，N9接口隧道对端为UPF主锚点，通过UPF主锚点的N6口路由到Internet。

●基于DNS分流

企业未部署DNS域名解析服务器，可使用基于DNS的分流业务，UE发起的DNS请求的目的IP是大网DNS IP和本地DNS服务器IP (需要UPF ULCL内置DNS功能)，域名和IP对应关系在UPF ULCL上静态配置。该场景需要UPF ULCL支持将DNS域名作为分流规则，若匹配则通过边缘UPF PSA的N6接口路由。

企业部署了针对内网的DNS域名解析服务器，UE只能使用激活响应中运营商分配的DNS服务器，但实际业务要求通过企业内网的DNS服务器做解析的场景下，需要DNS重定向方案。基于DNS重定向分流流程如下，UE激活时，核心网给UE激活响应中携带的是默认的大网DNS服务器IP；UE发起对园区网的DNS请求，域名假设为lgzw.com，DNS请求目的IP为A；边缘UPF识别到DNS域名为lgzw.com的请求，则将DNS报文的目的IP修改为企业内网DNS服务器IP；DNS请求到达企业内网DNS服务器进行解析处理；DNS响应返回到UPF时，UPF将DNS下行报文的源IP修改回大网DNS服务器

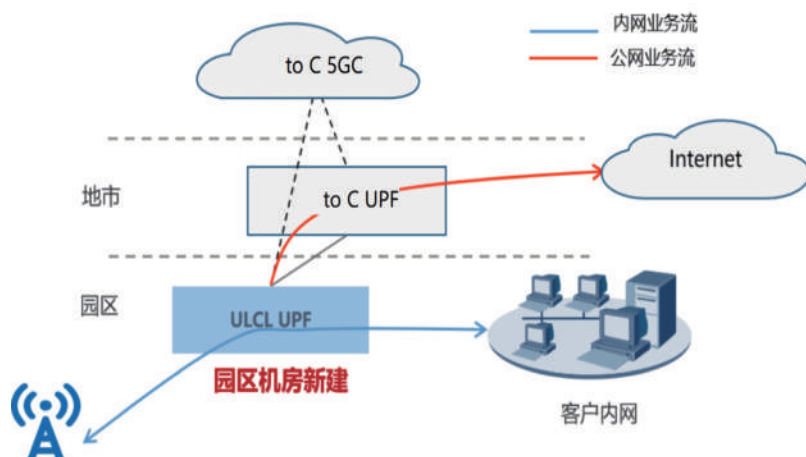


图1 基于ULCL技术独享型5G专网网络架构

IP; UE接收到企业内网DNS域名解析结果, 后续可基于此响应中的IP地址访问企业内网业务。

基于ULCL的5G专网部署方案

为满足行业用户安全隔离、高效可靠、灵活调整、自主管控等多样化、差异化、个性化的需求, 5G专网组网方案必须灵活多样、智能化、定制化。本文阐述了两种典型的基于ULCL技术的独享型5G专网和共享型5G专网部署方案。

独享型5G专网指在用户园区下沉部署一套ULCL UPF作为辅锚点, 将地市布局类UPF作为主锚点, 大网5GC作为控制面, 主要用于对隔离性、可靠性、QoS要求极高且预算充足的大型行业用户的局域园区场景。基于ULCL技术独享型5G专网网络架构如图1所示。

共享型5G专网是面向追求性价比、要求低时延且敏捷交付的企事业单位, 运营商在地市新建一套行业共享的ULCL UPF, 不同用户可共享该UPF作为辅锚点, 地市大网UPF作为主锚点进行业务分流。基于ULCL技术共享型5G专网网络架构如图2所示。

基于ULCL的5G行业专网应用场景探讨

在国家“十四五”规划、《5G应用“扬帆”行动计划(2021—2023年)》等政策加持下, 5G应用加速融入千行百业, 产业应用不断创新, 5G已开始为政务、教育、工业互联网、交通、物流、园区等各行各业提供服务, 成为社会经济高质量发展的新引擎, 推动了新一轮的生产生活方式变革。下文对5G行业应用场景的探究整体分为to C和to B两大类。

