

通信世界

COMMUNICATIONS WORLD

总第914期 2023年2月25日 第4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

“千兆城市” 发展成绩单

ChatGPT热潮席卷
AI监管能否同步“狂飙”？ / P4

一根纤、一缕光
一场数字家庭的“革命” / P16

星地融合网能力开放方案研究 / P42

ISSN 1009-1564



9 771009 156234

通信世界

COMMUNICATIONS WORLD

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

“铁塔模式”的示范效应应该放大

刘启诚

不久前受邀参加中国铁塔举办的“推进信息基础设施共建共享发展座谈会”，有机会全面了解中国铁塔成立8年来发展的历程和取得的成绩，并与一些专家就“铁塔模式”为何得到政府、行业的广泛高度认可展开深入的探讨。

什么是“铁塔模式”？简单来说，就是“一家建设、多家使用、社会共用”。中国铁塔成立的初衷，就是解决通信行业重复建设导致浪费的顽疾。虽然成立之初，行业内并没抱多高期望，但从8年后中国铁塔取得的成绩来看，当初国家成立铁塔公司的决定是非常正确的。中国信通院、中国铁塔共同发布的《通信基础设施共建共享发展研究报告（2022年）》显示，8年来新建铁塔共享水平从14.3%大幅提升到83%，共建共享之下相当于少建铁塔96万座，节省投资1720亿元，减少碳排放2670万吨。

行业专家和社会各界对中国铁塔8年来共建共享成效显著、经济效益和社会效益取得“双丰收”的成绩评价甚高。专家之所以对“铁塔模式”如此肯定，主要原因在于，铁塔公司自成立以来，在共建共享领域走出了一条全新的行业发展创新之路，其贡献的“中国智慧”和“中国方案”，打造了行业新范式、新标杆。


这种行业新范式、新标杆主要体现在两个方面。

一是形成中国特色的共建共享模式，对中国通信业的跨越式发展作出了贡献。中国铁塔通过推进通信设施“入法”“入规”，显著改善通信建设环境；通过提高塔类资源设施共享率，实现降本增

效，加速网络建设进程，促进市场竞争均衡化；通过集约共建、深化共享，以及兼顾美观协调，对保护生态环境、促进绿色发展作出积极贡献；在提升网络运行安全水平和应急通信保障能力方面发挥国家队、主力军作用；在推进普遍服务、疫情防控、防灾减灾等惠民共享方面发挥重要作用。

二是敢于创新，敢于“出圈”进行跨行业共享。在赋能经济社会各领域数字化转型的同时，有效提升存量通信资源价值、拓展通信行业的数字化发展新动能，有利于减少全社会重复投资、提高全社会资源配置效率。中国铁塔利用铁塔“点多面广、站高望远、配套齐全”的资源特点，通过“铁塔+5G+AI”，将超过20万座“通信塔”变成了“数字塔”，形成了标准规范、按需定制、丰富多样的视频监控产品系列，为千行百业装配“千里眼”“顺风耳”“智慧脑”，广泛服务于环保、林草、农业、国土、水利、交通、应急、地震、卫星导航等数十个领域。

铁塔公司立足资源共享，全面推进“一体两翼”战略布局，大胆创新，积极开拓新的发展空间，持续做大共享协同文章。显然，“铁塔模式”作为我国竞争性公共基础设施的一种有效建设模式，是成功的，而且未来有着更加广阔的发展空间。在“铁塔模式”影响下，国家也在其他行业积极推广这一成功经验，例如成立国家管网公司。

