

通信世界

COMMUNICATIONS WORLD

总第907期 2022年11月10日 第21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

5G专网 成熟度几何?

5G

iPhone 14的eSIM
能否冲击到运营商/P18

中国电信冯炜: 5G建设行而不辍
5G应用未来可期/P24

中国联通自智网络研究与实践 /P42

ISSN 1009-1564



9 771009 156227

“深”

见未来

新时代·新通信·新世界



通信世界全媒体

5G高质量发展 还需要更积极的政策支持

刘启诚

近期，三大电信运营商都在宣传5G商用三周年的成绩，根据工信部发布的数据，我国5G网络建设已经超额完成了任务。截至9月底，全国的5G基站已经超过220万个，占全球5G基站的60%以上；5G用户数超过了5亿，在我国所有手机用户的渗透率超过30%；5G规模应用的行业项目有几十个，“5G+X”应用场景比比皆是。可以说，商用3年以来，中国5G发展成绩斐然。

但5G发展的高潮还远远没有到来，目前还面临不少挑战：如何促进激活C端用户应用发展，提升5G体验；如何提高5G覆盖率，不仅覆盖广大偏远地区，更要提高5G热点地区的室内和室外网络覆盖——现有的220万个5G基站显然不足以支撑未来5G用户的需求；如何提高5G可用性，未来5G用户对5G的满意度不能仅通过5G覆盖的人口范围来评估，其网络的确定性才是发展的关键，这些不只是C端用户的需求，更是行业用户对5G网络性能的刚需；如何吸引更多的行业用户，尽管5G已在国民经济97个大类中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；5G商业模式需要突破，商用3年来，无论是to C还是to B，5G还是沉浸在一种新的连接技术，而非一个创新平台的氛围中，行业内热烈讨论5G-Advanced、6G以及元宇宙“行情不振”，其实都反映出5G商业创新的某种乏力。

如何解决这些问题，让5G高质量发展，在强产业、惠民生方面发挥更积极的作用？5G发展的关键在于更积极的政策支持。众所周知，中国5G发展3年来取得这么大成绩，关键在于国家政策的支持，从5G牌照发放，到“新基建”战略出台，再到各地方政府对5G建设的大力支持，“政策红利”

是5G高速发展的一大原因。

随着5G发展走上正轨，我们看到“政策红利”因素正在隐入其后，在5G发展方面，政府更多时候起到的是产业引导的作用，比如工信部在去年推出的《5G应用“扬帆”行动计划（2021—2023年）》。目前，5G发展走向更广更深，要解决一些深层次问题依然离不开政策的大力支持。

首先，在频率资源的利用上，工信部近日批准中国联通将现用于2G/3G/4G系统的900MHz频段频率资源重耕用于5G系统。这一政策的出台，可以看出政府主管部门在利用频谱资源促进5G高质量发展。频率资源重耕对低频5G产业生态建设具有重要意义，同时也是实现国内5G均衡发展的一项重要措施，体现了频谱政策对于5G产业发展的大力支持。

其次，政府可以利用更积极的措施加快5G行业应用发展。一是如何引导行业适度超前建设5G行业专网，鼓励行业用户、电信运营企业、云计算公司基于行业专网开展更多的合作，探索新模式、寻找新路径；二是加快5G行业专网的标准制定。对此，产业界已经在积极推动，但还需要主管部门适当助力一把，加快进程。

最后，要在5G产业生态建设中发挥更积极的政策引导。比如，5G消息是一个产业界普遍看好的5G应用，是一个能够引爆5G to C、to B的应用，但目前依旧是“雷声大、雨点小”，陷入一个尴尬局面。究其原因，不外乎运营商、终端厂商和应用厂商之间的利益分配问题。这本来是一个市场发展问题，但当几方利益无法平衡的时候，从5G发展大局出发，政府主管部门需要强势引导，不然的话，5G消息有可能夭折。

CONTENTS 目录

资讯 Information

新闻

- 4 国务院办公厅印发
《全国一体化政务大数据体系建设指南》

评论

- 8 芯片产业低迷：逆周期而动，未来仍可期
9 5G用户统计口径差异揭示通信产业发展规律

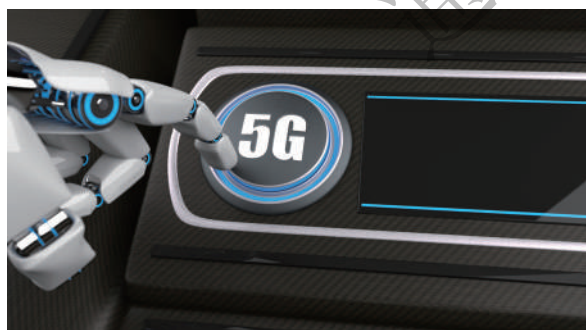
深度 Interpretation

- 10 5G专网成熟度几何？

产业 Industry

市场分析

- 14 5G行业应用扬帆正当时，规模效应将逐步释放



P14 5G行业应用扬帆正当时 规模效应将逐步释放

广告目录

- 封二 通信世界形象广告
封三 通信世界发行广告
封底 “奋进新征程 建功新时代·非凡十年”公益广告



P31 面向算力承载的SPN关键技术与演进策略探讨

- 16 ICT赋能“专精特新”中小企业数字化的路径探析
18 iPhone 14的eSIM能否冲击到运营商
21 “谈网色变？”多维视角下再谈农村青少年与互联网

人物访谈

- 24 中国电信冯炜：5G建设行而不辍，5G应用未来可期

技术 Technology

技术趋势

- 27 通信感知一体化关键技术与应用
31 面向算力承载的SPN关键技术与演进策略探讨
35 确定性网络技术迈向运营商级的思考和建议

建设运维

- 39 基于5G的智慧机场无线专网规划思路探讨

应用方案

- 42 中国联通自智网络研究与实践
46 一种基于XMPP的即时通信技术在融合视频中的应用



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：刁兴玲

编 辑：舒文琼 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：郑勇志 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10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，均应同意上述条件，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。

国务院办公厅印发《全国一体化政务大数据体系建设指南》

10月28日,国务院办公厅印发了《全国一体化政务大数据体系建设指南》(以下简称《建设指南》),就整合构建全国一体化政务大数据体系作出部署,提出要加强数据汇聚融合、共享利用,促进数据高效流通使用,充分释放政务数据资源价值,不断提高政府管理水平和效能,为推进国家治理体系和治理能力现代化提供有力支撑。

《建设指南》分为建设背景、总体要求、总体架构、主要内容、保障措施5部分。在“建设目标”中明确提出,到2025年,全国一体化政务大数据体系更加完备,政务数据管理更加高效,政务数据资源全部纳入目录管理。政务数据质量显著提升,“一数一源、多源校

核”等数据治理机制基本形成,政务数据标准规范、安全保障制度更加健全。政务数据共享需求普遍满足,数据资源实现有序流通、高效配置,数据安全保障体系进一步完善,有效支撑数字政府建设。政务数据与社会数据融合应用水平大幅提升,大数据分析应用能力显著增强,推动经济社会可持续高质量发展。针对“完善算力管理体系”,《建设指南》指出,开展全国政务大数据算力资源普查,摸清算力总量、算力分布、算力构成和技术选型等,形成全国政务大数据算力“一本账”。推进政务云资源统筹管理、高效提供、集约使用,探索建立政务云资源统一调度机制,推动建设全国一体化政务云平台体系。

五部门联合印发《虚拟现实与行业应用融合发展行动计划(2022—2026年)》

近日,工业和信息化部、教育部、文化和旅游部、国家广播电视总局、国家体育总局等五部门联合发布《虚拟现实与行业应用融合发展行动计划(2022—2026年)》(以下简称《行动计划》)。

《行动计划》提出五大重点任务。一是推进关键技术融合创新。提升“虚拟现实+”内生能力与赋能能力,加快近眼显示、渲染处理、安全可信等关键细分领域技术突破,强化与5G、人工智能等新一代信息技术的深度融合。二是提升全产业链条供给能力。面向大众消费与行业领域的需求定位,全面提升虚拟现实关键器件、终端外设、业务运营平台、内容生产工具、专用信息基础设施的

产业化供给能力。提升终端产品的舒适度、易用性与安全性。三是加速多行业多场景应用落地。面向规模化与特色化的融合应用发展目标,在工业生产、文化旅游等领域,深化虚拟现实与行业有机融合。四是加强产业公共服务平台建设。面向行业共性需求,依托行业优势资源,重点建设共性应用技术支撑平台、沉浸式内容集成开发平台、融合应用孵化培育平台,持续优化虚拟现实产业发展支撑环境。五是构建融合应用标准体系。加强标准顶层设计,构建覆盖全产业链的虚拟现实综合标准体系。加快健康舒适度、内容制作流程等重点标准的制定推广,推动虚拟现实应用标准研究。



声音

赵厚麟

频谱是5G发展的关键

10月26日,GTI第十一届频谱与技术研讨会在中国北京和泰国曼谷双线联动,顺利召开,ITU秘书长赵厚麟出席会议并发表致辞,他表示,5G作为新一代信息通信技术领域的引领性技术,是支撑经济社会数字化、网络化、智能化转型的关键信息基础设施。他强调了频谱是5G发展的关键,中频频谱是全球运营商公认的5G“黄金”频谱,应致力于区域和全球协调,确保频谱资源合理、公平、高效和经济地利用。

段晓东

产研结合,共筑算力网络基础创新策源能力

10月28日下午,“2022中国移动创客马拉松大赛”算力网络专题赛决赛成功举办,中国移动研究院副院长段晓东在大赛致辞中发表了两点倡议。一是产研结合,共筑算力网络技术创新策源能力。加强关键核心技术攻关和现有技术融合创新,共同构建算力网络创新试验网,打造国家级大科学装置,并持续加大对算力网络的科研资金和环境支持力度。二是兼容并蓄,推动算网产业应用生态繁荣。共同打造跨领域、大协同、高强度的协同创新基地,强化“链式思维”,加强新型算力网络应用选育,推动探索形成新型商业模式,促进我国数字经济高质量发展。

工信部印发《网络产品安全漏洞收集平台备案管理办法》

10月25日,工业和信息化部印发《网络产品安全漏洞收集平台备案管理办法》(以下简称《办法》)。《办法》指出,漏洞收集平台备案通过工业和信息化部网络安全威胁和漏洞信息共享平台开展,采用网上备案方式进行。拟设立漏洞收集平台的组织或个人,应当通过工业和信息化部网络安全威胁和漏洞信息共享平台如实填报网络产品安全漏洞收集平台备案登

记信息。

《办法》明确了不再从事漏洞收集业务的,应当在业务终止之日通过工业和信息化部网络安全威胁和漏洞信息共享平台履行备案注销手续。工业和信息化部设立举报渠道,社会公众可通过工业和信息化部网络安全威胁和漏洞信息共享平台电话、邮箱等方式,对漏洞收集平台涉嫌违反法律法规的行为进行举报。

两部门计划开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作

近日,工信部会同公安部组织起草《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知(征求意见稿)》。相关文件指出,通过开展试点工作,引导智能网联汽车生产企业和车辆使用主体加强能力建设,在保障安全的前提下,促进

智能网联汽车产品的功能、性能提升和产业生态的迭代优化。基于试点实践积累管理经验,支撑相关法律法规、技术标准制修订,推进健全完善智能网联汽车生产准入管理体系和道路交通安全管理体系。

工业互联网总体网络架构国家标准正式发布

近日,国家标准化管理委员会批准发布国家标准GB/T 42021-2022《工业互联网总体网络架构》,这是全国工业互联网网络领域发布的首个国家标准,标志着全国工业互联网体系建设迈出了坚实的一步。该标准由全国通信标准化技术委员会(SAC/TC485)归口,中国信息通信研究院、中国科学院沈阳自动化研究所等单位联合起草。《工业互联网总

体网络架构》国家标准围绕工业互联网网络规划、设计、建设和升级改造,规范了工业互联网工厂内、工厂外网络架构的目标架构和功能要求,提出了工业互联网网络实施框架和安全要求,有助于加快构建高质量的工业互联网网络基础设施,有助于引导全行业全产业链的数字化、网络化、智能化水平提升,对于加速产业数字化转型具有重要意义。

222万个

10月26日,工信部发布了《2022年前三季度通信业经济运行情况》,数据显示,截至9月末,三大基础电信企业的固定互联网宽带接入用户总数达5.78亿,比上年末净增4257万户。其中,100Mbit/s及以上接入速率的固定互联网宽带接入用户达5.42亿户,占总用户数的93.8%。我国移动通信基站总数达1072万个,比上年末净增75.4万个。其中,5G基站总数达222万个,比上年末净增79.5万个,占移动基站总数的20.7%,占比较上年末提升6.4个百分点。

1387.1亿元

近日,中国移动、中国电信、中国联通三季度财报相继发布。公开数据显示,今年前三季度,中国移动实现营业收入7235亿元,同比增长11.5%;净利润为985亿元,同比增长13.3%;中国电信实现营业收入3578.43亿元,较去年同期增长9.6%;净利润为245.43亿元,较去年同期增长5.2%;中国联通实现营业收入达到2639.8亿元,比去年同期提升8.0%,净利润为156.67亿元,同比增长21.2%。三大运营商共实现13453.23亿元营业收入,1387.1亿元净利润。

工信部批准中国联通使用900MHz频段开展5G业务

11月3日,工信部发布了《工业和信息化部重耕900MHz频段频谱资源进一步推动我国5G高质量发展》的公告,公告指出为深入贯彻落实党的二十大关于加强网络强国建设和提高人民生活品质的重大决策部署,进一步提升5G信号在农村及边远地区的覆盖质量,加大无线电频谱资源对5G高质量发展的支撑保

障力度,工业和信息化部批准中国联通将现用于2G/3G/4G系统的900MHz频段频率资源重耕用于5G系统。此次工业和信息化部批准中国联通使用900MHz频段开展5G业务,将进一步拓展我国低频段5G产业空间、扩大低频段5G网络覆盖,有利于农村及边远地区人民群众进一步享受高质量5G服务。

中国联通与腾讯成立新公司,致力于边缘计算

近日,中国联通发布公告称,下属子公司联通创新创业投资有限公司与深圳市腾讯产业创投有限公司新设合营企业,主要从事内容分发网络(CDN)和边缘计算业务,立足于自主研发,形成完整CDN/MEC平台能力、运营能力和产品创新能力。中国联通表示,该合营企业的组建正在推进过程

中,尚未完成设立登记,对中国联通当前生产经营无重大影响,长远看有利于放大双方合作优势,壮大CDN、边缘计算产业链。腾讯是中国联通的长期战略投资者之一。该事项为本公司与腾讯开展的正常业务合作,其涉及投资金额未达到《上海证券交易所股票上市规则》规定的应当披露的标准。

中国电信举行科技人才工作会议,加快核心技术攻关

中国电信科技人才工作会议暨第二届科技节于10月26日至11月1日举办。会议指出,中国电信深入贯彻新发展理念,坚持科技创新引领,加快核心技术攻关,坚定实施人才强企工程,推进建设科技型企业,取得了一系列成效。下一步,要突出抓好以下几方面工作。坚持党管人才,筑牢人才队伍

建设政治根基,落实人才工作主体责任。坚持系统观念,以国家战略需求为导向,发挥科技人员的主体作用。完善科技创新体系,融入国家战略科技力量,积极承担国家攻关项目,优化RDO创新主体布局,加强企业主导的产学研深度合作,积极参与全球科技治理。



汪涛

5.5G已取得三大关键进展

近日,华为常务董事、ICT基础设施业务管理委员会主任汪涛在“2022全球移动宽带论坛”上发表了题为《迈向5.5G,共筑未来之基》的主题演讲。汪涛指出,经过两年产业界的共同探索和努力,5.5G已经取得了三大关键进展:一是标准节奏明确,5.5G已经开启标准化的进程,持续丰富5.5G的技术内涵,已经从愿景走向共识;二是关键技术取得突破,超大带宽和超大规模天线阵列已验证万兆能力;三是物联全景清晰,5.5G所支持的NB-IoT、RedCap和Passive IoT 3类物联技术跨步向前。

庞策

中国运营商将成为元宇宙发展的重要推动力量

11月2日,由元宇宙产业与技术联盟主办的首届元宇宙产业与技术研讨会在北京成功举行。GSMA大中华区战略合作总经理庞策出席会议并表示,中国运营商及其生态系统将成为全球元宇宙发展的重要推动力量。GSMA每两年会对全球运营商进行排名,今年是历史上第一次中国三大运营商排名一、二、三,这说明中国的潜力是巨大的,特别是二十大召开之后开启了一个新的时代,运营商担当着ICT“链长”的角色,相信运营商生态系统能够把元宇宙推动得更好。

中国移动与贵州省政府签署战略合作协议

近日,中国移动通信集团有限公司与贵州省人民政府签署战略合作协议。根据协议,双方将开展多层次、多领域和多形式的全面战略合作,共同推进一批标志性、引领性的重大项目建设,深挖大数据“钻石矿”,协同建设“数字贵州”、数字政府、智慧社会,打造贵州省数字经济发展新优势。中国移动将继续加大对贵州省的建设投资力度,重点支持贵州

建设全国一体化大数据中心国家枢纽节点、国家新型互联网交换中心,助力贵州打造世界一流的数据中心产业集群,促进贵州信息消费升级。贵州省政府将支持中国移动参与全省新型工业化、新型城镇化、农业现代化、旅游产业化发展进程,从市政规划、配套建设、土地和电力保障、公共资源开放、人才引进等方面对中国移动在贵州的发展给予重点支持。

多巨头成立智能家居联盟,实现互联互通

近日,苹果、谷歌、亚马逊、三星等200多家厂商组成的智能家居联盟——连接性标准联盟正式推出了Matter 1.0智能家居配件标准。这项标准中含有一个非常重要的协议,可实现联盟内的所有设备皆可互联。具体来看,Matter智能家居协议在成立之初就承诺,使用Matter协议的设备将可以兼容Alexa、

Google Home和HomeKit生态。这意味着不同生态的产品可以实现与几大巨头和其他厂商设备之间的互联互通。

Matter 1.0将支持各种智能家居产品,如照明、HVAC控制、窗帘、安全和安保传感器、门锁、媒体设备、控制器和桥接器等一系列设备,未来还会不断扩充设备。

NEC与英国企业签订海底光缆铺设船长期租赁合同

NEC与英国全球海事系统有限公司签订了为期约4年的海底光缆铺设船租赁合同。通过加强海底电缆系统的供应体系,来满足随着全球数据通信量增加而扩大的海底电缆铺设需求。该船名为Normand Clipper,全长127米,电缆装载量为5000吨,船籍和船主均为挪威,租赁期为2022年9月—2026年5月。

NEC是从事海底电缆系统业务超过50年的全球领先供应商。以往NEC是根据项目租赁海底电缆铺设船,但随着近来5G的普及以及各国数据中心之间数据通信量的增加,为了满足由此带来的海底电缆铺设需求的扩大,此次NEC第一次长期租赁了专用的铺设船。这将使其可以比以往更及时、更灵活地提供海底电缆系统,以满足用户的需求。

10亿

10月25日,GSMA首席营销官Lara Dewar出席了第十三届全球移动宽带论坛(MBBF2022),与参会嘉宾分享了全球最新的5G商用进展。她表示,目前全球已有81个国家和地区的234家移动运营商发布了商用5G业务,到今年底将有10亿5G连接遍布全球。目前全球移动用户数已达53亿,相当于全球人口的67%。在2021年,移动产业为全球经济贡献了4.5万亿美元,占全球GDP的5%。亚太地区各国将是5G发展的领先者。

24.3%

近日,北京市统计局、国家统计局北京调查总队发布数据显示,前三季度全市实现地区生产总值29926.3亿元,同比增长0.8%,经济保持恢复态势,高端领域彰显韧性,新动能释放潜力,数字经济增加值同比增长3.9%。数字经济稳步发展。前三季度,北京市数字经济实现增加值达12788.9亿元,按现价计算,同比增长3.9%,占地区生产总值的比重为42.7%,同比提高1.0个百分点;其中数字经济核心产业增加值增长6.6%,占地区生产总值的比重为24.3%,提高1.3个百分点。

芯片产业低迷 逆周期而动，未来仍可期

孙永杰

今年以来，从PC端来看，远程办公相关特需的“报复性”减少、全球通货膨胀和经济放缓，导致供货量迅速下降。与此同时，相关统计数据显示，智能手机的全球供货量2022年7—9月比上年同期减少10%。而此前被认为比较坚挺的高端智能手机和数据中心的需求也开始陷入低迷。上述种种原因直接导致了芯片产业的低迷。那么芯片产业缘何低迷？未来能否走出低迷，重返增长之路？

所谓“知其然需知其所以然”。提及今年芯片市场的低迷，除了众所周知的全球经济环境及新冠肺炎疫情等客观因素外，还必须找出导致其低迷的内在产业原因。

在过去一年半左右的时间里，全球半导体市场出现了不曾有过的大幅增长，究其原因新冠肺炎疫情的持续，使得远程办公和网络授课不断普及，个人电脑、智能手机、游戏机等承载的居家在线需求迅速扩大，中美大型IT企业也不断增设服务器。世界半导体贸易统计协会（WSTS）的数据显示，2021年全球半导体市场规模同比增长26%，达到5558亿美元，呈现出“空前”的增长速度，创下历史最高纪录。

所谓“有需求就会有供给”。伴随着芯片市场的供不应求，扩产成为芯片厂商的主旋律。据芯思想不完全统计，过去一年，芯片相关扩产或新增项目达到40个，其中不仅是芯片制造商疯狂扩张产线，上游的硅片制造商还在强大的需求下建厂，逐利心态不言而喻。

但众所周知，半导体市场的特点是对经济动向十分敏感，起伏波动大。即便在很长一段时期内表现出色，一旦市场因某种因素转为疲软，就会出现无法阻止的骤变。再加之前述原因，如今芯片产业的低迷表现在预料之中。

而从需求端看，一年半前，由于供应链中断，高盛估计全

球多达169个行业受到了缺芯影响。为了防患于未然，某些芯片厂商出现重复订购和囤货，从而加剧了所谓“芯片短缺”的现象。由此不难看出，如今芯片产业的“寒冬”，除了全球宏观经济等因素及需求的影响，芯片产业链内的投机因素也从客观上放大了这种“寒冬效应”。

那么知道了“病根”，未来的芯片产业能否走出“寒冬”？

从芯片产业发展的历史周期性看，逆周期而动，不失为一项大胆的选择，三星电子在芯片产业中的崛起就是很好的范例。在三星电子的发展历程中，曾不止一次利用“反周期投入”扩大市场，在竞争对手收缩规模时，反其道而行之，通过加大投入，扩大产能，进一步打压价格，让对手加剧亏损，进而扩大自己的市场份额。

芯片行业需要加大研发和创新力度。不可否认，芯片产业发展至今，持续的创新才是源动力。具体到芯片企业，在保有成熟制程、扩大市场份额的同时，立足于先进制程的研发才是重中之重，毕竟芯片产业每当经历周期性波动之后，能够在新的周期来临之际领先的企业，都是那些始终不放弃创新的企业。例如英特尔历经数十年依然是芯片产业的老大，就与其任何时候都注重创新的投入密切相关。

以芯片产业之外的视角看，其仍有应对之策。从需求端看，尽管PC、智能手机等市场需求低迷，但其他的市场依然表现强劲，未来对于芯片的需求有增无减，如汽车的半导体芯片。此外，芯片的基础性需求本身仍在持续增加，尤其是支撑DX（数字化转型）和GX（绿色转型）需要强大的计算能力，这意味着目前芯片产业虽然暂时回落，但之后或将出现更为迅猛地增长。

尽管如此，依然不能忽略全球宏观经济形势、市场等客观因素的影响，毕竟这才是决定芯片产业走向的大盘。（作者为知名科技评论人）

5G用户统计口径差异 揭示通信产业发展规律

杨光

近日，三大运营商相继公布了9月经营数据，5G套餐用户合计突破10亿户，标志着我国5G发展达到一个重要里程碑。但同期工信部发布的《2022年前三季度通信业经济运行情况》却显示，截至9月末“5G移动电话用户达5.1亿户”，仅为三大运营商数据的50.6%。这个由于统计口径造成的数据差异引发了一些疑问与困惑，其实也揭示了移动通信行业发展的内在规律。