5G to C行业专网场景探讨

●5G政务专网

在企业需求和疫情等因素的驱动下, 国内移动办公市场不断发展, 2021年市场规模达到125亿元, 预计2023年将突破200亿元。而不同规模、不同类型的组织在移动办公需求上存在明显差异, 政府机关需求较为旺盛, 在数字化转型带动下更注重执政效率的提升。政务工作人员经常需要外出开会、到基层督导巡察等, 导致不能及时处理工作。这就需要一种能打破时间和空间限制的办公方式, 使政务人员能合理利用碎片化时间, 轻松高效完成工作任务。

在保证终端安全、网络安全、数据安全及业务应用安全的前提下, 探索建设基于ULCL技术的独享型5G专网, 替代传统VPN方案, 能够满足政务网用户同时远程、安全、高速接入政务网络和互联网的诉求, 缩短用户访问本地业务的端到端时延, 提升用户业务体验。以某政数局项目为例, 网络拓扑结构如图3所示。政务园区专网用户终端使用通用/专用DNN, 基于签约策略, 在进入指定区域(TAC区)需要访问内网时, 现场级ULCL UPF把数据直接分流到园区内网; 当其需要访问Internet时, 现场级ULCL UPF将流量疏通至地市级to C UPF, 从而卸载普通用户以及园区用户的Internet流量。

根据用户诉求不同可以选择通用DNN或者专用DNN方案。通用DNN+ULCL只适用于5G SA环境, 暂不支持外地漫游, 同时还存在因地市级to C UPF上不同UE IP地址冲突导致ULCL UPF用户被强制下线的可能。专用DNN方案支持4G接入和全国漫游, 可解决IP地址冲突问题, 但需要在AMF上开启APN纠错功能, 可自动修改为专用DNN。

该方案创新实现了政务专网用户使用普通终端、无需换卡换号, 同时便捷接入政务外网和互联网的场景。具体而言,

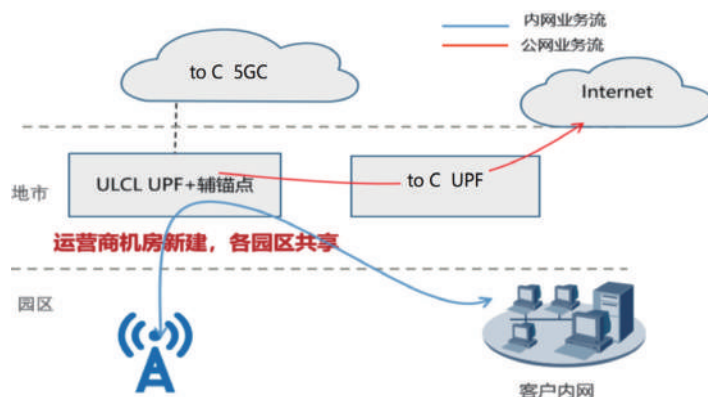


图2 基于ULCL技术共享型5G专网网络架构

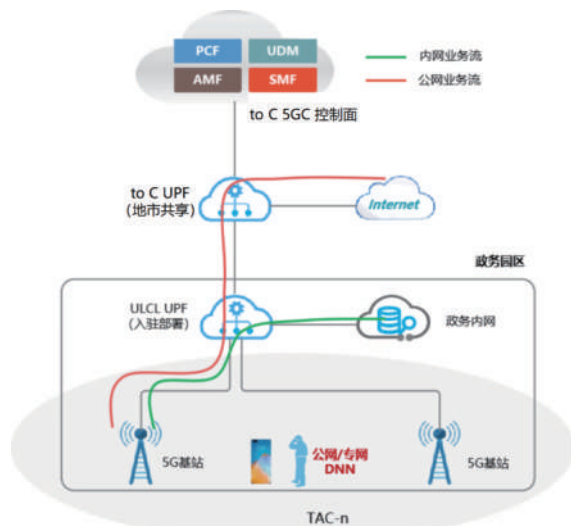


图3 独享型5G政务专网网络架构

该方案具有三大特性：首先是连接容易，公网、专网双域免登录，可以实现互联网和园区内网的无缝切换；其次是体验优，远程访问内网时免绕行，带来带宽、时延等关键指标上的增益，例如网络下行速率提升可达10倍以上；最后是高可靠，5G直连降低了数据暴露风险，提供全面的安全保护。