目前中国正在探索一条绿色、低碳、可持续发展的道路。从这个意义来讲，“铁塔模式”的示范效应应该放大。 

CONTENTS 目录

述评 Review

- 4 ChatGPT热潮席卷 AI监管能否同步“狂飙”？
- 5 “千兆城市”可撬动数字经济杠杆化发展

专题 Topic “千兆城市”发展成绩单

- 6 “千兆城市”发展成绩单
- 9 中国电信李峻：光网已覆盖345座城市
- 10 中国移动赵大春
千兆网络建设关乎城市发展的速度和质量
- 11 中国联通唐永博：全屋光宽带用户规模突破120万
- 12 中国广电曾庆军：落实国家部署
积极建设“双千兆”网络
- 13 以“双千兆”赋能千行
厦门市大力推动传统产业数字化转型



P18 运营商落实“链长制”的思考与建议

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 强化科技创新赋能、释放数字经济新动能公益广告



P38 5G VoNR+创新应用研究与实践

- 14 以建促用、建用并举，
枣庄市全面推进“千兆城市”建设
- 15 精耕细作！张家口市持续打造高质量“双千兆”网络
- 16 一根纤、一缕光，一场数字家庭的“革命”

产业 Industry

- 18 运营商落实“链长制”的思考与建议
- 22 始于共建，盛于共享：“铁塔模式”成国企改革标杆
- 24 KDDI二十年的战略变革之路
- 28 漫谈车联网产业发展之“他山之石”
- 31 卫星互联网行业发展情况研究

技术 Technology

- 35 面向业务的传输自开通能力系统研究
- 38 5G VoNR+创新应用研究与实践
- 42 星地融合网能力开放方案研究
- 46 同步网探针监测技术研究与应用



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

工联网：郑勇志 刘艳玲 盖贝贝 胡锦涛

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：2023年2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

郭浩 中国通信企业协会会长

编委会主任

顾昶 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。

ChatGPT热潮席卷 AI监管能否同步“狂飙”？

王鹤迦

近日，美国人工智能公司OpenAI推出的新型聊天机器人ChatGPT风靡网络，它强大的功能引起了社会的广泛关注，被称为AI“里程碑式”应用。各大企业纷纷投身于类似ChatGPT应用的开发浪潮之中，但ChatGPT的“走红”也引发了人们对于人工智能监管问题的担忧。

ChatGPT仅发布两个月，其月活跃用户数就已达到1亿，一跃成为史上用户增长速度最快的消费级应用。一时间，微软、腾讯、百度、阿里等多家互联网科技公司先后发布了在ChatGPT领域的成果和技术布局，可谓“趋之若鹜”。ChatGPT快捷的回复和简单的操作，使得大量用户将其运用于查资料、写论文，而不仅仅是当作一个聊天工具使用。

然而，随着ChatGPT的应用范围越来越广，其隐含的风险也开始进入大众视野。尽管ChatGPT如今并不完美，但它仍然在刷新我们对人工智能发展的认知，AI安全需要立法监管。ChatGPT已经证实了人工智能获得了令人难以置信的发展，但同样也带来了法律与道德问题。

在知识产权方面，ChatGPT可能被用于生成论文与代码，引发知识产权侵犯及归属争议。在个人信息保护方面，ChatGPT对信息、数据来源无法进行事实核查，可能存在个人数据泄露、虚假信息传播等隐患。在数据安全方面，由于ChatGPT能够学习人类语言，在编写“钓鱼邮件”时，能够在语法和表达习惯上更具有迷惑性，如果利用不当，其造成的危害性后果难以估量。

从全球范围来看，各国政府均已开始关注人工智能发展过程中的种种衍生问题，人工智能领域法律法规的制定与

实施也被提上日程。生成型人工智能系统创造了机会，同时也让我们面临具有历史意义的“十字路口”——究竟是人工智能控制人类，还是人类控制人工智能。

2022年12月，国家互联网信息办公室、工业和信息化部、公安部联合发布《互联网信息服务深度合成管理规定》，并于2023年1月10日起施行。《规定》对类似ChatGPT等利用人工智能技术生成内容的应用服务提供者、技术支持者提出了一系列要求。