回顾历史数据，工信部于2021年2月首次在官方公报中披露“5G手机终端连接数”，其定义为“报告期内连接到移动通信网络（3G/4G/5G）的5G手机终端用户”。截至当年11月工信部最后一次公布该数据时，“5G手机终端连接数”占三大运营商合计5G套餐用户数的64.8%。在其后的《2021年通信业统计公报》中，工信部改为披露“5G移动电话用户数”，定义为“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”。对比2021年末至今年9月的数据，发现“5G移动电话用户数”与5G套餐用户数的比例基本维持在1:2左右，且在最近两个季度有小幅攀升。

分析这些统计数据及其相互关系，有助于理解移动通信行业发展的内在规律。过去40年间，移动通信行业逐渐形成了“十年一代”的更迭规律，也形成了以技术进步带动网络投资，进而促进业务增长的发展节奏。在每一代新技术部署之初，运营商均需进行大规模网络投资建设，同时利用新一代技术的优质体验，带动ARPU提升，促成业绩增长。因此，在5G商用之初，三大运营商均推出5G专属套餐，吸引用户向5G迁移。

中国移动2021年财报显示，5G用户ARPU较其迁移

至5G之前平均上升7.5%，全部用户的总体ARPU较上年上升3.0%，这充分说明了5G套餐业务对运营商业绩具有提振效应。尤其是考虑到我国手机市场公开渠道占比较高，运营商无法完全掌握手机销售情况，因此在5G启动阶段，统计5G套餐用户数对运营商掌握经营情况具有重要的参考意义。

但也正是由于手机市场公开渠道占比较高，使手机销售与移动业务套餐并无绑定关系。作为全球5G先发市场之一，我国5G市场启动之时5G终端生态尚未完全成熟；且由于智能机创新节奏放缓、经济周期下行、新冠肺炎疫情封控等多重因素，消费者换机周期不断增加。这些因素的共同作用，使5G手机普及率仍低于5G套餐普及率，从而造成了5G移动电话用户数远低于5G套餐用户数的现象。

数据显示，今年1-8月，国内新上市5G手机型号占同期上市新机型号数量的52.0%，5G手机出货量占同期手机出货量的78.9%，显示我国5G终端生态已趋于成熟。而据Strategy Analytics预测，智能机换机周期将从2023年起缓慢反弹。这些都使我们有理由期待，5G移动电话用户数与5G套餐用户数之间的差距将逐渐缩小。当然，要达到这一目的，还需要运营商加强5G应用生态建设，与合作伙伴一道为消费者提供更多、更吸引人的5G特色业务和应用。

5G用户数据指标差异的分析，有助于理解行业发展状态和趋势，但在跟踪数据指标的同时，还需关注指标背后蕴含的行业规律，以及更为核心的实际用户需求和宏观经济趋势。唯有如此，对行业发展的洞察才能更为全面和深入。

（作者为Strategy Analytics高级分析师）



5G专网成熟度几何？

■ 本刊记者 孟月

经过3年多的培育发展，5G应用已经实现了“从0到1”的突破，正在实现“从1到N”的飞跃。

数据显示：截至9月底，我国5G基

站总数达222万；5G应用涵盖交通、医疗、教育、文旅等诸多领域，累计案例超过2万个，5G商用进入良性循环；5G终端用户超过5亿户……

5G to B应用的规模落地，离不开一项重要解决方案的支撑——5G专网。何为5G专网？实际上，“专网”并非5G时代的专有名词，早在2G/3G/4G



时代就有“专网”的存在，比如基于GSM-R技术建设的铁路专网，以及公共安全专网、军用专网等，这些“专网”支撑着重要系统的运行。

但随着大数据、云计算、物联网等技术的发展，各垂直行业对网络传输速率、时延、安全性的要求不断提高，5G公网已然无法满足企业高速率、高可靠、高稳定等需求。因此，部署5G专网成为垂直行业推动5G创新应用、拓展生产效能、加快数字化转型不可或缺的手段。

与此同时，5G时代专网的主要服

务对象由之前的政府部门或少数大型企业变成了众多行业企业，于是，专网的建网思路和商业模式也产生了根本性的改变：根据3GPP R16标准定义，5G专网的部署模式分为独立部署模式（SNPN，Stand-alone Non-Public Network）和公网集成模式（PNI-NPN，Public Network Integrated Non-Public Network）。

独立部署模式是指使用专用的频谱来建设完全专用的网络，不与任何人共享。这种方式一般需要为企业分配专用频段，并由企业自主进行网络建设和运维。公网集成模式根据与公网共享程度的不同，又可分为“与公网部分共享（共享RAN或共享RAN及核心网控制面）”和“与公网端到端共享”两类。

全球5G专网实现初步商用部署

在产业各方的共同努力下，5G专网已在国内外初步实现了商用部署。

在海外，5G专网首先在美国、德国、日本等制造业较为发达的国家先行开展应用探索。2019年以来，这些国家面向各行各业逐步开放了Sub-6以及毫米波频段的5G专网频段申请许可，促进了制造、交通物流、科研、矿山油气等行业的5G应用实践。比如德国政府在2019年开辟了100M的带宽（在3.7GHz频段内提供了100M的垂直行业专用频谱资源），并对企业用户开放了10年期使用权申请，主要用于工业4.0、农业及林业。其中，博世、宝马、大众、巴斯夫、汉莎航空等30多个公司申请了5G专网频段。日本也于2019年为企业开放了专用频谱（包含4.5GHz和28GHz两个频段，共1.1G带宽），并称之为“Local 5G”，富士通、NEC、秋

田电缆、东京大学等多家单位提交了申请。在今年，巴西国家电信局（Anatel）通过3项法案，批准了对专用网络无线电频段的使用条件和运营要求，巴西综合钢铁生产商Gerdau与通信服务供应商Embratel达成协议，将建设LTE专网及5G专网。

此外，行业标准组织（如IEC等）、产业组织（如5G-ACIA、5GAA等）将通信标准组织（如3GPP、ITU、GSMA、IEEE等）制定的规范与具体产业应用相结合，积极开展5G和行业结合的新技术标准和应用规范的制定。

在国内，我国政府高度重视5G专网的发展，并在政策上给予了全面支持。2020年3月，工信部印发《关于推动5G加快发展的通知》，提出要组织开展5G行业虚拟专网研究和试点；2021年7月，工信部联合中央网信办、国家发展和改革委员会等九部门印发《5G应用“扬帆”行动计划（2021—2023年）》（简称《行动计划》），对5G专网建设提出了明确目标。随后，工信部召开全国5G行业应用规模化发展现场会，强调以《行动计划》为抓手，把5G建设好、发展好、应用好，全力推动5G行业应用创新。与此同时，由工信部主导的“绽放杯”5G应用征集大赛已经连续举办多届，深挖5G典型应用，探索成熟商业模式，以开创我国5G应用创新发展新局面。

与此同时，国内三大电信运营商和通信设备商纷纷推出各具特色的5G专网服务和产品解决方案，不断推进设备成熟和应用落地，致力于开拓5G使能行业数智化转型的“新蓝海”：三大电信运营商均于2020年发布5G专网解决方案，满足行业用户差异化的业务需求。

中国电信提出“致远”“比邻”“如翼”三类5G定制网服务模式，实现网

随云动、云网一体。中国电信细分用户场景化的需求，形成“五库一图”解决方案知识库，创新推出“5G定制网能力魔方”，围绕业务需求面、技术参数面、原子能力面、标准产品面、业务方案面和商业模式面，把行业用户的需求快速转变成5G云网基础设施的配置参数，实现场景精准适配、能力多维构建以及方案快捷交付，进一步实现“从1到N”复制，促进5G规模复制和商业闭环。截至目前，中国电信已累计打造5G定制网项目超3800个，5G DICT项目超1.3万个。在工业、交通物流、医疗、教育等《行动计划》的15个行业，中国电信与数百个大型企业开展合作，聚焦5G+工业视觉、5G+生产现场监测、5G+远程设备控制、5G+厂区智能物流等二十大5G行业应用场景，打造了一批业内标杆。

中国移动将5G行业专网组网模式划分为“优享”“专享”和“尊享”3个等级，网络能力逐步叠加、网络专用程度逐步提高、网络价值逐步增强。针对行业用户差异化需求，中国移动打造了5G专网运营平台（OneCyber），面向行业用户提供“自服务、自运维、自开发”网络服务。随后，中国移动发布“5G专网2.0”，持续深化“优专尊”新内核，推进“优享+”“专享+”“尊享+”三大产品升级，结合5G芯片模组、MEC边缘算力、5G专网运营平台等能力，打造5G+数智底座，赋能行业用户。5G专网“BAF多量纲”基础功能（Basic）+增值功能（Advanced）的灵活组合（Flexible），为用户提供多量纲、多维度、多模式的计费方案，并支持按照流量、带宽、基站、速率、服务等级等多维度收费，让用户“按单点菜”；同时，提炼优享畅联、专享互联、专享园区、尊享精品四档高频组合套餐，有效匹配应用场景、助力一线快速推广。中国移动携

手行业龙头，深耕19个细分行业，探索5G创新应用，目前已落地超1.5万个商用案例。

中国联通提出“虚拟专网、混合专网、独立专网”3种5G行业专网部署方式，重点结合边缘计算实现网边协同。2021年12月，中国联通对外发布“5G行业专网产品体系2.0暨5G专网PLUS”，具有网络定制化、云边协同化、终端智能化、运营集约化、安全体系化和服务一体化的特点，推动5G深入到企业核心生产环节。中国联通以5G全连接工厂为核心抓手，大力推进“5G+工业互联网”新技术、新场景、新模式向工业生产各领域各环节深度拓展，助力工业生产更智能、更高效、更安全。中国联通基于5GC“集中一朵云、分布一张网”的立体网络架构，打造了更强网络，实现全程全网规模化推广；面向行业细分应用场景，进行网络方案基线化、网络配置模板化，增强了行业定制网络切片能力、多级算力调度能力和网端协同能力，支持5G专网规模化交付；在服务方面，秉承“一点接入、服务全国”的集约化运营理念，全面升级5G应用商城和5G专网运营平台，实现专网产品一点订购、一键开通和一站服务。目前，中国联通已打造500多个5G“灯塔”项目、2000多个5G行业虚拟专网项目、1万多个5G规模应用的行业项目，覆盖钢铁、采矿、电力、教育、文旅、医疗等25个细分行业，加速推进5G应用从“样板间”向“商品房”转变。

在三大运营商合力推动下，5G专网建设进展明显。目前，5G正在工业、医疗、教育、交通等多个行业领域发挥赋能效应，形成多个具备商业价值的典型应用场景，已覆盖国民经济97个大类中的40个，5G应用案例累计超过2

万个。5G已在全国200余家智慧矿山、1000余家智慧工厂、180余个智慧电网、89个港口、超过600个三甲医院项目中得到广泛应用。5G行业虚拟专网由2021年7月的1655个提升至6518个，增长近3倍。

此外，国内主流通信设备商相继推出5G全线产品解决方案，面向运营商物理专用、混合专网、共享网络等场景，提供轻量化核心网、云网协同等定制化产品：5G专网设备已基本成熟并全面应用落地，R15版本已成熟商用，R16版本已初步具备商用能力。

“新玩家”抢入局，“搅动一池春水”

值得关注的是，5G专网市场并非只是传统电信运营商的“天下”。5G专网市场出现了新玩家和新模式：云计算企业、新兴电信服务提供商、行业巨头等积极性高涨，依托自身在云、网、应用等方面的优势，拓展5G专网市场。

以微软、谷歌、AWS为代表的云计算企业，依托其公有云优势及行业用户资源，收购、联合通信网供应商、电信运营商，推出以云为中心的5G行业应用及服务。例如，AWS在2021年底推出了面向企业5G专网的解决方案AWS Private 5G，这是AWS的一项新的托管服务，旨在让企业能够非常便捷地自建5G专用网络——AWS宣称AWS Private 5G让企业只需几天，便可采购、部署和扩展5G专网。2022年6月，谷歌正式推出面向企业的蜂窝无线专网方案，这一方案是基于其2021年发布的“谷歌分布式云边缘”（Google Distributed Cloud Edge）产品，并利用谷歌的ISV生态系统，将专网能力与完整的边缘计算应用堆栈相结合，从而

满足关键垂直行业的独特性能、服务水平和经济需求。

以通信网供应商、传统专网服务提供商为代表的新兴电信服务提供商，以网为基础，提供云及行业应用解决方案，谋求向行业用户直接提供5G专网服务。

以西门子为代表的传统工业巨头，依托其在行业应用领域的垄断性优势，将5G专网集成到其整体行业解决方案中。

此外，主流通信设备商积极布局专网领域，推进产品及解决方案落地。比如诺基亚近年来将战略重点瞄向企业专网市场，推出了Nokia DAC(Digital Automation Cloud)和MPW(Modular Private Wireless)两种5G专网解决方案。2019年，诺基亚宣布已与120多家公司签订了无线专网协议，涉及交通、能源、公共部门、物流和制造业等多个行业领域。

对此，中国通信标准化协会理事长闻库建议，行业用户、电信运营企业、云计算公司应基于行业专网开展更多的合作，探索新模式、打造新产品，加快5G与人工智能、云计算、大数据、物联网等技术的融合研究，推动端到端的网络切片、边缘计算等技术成熟，建成覆盖广泛、技术领先、品质优良的行业专网。打造符合中国数字经济发展要求的数字基础设施体系，为用户提供灵活多样、融合便捷、安全可靠、综合智能的5G服务，助力行业数字化转型。

最大化频谱使用效率是关键

5G专网的发展已经取得了显著的成果，但要全面实现服务千行百业的目标，仍需一个相互促进、螺旋式演进的过程。千行百业对于5G的需求不

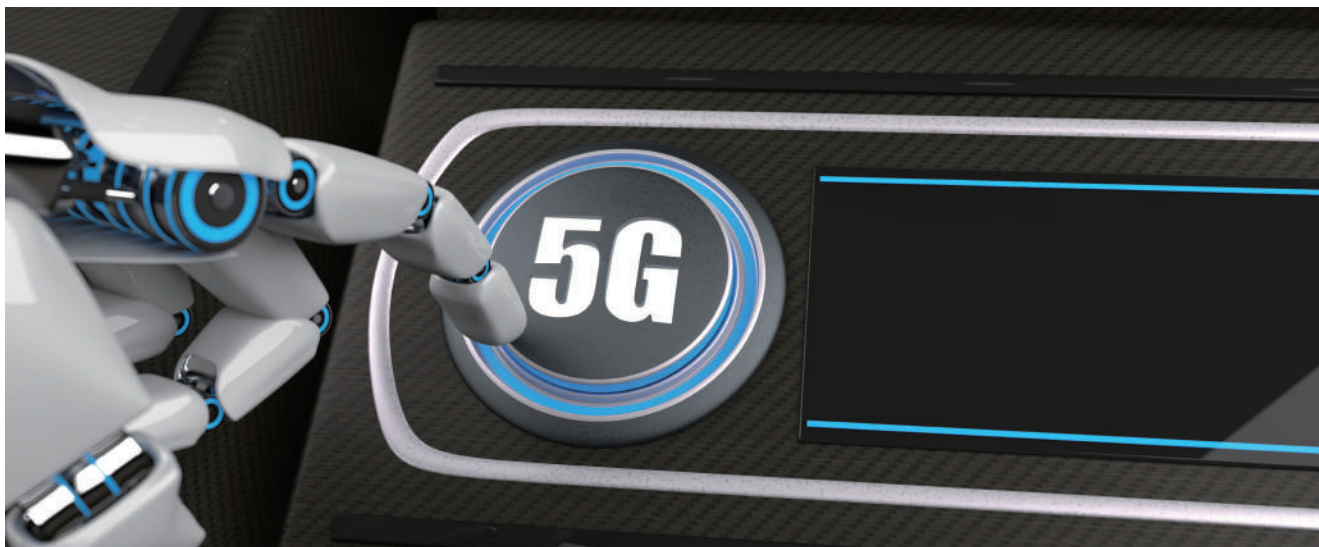
尽相同，面向未来，5G深入行业发展还需克服多方面问题。有专家指出，当前5G行业项目面临着DOICT融合难度大、涵盖领域广、产业链条长、业务断点多、规模复制难等诸多痛点。“就5G专网工程而言，端到端SLA指标测量、保障和性能平衡存在难度；网络确定性实施难度高，商用面临较大挑战；同时，能源、港口等重点行业用户出于对网络安全隔离和功能定制的极高要求，已将在用户侧部署下沉的定制化5G核心网作为必选要求，这也带来了极大的设备运维挑战；此外，5G专网业务灵活快速发展，对专网安全也提出挑战。”业内专家表示，“在终端模组方面，面临行业终端模组成本高、目前仅头部企业使用的问题，不满足大规模部署的条件，同时终端新能力、新技术的响应方面存在一定滞后性。对此，专家建议加强对终端产业的引导，推动5G模组规模化商用，提升行业模组定制化能力，降低模组成本和行业应用的准入门槛。”

许多专家认为，目前专网走向5G的最大问题是频谱分配。一些专家认为直接向企业或特定垂直领域提供频谱，对于推动LTE和5G专网市场的发展至关重要。而越来越多的国家正在探索如何为专网应用分配频谱；不同国家在频谱自由化（包括LTE和5G）方面采取的战略不同。比如美国CBRS频谱倡议在企业 and 电信需求之间找到平衡——CBRS是一个共享频谱的计划，使企业几乎可以免费使用一些频谱，同时使电信运营商或Cable运营商等可以为自己的传统业务购买额外的频谱；德国监管机构为企业市场专门分配了频谱促进了企业和供应商自身产业生态系统的发展，也有利于吸引国际企业进入德国市场。

而国内对5G专网专频多持包容审

慎的态度——5G频谱可能很难分给单独的一个行业，监管机构也应避免在关键的频段中为垂直市场留出频谱，这将阻碍5G最大使用效率的全面释放，并浪费频谱资源。作为稀缺资源，无线电频谱的政策重点目标应该是保证频谱使用效率的最大化和最优化。专网频谱是需要政府全面、仔细考量的事情，频谱资源使用效率最大化是最关键的。“对5G行业专用频段需采取审慎态度。垂直行业专网的建设需要一整套专业的、有保障的技术与运维支撑，电信运营商专网具有频谱丰富、端到端运维经验成熟等优势，能够为垂直行业提供较高质量的网络建设和运维服务，赋能垂直行业，满足生活生产需求。同时，各行业频段专用会带来规划困难、干扰大、频谱资源利用率低、产业分散等问题。因此，建议行业用户优先使用运营商5G行业专网，同时建议政府鼓励在民生、公共事务领域以运营商专网作为首要选择。”专家强调。

“5G专网业务不是移动通信的单一领域问题，而是一个端到端的系统工程，其中涉及不同垂直行业的终端、平台、应用等与5G网络的融合，需要垂直行业和电信行业积极开展融合探索，加深双方对需求和技术的理解。因此，5G专网标准从需求到方案的制定都需要各个垂直行业专业人员的深度参与。”专家谈道，并建议“行业应该在梳理总结已有行业专网标准的基础上，推进与工业、能源、交通、医疗、教育等行业标准化组织的跨行业合作，开展包括5G云专网在内的行业专网的标准研制，为产业链各方共同推动核心技术攻关和产业化提供支撑，开展云、管、边、端各个环节安全保障的技术研究，构建行业5G专网的安全标准体系，提供安全可靠的5G行业专网。”



5G行业应用扬帆正当时 规模效应将逐步释放

■ 中国信通院无线电研究中心 李珊 刘衡萍

自2019年5G商用以来，如何赋能数字经济是5G高质量发展的关键。2021年7月，工信部联合中央网信办、发展改革委等九部门联合印发《5G应用“扬帆”行动计划（2021—2023年）》（以下简称《行动计划》），更是引起了社会各界的关注。当前我国5G建设加速前行，5G行业应用加快落地，5G应用规模化发展也进入了关键时期。

5G行业应用赋能作用成效初显

政策牵引推动重点行业、重点场景规模复制。自去年《行动计划》印发以来，全国大力推动5G规模化应用，工信部联合医疗、能源、教育等行业主管部门共同出台政策开展试点，加速推动5G技术与垂直行业融合；上海、江苏、

重庆、江西、河南、陕西、广西等省市积极出台配套政策，加快推进5G应用落地。目前5G已覆盖国民经济97个大类中的40个，5G应用案例累计超过2万个。尤其是在工业、医疗、能源等多个行业领域，5G与行业自身数字化转型发展相结合，赋能效应逐步释放，与人工智能、大数据等新一代信息技术共同驱动各行业的数字化、网络化、智能化进程。在移动、精准协同以及远程控制等对大带宽、低时延要求较高的场景，形成一批具备商业价值的典型应用场景并逐渐形成规模复制态势。在矿山领域，5G在智慧矿山无人化中发挥重要作用，5G无人矿卡作业、挖掘机远程控制等场景为安全生产提供了新手段；在工业领域，5G+云化AGV、5G+AI质检等应用成为5G全连接工厂的标配，在生产、检

测、运维、运输、安全管理等环节通过5G应用提升企业效率，有效推动企业生产模式和产业组织方式创新；在医疗领域，5G急救车、5G+远程会诊、5G+防疫等场景正在全国加速落地，进一步推动我国医疗行业迈向智能化。

网络基础不断夯实推动5G向更多领域加速扩散。截至今年7月底，全国建成开通5G基站196.8万个，所有地级市城区、县城城区和96%的乡镇镇区实现5G网络覆盖。随着5G网络覆盖水平的提升和技术门槛逐步降低，5G不断向更多行业和企业加速扩散，农林、海洋、水利等传统领域逐渐拥抱5G，中小企业也开始利用5G“上云赋智”。得益于700MHz网络建设，5G入海可以提升海洋治理能力、助力近海渔业，如利用5G打造海上执法、现场巡检和应急

救援等应用,满足海事部门联动调度、远程执法、远程巡检以及快速响应救援等需求,渔民可以利用5G网络安装实时监控摄像头,满足安全生产、防盗预警等需求。5G进村,助力乡村振兴作用正在逐步显现,例如基于5G的数字农场控制系统能精准控制施肥量和浇水量,降低花生田的温度,减少病虫害,增加花生产量;再如利用5G网络、物联网、无人机遥感、人工智能等技术,通过各类环境传感器、气象传感器、虫情传感器、智能监控摄像机,实时监测果园环境信息。5G正在走进中小企业,在产业聚集性较强的园区中,利用5G进行数字化转型的需求正逐步显现。如广东省惠州仲恺高新区政府通过园区内5G虚拟专网公共服务平台,为园区内中小企业提供5G+机器视觉、5G+数据采集、5G+自动驾驶车(AGV)等云服务;在江苏沭阳县为了推动木材加工企业转型升级,从源头上系统整治木材加工领域安全风险(粉尘涉爆),园区与运营商合作建立“5G+粉尘涉爆企业智能在线监测系统”,实现远程监控、自动报警、及时处置等功能,有效减少安全生产事故的发生。

5G行业应用已形成三类典型模式

随着5G行业应用的逐步深化,当前已经形成替换升级类应用、智能提升类应用、创新变革类应用三大类模式。

替换升级类应用主要是指利用5G去除原有终端设备的有线束缚,通过提升终端的无线接入性能,进一步推进行业的网络化。最典型的是5G视频监控、5G数据采集、5G远程会诊等应用场景,这类应用的特点是现有系统和设备的改造难度小,部署和实施较快,见效快,且易于跨领域、跨行业复制。

智能提升类应用主要是指5G与人工智能、大数据、边缘计算、云边协同、精准定位等新一代信息技术的深度融合,在引入新的终端设备或对现有设备进行智能化改造的基础上,为行业带来新的技术功能。其中比较具有代表性的是5G+智能巡检、5G+机器视觉等,这类应用可以大幅提升原有应用场景的数字化和智能化水平。此类应用在落地过程中,不仅涉及设备改造、新型终端研发,还涉及新技术方案与部分现有系统的对接、调测等,部署和实施难度较高,但应用赋能价值更高。

协同创新类应用主要是指5G在与工业、医疗、教育、安防等深度融合过程中,改变原有业务系统逻辑、生产模式和业务流程,对生产环节的协同创新影响,典型应用如5G+云化PLC、5G远程控制、5G+预测性维护等。此类应用往往需要改变原有业务系统、设备形态乃至生产流程,对行业原有的系统实施颠覆性变革,因此部署和实施难度最高,但这类应用可以给行业带来新模式、新服务、新业态,提供增量价值或革命性价值。