●5G校园专网

相对于其他行业应用场景来说, 5G校园场景用户群体(校园师生)比较固定且多为to C类用户, 用户活动范围较广, 有便捷访问校园内网和公网的需求。针对该类校园场景部署独享型5G政务专网, 依托5G网络智能分流能力, 师生使用5G自有终端且无需换卡换号, 在签约学校的所在地市范围内可随时随地访问校园内网, 打造泛在接入、无感认证、无感分流、无感切换的优质体验, 有效解决传统校园内网体验差、风险大、管理难等痛点。以广东某大学城项目为例, 组网架构如图4所示。

该项目在大学城校区下沉部署一套校园专用UPF作为大

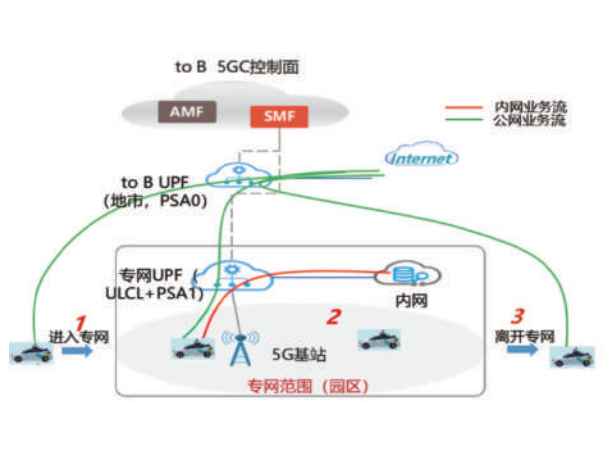


图5 5G交通专网网络架构(左为独享型、右为共享型)

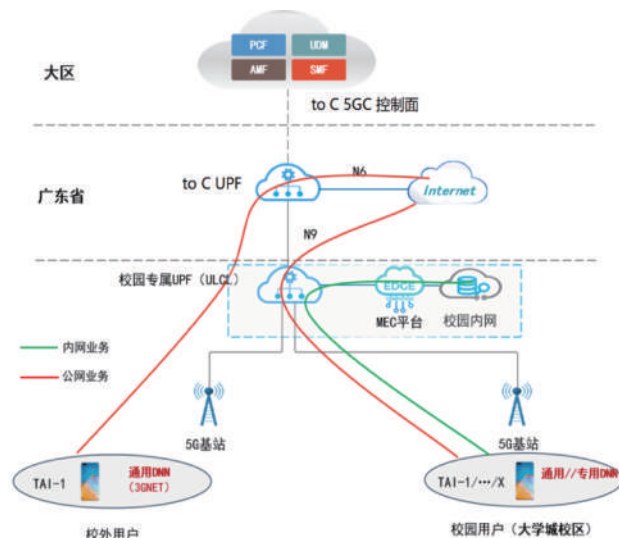
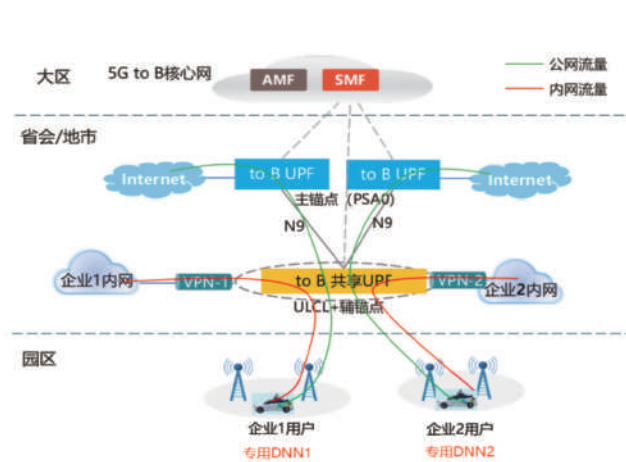