上述三类应用模式与行业的结合由浅入深,具体采用哪种应用模式,取决于行业对应用需求的迫切程度、5G及相关技术方案成熟度、成本、标准制定、政策引导等诸多因素。

把握三大路径实现5G行业应用规模化发展

当前,5G应用规模化仍面临行业用户的5G专网和模组终端等成本较高、各行业数字化发展进程不一、行业应用需求呈现多样及碎片化等诸多难题,如何在个性化需求与通用性技术产品之间寻求平衡,形成可规模化、高性价比、高赋能价值的应用解决方案、产

品及服务,成为当前的首要挑战。下一步,需要重点把握三大路径,推动5G行业应用向规模化方向加速迈进。

一是梯次导入,不断提升5G应用价值。5G亟须与各行业特有的技术、知识、经验紧密结合,需要供需双方聚焦真实场景共同努力挖掘需求,抓住重点行业重点场景,通过探索一批、挖掘一批、渗透一批、成熟一批、推广一批、复制一批,由浅入深不断扩展和深化应用场景,形成5G应用规模化发展正向循环。

二是由大及小,逐步扩展市场规模。积极推动5G应用从面向大企业的“大建设大投入”模式,逐步扩展至面向中小企业的“小应用大推广”的发展模式。一方面要发挥龙头企业“领头羊”作用,攻克5G深化应用的关键性难题,树立一批5G高质量应用标杆,带动上下游企业采用5G技术;另一方面为中小企业产业集群提供“一站式”5G应用解决方案,降低应用门槛,助力中小企业数字化转型。

三是优化环境,推动5G行业应用加速扩散。5G行业应用需要政策体系、产业体系、创新体系多维协同发展,以行业数字化转型为牵引持续加强政策引导,抓住模组终端、共性技术平台等产业关键节点,持续开展技术创新、服务创新和模式创新,不断繁荣5G行业应用生态,促进5G技术在各行业的加速覆盖。

同时也应该充分认识到,5G应用规模化是一个长期而艰难的过程,是一项系统性战略任务。尤其在垂直行业领域,5G应用的发展速度不仅取决于5G等相关技术产业成熟度,还取决于行业自身信息化进程、需求迫切程度、发展环境等因素,需要政策、技术、标准、人才、市场、资金等协同发力,兼顾经济效益和社会效益均衡发展,以助力我国数字经济高质量发展。CWW

ICT赋能“专精特新” 中小企业数字化的路径探析

■ 中国信息通信研究院 张海峰 孟亚洁

在数字经济浪潮中，中小企业的数字化转型如火如荼。“专精特新”企业作为中小企业的领头羊，在信息化、智能化等领域已经开展了诸多探索。随着中小企业“梯度培育管理办法”的发布，ICT企业需要研制出更加具有针对性的产品，帮助更多的中小企业脱颖而出。

“专精特新”企业数字化现状

部分企业具备一定的数字化基础。据统计，我国92%的“专精特新”企业采用研发设计CIX、生产制造CIM、经营管理ERP、运维服务CRM和供应链管理SRM五大系统。“专精特新”小巨人企业评选条件要求，企业至少一项核心业务采用信息系统支撑，而这类企业作为我国中小企业的优秀代表，其数字化实践经验将为后来者指明方向。

各地政策发挥了较好的引导作用。

“专精特新”企业是各地开展中小企业数字化转型的重要抓手。近年来，很多地方先后出台了支持“专精特新”企业数字化转型、智能化改造的政策。例如天津市提出“组织工业互联网平台和数字化转型服务商为‘专精特新’中小企业提供数字化转型评价诊断服务和解决方案”，上海市提出“引导以‘专精特新’为代表的广大中小企业认清数字经

济的发展趋势、掌握数字领域的技术手段”。在政策引导下，一批数字化基础良好的标杆企业崭露头角。

近两年来，中国信通院开展了多轮次的“专精特新”企业调研，发现了诸如缺少数字化转型推进组织、数字化管理水平较低等问题。

基础薄弱，数字化素养难以提高。在调研中发现，“专精特新”企业普遍存在缺乏数字化转型发展规划，仅设置信息化岗位、缺乏信息化特定部门，缺少懂数字化转型技术方向人才等问题。这些主观因素，叠加复杂的国内外形势和不稳定的供需链条，使得企业在数字化转型方面无暇前瞻布局。因此在选用数字化解决方案时，以厂商推荐为主、自我选择为辅，且厂商难以为企业提供“陪伴式”服务，导致中小企业的数字化素养难以提高。

相当部分企业数字化管理水平滞后。具体表现在：一是企业的核心价值转化过程虽然实现了数字化，但“研、产、供、销、服”等环节相对割裂，缺乏产品全生命周期管理的数字化手段；二是部分数据处理效率偏低，如预算、订单、库存、合同等方面数据的对照处理，多采用系统导出、Excel处理等传统手段；三是决策的智能化水平普遍偏低，CIX、CIM、ERP等平台沉淀了大量

数据，这些数据没有被充分利用，导致其价值大打折扣，智能决策不等于BI等系统，目前大部分企业“化繁为简”的能力短板凸显。

“专精特新”企业数字化转型路径

不同于一般的中小企业，“专精特新”企业已经具备了一定的信息化基础，因此在进行数字化转型时需要以场景为导向，先解决关键问题，然后逐渐建立起数字化生产运作体系。

引入一体化的专业解决方案。“专精特新”企业的最大特点是专注细分垂直领域，而市面上通用的数字化解决方案很难满足企业专业化发展的需求，因此企业需要明确自身能力和数字化转型方向。首先，借助智能制造成熟度诊断模型等，开展企业数字化水平的诊断，了解自身所处等级和下一个等级的要求，进而明确数字化的发力方向；其次，了解企业的信息化现状，通过对标行业内“专精特新”小巨人企业，准确判断数字化建设投入带来的成果；最后，多接触第三方供应商，发掘既有专业方向又有集成能力的厂商，帮助自己建立起数字化转型逻辑地图，进一步明确数字化转型发展规划和实施策略。

依托各类集群融入数字化生态。

近年来,国内部分园区已经开展了智慧园区建设,对园区的人流、物流、能耗、安防等系统进行了智能化改造,相当部分园区能够为企业提供统一的仓储、电商等服务;部分产业链龙头企业加强资源统筹,建立了产供销一体化数字化系统。对于数字化转型解决方案定制要求不高,或者信息化投入有限的企业,要善于借用外力,如主动接引园区、特色产业集群、产业链龙头企业的数字化资源,不断调整组织架构和企业文化,逐渐适应圈子的数字化转型节奏。

ICT加强“专精特新”数字化赋能的方向建议

ICT企业作为自带数字化“基因”的赋能者,在推动中小企业数字化转型方面已经开展诸多探索。一是提供一体化解决方案,如中国移动“商企e选”通过专线、云主机/云桌面、移动办公等产品,一站式满足企业上云、日常办公、营销推广、安全防控等需求,帮助企业提高办公效率、节省人工成本;二是提供数字化应用产品,如中国电信聚焦数字化应用场景,为中小微企业推出云电脑、天翼云眼等数字化应用产品,从小处切入,循序渐进助推中小微企业“上用数赋智”。

结合目前“专精特新”企业在数字化转型中遇到的问题,建议以电信运营商为代表的ICT企业,从以下几个方面强化赋能。

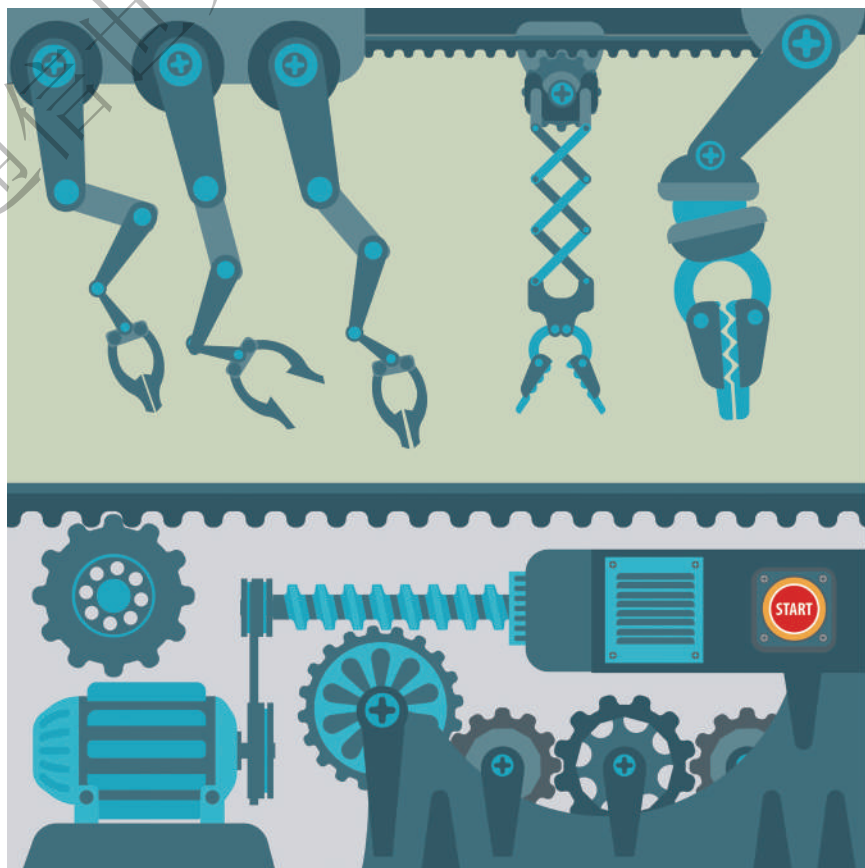
一是提供适应数字化转型需求的网络基础设施。《“十四五”信息通信行业发展规划》提出,信息通信行业是构建国家新型数字基础设施、提供网络和信息化服务、全面支撑经济社会发展的战略性、基础性和先导性行业。“提速降费”虽已是老生常谈,但在基础设施升级改造方面,依然要明确“承担央企责任、加大优惠力度”的主线。以5G为

例,目前三大运营商都推出了面向企业的5G创新应用,但在调研中发现,很多企业还不具备使用这些应用的网络条件,或者当前的生产流程比较成熟,5G应用是锦上添花、大材小用,需要运营商具备判断网络基础设施与数字化转型需求是否匹配的能力。

二是研制具有行业特征的定制化解决方案。“专精特新”企业行业垂直度高、专业性强,泛化的数字化解决方案往往不能满足其转型升级需求,了解细分领域的数字化厂商需要提供更加符合垂直行业特征的定制化解决方案。在这方面,“江山木门”智能化改造就是很好的标杆,解决方案提供商针对木门行业面临的6个方面难点问题(即订单拆单、原料管理、设备监管、进度跟进、包装缺漏、报表统计),以及当地政府“轻量化智改”的需求,设计定制化解决方案,切实解决“痛点”问题。电信运营商等ICT

企业需要沉下心、扎下根,在明确目标行业的基础上,开展实地调研,总结提炼重点问题,研制出实操性强的解决方案。

三是依托实体机构陪伴“专精特新”企业成长。“专精特新”企业数字化转型意愿不强和数字化意识薄弱的问题很难在短时间内得到解决,需要稳定的团队或者驻地机构陪伴成长。当前,国家鼓励建设数字化服务平台,扎根细分行业,熟悉中小企业需求,锻造成功转型的案例。部分ICT企业已经开展了“基础设施”的探索,如科大讯飞在15个城市建立产业加速中心和“双创”基地,累计孵化入驻创业团队、中小企业1500余家,将核心技术、供应链渠道等资源向中小企业开放。建议电信运营商等ICT企业利用天然的渠道优势,遴选“专精特新”聚集的重点行业,积累建设数字化服务平台成功经验,并逐渐向更多区域、行业和中小企业推广。CNY



iPhone 14的eSIM能否冲击到运营商

■ 老解

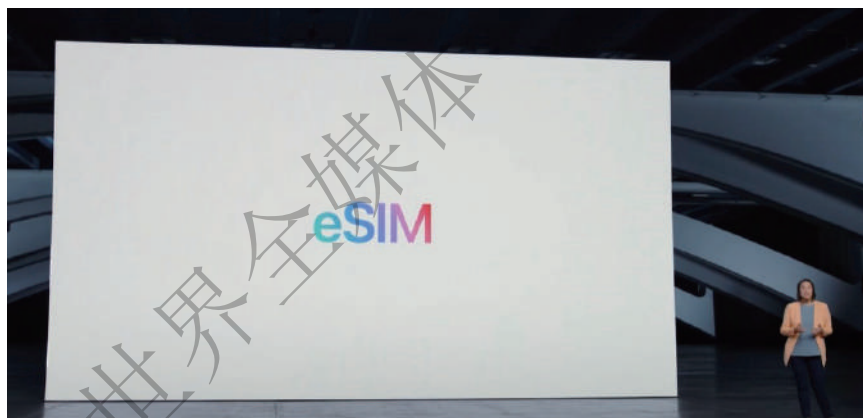
对于苹果在美国市场推出只支持eSIM的iPhone手机的意义,从行业媒体的消极评价来看,毫无疑问被低估了。

虽然eSIM在当下已不是什么创新的技术——苹果早在2017年就将eSIM引入Apple Watch 3,支持与iPhone共享电话号码,从而推动了智能可穿戴设备的销售。但由于运营商市场宣传不到位,手机用户对eSIM的认知和理解并不充分,据GSMA在美国、德国、日本等8个国家所做的调研,了解eSIM的消费者不足30%。

因此,仅支持eSIM的美版iPhone 14横空出世,对于习惯了在手机上进行插卡、拔卡操作的用户而言,带来的更多是新鲜感和质疑,而对eSIM在当下和将来可能对通信业个人体验、通信运营以及手机制造等各个环节所带来的冲击缺乏足够的认知。

对个人而言, eSIM是实现网络选择自由的“新门票”

移动通信发展初期,运营商的电话号码是和手机终端绑死的,一码只能用于一机,所以手机终端也只能通过运营商渠道进行销售;直到可插拔的SIM卡出现,用户才实现了随意更换手机的自由,并且手机销售也得以扩展到运营商营业厅之外的更多渠道,包括手机品牌



直营店、加盟店、代理店,乃至“华强北”和线上等多种形式,推动了移动通信服务业和手机生产制造业的大发展。

但是,解放了手机产业的SIM卡,却仍然掌握在运营商手里,成为其绑定手机用户的重要工具。用户必须向运营商申请SIM卡,装在手机的卡槽里激活,才能使用运营商的网络服务;如果用户想使用多家运营商的网络服务,就需要申请多张SIM卡,但目前的手机最多只有两个卡槽,因此理论上用户要使用第三家运营商的网络服务,就需要从手机里拔除并替换一张原有的SIM卡。这无疑为用户选择网络的自由制造了障碍。

虽然在现实生活中,用户需要选择多个运营商网络的场景并不常见,但对跨境旅行的用户而言,为了避免高昂的国际漫游费用而在访问地运营商中选择最优网络服务的需求是刚性的;即使不

出国,当使用中的运营商网络在某个时段或地点状况不佳,或者用户对其服务质量不满意时,那么用户对于方便地切换到另一家运营商网络的意愿无疑也是强烈的。

长久以来,阻碍用户实现网络选择自由的主要障碍来自对绑定在实体SIM上的电话号码的依附性,换网就意味着要换号码,就会带来一系列对外联系方式变更的后续操作,即使可以携号转网,也需要在不同运营商之间办理各种流程,这大大增加了用户实现网络选择自由的成本和顾虑。

然而智能手机的出现,造就了移动互联网业务的发展与繁荣,拨打语音电话已经不再是智能手机最主要的应用,家人、朋友之间的生活联系,甚至同事、客户之间的业务联络,都更多通过微信、WhatsApp、Facetime等社交软件、互

联网应用进行,由此互联网账号、邮件地址、Apple ID等数字身份开始逐步取代电话号码,成为移动互联网时代更重要的身份识别信息。

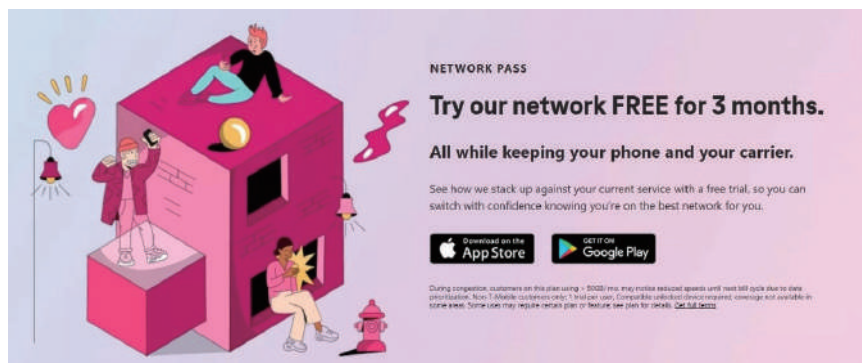
因此,对手机用户而言,摆脱变更电话号码会影响对外联系的顾虑,完全基于网络信号、资费水平、服务质量等因素选择运营商的服务,已经具备了现实条件,而eSIM则为用户在多个运营商网络之间进行便利切换提供了技术保障。

以取消实体SIM卡槽的美版iPhone 14为例,用户可以在开机后按照iPhone内置的操作说明,选择运营商eSIM激活,用运营商以数字方式分配的eSIM申请新的电话号码激活网络接入;也可以选择eSIM快速转移,自行将电话号码从旧iPhone转移到新iPhone,而无需联系运营商;还可以通过扫描运营商提供的二维码或使用运营商APP进行eSIM注册、激活操作。

所有这些操作,手机用户均可在线上完成,不需要前往运营商的营业场所、不需要等待运营商邮寄实体SIM卡,就可以非常方便地自主选择运营商,通过eSIM实现远程鉴权和号码激活并接入网络。

特别是对出境旅行的手机用户而言,eSIM不仅能免除在异地购卡、换卡,或者丢卡的烦恼,还可以提供更多的方便选择以节省国际漫游费用。比如手机用户可以在访问地运营商的网站或APP购买预付费eSIM号码,远程注册激活后即可享受更加经济实惠的本地数据、语音和短信套餐;还可以在支持全球通信服务的虚拟运营商处购买预付费数据eSIM,以更为优惠的资费进行手机上网。

美版iPhone 14支持同时使用两个eSIM,对介意号码变更的用户而言,还可以将在居住地的常用号码eSIM设为主号,确保使用电话号码的联络不会中断,而将其他eSIM用于对电话号码不敏



感的数据流量业务或访问地的优惠预付套餐业务,从而享受运营商提供的更优惠的服务。

美版iPhone 14可以储存8个或更多eSIM,用户可以随时随地将处于活跃状态的eSIM调换为已储存的其他eSIM,大大方便了用户自由选择运营商、灵活切换网络的便利程度。因此,从某种程度而言,苹果在美国发行彻底取消了实体SIM的iPhone 14,就是将选择接入网络的自主权完全交给了用户。

这必然会引发运营商之间为争抢用户而展开激烈的市场竞争,因此,用户大可不必对同时使用两家运营商的eSIM号码会增加资费支出产生顾虑,相信随着市场竞争的加剧将出现更为合理的、适应多个eSIM的资费方案。

对运营商而言, eSIM既是挑战也是机遇

eSIM为手机用户便利地切换运营商网络提供了技术保障,反过来对运营商保有现网用户、减少流失,也带来了巨大挑战。

特别是对那些利用存量用户规模构筑市场优势“护城河”的运营商而言,eSIM带来的转网门槛降低导致其对用户控制力的下降,要避免存量用户借助eSIM的便利流失,就只能通过提升网络性能和降低资费水平来确保竞争优势;此外,为了支持eSIM,运营商还需要对

现有的业务流程进行改造,投资建设符合3GPP规范的eSIM鉴权管理平台,追加对客服人员进行培训的投入等。

因此,由eSIM导致的客户保有难度的增加和额外投入成本的增加,都会对运营商的盈利能力造成不利影响,这也是运营商对eSIM的宣传和推动不积极的原因所在。甚至有些运营商还会以eSIM使用空中开卡和远程激活存在安全隐患、线上注册影响实名制监管等借口消极地抵制eSIM,刻意向用户和市场隐瞒eSIM规范由全球通信行业组织GSMA牵头制定,其安全性有严格的标准保障,其可实施性已经在物联网领域的普遍应用中得到广泛验证的事实。

然而,对那些想要在用户市场上实现赶超的运营商而言,eSIM所带来的机遇要远远大于挑战,eSIM的普及必然会大幅降低其从竞争对手那里获取转网用户的难度。

在美国市场上排名第三的移动通信运营商T-Mobile就非常急于抓住这个机会,在苹果iPhone 14发布会举办前夕,T-Mobile宣布了一项免费测试的升级计划:所有非T-Mobile的用户,只要有支持eSIM的手机,就可以直接通过T-Mobile的官方APP申请eSIM,免费试用T-Mobile的5G网络3个月;用户在保留原运营商的号码和网络接入的同时,还可以在APP上通过网络积分卡对原网络 and T-Mobile网络进行指标对比;3个月

测试期结束后用户可以自行决定是否付费继续使用T-Mobile的网络。

凭借中低频的频谱优势，T-Mobile宣称已建成的5G网络在覆盖范围上超出竞争对手Verizon 4倍以上，在网速上是竞争对手AT&T的2倍，并且在多家第三方网络测试公司的评比中排名第一。因此T-Mobile非常有信心通过免费测试活动从竞争对手那里抢来更多的5G用户，而方便用户转网的eSIM则成了T-Mobile达成目标的重要工具和手段。

为了反击T-Mobile的竞争攻势，美国第一大和第二大运营商Verizon、AT&T也在“BYOD”（Bring Your Own Device）计划中针对异网用户转入提供额外的资费折扣以及eSIM支持，也希望能借助eSIM的便利操作吸引到转网用户。

eSIM虽然会加剧运营商之间争夺用户的竞争，但也能帮助运营商节省采购、储存和寄递实体SIM卡的费用支出；而且随着eSIM的普及，会有越来越多的手机制造商跟随苹果生产取消实体卡的手机，也会有越来越多的用户习惯应用eSIM进行远程开卡和号码激活，帮助运营商实现用户业务流程的彻底数字化和线上化，由此也会压缩实体营业场所的数量和相关成本。

不论运营商的意愿如何，随着消费类eSIM全球标准规范得到普遍认可，eSIM管理平台开始被广泛应用，eSIM已经在全球范围内取得良好的发展势头。根据GSMA的报告，截至2022年6月，全球已有超过260家运营商（包括虚拟运营商）推出了使用智能手机的eSIM服务。随着美版iPhone 14彻底取消实体SIM卡槽，相信苹果的引领作用会促使全面支持eSIM逐渐成为手机市场的主流趋势。

因此，对运营商而言，与其担心eSIM会带来用户流失的挑战而进行抵制，不如尽早采取主动的姿态从eSIM

带给用户的好处中发现并抓住机遇，而在不可避免的市场竞争中抢占先机。特别是在竞争充分的市场，谁率先支持eSIM，谁就可能赢得热衷新鲜事物的年轻用户的追捧，比如挪威的通信运营商ICE就专门设立了一个全面支持eSIM的数字化子品牌NiceMobil，宣传eSIM对减少塑料使用和二氧化碳排放的贡献，与全数字化的自助服务系统相结合，打造绿色环保运营商的形象，在挪威当地市场受到年轻消费者的欢迎。

对苹果而言，eSIM不只是节约卡槽空间那么简单

全面支持eSIM，彻底取消实体SIM卡槽，对手机制造商最直接的好处是节省了手机内部空间，降低了生产和设计成本，同时也有助于提升手机的防水等级等设备性能。

但对苹果而言，eSIM则不只是节约卡槽空间那么简单，苹果追求的是如何为iPhone用户创造更好的使用体验，所以从推出第一款iPhone手机开始，苹果就不断推动手机SIM卡从Micro SIM变小到Nano SIM，同时也一直在研究如何彻底摆脱SIM卡，从而让iPhone用户以最简单的操作连接上网。

苹果在2011年申请了关于虚拟SIM卡的专利，随后在2015年就联手三星推出了eSIM卡，并合力推动通信行业组织GSMA在2016年发布了消费类eSIM规范，使得eSIM有了组织归属和统一标准，从而正式为通信行业所接受。

2017年苹果首次在iPhone XS中引入了eSIM，此后eSIM与实体SIM兼容开始成为iPhone的标准配置，直至此次在美国发行的iPhone 14彻底取消了实体SIM，将对接网络的选择权完全交给用户。

由此，使用eSIM就可便利选择运营商网络的美国iPhone 14用户，摆脱了对运营商的归属感，却提高了其作为

iPhone用户的忠诚度，而这正是创建IOS生态的苹果所想要达到的，确保用户使用iPhone手机快速而流畅地打开其从Apple Store下载的APP应用，至于接入的网络是Wi-Fi 6还是5G并不重要，由哪家运营商提供则更不重要。

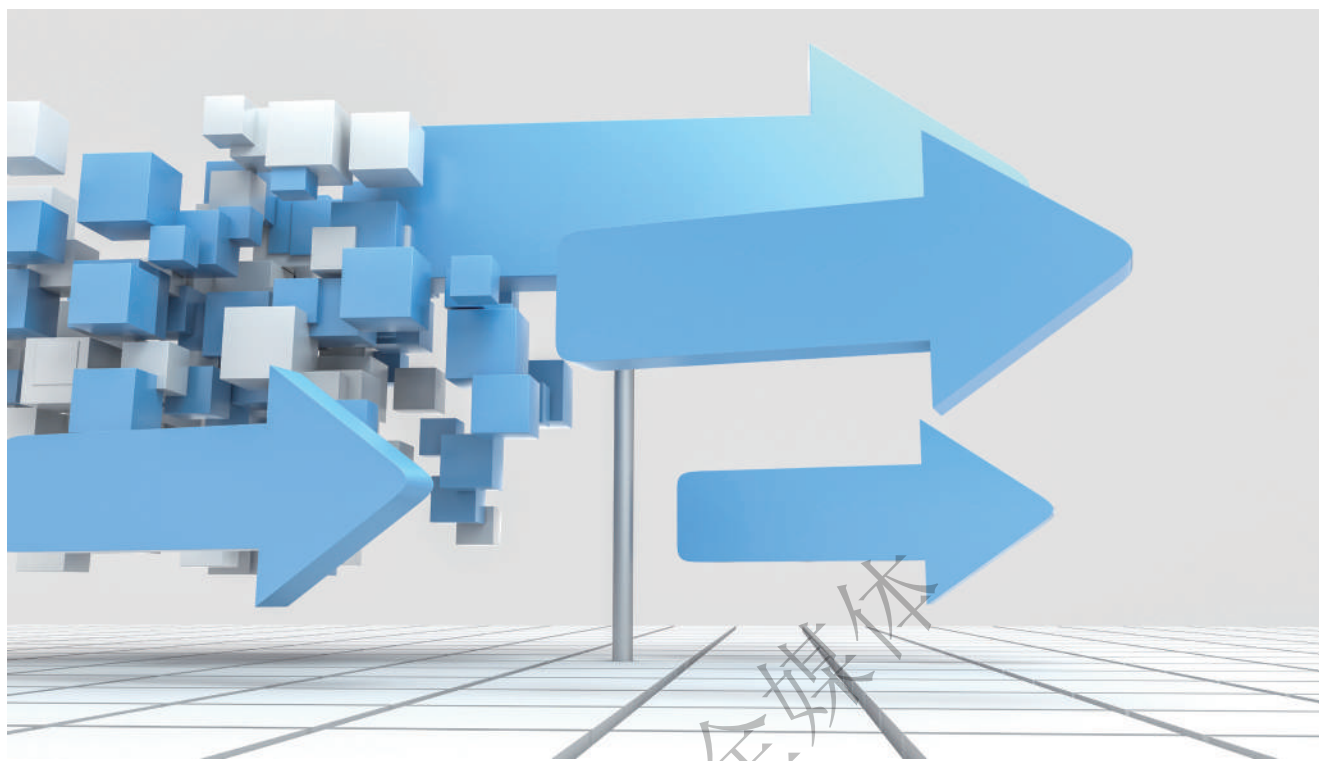
iPhone手机在美国市场上的占比高达45%，Verizon、AT&T、T-Mobile及更多中小运营商明知苹果推广eSIM的用意所在，但为了不失去那些无法使用实体SIM卡的iPhone 14用户，美国运营商只能改造流程来配合iPhone 14用户使用eSIM接入任何他们想要选择的网络。

当eSIM的便利性在美国市场得到验证之后，苹果在更多海外市场推动全面支持eSIM iPhone的脚步就很难被阻挡了，而这也势必会成为手机市场的主流发展趋势，进而吸引更多的手机制造商加入进来，与苹果一起裹挟更多的运营商接受仅支持eSIM的手机入网。根据GSMA预测，到2025年全球eSIM手机在网连接数将至少达到8.5亿，并在2030年升至67亿，占到全球智能手机连接数的76%。

由此，eSIM的普及还会带动移动通信行业的传统规则发生变化，比如预付费的计费模式、流量套餐的资费设计、多eSIM用户的在网统计、运营商的用户市场份额计算等，或许都将在eSIM引发的市场竞争中做出对手机用户更有利的调整。

使用移动终端观看视频APP的用户，已经习惯在网络状况不佳时按照APP跳出的提醒调低视频分辨率来维持正常的观看，但或许在不远的将来，以苹果为首的手机厂商，会基于网络性能指标，在用户默许的前提下，通过预存在手机里的eSIM自动为用户无感地切换到最佳接入网络，而全然不会顾及运营商的感受……

毕竟，对苹果而言，这从来也不是什么值得惊奇的事。



“谈网色变？” 多维视角下再谈农村青少年与互联网

■ 华南农业大学公共管理学院 张艺溶 罗嘉乐 颜雨萱 林诚彦

振兴乡村始终是新中国历史方位下的重大使命。作为乡村发展的后备性、内生性力量，农村青少年健康发展的重要性不言而喻。20世纪中后期，随着网络技术的革命性发展，人类社会逐步进入了信息网络时代，互联网也渐渐踏入千家万户。2020年《全国未成年人互联网使用情况研究报告》显示，2020年我国未成年网民规模达到1.83亿，其中农村未成年人互联网普及率为94.7%，互联网对青少年的影响日益显

现，相关研究与报道层出不穷。

但是，谈及青少年与网络，大众目光往往只停留在城市青少年的网络使用，对农村青少年网络使用的相关讨论话题较少，甚至仅局限于“农村青少年上网成瘾”这一单面体印象。农村青少年网络使用在大众舆论层面所受关注度与其重要性完全不匹配。

为响应“把青年工作作为战略性工作来抓”的号召，笔者试图通过更多维、更主位的视角描述互联网之于农村

青少年的意义，以更好地推动数字化为乡村振兴赋能，助力乡村振兴建设。

农村内部视角：价值观、生活方式与各群体地位的重构

农村青少年间新的群体分化

互联网使青少年群体出现了新的分化。一方面，是青少年社交判断“权威化”标准的改变。从普通的群体性游戏社区逐渐向虚拟游戏的权威社区过渡，如建立起“游戏权威”制度——《王者

荣耀》比赛中有段位的高低之分。留守儿童在现实生活中存在家庭经济条件困难、公共服务设施不足、可交际人群受限等问题，故而在网游的社区中热衷于追求段位“权威化”，常把在虚拟世界中取得的名目、称号、地位等类比到现实生活中，并以此自居。部分青少年能够利用互联网技术绕过既有的思想约束与体制阻碍，逐步改变自身的边缘状态，利用游戏时长的积累，分享练级心得，同时组队游戏实现文化参与。

另一方面，上网作为一种消费行为，使农村出现新的经济阶层分化。在农村，人们通常把对数码电子产品的消费、使用，与生活品位、中产阶级的身份认同联系起来，形成差异。本地学生中家庭经济状况较好、在游戏中投入了一定时间与金钱的青少年，自发地构成了一个群落；至于一些低收入家庭的学生，也开始逐渐被边缘化，并形成了另一种群体。

农村家庭间亲子间的“角力”

在互联网深入日常生活的当下，网络使用不可避免地影响着家庭中的亲子关系。许多家长也同样无法抵御游戏的诱惑，误导了乡村留守儿童。另外一些父母出于自己能力、精力有限，加之溺爱，在子女的不断请求下往往将手机留给子女以换取个人的闲暇时间和安静，将网络作为“精神奶嘴”。

同时，农村大多数家长的教育观念仍受传统文化影响，难以应对信息化趋势带来的挑战。他们要求“数字原住民”依旧像自己年轻时那样——减少刷屏时间，经常参加线下活动，戒断网络游戏，更多地和同伴交往，一味禁止，往往促使矛盾激化。在此基础上，对于农村青少年而言，互联网可能成为一种造成家庭关系冷漠或矛盾激化的因素，青少年会受到其家庭环境的影响，在工业化和信息化融合的时代，对网络使用报以纠结的态度。

农村青少年价值观重构

在游戏社区中，“货币”的消费观念强势进入农村青少年的价值认知。网游账号更新、道具武器添置、人物角色选择、数字货币交易等形成了虚拟的经济体系和消费模式，此类商品化的价值观念逐渐成为农村青少年消费意识形成的强大推力。

优质网络资源中的“真、善、美”价值观念也能够通过人与网络的交互过程，对农村青少年的价值观产生细微而长远的影响。以电子游戏为例，一款真正优秀的电子游戏从剧情、音乐到游戏机制，设计者在创作伊始就已将自身对“美”的追求、对“善恶”的深刻反思融入其中，并以一种艺术的形式呈现在玩家面前，使其能够在虚拟网络世界中，以一种相对安全的方式体验某个“角色”曲折的一生，在丰富农村青少年的精神文化的同时，促其深思游戏所带

来的现实意义；此外，游戏社区中的团队协作、公平对战内核，也能够成为农村青少年构建合作、公平理念的方式之一，并使其挖掘自身潜能，探寻未来人生道路的方向。

城乡二元视角：身份赋能、教育变革与村庄新营造

首先，由于网络社会是对真实社会关系的复制与模拟，在网络中生活的个人也需要建立复杂关系网。对于农村青少年而言，这是突破生长环境壁垒、接轨数字时代的机会。网络生活以虚拟情景、真实交互、刺激化声像效果等特点，成为留守儿童认识世界、提高数字素质的主要渠道，并延伸为留守儿童社会化过程的新型经验空间，突破了城乡二元体制给农村青少年带来的经验获取渠道阻断。

其次，由于互联网的匿名性，青



少年在其中更多地表现出一个完全不同于实际生活中的“我”。对于农村青少年而言,互联网的使用能够让他们更好地适应新的城市人身份,赋能自由平等。

再次,“技术变革教育”已经成为当前推进高等教育变革、推动高等教育公平、提高教育效率的巨大力量与基础,受到从中央到各地政府的重视。在“互联网+教育”背景下,优质教育资源下沉乡村的途径得以多元化,破除了时空界限。不仅农村学生能够通过慕课、哔哩哔哩学习类视频进行自主学习;乡村教师也能够通过远程参加专业教师培训、获取线上数字化教学资源等方式,提高自身教育教学质量。此外,还为偏远地区中小学开设音乐、美术、法制、科学等课程提供了丰富资源。

最后,作为衔接农村与城市的主体的,农村青少年在互联网上还扮演着促进乡村振兴的重要角色。例如学者周敏在提及“网络村庄”建设时指出:“网络村庄”更多的是由居民自发创建,关注村民的日常生活和情感需求,致力于村庄凝聚力的营造和村庄文化的传承,它借助传统互联网、移动互联网而建设的“虚拟网络村庄”,可呈现为村镇生活网以及微博、微信公众号等多种新媒体应用形态。在其中,青少年可以扮演网络村庄筹划创建者、实用信息收集者、传统文化继承发扬者等角色,参与现代农村的治理工作,促进新时期“互联网+农村”的建设。

宏观社会视角:乡村振兴、媒介教育与政治参与

网络素养教育赋能驱动乡村振兴

人才振兴一直是乡村复兴的关键所在,如今又被赋予了“数智化”人才培养的全新使命;此外,数字乡村建设也

是促进农村繁荣的关键措施,是实现农业农村现代化的重要途径。

2019年印发的《数字乡村发展战略纲要》,立足于新时代国情农情,将数字乡村作为数字中国建设的重要方面,提出加快建设农村信息基础设施,促进农村全面进步。2020年《全国未成年人互联网使用情况研究报告》显示,中国城乡未成年人的互联网普及率已接近持平,但是关于农村青少年的网络素养教育却远远落后于城市,积极引导农村青少年正确使用互联网,利用网络提升自我;提高其网络素养,从“网络娱乐化”走向“网络工具化”,为乡村人才振兴建设增添内生动力、为推进农业农村现代化进程培养本土人才。由此可见,加强对农村青少年网络使用的正确引导势在必行。

媒介教育提升数字原住民对未来的适应力

从更加宏观的角度看待,互联网对农村青少年而言意味着对未来数字化社会的渴望、对能够在网络时代中自由行动的憧憬。20世纪80年代以后在网络时代成长起来的那一代人被称为数字原住民,意为一出生就面临着一个无所不在的网络世界。如何掌握数字化生存方式成为新时代重要课题,出现所谓“媒介教育”,即青少年在政府、学校、家庭和媒体的引导下,经过自身网络实践,培养良好的媒介素养,以良好适应未来的数字时代。例如信息处理与分辨能力:现在网络中的各类信息正爆炸性增长,只有批判性地、理性地获得和分析各类网络信息才能抓住事物本质,避免在面对各类网络信息时,不知从何选择,迷失自我。

然而,在许多未经过数字化训练的家长眼里,“上网”被简单化为“玩乐”、互联网被想象为深不见底的黑洞。此类一旦“谈网”就“色变”的态度会阻碍青

少年的能力锻炼,因而我们需要更加客观、详细地了解网络的本质,加强媒介教育引导。

网络社交媒体推动农村青少年政治参与

近年来,在我国重大社会政治事件讨论中,出现了越来越多青少年的身影。互联网的介入使得农村青少年也能够轻松地通过社交媒体搜集和获取政治信息,了解到当下的民生、政策和国际局势,这种接触面的扩大有利于培养他们的“主人翁”意识。而且,个人社交平台的涌现,提高了农村青少年参与政治讨论、发表个人观点的意愿:2021年7月1日在庆祝党的百年华诞之时,“共青团中央”微博账号发布话题“他看见了”,引发10亿余网友热烈讨论,阅读总量超16.2亿,讨论量达57万。该微博账号目前拥有粉丝1700多万,“清明祭英烈”“我和国旗合个影”等“超话”均有超万名青年网友参与线上互动,农村青少年的责任感与使命感就在亲历网络政治参与这一过程中逐步提高。

结语

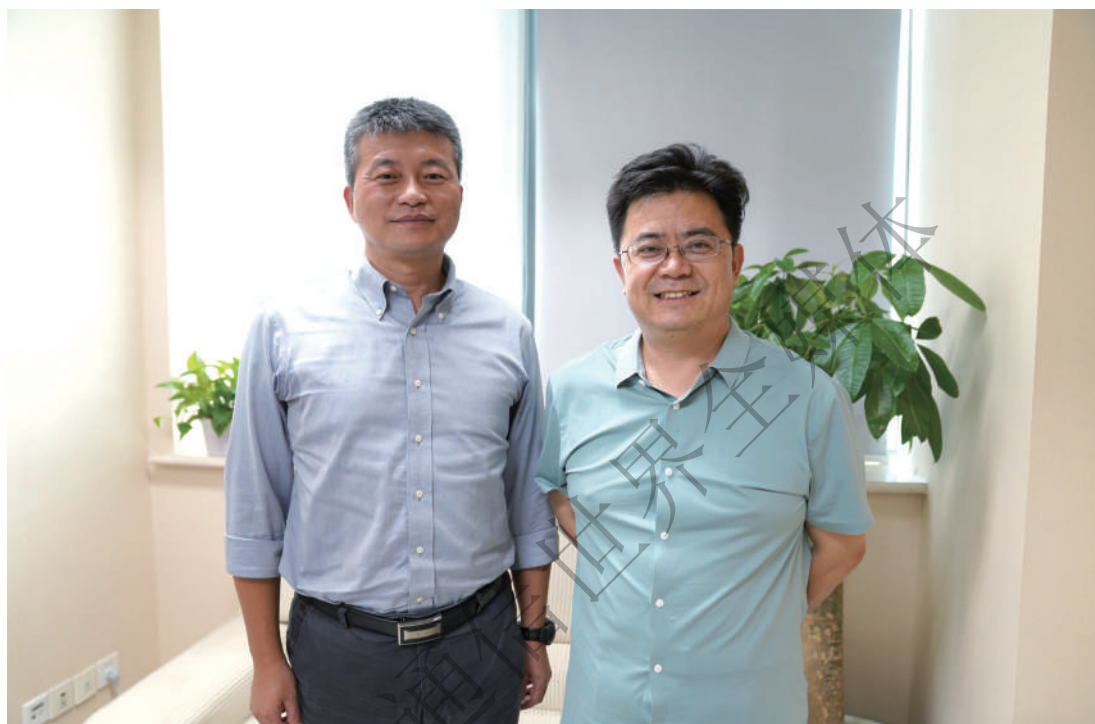
“青年强,则国家强。”青年是经济社会发展的生力军和中坚力量。为了更全面、更充分地做好青年工作,社会需要提高对农村青少年网络使用的关注度。受乡村振兴、数字化建设等多方面因素的影响,我们对农村青少年的互联网使用需要以更多维、更主位的角度去看待。在多维视角之下,未来对于农村青少年的网络使用,我们不会再“谈网色变”,而是采取正确的措施为农村青少年,为未来乡村振兴事业的“预备役”营造一个良好的成长环境。

【本文系华南农业大学国家级大学生创新创业训练项目(202110564038)的研究成果,林诚彦为本文通讯作者】

中国电信冯炜

5G建设行而不辍, 5G应用未来可期

■ 本刊记者 刘启诚 程琳琳



中国电信政企信息服务事业群副总经理冯炜(左)与通信世界全媒体总编辑刘启诚(右)

5G滋养,万物生辉,商用3年来,5G已实现“从0到1”的突破。截至2022年9月,我国5G套餐用户数已突破10亿,5G已覆盖国民经济97个大类中的40个,5G应用案例累计超过2万个。我国5G应用发展欣欣向荣,逐步进入规模化探索新阶段。

“持之以恒推进5G建设,5G应用爆发指日可待。”中国电信政企信息服务事业群副总经理冯炜在接受通信世界全媒体记者采访时讲道。在国家政策指导下,运营商建设好5G网络、建立好创新体系,接下来的创新工作就交给社会。相信在各方行而不辍的努力下,必将

迎来5G应用爆发的繁荣景象。

提速换挡, 5G提供高质量的生活体验

在消费互联网领域,众多消费者已经对5G有了初步感知。如今我国5G to C应用在用户规模、新型终端、新型应用等方面取得了积极进展,覆盖超高清视频、体育赛事、居家服务、购物等多个重点领域。

相比4G时代,5G带来了更高质量的生活体验。在看高清视频时,人们已经习惯了随时随地直接点击观看,而不是先下载;在娱乐领域,玩大型手游也

不再受终端限制,可以在线体验低时延游戏;在直播领域,人们可以随时随地进行高清直播或者观看高清直播。

与此同时,5G的资费也在大幅降低,运营商推出的大流量套餐完全可以满足人们享受各种视听服务的需求。现阶段如果从5G回退到4G网络,估计很多人将难以忍受体验的降级。

虽然消费者对5G的了解逐步深入,但是在to C领域普遍反映缺乏引爆行业的5G“杀手级”应用。“我国5G建设是适度超前的,也就是会领先于产业的需求。”冯炜讲道。5G为消费领域提供了技术基础,能够让更多企业思考如何把5G的能力用起来,至于未来如何创新,创新出来的产品和商业模式是怎样的,相信社会终将给出答案。

渐入佳境, 行业用户的接受度快速提升

消费互联网是5G的开端,产业互联网才是5G的重要方向,预计未来5G

应用场景的80%将在产业互联网领域。我国在产业领域的5G融合应用已实现了“从0到1”的突破,在工业、医疗、教育、交通等多个行业领域发挥赋能效应。

基于此,行业企业对数字化技术的接受度在快速提升,原有的生产系统、产业体系、经营管理模式、商业模式等也在发生急剧变革,这为5G进一步快速融入行业提供了良好条件。尤其是在行业变革和创新意愿较强、数字化基础较好的行业,如采矿业、工业、电力、医疗、港口等,5G应用已经明确了应用场景、消除了需求不确定性,因此发展速度较快。

在露天煤矿,5G可以实现无人矿卡,井下可采用定制化5G设备实现防火防爆,还可以利用5G技术实时查看挖掘进度从而提升挖掘效率;在电力行业,电力对5G切片提出了明确需求,需要建设5G定制网来完成“发输变配用”各个环节的数据传输,从而提升电网的通信能力和安全保障能力;在医疗行业,5G可以实现偏远地区病人与大城市知名专家实时交流、传输诊断结果并远程会诊,5G救护车可以把信息和生命体征实时传回医院,让医生提前准备治疗方案,与死神争夺时间。

“5G在提升行业生产工作效率,带来经济效益的同时,还在创造更大的社会效益。”冯炜总结道。



千人千面, 定制让5G网络更懂行业

机遇与挑战并存,在5G融入行业的过程中,由于各行各业对5G的需求各不相同,运营商也面临较多的挑战,较高的网络运营成本、较贵的5G行业终端价格,都可能成为制约5G行业应用规模复制的因素。

行业有需求,5G有能力。为解决5G定制网在落地中遇到的用户需求模糊、网络要求不清晰等痛点,中国电信推出了5G能力魔方,从业务需求面、技术参数面、原子能力面、标准产品面、业务方案面和商业模式面等6个维度进行设计,极大缩短5G定制网项目从用

户沟通到方案落地的整体时间并降低了人力成本,实现了“模块化”封装、“标准化”输出、“规模化”应用。

截至目前,中国电信已累计打造5G定制网项目超3800个,5G DICT项目超1.3万个。在工业、交通物流、医疗、教育等5G应用“扬帆”

行动计划明确的15个行业,中国电信与数百个大型企业开展合作,聚焦5G+工业视觉、5G+生产现场监测、5G+远程设备控制、5G+厂区智能物流等20个行业应用场景,打造了一批业内标杆。

如在内蒙古自治区准能集团,5G实现了矿山生产环节中智能感知、泛在联接、无人驾驶、远程控制、智能采煤、智能巡检等多个智能矿山应用场景落地;京东物流依托电信5G定制网搭建了物流“神经网络”,大大提升了仓储物流运营效率;在南京滨江5G智能制造基地,中国电信利用5G实现柔性生产制造、现场辅助装配、厂区智能物流等典型场景在电子制造行业的应用,显著提高了生产制造效率,降低了生产成本……5G下矿井、入物流、进工厂,为传统产业注入“数智力量”。

循序渐进, 5G应用推广不能一蹴而就

经过商用3年的努力,5G已经从成长阶段步入规模化复制阶段。但是,由于不同行业有不同的产业发展周期、发展节奏,5G与不同行业融入的深度、广度和速度还存在差异。



如今5G与行业融合的价值和作用已经被越来越多的行业所认可,但受限于数字化基础条件、产业发展节奏及行业变革周期等客观因素,5G与行业融合不会一蹴而就。冯炜表示,在国家政策指导下,运营商建设好5G网络基础设施,就会有越来越多的企业思考如何进行应用创新,就会产生更加多样化的5G行业应用。

没有一蹴而就的成功,只有生生不息的努力。作为产业数字化转型的重要推动者,中国电信坚持5G+DICT协同发展,以5G定制网产品为抓手,探索形成涵盖“网、边、云、用、服”的“NICES”模式,针对广域优先型、时延敏感型和安全敏感型3类不同的行业需求和场景,分别提供“致远”“比邻”“如翼”3类不同的定制网服务模式,实现“云网一体,按需定制”,全面服务社会治理、推动产业升级、助力民生服务,赋能千行百业数字化转型。

同舟共济,携手产业链 共创5G新生态

一花开放不是春,百花开放春满

园。产业各方只有真正切入各行业的核心生产环节,才能真正拉动行业对5G网络、终端、应用的需求,实现5G服务千行百业、数字经济赋能实体经济。中国电信希望各方能够凝心聚力,发挥协同合力,共同助力5G在各行各业落地。

“中国电信在5G发展方面取得的突破和进展,是与广大生态合作伙伴共同努力、探索、实践的结果。我们将坚持以客户为中心,以云网融合为基

础,以应用为驱动,不断拓展AI智能、安全可靠、绿色低碳的5G新生态。”冯炜讲道。

中国电信将与生态合作伙伴一起,共创5G应用生态,面向重点行业和重点场景创新5G应用解决方案、丰富5G平台能力、提升5G解决方案的交付能力;共创5G AI智能生态,促进5G与AI能力的融合,提升社会治理和企业运作的智能化水平;共创5G安全生态,在5G行业领域建立国家级5G安全接入标准体系并开展最佳实践工程,在公众应用领域共建可信应用服务及