图4 独享型5G教育专网网络架构

学校用户ULCL辅锚点，并通过专线连接到校园内网，校园用户签约5G校园网分流业务，并在PCF上配置分流策略使能的校园范围（TAC list）。签约用户进入校园范围（TAC list），触发ULCL分流策略，访问校园内网的流量经校园专属UPF分流到校园内网，访问公网的流量经校园专属UPF分流到大网UPF访问公网；校园用户离开校园范围(TAC list)后只能访问公网，不能访问校园内网/MEC；非校园用户不签约分流策略，不能接入校园专属UPF，无法访问校园内网，只能通过大网to C UPF访问公网。

5G校园专网使学校管理更便捷，使用校园专用UPF，保障师生用户访问校园本地数据网络时“数据不出校园”，保证数据安全；可通过网络切片，提供面向场景需求的差异化服务，为师生提供不换卡、不换号、免VPN登录即可同时访问互联网/校园内网的信令级保障，以及可屏蔽90%网络风险的安全业务体验。5G校园专网充分发挥大带宽、低时延、高安全的



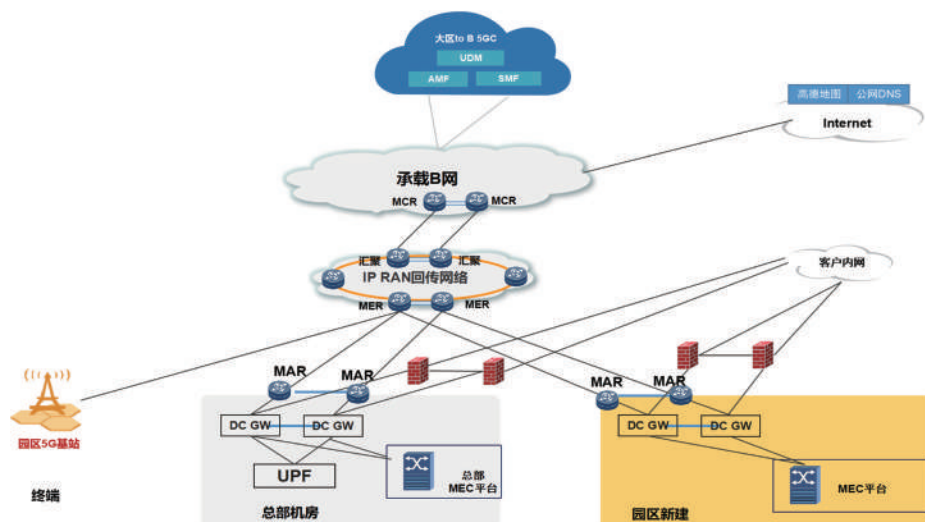


图6 独享型5G制造专网网络架构

特性，上行带宽可达200Mbit/s，下行带宽可达到1000Mbit/s，网络时延<15ms，访问校园内网最高下载速率在1000Mbit/s以上，较传统4G、WLAN网络速度有了大幅提升。

5G to B行业专网场景探讨

●5G交通专网

2021年被称为“智能汽车元年”，自动驾驶和高级辅助驾驶都得到各方“加码”，智能网联汽车进入“加速跑”阶段，全国发放测试牌照900多张，预计2025年高级别自动驾驶将在特定场景实现商业化。远程驾驶的操控过程，要求基于5G网络的超低时延特点，驾驶员和车辆之间信息交流无卡顿；5G网络高稳定性的特点，保证人员对车辆的实时控制；5G网络大带宽的特点，让高清的图像与视频能及时传输。