认证平台;共创5G绿色生态,与芯片厂商、设备制造商等共同推进节能技术的创新与应用,与集成商、设备制造商等共同为行业用户打造“5G+节能”的低碳、“零碳”解决方案。

草木蔓生,春山可望。如今5G与行业融合的价值和作用已经被越来越多的企业认可,未来还要持之以恒,不断积累,深入把握5G发展的机遇,不断推动5G融合应用日益繁荣。CW



通信感知一体化关键技术与应用

■ 中国移动通信有限公司研究院
王亚娟 金婧 楼梦婷 马良 张小舟 王启星 刘光毅 崔春风

移动通信技术不断发展、空口能力不断增强，支撑移动网络实现从仅提供简单的语音、短信、数据服务，到实现万物互联的质的飞跃。另外，信息技术的不断革新，催生出人工智能、沉浸式体验和数字孪生等新需求与新业务，同时也对通信网络提出了更高的信息交互要求。日益增强的空口能力与全新的业务需求间呈现相互耦合与促进关系，驱动着面向2030年的下一代移动通信网络（6G）朝着构建多维能力体系的方向发展。除传统通信能力的提升之外，6G还将提供计算、感知、人工智能和安全等能力。其中，感知能力将成为未来移动通信网络的重要能力和特性，催生业务耦合与信息处理等6G基础新理论，构建内生感知新能力，使能基于位置、测距和成像等的新业务，同时还将支撑无人驾驶、无人制造等新业态，加速无线通信感知一体化技术的发展。

技术概述

通信感知一体化是指基于软硬件资源共享或信息共享，实现通信与感知功能协同的新型信息处理技术与服务技术，其可基于同一套设备、同一段频谱，同时具备通信与感知能力。通信感知一体化系统可通过在感知软硬件资源中引入通信功能、在通信软硬件资源中引入感知功能和基于信息共享的感知通信功能协同等方式实现，涵盖一体化设计（频谱资源共享、一体化空口、一体化硬件架构等）、多点协作和信息智能交互等关键技术，能够有效提升系统频谱效率和硬件资源利用率的目的，具有巨大的应用价值和现实意义。

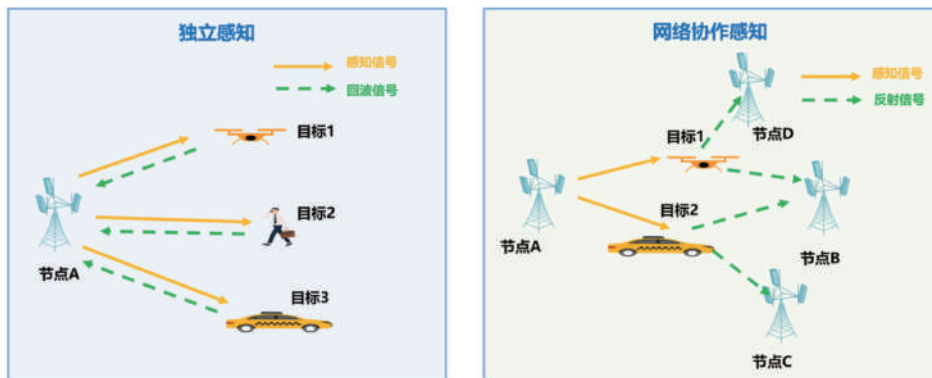
在实际应用中，根据感知

节点间信息交互方式的差异性，通信感知一体化技术被分为独立感知工作模式与网络协作感知工作模式，如图1所示。上述两类工作模式的本质区别在于感知信号的收发节点是否分离，两种模式各具优缺点，可根据实际应用场景及感知需求选择工作模式及信号处理方式来消除感知误差。

独立感知模式

在独立感知工作模式下，感知主体为具有主动发送感知信息能力的节点，其通过主动发送感知信号，同时利用自身的感知接收机接收回波信号与回波特性提取的方式，实现目标检测、定位、成像、识别、跟踪等感知功能。如图1(a)所示，节点A作为感知主体主动发送一体化感知信号，感知信号经待测目标反射后被感知主体接收，然后通过进一步的感知信号处理及信息整合完成该区域的环境重构。

独立感知模式的特点是收发信息为同一个节点，无需其他节点（终端或基站）反馈感知信息或配合进行信息处理等。其优势在于无需在网节点辅助即可完成感知任务，可避免由于收发节点间不同步引起的感知误差，从而提升感知精度。同时，感知信号收发共用同一个节点也带来强自干扰及感知范



(a) 独立感知工作模式

(b) 网络协作感知工作模式

图1 通信感知一体化工作模式

围受CP限制的问题,对感知主体的自干扰抑制/删除能力及一体化信号设计提出了更高的要求。

网络协作感知模式

在网络协作感知模式下,感知主体主动发送的感知信号,经待测目标反射后被一个或多个其他协作感知节点接收,然后经过进一步信息处理及节点间信息交互等,完成收发节点间的环境感知,其中感知主体与协作感知节点可以为基站、终端或不同的RRU。如图1(b)所示,节点A主动发送通信感知一体化信号,该信号经待感知目标2反射后被节点B和节点C接收,然后经过节点间的信息交互及联合处理,完成周围待测目标感知。此时,节点间的交互信息类型可根据业务和场景需求决定。

结合现有移动通信网络,协作通信感知可分为不需要终端参与的协作感知与基于终端参与的协作感知。相较于独立感知模式,协作感知模式中收发节点分离的特性必定引入同步误差,协作感知节点的选择与配对影响着目标距离、速度测量、定位以及成像精度。与此同时,地理上分离的收发节点天然地避免了旁瓣泄露对感知性能的影响,可以降低对感知主体自干扰抑制/删除能力的要求,理论上可扩大感知覆盖范围。然而,基于移动通信网络实现的协作感知会打破上下行通信中传统同频部署的方式,存在上下行干扰、组网干扰等,会导致系统资源利用率下降。

通信感知一体化应用前景

面向2030年的下一代移动通信网络,将推动社会走向“数字孪生”和“智慧泛在”,实现虚拟世界和物理世界的融合交互。通信感知一体化技术作为6G潜在的使能技术,将为不断涌现的智慧工业、智慧医疗、智能交互等新兴业务场景提供底层能力支撑。基于上述未来新兴业务需求与技术发展特征,通信感知一体化势必成为6G研究热点。从实现角度分析,通信和雷达的工作频段均朝着不断扩展与逐渐重合的趋势发展,同时通信和雷达系统在基带信号设计和射频部分具有相似性,上述工作频段与系统设计的相似性促使感知与通信相互融合,有望实现共用基带信号和共用射频的一体化设计。此外,面向6G的超大规模天线、太赫兹通信和可见光通信等无线通信技术具备三维定位和成像能力,使得感知与通信共用设备获取感知功能成为可能。新业务需要多时空维度的实时感知与协同决策,对端到端时延敏感,需要对传统串行的信息采集与信息传递等信息处理流程进行重新设计。

综合上述技术发展趋势与新业务需求,感知将是6G系统

的一个重要特征,它不仅是智能化网络应用的基础,而且可以服务于通信系统本身,提升信息传输效率。因此,6G系统将提供前所未有的功能和服务能力,基于通信感知一体化技术实现面向6G的全域感知系统,可为现有生活、生产、社会发展深度赋能,进而促进数字经济的迅猛发展,具有巨大的社会价值和商业价值,其典型应用场景包括低空探测、人机交互、医疗健康、智慧制造、智慧交通、社会治理等。

智享生活

依托未来6G移动通信网络,具有感知能力、认知能力的智能设备可为人们提供更为精细的手势/动作识别、生命体征全方位监测、目标定位与跟踪、环境重构等服务。例如,利用高精度目标定位和动作识别技术,用户可在增强/虚拟现实等业务场景中获得身临其境的多感官体验;通过感知人的行为和定位,可实现对家居设备的智能控制;当感知到存在入侵者时,可及时触发警报信息;利用无线感知网络实现用户呼吸、心率等体征的健康监测。

智赋生产

未来垂直行业将存在大量的无人机、机器人、环境监测传感器等智能设备,人与物、物与物将实现无处不在的“全联接”。为确保智能设备的正常运转,需要精确的感知信息辅助实现智慧运营与管理。在智能制造场景中,海量智能终端设备的状态监控、安全维护以及设备间的信息交互尤为重要,6G网络可提供高效率的环境感知方法以获取定位和环境信息,确保生产调度的有序进行。在智慧交通应用场景,6G网络可利用通信感知一体化信号实现对车辆的实时检测、定位、识别、成像等,快速及时地获取周边道路环境信息,并且利用先进的处理算法和AI能力等,为人们的安全出行提供崭新的服务与体验。

社会治理

气候环境监测、公共安全管理是社会治理的重要方面。在气候环境监测场景中,借助现有无线网络的部署及覆盖能力,基站可通过发送通信感知一体化信号,结合水分子、灰尘及各类化学物质对无线信号衰减的特性,分析获得一体化信号强度等变化特性,从而构建覆盖区域的“指纹地图”,实现降水量、污染气体排放和空气质量的实时监测等。在公共安全管理方面,通过感知功能的实时探测,可以实现诸如台风预警、洪水预警和沙尘暴预警等功能,为灾害防范提前预留时间。



图2 通信感知一体化系统架构

通信感知一体化系统架构

通信感知一体化系统架构演进将经历赋能阶段、平衡阶段和互惠阶段。在赋能阶段，系统架构研究以通信系统具备感知能力或雷达系统具备通信能力为主要目标，通信感知一体化系统初步具备通信和感知能力。在平衡阶段，系统架构研究以平衡通信与感知性能为主要目标，保证两者分别可以达到一定的水平，获得良好的折中。在互惠阶段，通信与感知将实现频谱资源、硬件设备、波形设计、信号处理、协议接口、组网协作等全方位、多层次的深度融合，通信功能与感知功能实现互惠双赢。

互惠阶段通信感知一体化系统架构分为3层：物理基础设施层、逻辑功能层和应用层，这3层将受到网络统一编排和管理，如图2所示。在物理基础设施层，通信感知一体化通过同一设备以及同一频谱实现通信功能与感知功能的深度融合，感知服务器作为新的结构单元，将承担感知数据和联合信号的处理功能，可在基站侧或网络侧部署。Sub-6G、毫米波、可见光、太赫兹等多频段按需协同感知，以满足不同业务的感知和通信需求，此时多维感知信息将在多个分布式感知服务器间高效智能交互，赋予6G网络更强大的感知能力。逻辑功能层面提供业务所需能力，感知能力作为6G网络的重要能力，可与通信能力、计算能力、AI能力、安全能力、数据能力

形成多维能力协同，更好地支持全新应用场景需求，为6G网络深度赋能。应用层基于逻辑功能层提供丰富的业务服务，与传统仅提供低时延、高可靠、大带宽传输等通信业务不同，面向6G的通感一体化应用层还将提供位置服务、成像服务等感知服务。

关键问题与挑战分析

下面本文将结合独立感知与网络协作感知工作模式的差异，从自干扰删除、CP设计限制、信号检测、同步误差以及资源利用率角度，分析通信感知一体化技术在实际应用中的优势与面临的挑战，如表1所示；分析收发节点分离与否带来的影响，为后续基于应用场景、信号处理能力、硬件能力等选择通信感知一体化的工作方式提供参考。

独立感知模式

独立感知模式的收发共节点特征，使得其无需其他节点参与即可完成感知任务，不存在收发节点间同步精度不足导致的感知精度下降问题，但存在自干扰删除要求较高、感知覆盖范围受限CP以及中远距感知精度下降等挑战。

● 自干扰删除

感知主体在主动发送通信感知一体化信号的同时接收回波信号，旁瓣泄露使得感知主体处存在较强同源自干扰，为保证

表1 独立感知与网络协作感知对比分析

关键问题	独立感知	协作通信感知	挑战
自干扰	同源自干扰	无	独立感知要求较强的自干扰删除能力
信号检测	中远距回波信号弱	接收处理增益	独立感知中远距回波信号弱，精度下降；协作感知多点信号联合处理可获得接收增益
同步问题	无	同步误差	协作感知收发节点分离，存在同步误差
资源利用率	较高	较低	协作感知打乱传统同频部署方式，存在上下行干扰等，资源利用率较低

路径损耗、反射等过程形成的较弱的回波信号可检测，即保证回波信号能量处于ADC动态范围内，独立感知模式下对感知主体的自干扰删除能力有最低要求限制。为分析自干扰删除能力与感知距

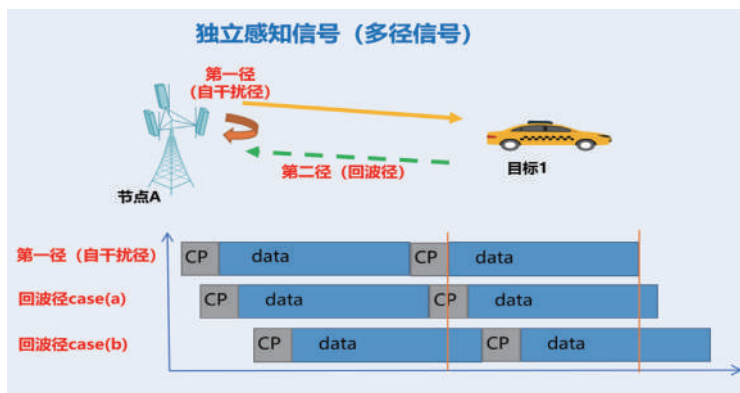


图3 独立感知多径信号示意

离及工作频段的关系，评估了系统带宽400MHz@26GHz与100MHz@2.6GHz的典型系统配置的最低自干扰删除能力要求。其中，针对500MHz独立感知，26GHz和2.6GHz的自干扰删除能力最低水平分别约为80dB和69dB。综上可知，独立感知自干扰删除最低要求较高，且随目标距离及感知信号频率的增加而增加，对后续实际应用造成一定挑战。

● CP设计

在独立感知模式下，自干扰信号在感知主体发送感知一体化信号的同时到达接收机，如图3所示，自干扰信号将被视为接收第一径，回波信号可视为第二径。从信号处理角度考虑，回波信号与作为第一径的自干扰信号时延差需在CP范围内，否则将产生符号间干扰。相较于现有移动通信系统中CP的设计，其区别在于：独立感知CP设计需充分满足传输多径时延的要求，而现有通信系统中CP是针对多径传输时延扩展设计的，因此独立感知模式下的感知覆盖范围受现有帧结构中CP长度的限制，无法满足感知场景中的中远距离探测需求，需要进一步设计具有更长CP的一体化信号以完成中远距离探测，同时长CP的设计势必导致通信速率的降低。

网络协作通信感知模式

相较于独立感知，网络协作通信感知具有收发节点的分离特性，可避免独立感知中存在自干扰以及感知范围受限于CP长度的问题，降低了对感知节点的硬件以及信号处理能力的要求，同时可与现有通信配置共用CP。另外，网络协作感知中的反射信号可被多个协作节点接收，可通过多点联合接收与信号处理获得的接收处理增益，改善因回波信号能量低导致的独立感知中远距离精度下降的问题。与此同时，现有移动通信网络具有规模部署的优势，为基于协作通信感知实现低成本、广范围的连续感知覆盖提供条件。除上述优势外，网络协作感知也存在同步误差及资源利用率低的问题。

● 同步误差

网络协作感知的实现需要其他节点辅助，对基于移动通信网络实现的站间协作感知系统而言，其感知性能受基站间同步误差影响。对于上述站间同步误差，可通过基于收发节点互相收发通信感知一体化信号的方案，有效消除同步误差带来的影响，无需节点之间保持绝对同步。

● 资源利用率

基于现有移动通信网络实现的网络协作感知，存在感知与上下行通信不一致的问题，一体化系统配置会打乱现有同频部署的方式，导致上下行干扰、同小区干扰等，使得资源利用率较低。为避免上述干扰需要设计较为复杂的网络协调调度方案，同时可根据感知任务发生的频率，通过网络闲时进行感知以及在保护间隔GP中收发感知信号的方式，提升协作感知的资源利用率。

协作通信感知发展趋势

基于蜂窝网络实现无线感知将为未来网络及新兴业务提供强大的底层能力支撑，但其规模与网络复杂度也将远远超过分布式雷达系统，综合上述工作模式、业务需求等可知，基于蜂窝系统构建的无线感知网络的主要挑战之一是如何解决不同协作节点之间的竞争与合作，该竞争与合作问题包括不同节点间时频资源的分配、感知序列参数配置、感知节点部署、感知节点间协同组网等，目前这些方面的研究几近空白。

节点部署

结合现有蜂窝网络的拓扑结构，感知节点的部署位置、密度、相对位置关系等直接决定网络的感知能力及性能边界。可通过优化节点部署方式，有效利用空间分集增益，从而提高网络通信与感知的整体“容量”。在考虑小区内干扰、小区间干扰的同时，可利用随机几何模型进一步评估已部署网络的探测覆盖率、感知精度、感知容量等新通感指标，以验证节点部署对网络性能边界的影响。

节点分组与协作组网

结合感知任务及已有的网络拓扑，可通过对已部署节点的调度与节点分组协作来提升网络的感知准确性及全面性。已有研究表明，分布式雷达技术通过提供大空间分集和宽角度观测，可提高定位分辨率和运动目标检测的准确性。这种多样性同样适用于感知网络，可通过节点调度和分组协作降低小区内及小区间干扰，同时多个协作节点共享感知观测结果并达成最终判决共识，可提升测量信息的确定性、可信性及全面性。

面向算力承载的SPN关键技术 与演进策略探讨

■ 中国信息通信研究院技术与标准研究所 赵俊峰 李芳

当前国家大力推动“东数西算”和“双碳”战略，将催生以数据为关键生产要素、算力为核心生产力的绿色经济新形态。算力网络可提供基于数据、计算、智能、网络融合发展的新型共享服务模式，广泛服务于智能科学计算、行业数字化应用、政府大数据治理和公共服务等场景，成为我国数字经济发展重要驱动力。算力承载网络作为算力服务的底层支撑系统，负责完成算网中多级算力节点的接入与互联、数据的传输与备份、资源的调度与协同。目前，业界已积极开展了算力承载网络架构、关键技术和演进方案的研究。本文将分析典型算力应用场景和承载需求，梳理算力应用的SLA指标。在此基础上，开展SPN（切片分组网络）算力承载关键技术研究 and 探讨，最后给出SPN算力承载网演进策略建议。

典型算力应用场景与承载需求分析

“算力+网络”双SLA承载需求

5G、人工智能、大数据和云AR/VR等新型ICT技术的发展，将推动我国数据中心和算力网络的建设。现阶段，运营商和云服务商都在规划覆盖城域边缘算力、省级核心算力、区域枢纽算力的多级算力网络。不同的算力应用对算力资源和

网络连接需求存在较大差异，承载网需满足多级算力调度和“算力+网络”双SLA承载需求。典型算力应用场景和业务流量流向如图1所示。

算力承载网“算力+网络”双SLA承载需求如表1所示，总体来看，不同算力应用场景的算力和承载需求趋向差异化和多样化。

结合典型算网应用场景和需求分析，随着算力资源的不断下沉，面向行业和用户/家庭类的应用（表1和图1中②~④类）主要涉及城域边缘算力调度；超算和备份类应用（表1和图1中①、⑤类）要求更强的核心调度能力。随着算力资源从中心向边缘发展，广覆盖的城域网络也成为算力承载的关键，需发挥城域承载网络优势，以网络为核心调度算力资源，支持泛在的算力接入和互联。

算力承载网的挑战与特征

算力流量/流向复杂性、算力接入的广覆盖要求承载网具备更加灵活泛在的连接能力，面向分布在边缘、区域中心、枢纽中心的泛在算力资源，结合不同应用的东西向+南北向复杂流量流向，在骨干层灵活高速的全光连接基础上，城域/接入需采用协议精简的L1~L3层技术实现快速敏捷的算力接入和调度。

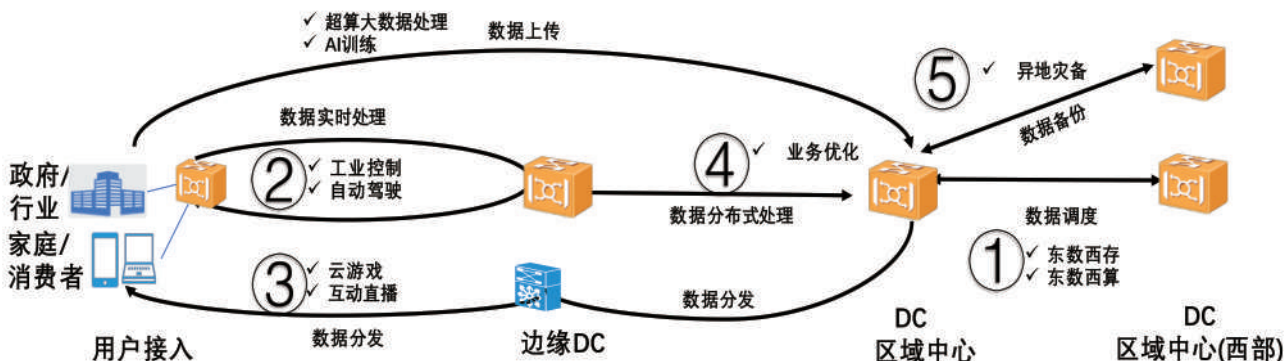


图1 典型算力应用场景和业务流量流向

表1 算力承载网“算力+网络”双SLA承载需求

算力应用场景		典型行业	算力需求SLA (单位: FLOPS)	承载网络需求SLA		算力调度需求
				连接能力	性能指标	
①	超算和大数据类	科学计算、政府大数据治理、公共服务	超大型算力(>P级)	跨DC大宽带; 高可靠网络; 东西向为主	带宽: 10Gbit/s ~100Gbit/s; 可靠性: 99.999%	核心算力调度
②	实时采集决策类	智慧交通、自动驾驶等	中型算力(G~T级); 实时算力	端一边确定性网络; 南北向+东西向	带宽: 100Mbit/s ~1Gbit/s; 确定性时延: 3ms(自动驾驶)	城域边缘算力调度
②	工业控制类	智慧港口、智能电网、智能矿山等	小型算力(<500G级); 边缘/实时算力(现场/园区)	端一边确定性网络; 南北向	带宽: >2Mbit/s; 确定性时延: <5ms; 可靠性: 99.999%	城域边缘算力调度
②	AI机器视觉类	智能制造等	AI推理(G~T级); AI训练(>P级); 多级算力	端一边一云确定性网络; 南北向	带宽: 100Mbit/s ~1Gbit/s; 确定性时延: 10ms; 可靠性: 99.99%	城域边缘算力调度
②	物联网数据采集	智慧农业、智慧工厂、环境监测等	小型算力(<500G级); 边缘算力;	南北向+东西向 端一边确定性网络;	带宽: >2Mbit/s; 广连接	城域边缘算力调度
③和④	云AR/VR、视频渲染	互动直播、云游戏、在线教育等	大型算力(T~P级); 多级/实时算力	端一边一云确定性网络; 南北向为主	带宽: 100Mbit/s ~1Gbit/s; 确定性时延: 10ms	城域边缘算力调度、 核心算力调度
⑤	异地灾备	金融和证券行业	中型算力(G~T级)	跨DC间确定性网络; 东西向为主	带宽: 100Mbit/s ~10Gbit/s; 时延: 10ms; 可靠性: 99.999%	核心算力调度

满足算力应用的差异化承载需求,业务多维感知成为基本网络能力要求。不同算力应用在承载网络性能、算力类型、算力规模上均存在明显差异,通过多维算网性能、业务和通道的深度感知,精准适配差异化的承载技术和方案,从而保障业务的高质量体验。

支撑行业关键应用,确定性网络成为高品质承载的重要保障。确定性带宽、确定性低时延/抖动、高可靠性等网络能力将有效支撑行业关键应用。如在数据存储备份场景下,需要提供跨地域大带宽的数据搬运服务,要求提供大带宽、低时延、高可靠的确定性网络服务。

灾备场景和应急通信场景对承载网络管控系统提出智能调度和弹性便捷的能力要求。数据存储灾备场景需要提供跨地域海量数据备份,承载网络需提供算力智能调度服务,支持算力、网络资源的自动化分配和智能化调度。此外,应急算力通信场景需提供弹性的网络带宽服务。算力服务供给要保证算力使用的便捷性,保障用户能够随时随地接入不同区域、不同企业提供的算力资源。

SPN算力承载网架构

随着“东数西算”战略的实施以及运营商算力网络建设

的逐步推进,面向区域和地市的边缘算力将在城域范围内广泛部署。具备综合业务承载网能力的SPN将面临复杂的算力接入和互联场景,主要包括区域算力用户接入、边缘算力用户接入、边缘算力云边协同、边缘算力边边协同等场景。中国移动端到端算网连接通常包括边缘算力、中心算力、SPN网络、云专网等,典型结构如图2所示。

SPN主要负责在城域范围完成边缘和城域算力的接入,通过与云专网采用网络层接口互通,实现与中心枢纽算力的连接和调度。在转发层面,SPN网络与云专网可采用网关和逐跳方式构建跨域SRv6隧道。在管控层面,SPN算力承载网现阶段采用分层分域的管控架构,SPN网管、云专网控制负责各自域内SRv6隧道配置管理,上层的跨域编排器通过SRv6强大可编程能力实现多个跨域隧道的统一编排和绑定标签的配置。

SPN算力承载网关键技术

基于SRv6的灵活泛在连接技术

通过引入SRv6技术,SPN可实现全程基于标准IPv6的转发,提供覆盖“云、网、边”的端到端SLA保证能力。传统SPN设备采用SR-MPLS满足5G承载南北向和东西向流

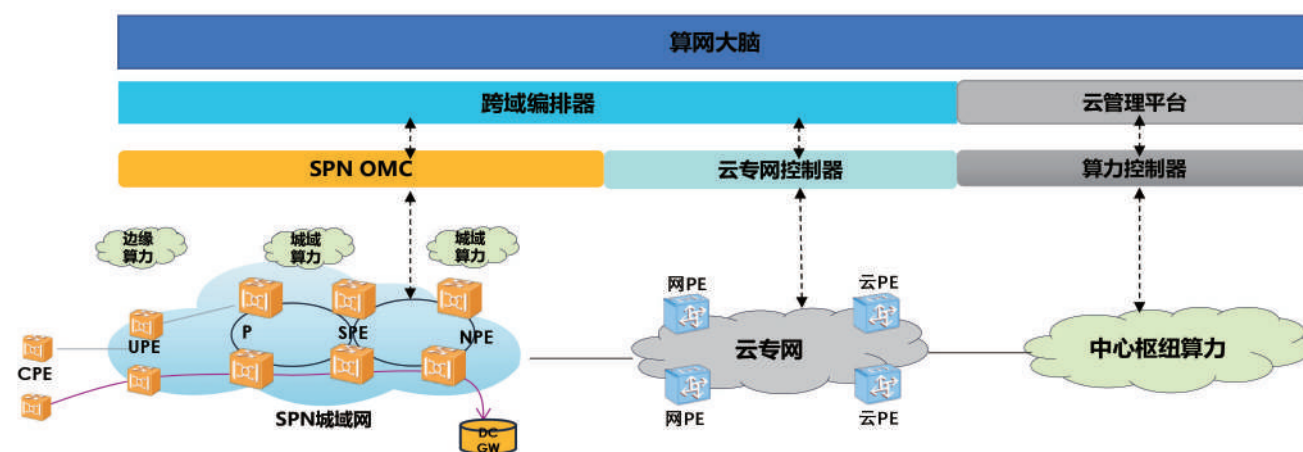


图2 端到端算网连接典型结构

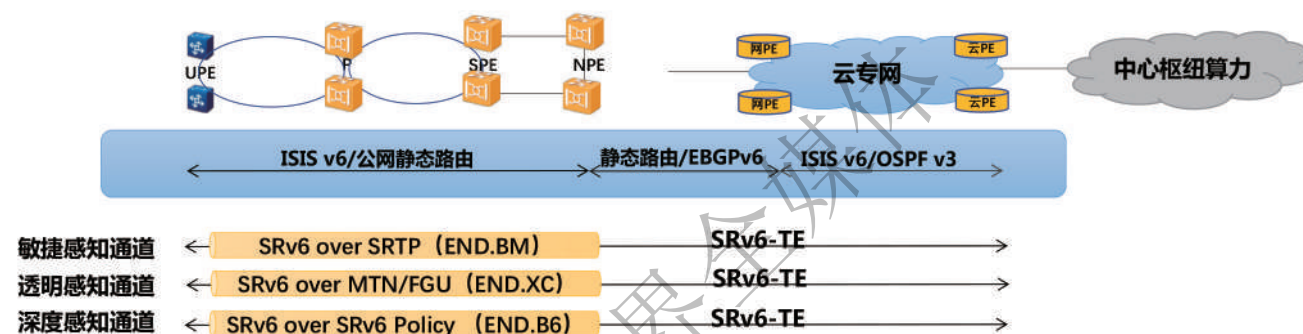


图3 SPN通道算网感知技术

量的转发需求。在5G网络中，由于东西向流量占比相对较小（<5%），且东西向连接多发生在相邻基站间，业务流量流向的复杂度相对较低。因此，SPN网络主要采用域内SR-TP隧道、少量跨域场景引入SR-BE隧道的方式。相比5G网络，算力承载的业务流量和流向将更为复杂多样，涉及多级算力、复杂流量流向调度，原有的承载技术体制已无法满足算网承载需求。

在隧道层面，通过采用SRv6 Policy可实现SPN城域网到云专网业务的一跳入云和端到端SR-TE承载，为算力接入和互联提供灵活选路、跨网融合能力。采用S-BFD结合SRv6 Policy HSB保护，将提升隧道故障的快速检测和端到端保护能力。SPN城域网与云专网通过EBGP协议可实现跨域路由的发布，从而构建跨越云网的端到端SB-BE隧道，满足跨域灵活边缘算力接入、算力互联需求。

在业务层面，通过引入EVPN L3VPN over SRv6实现基于BGP协议的私网路由学习分发及L3 VPN业务高效承载。EVPN L3VPN支持基于VPN FRR和IP FRR/混合FRR的节点级保护技术，可提供业务层的高可靠性保证，支撑算网业务灵活泛在、高质量的承载。

基于通道的算网感知技术

SPN网络支持MTN、FGU、SR-TP/MPLS-TP和SR-BE等多种通道技术。基于不同的算网承载需求，SPN需匹配相应的技术机制，实现基于通道的算网感知能力。目前，SPN通道算网感知技术采用了首节点感知、管控系统集中下发通道配置的方式。SPN网络可提供透明感知、敏捷感知和深度感知3种算网感知通道方案，如图3所示。

在业务场景方面，透明感知通道通过SPN端到端时隙交叉连接能力实现算网连接，适用于低时延、高安全隔离的场景；敏捷感知通道在SPN内采用SR-TP隧道，适用于灵活高效算网连接场景；深度感知通道采用了全程SRv6 Policy部署方式，主要面向泛在算力部署下的算网连接场景。

在技术机制方面，三类感知通道本质上都是利用了SRv6强大的可编程能力，通过SRv6的转发行为可编程功能实现将SRv6 Policy绑定至MTN/FGU通道、SR-TP隧道和逐跳SRv6。敏捷感知通道采用网关方式实现SRv6 over SR-TP，深度感知通道则是采用了逐跳SRv6实现跨域SRv6 Policy；透明感知通道通过SRv6的SRv6 SID可编程实现不同层隧道的绑定。

表 2 SPN网络的切片资源隔离技术及时延特性

切片技术	隔离机制	单跳时延	单跳抖动	切片带宽	隔离性
FlexE/MTN接口硬隔离切片+节点内分组交换	接口时隙隔离	20~50us	10us量级	N×5Gbit/s	较高
MTN接口+节点内MTN通道交叉,全硬隔离的切片	端到端时隙隔离	3~10us	1us量级	N×5Gbit/s	高
		>30us (1×10Mbit/s)	1us量级 (1×10Mbit/s)	1×10Mbit/s	
		>15us (10×10Mbit/s)	1us量级 (10×10Mbit/s)	10×10Mbit/s	
VPN+QoS软隔离的切片	分组标识和队列隔离	20~50us	>100us量级	带宽灵活可配置	中

注：表中单跳时延为未拥塞下P节点数据；单跳抖动为切片间拥塞切片内不拥塞时高优先业务P节点数据。

基于MTN接口的确定性品质承载技术

SPN网络支持N×5Gbit/s和N×10Mbit/s两级颗粒的硬软切片能力，从而实现低时延确定性承载能力。SPN网络MTN通道技术兼具分组转发灵活性和TDM隔离优势，支持端到端硬隔离切片能力。与传统分组软切片和FlexE接口硬隔离相比，时延和抖动性能均有显著提升。SPN网络支持的切片技术、隔离特性和时延指标如表2所示。SPN/MTN通道交叉的硬隔离切片基于以太网64/66B码块的TDM时隙交叉技术，用户分组报文在网络中间节点无须经过L2/L3存储查表，直接基于L1的时隙透明交叉技术，实现端到端硬切片隔离能力以及单跳us级的超低时延能力。

SPN算力承载网演进策略建议

基于对SPN算力承载网关键技术和方案的研究，本文探讨性地提出了SPN算力承载网演进策略建议。目前，业界已基本达成共识，算力网络的发展将经历算网协同、算网融合和算网一体3个阶段。随着算力网络的发展演进，SPN算力承载网也将按照3个阶段不断创新发展，SPN算力承载网演进如

图4所示。

在算网协同阶段，“网”与“算”相对独立，通过上层算网编排器实现算力和网络协同调度和运营。此阶段，SPN算力承载网实现从SR-MPLS向SRv6逐步演进，具备SRv6基

本能力，包括SRv6 Policy、EVPN L3VPN、EBGP等，支持基于网关和逐跳的通道算网感知能力。管控层面通过运营编排系统实现业务的敏捷发放。

在算网融合阶段，“网”与“算”的基础设施完成部分融合，同时形成统一的“算网大脑”，实现算网融合的服务供给和一体化运营。此阶段，SPN算力承载网将向“IPv6+”持续演进，具备“IPv6+”的增强功能，包括应用感知(APN6)和业务链(SFC)等，实现基于应用驱动的网络感知算力；支持基于SRv6的算力时延可视、可测和选路。管控层面通过向算力平台开放网络能力，提供算网融合服务。

在算网一体阶段，彻底打破算网边界，形成算网一体化的基础设施，让用户可以随时随地体验到多要素融合和算网一体化的服务。此阶段，SPN算力承载网将基于统一算网标识和度量，实现算力感知和算力路由。在管控层面，网络路径计算将融合算力资源信息，实现最优资源调度。

随着算力网络的发展演进，算力承载网需经历技术和标准的不断创新。产业界需凝聚共识，协同推动算力承载技术的应用落地和标准化工作，共促算力网络的持续发展。

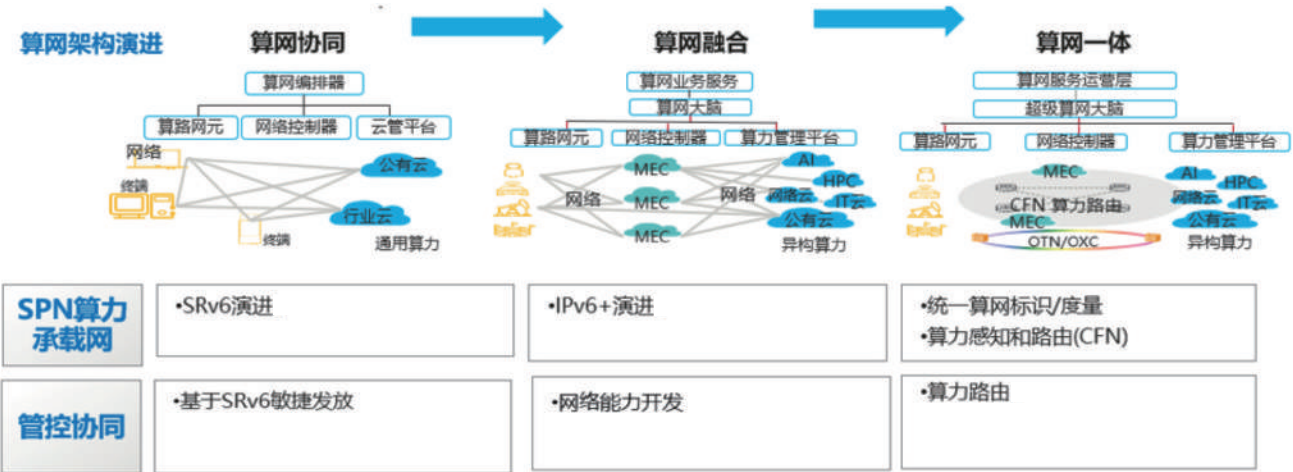


图 4 SPN算力承载网演进

确定性网络技术 迈向运营商级的思考和建议

■ 中国电信股份有限公司 史凡

近年来,国内外企业、标准组织、产业联盟都在积极研究确定性网络技术。确定性网络是业界关注的热点之一,其根源在于信息网络技术的应用重心从to C转向to B,特别是以产业互联网为代表的新兴业务和应用,要求网络连接具有性能(如时延、抖动)和服务质量的确定性。现有的以互联网为基础的公众网络只能提供“尽力而为”的质量保障,在确定性方面有欠缺;而传统的专线或专网虽然具有一定的确定性保障能力,但是综合成本较高,并不具备大规模、高性价比应用推广的条件。

因此,如何让确定性网络技术从理论研究和实验室验证走向商用,特别是具备运营商规模推广应用的基础,将是业界下一步重点攻关的方向。本文从电信运营商的视角,以让相关的技术和服务能够让用户用得着、用得起、用得好为宗旨,加以分析和探讨。

业务对网络提出确定性需求,促使连接服务发生新变革

在信息网络特别是互联网兴起的初期,以网页浏览、E-mail、VoIP和简单视频等为主要应用类型,主要面向人的通信需求,网络以简单的统计复用和路由转发为核心,提供“尽力而为”的普遍服务。然而,随着应用的丰富,特别是高质量视频、AR/VR和类专线业务的需求越来越多,网络需要在普遍服务基础上,提供差异化服务等级能力。此时,基于粗颗粒度的带宽保障、DiffServ分级机制、RSVP-TE流量工程等手段,将网络带向了确定性的世界。

伴随着社会数字化转型的加速,以面向物的通信为主的产业互联网逐步成为网络连接的需求主体,不论是远程医疗、自动驾驶还是工业制造,都需要让网络变得更加“及时”和“准确”,也就是实现确定性网络。换句话说,

网络连接的使命已经从注重连通性,迈向提供可控有界的质量保障。

从历史发展进程来看,网络和应用一直是相互牵引驱动的,网络能力和服务形成确定性,既是业务和应用升级换代的基础,也是网络连接迭代演进的动力。从运营商的视角来看,传统以提供管道为主的网络连接,将进一步注入新的内涵,通过为用户和应用带来新价值,形成连接即服务(CaaS),在此基础上实现自身的增值发展。

从业界遇到的代表性业务需求来看,确定性网络近期的重点是提供时延可控的能力,典型的例子有以下5种。

自动驾驶的核心要求是保证低时延,以确保驾驶的安全性。不论是采用激光雷达还是毫米波雷达,都需要对车辆的周边环境进行实时感知判断,按照目前业界技术发展的水平,须每隔200微秒就发送一条探测指令,因此若抖动大于200微秒,就容易造成重大事故。

远程医疗的核心要求是医生在远端独立完成手术。一般情况下,医生需要通过网络传输操作的指令到手术台,同时需要接收网络传回的画面信息及体征数据,此时端到端时延要求小于50毫秒、抖动要求小于200微秒。

智能电网需要以准时的网络传递电网控制信号。在电网的继电保护中,两端保护设备向对端发送等量电流,并依据本地电压与对端接收到的电流来判断是否发生故障。为保证继电保护的准确性,单向时间差别需要小于200微秒,抖动需小于50微秒。

在线游戏的核心在于用户体验的保障。为保证游戏的公平性,参与游戏的分布式玩家需要得到服务器的同步响应。因此端到端的网络时延越低、抖动越小,玩家的游戏体验越好。

AI监控的核心是要保证多个摄像头的时延同步。AI监控的应用方式正从事后追踪变为实时预警,因此需要将不



同摄像头拍摄的画面传回服务器进行AI分析, 为确保不同摄像头之间传回的画面能够逐帧对齐, 要求相应的时延抖动越低越好。

确定性网络结合固网和移动网不同特点加以区别对待

从提供的服务角度而言, 确定性网络应该是一种端到端的服务能力, 也就是说不论服务的对象是通过固网还是移动网接入, 都应该提供全程的确定性保障。但是从现有网络的特质来看, 目前在固网和移动网上引入确定性, 其侧重点各有不同。其中, 固网因网络带宽资源相对富裕、传统上实现QoS保障的技术手段较多, 在确定性方面的侧重点应突出对L1~L3的协议的优化, 方便在报文处理和调度上针对网络性能提供可控保障; 而移动网因为传统上空口资源受限、

QoS机制比较单一, 应更多考虑如何设计合理化的SLA指标, 从不同业务的共性特征上提供差异化的可控保障。

固网引入确定性的关注点

从广义上来看, 固网的确定性就是要在一定范围内针对特定业务, 提供确定性能力保证的Ethernet/IP网络技术。其主要考虑的是时延、抖动和丢包率指标, 但是需要特别指出的是, 从综合性价比的角度来看, 追求苛刻时延不应成为确定性网络应用的首要目标。事实上, 在很多应用场景中, 用户要求的是时延或抖动指标的有界性, 并非一味追求最低值, 用户的应用系统完全有能力根据网络提供的确定性指标(范围)加以调整和适配, 其不能接受的是性能指标的无序和无界变动。

而从技术实施上看, 在L1层业界共识是通过TDM的时隙化来实现确定性网络, 在L2层是以IEEE定义的TSN(Time Sensitive Networking, 时间敏感网络)为主来



实现,在L3层则是以IETF定义的DetNet(Deterministic Networking,确定性网络)为主来实现。不论是TSN还是DetNet,其本质都是在分组统计复用的“尽力而为”转发模式基础上,通过引入时隙转发原理,提供确定性转发。

正如上述分析指出,时延和抖动是目前确定性网络主要攻关的对象,如何有效对其进行控制和调度,成为了固网特别是IP网络需要解决的核心问题。传统的IP转发机制即使配合了资源预留及优先级调度,也无法实现确定性时延,主要原因是对每个数据分组的行为缺乏控制,导致了排队形成了微突发,从而引起“长尾效应”。

当前固网的网络时延主要由链路时延和节点内时延两大部分组成,其中,链路时延还可以细分为发送时延和传播时延,节点时延可细分为处理时延和排队时延。在一个稳定的网络拓扑中,链路距离及链路速率相对稳定,因此链路时

延几乎没有什么变化的空间。而在不同负载的情况下,节点内部时延的变动很大,目前“长尾效应”主要就是由节点内时延引起的。从“尽力而为”的IP转发,到路径可控的MPLS TE、SRv6转发,IP广域网一直靠大带宽概率性地达成时延目标,在高负载和流量突发时依然无法提供确定性时延保障。因此,需要通过新的确定性技术,消除因排队带来的转发抖动,从“大概率保证服务质量”变为“确定性保证服务质量”,从而带来数据转发面的实质进步。

总体来看,应从3个方面的协同来实现固网的确定性:一是带宽确定性,一般以用户能够达到的峰值带宽为衡量指标,利用入口带宽限速、网络优先级服务等策略,通过带宽的预留提供概率性保证;二是路径/时延确定性,以高效的方式指定路径,为用户提供不同类型的路径选择;三是抖动确定性,采用周期性调度、预留资源等新的机制,确保所有报文的传送时延被严格限制在一定范围内。

其中,在带宽确定性方面,目前常用的手段是借助FlexE(灵活以太网)切片实现端到端带宽保障。FlexE是通过在MAC与PHY层之间引入FlexE Shim层,实现传统以太技术增强,目前能够以5G颗粒度将100G以上链路切片分为多路物理带宽,从而实现端到端、物理隔离和灵活带宽能力。

在路径/时延确定性方面,业界比较看好基于SRv6(Segment Routing IPv6,基于IPv6的段路由)提供转发低时延路径及高可靠的故障保护。SRv6是基于源路由的下一代转发技术,采用TI-FLA(与拓扑无关的无环路备份路径)提供链路及节点保护,在故障时,现流量快速切换到备份路径转发,而且将中断时间降到了毫秒级。

在抖动确定性方面,重点关注基于DIP(Deterministic IP,确定性IP)等技术实现端到端时延抖动可控。DIP的原理是基于传统IP引入周期转发机制,通过控制每个数据包在逐跳的转发时间来减少微突发,消除“长尾效应”,最终实现端到端有界时延的确定性。DIP边缘整形能力可以在网络边缘的PE设备上,将到达时间不规律的报文整形到按时间划分的不同周期中;DIP周期映射能力能实现报文在网络中的P或出口PE设备上逐跳转发的时延控制,不用查看报文所属的流,从而简化了P节点的实现,同时避免了3层各种隧道封装时P节点无法识别流的问题。此外,结合SRv6路径规划,通过转发路径规划控制和逐跳转发资源预留,能进一步保证确定的时延。但是,客观来看,DIP技术在标准化方面还处于初期,业界支持力度比较有限,仍需要不断完善。

移动网引入确定性的关注点

相对于固网来说,移动网过去一直作为广域网的接入段而存在,其以解决to C的广覆盖和普遍性接入为主,缺乏面向应用的个性化需求适应能力,虽然5G的uRLLC提出了相关的要求,但是具体实现上并不理想。从以5G为代表的移动网支持确定性出发,我们认为首先应面向不同行业的典型应用,从信息网络业务的个性化需求入手,提炼出共性的确定性需求,从而设计对应的SLA和技术保障。

结合前期对用户需求的分析和梳理,我们发现移动网主要的确定性需求可以归纳为带宽(重点是上行带宽)、时延、可靠性、可用性、定位(移动网场景下位置的确定尤为关键)和安全隔离等几个维度。因此,应尽快对移动网的上述维度指标进行明确定义,从而形成不同等级的SLA,重点面向to B应用提供差异化保障服务。从技术实现上看,对于上述关键维度有不同的选择方案。

在上行大带宽方面,主要关注单UE在最优信道条件下的性能上限,包括在特定频率上的单载波、载波聚合(R15)和超级上行(R16),其中在单载波方面可考虑以帧结构的变化实现带宽的提升,当然考虑到今后频率发展,毫米波也应该纳入关注的要点中。

在空口低时延方面,主要可以通过增加子载波间隔、引入非时隙调度、上行免调度、信道抢占等手段来实现。需要特别指出的是,信道抢占技术是在uRLLC与eMBB物理资源复用的情况下,让uRLLC通过抢占eMBB信道实现优先发送,会对eMBB用户体验带来巨大影响,非特殊情况一般不建议采用。

在可靠性增强方面,主要可以通过在空口对时、频、空资源的分层次冗余实现,具体的手段有PDCCH CCE聚合增强、专用低码率MCS表、PUSCH/PDSCH重复传输、PDCP复制和Multi-TRP等。

在可用性增强方面,主要可以通过基站、承载网和核心网的硬件设备的备份冗余,以及终端的双链路接入等相互结合来实现。

在定位能力方面,对10米级的定位主要借助北斗等GNSS系统进行,对米级和分米级的定位主要借助基站5G信号传播到达时间差和方位差实现,对厘米级的定位则需要借助多方平台和技术增强(如在室外通过北斗+差分来实现)。

在安全隔离方面,主要可以通过对无线网部分和核心网部分采用物理隔离和逻辑隔离实现,物理隔离主要采用专

用的网元设备(如基站、C-IWF、UPF、5GC等),逻辑隔离主要采用网络切片、VPN等实现。

下一步应面向商用加快创新突破

总体而言,确定性网络技术已经在原理上取得了长足的进步,并在实验室和现网开展了一定的仿真试验和试点,验证了技术上的可行性。但是,确定性网络距离规模商用还有较长的路要走,特别是从提升技术方案的便捷性和性价比角度,仍需重点解决以下几个问题。

技术的完善性

现有的多种技术,在解决局部问题上有所突破,但是在运营商网络规模使用,特别是跨广域网部署,仍然需要有全局的端到端的突破。举例而言,TSN技术需要逐流维护状态,但在大规模网络的汇聚节点存在因为性能方面的原因无法实现逐流控制的问题,因此目前还不适用大规模网络;DetNet技术只实现了L3层的可靠性保障,尚未实现转发时延控制,其时延保障仍需要L2层引入TSN,增加了部署难度;而DIP技术虽然对TSN机制加以改进,但仍然没法解决转发设备的时间同步、大规模逐流调度等难题。