无人驾驶车辆上的CPE和PAD等物联网终端，需要访问在内网部署的敏感业务，主要是车辆视频回传（时延要求<20ms、带宽要求上行10Mbit/s）；还需访问部署在互联网上的非敏感类业务，包括车辆定位服务、语音服务、订单系统等。因此需要探索一种基于ULCL的to B 5G专网以满足该应用场景。根据此类用户需求，部署独享/共享型5G专网均可，具体方案如图5所示。

该方案为签约5G专网的企业用户规划专有DNN及TAC范围。在SMF上部署本地分流策略特性（即支持ULCL插入和策略下发），利用园区下沉部署和地市共享的UPF，基于UE的DNN和位置，选择UPF ULCL插入用户会话，从而实现内外网分流。当UE位置变更时，ULCL的插入或者移除被触发，为用户提供差异化的确定性网络服务。

基于ULCL功能的5G交通行业专网，同时叠加广域网GBR切片，提供一种确定性带宽、稳定可靠的能力，以保障自

动驾驶车辆大规模商业运营。该方案使视频码流提升7倍，传输时延降低67%，抖动时延降低95%。

●5G制造专网

在物联网、工业自动化控制、物流追踪、工业AR、云化机器人等制造业应用领域，5G技术起着支撑作用。以广东某家电制造工厂为例，该厂协同运营商打造了省内首个5G全连接智能制造示范工厂，同时正式上线发布

全球首项基于5G边缘计算的融合定位技术，系统定位精度达亚米级，实现物流车辆的全程定位，可实时监控在途情况。物流车辆内搭载的5G智能平板，需要通过内网与园区内混合定位引擎通信，上报位置信息；同时需要通过公共Internet访问高德地图服务器。该项目在园区内新建一套UPF，基于ULCL技术进行内外网数据分流，网络拓扑如图6所示。

5G融合定位技术的应用，解决了传统仓储物流行业长期面临的人、机、物无法有效跟踪定位、移动场景下工业Wi-Fi网络不稳定、多网并行维护困难等问题，提高企业的生产效率和产品质量。使用5G定位技术，低精度区域精度可达1~3米，高精度区域精度可达0.5米。5G与蓝牙AOA融合定位，使得物流运输行业从仓储到装车、在途，再到末端，每个环节的数据都可以“实时”传输到物流运输管理平台上，真正实现了实时化的监管和调度，再配合后台的智慧物流运输服务，可以进一步提高物流运输配送服务质量，全面提升物流运输行业的整体效率。

随着《5G应用“扬帆”行动计划（2021—2023年）》的深入推进，5G应用“扬帆远航”的局面逐步形成，已实现重点领域5G应用深度和广度双突破，网络、平台、安全等基础能力进一步提升。5G在满足行业用户差异化需求方面占据绝对优势。目前越来越多的行业应用场景需要具备同时访问内网与公网的功能，比如远程办公、外勤办公、外勤执法、银行外场营销等场景下，企业希望利用5G网络广域覆盖的特性以及个人手机终端的便捷性，突破生产办公的地域限制。一些行业终端（如无人驾驶车辆、AGV小车及银行业务办理PAD等）需要访问内网提供相关业务的办理，又需要访问互联网调取地图或者为客户提供相关资讯查询。本文根据不同行业需求，通过引入ULCL技术及两种部署方案，创新性探究多种5G行业专网解决方案，满足不换卡、不换号、无感切换访问内外网的需求。📖

通信世界

C O M M U N I C A T I O N S W O R L D

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

ICT产业发展推动者

欢迎订阅!



邮发代号: 82-659

每月10、25日出版

定价: 20元/期

480元/年

订阅方式

1. 邮局订阅

凭邮发代号82-659
在全国各地邮局(所)订阅

2. 发行部订阅

拨打征订热线或发送邮件
到征订邮箱提交订阅信息订阅

邮箱: zhyj@bjxintong.com.cn

征订热线: 010-52265707



微信订阅更便捷

公益广告



科技适老 让沟通更温暖