技术的标准化

虽然多个标准组织对确定性网络技术开展了工作,并形成了多个标准,但是仍缺乏总体性、系统化的共识标准体系,特别是在不同标准衔接时还存在空缺。以5G的TSN为例,目前3GPP没有定义承载网的确定性转发机制,不利于端到端网络保障;也没有定义TSN AF和CNC之间的接口,不利于异厂商的互联互通。

技术的易用性

确定性网络的引入一定是在现有网络技术和协议上进行改动,即做“加法”引入新的机制,但是过多的“加法”必然增加设备的复杂度,特别是很多实现机制需要与硬件进行耦合,一方面增加了规模部署的成本,另一方面也带来了迭代升级的难度。因此,需要适当考虑在现有技术方式上做“减法”,尤其是在协议改造的复杂度和实现效果间实现平衡,以综合性价比为第一追求目标。

可喜的是,目前业界已充分认识到了这些问题,产业链上下游都在为实现确定性网络的规模商用而努力,其中包括国内外的标准组织、运营商和设备厂商,他们正在携手开展协议的优化定制、技术的标准化等工作,相信在未来的几年内,确定性网络有望实现运营商规模应用。 

基于5G的智慧机场无线专网规划思路探讨

■ 福建省邮电规划设计院有限公司 钟坛旺

2020年1月,民航局印发了《中国民航四型机场建设行动纲要(2020—2035年)》,提出以“平安、绿色、智慧、人文”为核心,加快机场信息基础设施建设,推进数据融合应用,实现数字化、网络化、智能化运行。而5G作为新一代移动通信系统,是“新基建”的重要组成部分,正推动各行各业数字化应用创新发展,建设基于5G的机场无线专网,是实现机场未来各种新技术应用、提升智慧化运行的重要基础。

同时,运营商的5G定制网也朝着深层次发展,以满足行业用户多样化的需求。智慧机场的建设需要根据其具体业务特点,选择定制一张技术先进、合理、适用、经济的5G专用网络。

5G智慧机场无线专网规划思路

智慧机场业务需求

智慧机场建设就是运用先进的信息和通信技术手段,感知、分析、整合机场运行系统的各项关键信息,从而对包括服务运营、安全、后勤保障等辅助功能在内的各种需求做出智能响应,实现机场智慧式管理和运行,提高机场运行效率,进而为旅客提供良好的服务,促进机场的可持续发展。通过这样一张网络满足机场现有的生产业务需要,同时能够承载机场智慧化建设中的变革创新类业务承载需求。智慧机场主要的业务应用需求如下。

智慧安防: 主要业务如5G无人机治安和消防监控、机器人治安巡逻、5G高清视频监控、门禁控制系统、周界入侵防范系统等,承载业务类型为5G高清视频回传、AI视觉分析、大数据分析等,对网络需求上行速率 $>50\text{Mbit/s}$,下行速率 $>1\text{Mbit/s}$,平均时延 $<100\text{ms}$ 。

智慧安检: 主要业务如系统自动进行人像识别、人证比对、安检验讫、跟踪识别和闸机放行、智能判图等,承载业务类型为5G+AI人脸识别、5G监控及视频等信息实时回传、物联网感知技术等,对网络需求上行速率 $>20\text{Mbit/s}$,下行速率

$>1\text{Mbit/s}$,平均时延 $<10\text{ms}$ 。

自动泊位引导: 主要业务是与A-SMGCS和BBMS系统相结合,实现航空器地面滑行的自动化处理等,承载业务类型为5G+高清视频、物联网感知技术等,对网络需求上行速率 100Mbit/s ,下行速率 20Mbit/s ,平均时延 $<10\text{ms}$ 。

还有如智慧机器人、设备管理、自动驾驶、综合调度指挥、应急指挥、远程机务维修、生产办公等应用需求,根据其承载业务类型对网络的上下行速率、时延等有不同的需求。

覆盖规划

覆盖规划主要基于链路预算,首先根据机场不同区域提供的业务类型和业务速率、质量目标及相关参数,估算出满足覆盖业务要求允许的最大路径损耗(MAPL),并利用校正后的传播模型测算出单站点的覆盖半径,从而测算出覆盖区域内需要的总基站数量。其中,3GPP TR 38.901定义了适用于 $0.5\sim 100\text{GHz}$ 频段的5G传播模型,包含Uma(城区宏站)、UMi(城区微站)、RMa(农村宏站)和InH(室内热点)四类场景,并各自分视距与非视距(LOS&NLOS)两种情况,机场区域的传播模型主要考虑Uma、UMi的场景,并通过典型区域的测试结果进行校正。目前,国内运营商普遍采用宏微结合、高中低频段协同组网的方式,以选用Uma-NLOS模型、2.6G频段为例,站间距约在 $300\text{m}\sim 400\text{m}$ 左右。

容量规划

网络规划容量应能满足各种应用场景下,不同类型的应用终端最大并发业务的承载需求,智慧机场的主要应用终端包含手持多功能终端、车载终端、高清视频监控终端、智能机器人以及各类传感器、数据采集设备等。

若智慧机场的专用无线网络选择基于公网切片的组网方式,在容量规划中还应综合考虑公网业务、信令等各种无线空口资源的需求。结合典型配置下单基站的容量能力,可以测算

出满足总容量需求的规划站点数量。在实际部署中还可以引入移动性负载均衡机制、双连接、载波聚合、上行补充载波等技术手段,满足局部高带宽业务的需求,避免小区间拥塞。容量规划应与覆盖规划相结合,最终的规划结果应能同时满足覆盖与容量的需求。

站址规划

5G智慧机场无线专网需满足机场区域内智慧运营、应急保障等通信需求,无线网络需要对包括航站楼、货运区、飞行区、配套设施等在内的全部区域的室内外进行信号覆盖。其中,航站楼作为旅客高密度集中区域,需做重点保障。室内建议以室分为主、有源室分和无源室分相结合的方式覆盖,并综合考虑室内布局、单天线覆盖能力等,合理规划点位和安装方式,室分信源建议统一收敛至各个弱电间。室外以宏基站为主、微站为辅的方式进行覆盖,宏基站选址应符合规划的网络结构要求,在满足机场限高要求的前提下,合理地利用建筑屋顶、监控杆、停机坪高灯杆、跑道外的围界杆等配套资源。同时,通过在外墙、廊桥顶、路灯杆等挂装微站的方式,对局部热点区域行补充覆盖。

仿真分析

利用上述规划方案形成的站点清单进行仿真分析,检查仿真结果中的覆盖、质量、速率是否满足规划指示的要求。对达不到要求的局部区域,结合无线环境等因素进行初步原因分析,并通过天馈优化、站址调整等方式对规划方案进行调整。每次方案调整后应重新仿真,确保仿真结果能达到预期的效果,并输出规划站点清单和仿真效果图。在基站选址时应尽量保证网络结构符合规划的蜂窝结构要求,当出现偏差时也应对相关方案进行优化,并重新进行仿真分析。

组网方式

目前各运营商均推出5G定制网业务,可满足行业用户对安

全隔离、业务质量保障、业务服务范围等不同需求。针对智慧机场特殊业务场景的差异化组网方式,主要包括独立部署、与公网完全共享、与公网部分共享3种组网方式。

●独立部署

独立部署场景网络结构如图1所示,包括5G无线接入网、核心网、网管系统等在内的所有网元均独立部署,与运营商公网完全物理隔离,产权归机场方所有,由机场方负责整体网络建设和运行维护等全部工作。

优势:与运营商公网完全物理隔离,含控制面和用户面的所有数据均不出机场园区,安全性高;专网设备的运行管理、参数操作、用户配置信息等均在机场园区内存储和管理,自主控制,不受制于运营商;控制面网元路由无迂回、UPF独享,时延低;频率资源独享,业务速率有保障。

劣势:网络建设由机场方投资,成本较高;目前工信部暂未出台5G专网独立部署的相关政策,也未划拨独立的频段资源,存在一定政策风险;机场方需要配置专网建设、优化、运维的专业人才队伍,运营费用较高;网络设备的升级换代、新技术应用等,需要增加额外的投资。

独立部署适用于极个别需要超高安全性且对成本不敏感的特殊行业。

●与公网完全共享

公网完全共享场景网络结构如图2所示,机场5G无线专网与运营商公网完全共享无线接入网、核心网、网管系统等所有网元,产权归运营商所有,机场5G无线专网通过租用运营商定制的5G切片方式实现,其中运营商核心网一般集中部署在省会等中心城市,UPF由运营商根据业务需求,统一部署于地市级或区县机房。通过针对性地定制5G网络切片,满足用户对业务安全和隔离的要求,其中无线空口资源可选用QoS相对优先调度、RB资源预留等方式,承载网可选用基于FlexE的硬隔

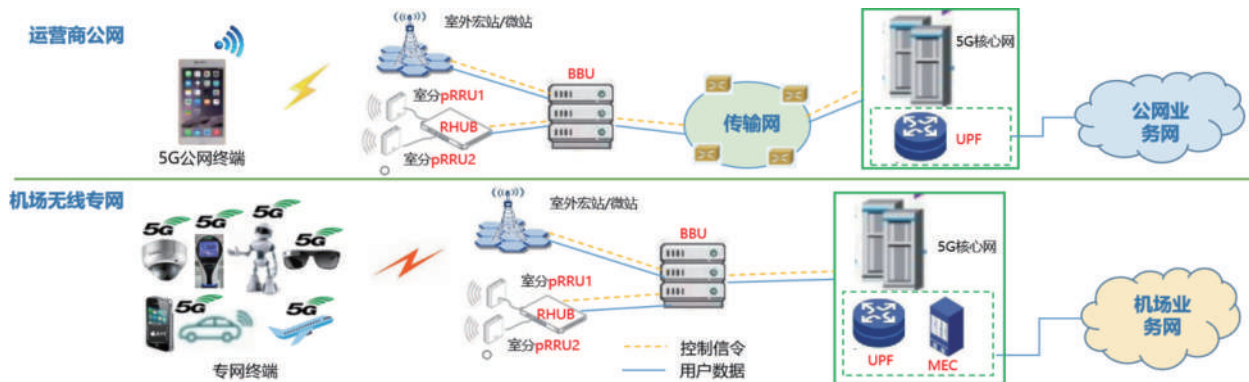


图1 独立部署场景网络结构

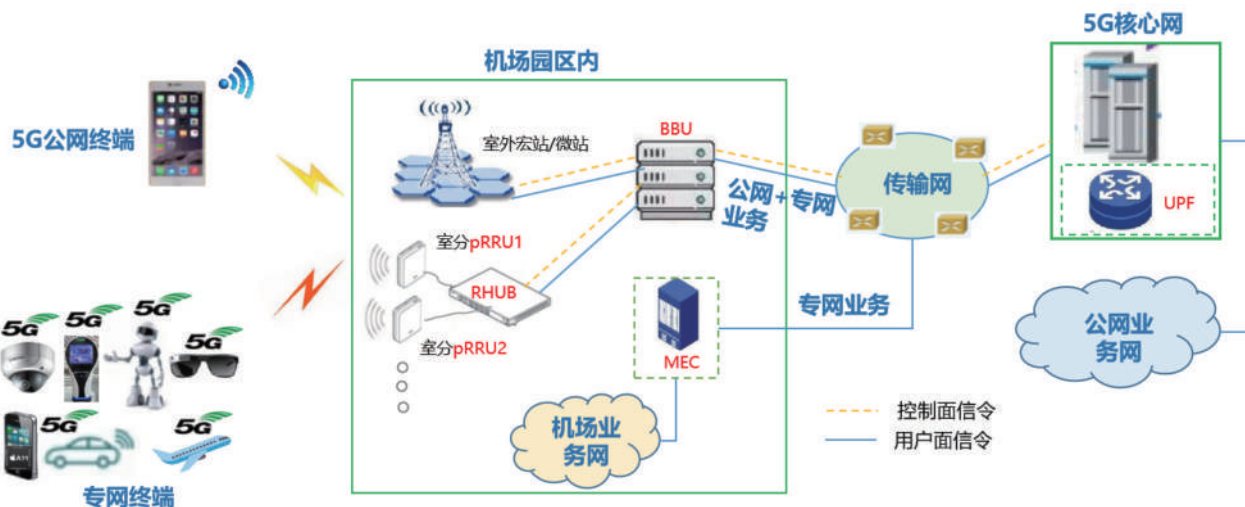


图2 与公网完全共享场景网络结构

离或基于VPN+QoS的软隔离方式，核心网则在控制面和用户面完全共享。

优势：无需增加建设成本，只需向运营商订购网络切片服务实现专网；网络的优化和运行维护、设备的升级换代、新技术应用等由运营商负责，运营成本低；可根据业务需求，选择定制服务，提供端到端差异化保障的网络连接。

劣势：UPF不下沉至机场园区内机房，数据不能实现本地卸载，路由较长，时延相对较高；设备的运行管理、参数操作、用户配置信息存储在运营商的网络上，数据会出园区，与公网混用，在网络安全和容量方面不如独立部署模式。

通常适用于对安全隔离要求不高的公众网、通用行业的普通消费者业务。

●与公网部分共享

与公网部分共享场景网络结构如图3所示，机场5G无线专网与运营商公网共享无线接入网，共享核心网的控制面网元，

核心网的用户面网元下沉至机场园区内的机房，用户面数据实现本地卸载。产权归运营商所有，机场5G无线专网通过租用运营商定制的5G切片方式实现，其中运营商控制面网元一般集中部署在省会等中心城市。

优势：同与公网完全共享模式，且在核心网用户面侧与公网完全物理隔离，用户面的数据不出园区，安全性较高；UPF下沉独享，用户面数据实现本地卸载，时延低。

劣势：共享网元的运行管理、参数操作、用户配置信息存储在运营商的网络上，控制面数据会出园区。

与公网部分共享模式成本适中，能在网络性能、安全隔离度和成本之间找到平衡点，从而满足大多数通用行业的网络切片分级需求。智慧机场5G无线专网规划和部署应在满足机场差异化业务需求的前提下，综合考虑投资效益和运维成本等因素，通过设定合理的业务目标及实现手段，选择适合的5G定制网络架构。

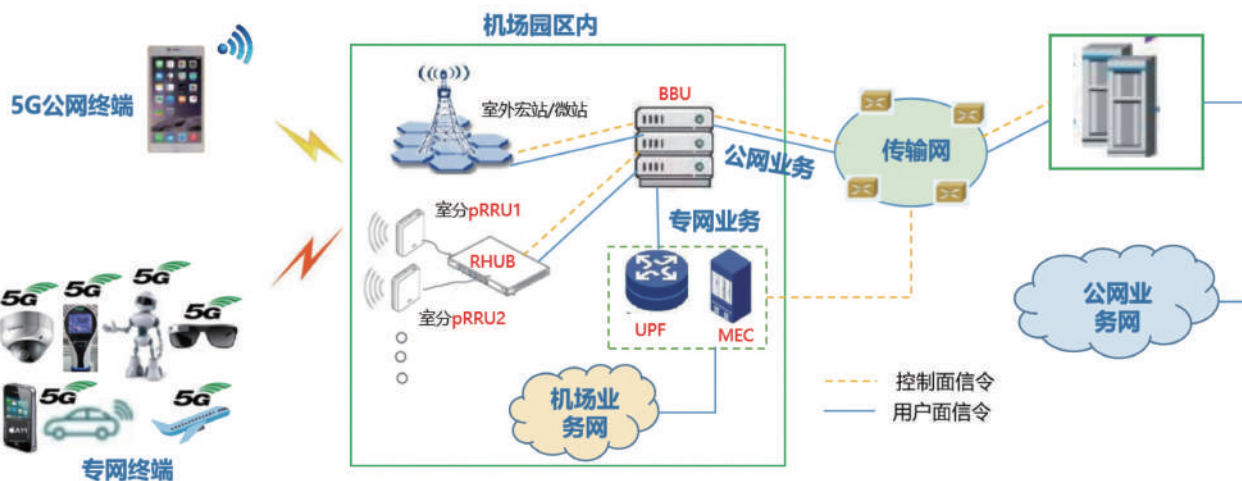


图3 与公网部分共享场景网络结构

中国联通自智网络研究与实践

■ 中国联通研究院 王泽林 韩赛 张洁
中国联通集团云网运营中心 苗杰

随着5G、算力网络、低碳排放、弹性带宽、确定性SLA、资源分配“零等待”、预防性维护、可视化管理等技术要求的提升，网络对自动化和智能化的需求越来越迫切。伴随数字化转型的浪潮，自智网络已成为运营商网络数字化转型的重要选择，超过90%的受访运营商有网络自动化和智能化相关愿景。

自智网络产业发展情况

据TM Forum 2022年自智网络调研报告显示，网络自动化、智能化投资占比提高了51.4%。96%的运营商处于数字化转型起步阶段，预计未来3年普遍达到L3~L4级别，如图1所示。受访运营商计划或正在构建的自智网络能力主要集中在SLA可承诺、投诉处理与业务恢复时长、预测性维护等方面。在运维效率方面，受访运营商计划或正在构建的自智网络能力主要集中在故障处理自动化率（71%）、业务自动发放成功率（62%）、资源利用率（59%）、故障诊断准确率（53%）。

自2020年10月TM Forum发布《自智网络白皮书2.0》以来，越来越多的标准和产业组织、运营商、供应商、科研和咨询机构，加入到自智网络的探索中，进一步加速产业发展。2021年10月，TM Forum发布《自智网络白皮书3.0》，阐述自智网络领域最新的业务需求、架构、能力以及行业动态和进展，并给出参考实现方法和行业最佳实践。2022年9月，TM Forum发布《自智网络白皮书4.0》，总结自智网络框架、方法论和优秀实践，提出自智网络四要素、通用+专用分级、三方测评、全栈AI、意图API等核心观点。

从运营商进展来看，以中国三大运营商引领，更多运营商正在将自智网络相关理念纳入3~5年战略规划：沃达丰、南非MTN、泰国AIS、中国台湾地区中华电信等均提出以2025年达到L4为目标；阿根廷电信发布AN愿景并启动“TAMBO”自动化计划，德国DT制定

DNA(drive network automation)计划，推动RAN等领域实践；法国Orange探索自智网络使能垂直行业；中国香港HKT开始利用自智网络，提升“固定+移动”网络自动化、智能化水平，协助企业和公共机构导航数字化转型之旅。

从标准进展来看，TM Forum、ITU-T、ETSI、3GPP、IETF、CCSA等产业标准组织协同，构建自智网络“架构-分级-接口规范”等标准体系，2022年标准具体进展如表1所示。

CCSA主要集中在TC7和TC610两个标准组织，其中TC7侧重于自智网络标准化工作，包括管理架构、需求用例、分级标准、评估方法、接口标准、关键技术等。TC610侧重于自智网络产业发展工作，开启自智网络领航者计划，致力于构建产业协作平台，促进产业健康繁荣发展，包括构建评价体系、编制测试规范、发布测评报告、参与标准制定等。

中国联通自智网络顶层规划

中国联通董事长刘烈宏指出：“数字经济的发展离不开电信行业打造的数字底座，数字化、网络化、智能化的化学反应将为电信行业开启一个未知远大于已知的广阔发展新空间。”中国联通在公司战略规划体系中明确提出：“以自智网络为牵引，打造“规建维优营”全流程运营支撑体系，实现作业数字化、场景智能化、服务敏捷化。2025年，自智网

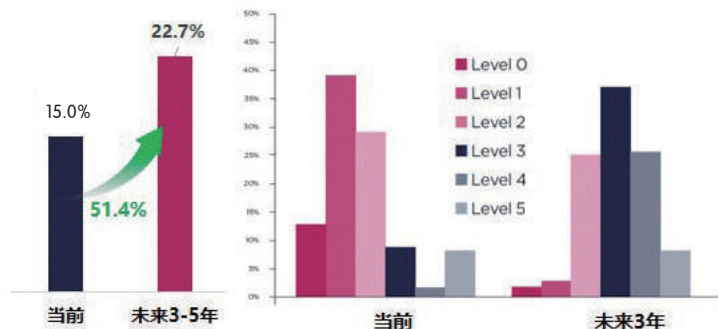


图1 运营商自动化、智能化投资占比及自智网络级别当前和未来对比

表1 自智网络2022年标准进展

	TMF (愿景/通用架构&标准)	CCSA(传输/接入/IP/无线/核心网)	3GPP SA5 (无线&核心网)	ETSI (传输/固定接入/IP)
商业架构	- IG1218商业需求与框架 - IG1218B移动最佳实践 - IG1218C AN实现研究/成效指标 - IG1218D自智网络服务体验分级测评认证-云网专线	- L1-L3需求与用例 ★需求与用例 - 无线网络运维	- TR 28.810 自治网络分级研究 - TS 28.557 私网运维运营用例和需求 - TS 28.310 5G节能用例和需求 - TS 28.530 5G切片用例和需求	F5G-008 use cases
通用架构	- IG1230总体技术架构 - IG1251参考架构	★技术架构/功能架构	NA	- ZSM002 参考架构 - ZSM008 跨域E2E业务生命周期管理
通用分级	- IG1252分级技术要求 - IG1252x 分级评估方法	★通用分级技术要求 - 通用分级评估技术要求	NA	NA
领域架构	NA		TS 28.533 架构框架	F5G004_ARCHITECTURE/F5G006端到端管理
领域分级	NA	★领域分级技术标准: IP网 - 领域分级评估技术标准: IP网 - 自智网络服务体验分级及分级评估技术要求—云网专线(团) - 自智网络基础能力分级测试规范—云网专线(团) ★领域分级技术标准: 5G无线网、5G核心网、PTN/SPN	TS 28.100 移动网络自治网络分级	
关键技术	- IG1253x意图管理框架/元模型/LCM - IG1254闭环管理	- OMC本地智能 - 网元本地AI	- TR 28.812 移动网络意图驱动管理研究 - TS 28.104 管理数据分析 - TS 28.312 意图驱动管理服务 - TS 28.313 5G自组织网络 - TS 28.535 通信业务保障的管理服务与需求 - TS 28.556: 5G网络策略管理服务	- ZSM005 自动化手段 - ZSM009-1/2/3闭环自动化框架 - ZSM011 意图驱动自治网络 - ZSM012 AI 使能技术
接口规范	TMF921 意图管理接口API		TS 28系列接口规范	

★2022年联通牵头/联合牵头

络价值场景达到L4级的先进水平。”

2020年,中国联通先后发布《自动驾驶网络白皮书V1.0》和《自智网络白皮书2.0》,提出“四零四自”愿景目标(“四零”:零等待、零故障、零接触、零风险;“四自”:自规划、自配置、自修复、自优化)。在这一愿景指引下,中国联通启动自智网络探索,设定自智网络顶层规划,如图2所示。以

底层基础网络设施为基础,通过原子能力平台的赋能,将自智网络进行产品升级和推广,开展to C/to B/to H业务产品升级和推广。一方面从用户角度,提升品质级服务保障;另一方面从运营商内部角度,提升网络自智水平,将网络人员从流程之中解放出来。

中国联通的近期规划为:2023年全面达到L3级,补齐各



图2 中国联通自智网络顶层规划

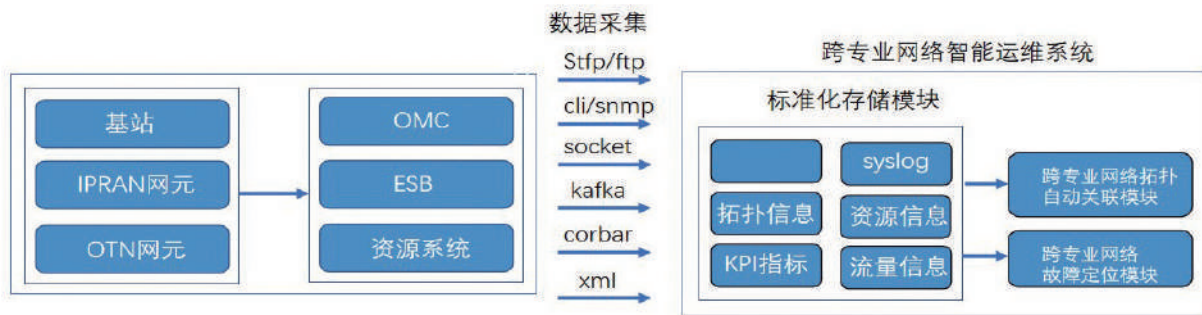


图3 数据采集和跨专业网络智能运维系统架构

专业、各业务自动化和智能化能力, 进而提升云网自智水平, 赋能网络数字化转型。通过“等级评估+短板识别+标准制定+试点验证”的方式, 推动自智网络建设有效、有序地开展。

中国联通自智网络创新实践

自2020年起, 中国联通在多个领域进行自智网络的创新实践, 覆盖规划、建设、维护、优化和营销五大流程领域, 以及to C/to H/to B 三大类业务领域, 本文将挑选几个重点案例进行详细阐述。

案例一: 跨专业网络故障自动定位和拓扑自动关联

在网络故障自动诊断领域, 由于运营商网络分层、分专业, 具有多层承载关系, 底层故障具有向上层传递的可能, 仅通过专业网络内的自动诊断能力, 难以直接定位到最根本的故障。目前跨专业网络故障定位主要依赖各专业运维人员分别进行分析定位, 并分别派发故障工单, 导致出现了重复而庞杂的故障工单, 增加了网络维护人力成本。故障处理时间长、效率低, 是当前网络运维工作的主要痛点之一。目前, 单专业网络智能运维相对比较成熟, 但罕有跨专业网络智能运维系统。

中国联通尝试打破已有专业壁垒, 选取IPRAN和基站、IPRAN和OTN作为关联性强、故障频发的跨专业网络场景, 率先利用AI等方法实现“IP+光自动关联”“移网+固网自动关联”, 并基于跨专业网络拓扑的自动关联, 进一步提升故障定位能力, 解决跨专业网络故障定位难、资源关联效率低且不精准的问题。该跨专业网络智能运维系统包括3个功能模块, 即数据采集模块、跨专业网络拓扑自动关联模块、跨专业网络故障定位模块, 如图3所示。

拓扑自动关联是实现网络故障定位的第一步。单专业网络内拓扑关联手段较为丰富, 可通过采集专业控制器拓扑信息或通过专业网络特有协议获取, 但在跨专业

网络拓扑关联方面, 均是基于手工记录或者业务台账的方式, 错误率高, 更新不及时, 给维护带来极大的不便, 业内尚无自动手段。中国联通分别针对IPRAN和基站、IPRAN和OTN, 提出不同的自动关联方案, 准确率均达100%。

一是针对4G和5G基站, 通过LLDP协议和ARP协议相结合的方式实现IPRAN网络中下挂基站设备的自动发现。

二是针对IPRAN和OTN, 创新性提出基于时间序列相似性AI算法和性能数据相结合的方案, 进行端口相连顺序的识别, 可以对单个或多个环路进行端口相连顺序的识别, 进而自动绘制出网络拓扑。

基于自动关联的网络拓扑, 中国联通创新性提出IPRAN和基站、IPRAN和OTN跨专业故障定位方案, 综合采用专家经验、关联规则挖掘算法、关联分析等技术, 精准定位故障, 并在广东现网得到实际应用, 大面积断站抢修的效率提升100%, 断站预警提升了差异化维护响应级别, 故障处理时长缩减50%以上, 减少90%“IPRAN+OTN”跨专业网络故障定位时间和人工工作。

案例二: 网络负荷健康状况监测与预警

核心网在通信网络中发挥着重要作用, 并且涉及云资源、数通等专业联动, 扩容实施周期长, 常常难以及时响应市场扩容需求。

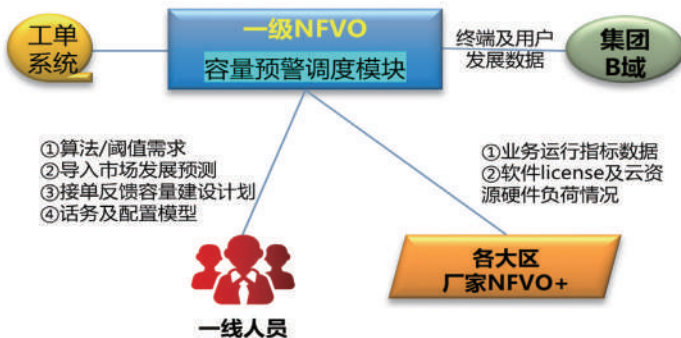


图4 容量预警调度模块部署方案

为解决市场快速发展对网络的迫切需求,中国联通在一级NFVO系统上研发容量预警调度模块,可对超出门限阈值网元容量情况进行及时预警,该方案架构如图4所示。

综合考虑用户终端数、登网数等多维因素,并结合节假日用户迁移等规律,实现基于短期(一个月之内)、中期(一个季度之内)和长期(一年之内)用户规模和增长趋势预测。一方面通过引入AI算法对5GC(AMF、SMF、UDM)和IMS(CSCF)网元容量进行多元预测,智能测算近期和远期网络需求能力,自动派单督促网络建设,主动满足市场需求,助力5G和VoLTE用户的快速发展;另一方面实时监控网元容量负荷和服务器利用率,动态阈值实时研判网络负荷健康状况,引入话务和配置模型算法,优化网络建设配置方案,匹配容量负荷提高云化设备能效比,降低扩容成本。

网络负荷健康状况监测与预警模块能够有效提升网络资源利用率,并能够显著提升扩容建设响应效率,从根本上解决运营商省级分公司一线建设维护及多专业联动痛点。

案例三: PON专线业务自动开通

在业务交付领域,政企业务开通需要跨部门、跨专业人员配合,加之IT系统多而分散等问题,导致交付时间长。同时,业务自动化流程开发周期长、接口多,自动化进程慢,业务数字化转型问题多而杂,缺乏体系化方法。

为解决交付效率低、自动化断点多等问题,中国联通利用基于意图的网业协同编排技术,在江苏选取PON专线业务场景,进行端到端自动编排试点工作,聚合资源能力、综合网管能力、外线施工分派能力等高可复用、可编排的场景化服务能力十余项,并按照标准业务流程灵活编排,以此拉通IT与CT、业务与网络,具体方案如下。

●“能力开放+服务编排”新开发模式

在业务开发中,采用OPEN API设计模式,取代传统“一事一议”接口化的开发模式,为应用快速开发上线打下基础。对江苏极简系统、敏捷交付系统、接入网网管、互联网网管、公客系统核心功能进行抽象与封装,通过标准RESTful API提供服务开放,进而对各服务进行管理、组合、调用,流程编排,达成PON专线自动开通的业务目的。

●SR模型分层解耦

常用的模式是从庞大的原子能力群中逐个筛选、组装,原子能力数量庞大,且在能力开放的发展趋势下,会越来越多,导致能力选择、能力理解存在难点问题,影响能力使用的效率、效果与积极性。因此,业务编排需要有一套统一的方法论,使能服务组合与应用“场景化”“高层抽象”。该案例

参考TMF PSR模型概念,自下而上设计模型,对网络中涉及的物理和逻辑资源RES(网元、端口、时隙等)、面向网络的服务RFS(各通信网络提供的网络通信能力)、面向用户的服务CFS(用户可感知的端到端网络通信能力)进行规范定义,遵循统一的设计规范和设计模型,新模型按要求加入,模型可生成基于通用协议的编排包,实现高级需求分派到每个设备的命令集。

●意图转换模式

通过建立PON专线开通的意图模型,对模型中关键元素赋予策略条件,并与对应的PON自动开通服务进行关联。在业务运行态中,首先对所接收的定单进行判断,将符合PON专线开通条件的定单自动挑选出来,匹配到所对应的服务编排模块,定单则可按照编排流程自动端到端流转。

●流程引擎自动执行取代人工操作

引入流程引擎,按照PON专线开通流程,在系统中进行流程可视化配置与管理,系统自动按规则进行流程实例的执行。打通了自动化执行过程中的各个流程断点,减少了人工环节及岗位,如图5所示。

通过以上方案及试点实践,形成了端到端自动交付能力,开通时间由天级缩短至分钟级,减少人工配置环节,每年可节省运维人员工作量约420人·月(35人·年),对推进行业自智网络发展起到示范作用。

中国联通结合自身业务的发展诉求和面向未来的战略思考,将结合网络数字孪生、网络AI、内生智能等关键技术特征,持续投入新技术探索。展望未来,中国联通将不断通过网络自动化和智能化运营实践创新,迈向高等级自智网络,在提升用户体验的同时减少人工工作。CWB

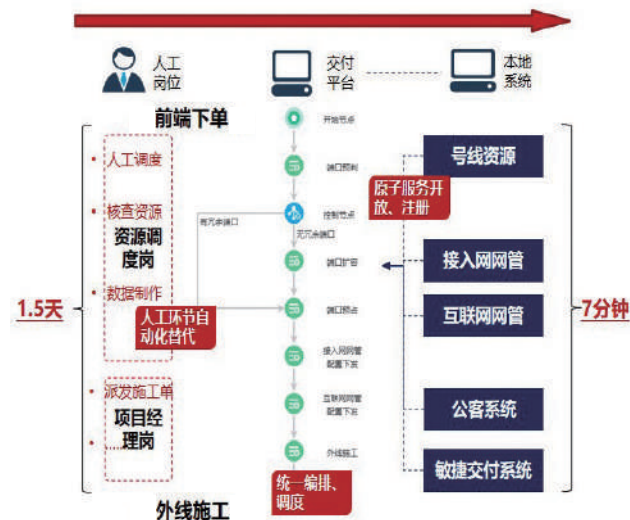


图5 PON专线业务编排试点方案

一种基于XMPP的即时通信技术在融合视频中的应用

■ 中国移动通信集团广东有限公司 李蕾

视频产业由于其信息传递、技术更新升级迅速，正处于高速增长期。尤其是近些年短视频、网络直播成为“新风口”，大小屏的融合也成为产业探索的新方向。此外，《“十四五”国家科学技术普及发展规划》指出，加快推进IPTV、互联网电视服务升级，依托IPTV、互联网电视的强交互属性，研究大小屏互动、多屏联动技术，推动用户体验升级。

目前，主流的大小屏融合技术方案还局限在使用DLNA协议的近场甩屏场景，具体原理如下：机顶盒和小屏客户端通过在内部集成DLNA协议栈，分别作为DMR (Digital Media Renderer)、DMC (Digital Media Controller)。当小屏客户端和机顶盒处于同一个家庭网络中时，小屏客户端通过家庭网关发送广播报文来发现机顶盒，并通过DLNA协议向机顶盒发送甩屏请求，进而实现近场甩屏。该方案局限性较大，要求大小屏客户端必须在同一个家庭局域网中才能实现，且当遇到网络质量问题时，会出现甩屏失败的情况，可靠性差。

XMPP (Extensible Messaging and Presence

Protocol, 可扩展消息与存在协议) 是一种以XML为基础的开放式即时通信协议，是经由互联网工程工作小组 (IETF) 通过的互联网标准。其在开放性、安全性、可扩展性、多样性上有着诸多优点，被广泛应用于游戏、监控、云计算、视频会议、社交等诸多领域。

本文提出了一种基于XMPP协议的即时通信技术方案，可以很好地应用在大小屏融合视频中，该方案已实现了断点续播、跨屏收藏、远场甩屏、跨屏搜索、手机遥控等多种业务场景。

方案整体介绍

该方案基于XMPP协议的即时通信技术，在传统视频方案的基础上，通过新增XMPP应用，在手机客户端和大屏客户端分别集成XMPP SDK客户端，同时借助XMPP服务端进行消息的及时转发，实现大小屏精准协同，多场景灵活互动。该方案涉及的大小屏融合各场景是基于大小屏客户端账号融合、内容融合、权益融合的前提下进行的。基于XMPP协议的即时

通信技术方案整体架构如图1所示，具体说明如下。

融合视频平台负责记录用户账号、账号权益、媒资内容信息、用户书签等数据，用于用户登录、播放鉴权、大小屏账号绑定、内容关联以及权益互通等。

即时消息中心 (XMPP Server) 负责与大小屏客户

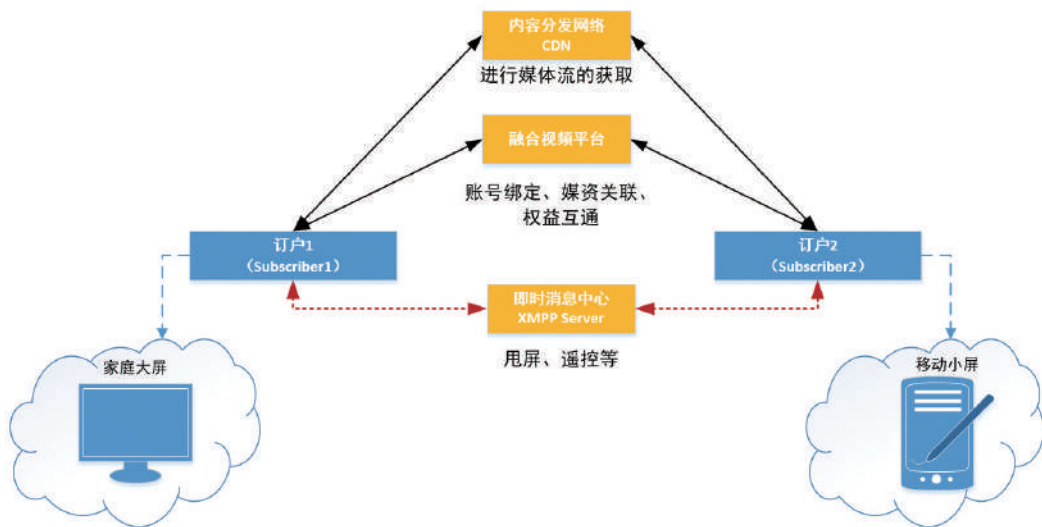


图1 基于XMPP协议的即时通信技术方案整体架构

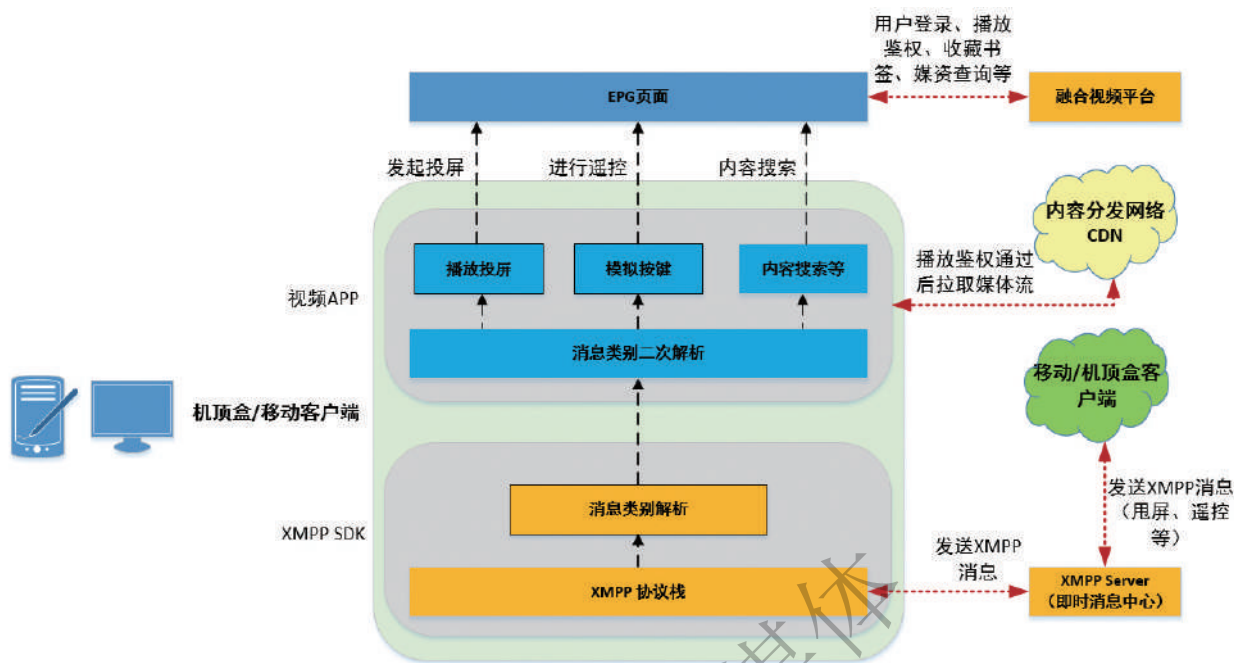


图2 基于XMPP协议的即时通信技术方案业务逻辑

端建链，并与二者XMPP消息相互即时转发。

内容分发网络(CDN)主要进行媒资介质的分发，为距离最近的客户端提供所需的媒体流。

大小屏客户端为用户提供视频业务体验的入口，一般为安装有大屏和小屏视频业务APP的终端设备，其中APP里集成了XMPP SDK客户端，可进行XMPP消息的接收与发送，以及部分信息解析工作。

实现原理

基于XMPP协议的即时通信技术方案业务逻辑如图2所示，在大屏机顶盒和小屏移动客户端中分别集成XMPP SDK客户端，当终端用户在视频平台登录成功后，视频APP负责调起XMPP SDK客户端，随后两个XMPP SDK客户端与即时消息中心进行建链。此时，其中一端的视频APP即可发起大小屏互动事件（如播放投屏、遥控按键、内容搜索等），经XMPP消息将这些事件动作进行封装后，借助已经建链的XMPP消息通道，将XMPP消息发送给即时消息中心。即时消息中心收到来自客户端的消息后，根据消息中所携带的目标用户ID，将XMPP消息实时转发给目标用户。

目标用户的XMPP SDK客户端收到XMPP消息后，首先对消息进行一次解析，然后将其发送给客户端本地视频APP，客户端本地视频APP对收到的消息进行二次解析。消息二次解析后将还原为一系列大小屏互动的事件动作，同时向EPG

页面发起相应的指令，最后EPG根据收到的指令给予相应的页面展示。如果动作事件是内容播放类操作，客户端还要向内容网络进行相关媒体流拉取播放。

为了更好地理解该方案的原理，以下用点播内容的远场甩屏场景举例说明。当小屏移动客户端向目标大屏发起远场甩屏时，小屏移动客户端通过XMPP SDK客户端将远场甩屏动作事件ID、点播内容ID及当前的视频播放进度的时间点等数据封装在XMPP消息中，通过与即时消息中心建立的链接通道，将XMPP消息发送给目标大屏客户端。目标大屏客户端收到这些数据后，通过解析便可以根据事件ID、内容ID和时间信息得知小屏客户端用户发起的是甩屏动作，以及播放的内容ID和起播时间点。从而使用内容ID向融合视频平台发起播放鉴权，鉴权通过后获取到播放URL。再将获取到的URL与时间点拼接成新的URL，然后使用新的URL向内容网络进行媒体流拉取，最终实现该片源在大屏端的同步播放。

其他场景（如断点续播、跨屏收藏、手机遥控等）的实现原理同点播内容远场甩屏类似，分别根据XMPP消息中所传的不同的事件ID和相应的事件数据实现。如在断点续播场景中，当小屏用户退出小屏正在播放的点播时，小屏客户端会通过XMPP消息将书签事件ID和正在观看的内容ID及播放时长等数据发送给目标大屏客户端。目标大屏收到信息后，通过解析获知需要添加书签的内容ID和播放时长信息，大屏客户

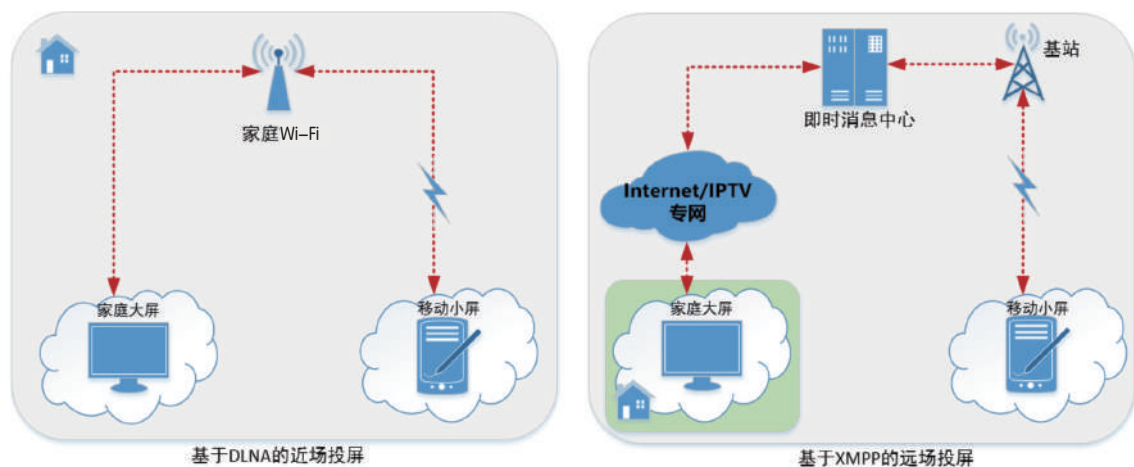


图3 基于DLNA与XMPP两种协议的大小屏融合典型场景

端向融合视频平台发起书签接口调用进行相同内容的书签添加, 后续大屏用户点开个人书签栏即可通过书签查询接口找到该点播内容, 点击后即可按小屏上次播放时间点从内容网络进行媒体流拉取, 实现大屏侧的断点续播。

在跨屏搜索场景中, XMPP消息体中封装搜索事件ID、搜索内容ID等信息, 目标大屏收到信息后, 通过解析获知需要搜索内容ID, 大屏客户端向融合视频平台调用搜索查询接口进行相同内容信息的查询, 并在EPG页面上进行相应的展示。在手机遥控中, XMPP消息体中封装遥控事件ID、按键ID (方向键、音量加减键等) 等信息, 目标大屏收到信息后, 解析为遥控按键信息, 并在EPG页面进行相应的操作展示。

XMPP即时通信技术的优势

基于DLNA与XMPP两种协议的大小屏融合典型场景如图3所示。基于DLNA协议的近场融合实现原理如下: 大小屏终端通过有线网口或Wi-Fi等方式连接到家庭网关, 移动客户端和大屏机顶盒端分别集成DLNA协议栈, 并分别作为数字媒体控制端和数字媒体接收端启动。移动客户端通过家庭网关发送广播报文而发现大屏客户端, 大屏作为接收端监听来自移动客户端的甩屏、遥控等消息, 并将当前的播放状态、事件执行情况返回给移动客户端, 从而实现大小屏融合, 其前提条件是移动客户端与大屏客户端必须处于同一个家庭网络中。相比目前大小屏近场融合采用的DLNA协议, 本方案使用的基于XMPP协议的即时通信技术在可靠性、安全性、拓展性、多样性等方面具有显著优势。

首先, 支持跨网络、跨地域。目前大多数解决方案是基于DLNA协议实现的近场融合, 要求大小屏客户端必须在同一局域网中, 使用场景有着很大的局限性。本文中基于XMPP协议

的即时通信方案, 不受两端网络限制。不论是互联网还是IPTV等其他专网, 只要满足两端与即时消息中心网络互通, 就可实现大小屏各融合场景, 因此具备跨地域、跨网络的优势。

其次, 安全性更高。XMPP消息采用HTTPS加密传输, 且要求大小屏各客户端登录认证成功之后, 才可以进行XMPP消息发送。相比DLNA协议的近场融合, 本方案不需要任何认证, 只要在局域网中通过广播方式发现可投大屏设备即可进行操作, 因此在安全性方面更胜一筹。

再次, 可扩展性更强。此前, 基于DLNA的近场融合仅可以进行近场投屏、断点续播, 场景较为单一。而XMPP作为以XML为基础的开放式即时通信协议, 继承了在XML环境中灵活的发展性。因此, 基于XMPP的应用具有超强的可扩展性, 经过扩展后的XMPP可以通过发送扩展信息来处理用户的需求。因此, 本方案除投屏、断点续播等场景之外, 还可以实现远程遥控、跨屏搜索、语音控制等功能。

最后, 可靠性更高。本方案基于XMPP协议的客户端与即时消息中心之间采用周期心跳维持建链、定时监测、断链重试等多种可靠性机制, 确保在中间网络质量出现波动的情况下, 仍然可以获得良好的业务体验效果。

本方案首次将XMPP即时通信技术使用在大小屏融合视频领域, 借助XMPP的安全性、开放性、可扩展性等优势, 对传统娱乐视频平台进行了高阶赋能。相比目前使用DLNA协议实现近场甩屏的单一融合场景, 本方案具备实现断点续播、跨屏搜索、远场甩屏、手机遥控等几大能力; 后续依然可以借助XMPP协议的可扩展性, 实现远程控制、语音遥控等其他场景, 进一步丰富大小屏融合场景。本方案不仅实现了大小屏深度融合, 提升了用户体验, 而且为未来视频领域新业态 (如游戏、健身、教育等) 的出现提供了可能性。CWW

通信世界

COMMUNICATIONS WORLD

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

学习贯彻党的二十大精神 奋进新征程 建功新时代