欧盟近期也计划更新尚未出台的人工智能法规——《人工智能法案》，预计该法案将于2025年生效。英国政府发布的《国家人工智能战略》指出，政府制定的治理和监管制度需要跟上人工智能快速变化的形势。

由于此类人工智能技术的双面性，我们不仅需要对其算法进行监管，同时也要与数据监管相结合。如何保证生成式AI数据来源的准确性和隐私性，如何保护知识产权，如何及时修正AI不道德的言论导向，都是人工智能领域亟待解决的问题。

目前来看，人工智能的安全辅助作用仍需要相关部门进行审查和批准，ChatGPT的应用范围也应被限定。国家应当加强对人工智能的伦理规制，增强全社会的人工智能伦理意识和行为自觉，使人工智能既符合道德法律，又符合公序良俗。在此基础上，采取逐步放开使用领域与应用深度的方式，探索人工智能的健康发展之路。

正如英特尔CEO 帕特·基辛格所说，人工智能已经催生了全球变革，并为我们提供了强大的工具。技术本身是中性的，我们必须不断地把它塑造成一股向善的力量。（作者为本刊记者）

“千兆城市” 可撬动数字经济杠杆化发展

金峰

2021年3月,工信部印发《“双千兆”网络协同发展行动计划(2021—2023年)》,明确千兆网络的建设目标,其中“千兆城市”建设是六大工作任务之一。2023年2月,第二届“千兆城市”高峰论坛召开,会议数据显示,全国已经建成110个“千兆城市”,实现5亿户家庭的覆盖能力,提前实现2023年底的目标。

建设“千兆城市”,核心目标是为数字经济发展构筑底座,促进社会经济步入高质量发展的新阶段。为此笔者从供给和需求两个角度,分析“千兆城市”发展价值。

在供给侧,“千兆城市”可发挥数字“新基建”的最大效能。

以规模化基建投资,拉动关联产业增长,并为社会经济持续发展构建良好的底座,在既往数十年时间中,已经得到实践证明。随着新能源、新型信息通信技术逐渐成为社会经济发展的主导驱动力,需要进一步加强新型基础设施建设,实现“换挡”发展。

首先,千兆网络等数字技术投资回报杠杆化效能显著。根据牛津经济研究院的分析,数字技术投资每增加1美元,可撬动GDP增长20美元,数字技术投资的平均回报率是非数字技术的6.7倍。

其次,千兆网络建设依托规模化产业体系,联动效能明显。所谓千兆,并非单指终端连接侧的峰值速率达到千兆,而是需要保障千兆网络的稳定使用体验,并能够促进产业绿色节能发展。由此,千兆网络推动了新型网络架构的设计和建设,例如云网一体化、“东数西算”等模式,推动了骨干网的扩容以及数据中心、算力中心、边缘计算设施等建设,推动了信息通信产业中各领域的创新,包括芯片模组、5G和F5G标准、绿色节能算法等。

最后,“千兆城市”是推动千兆网络建设落地的最有效方式。一是城市人口与产业密集,在同等资源投入下,能够比


乡村实现更广泛的覆盖,以及更深入的应用;二是电信运营商对于能够快速获得回报的城市基础建设投资更为积极,将其视为利润中心,采用“边建设-边运营-边盈利”的方式推进,而对于农村地区的基础设施建设,则更聚焦于普遍服务的实现;三是城市(尤其是中心城市)一直是新技术、新产品、新设施优先落地的区域,“千兆城市”的建设将起到示范作用,推动千兆网络的普及。

在需求侧,“千兆城市”可赋能数字经济杠杆化发展。

基础设施建设能够起到推动社会经济发展的杠杆化作用,这已经是一个公理。而对于“先有鸡,还是先有蛋”的问题,回顾产业经济发展历程,一般是技术先行,进而出现了试点型产品或方案;基础设施规模化建设,全产业链形成充足动能,通过创新、营销推广、产业合作等方式,让基础设施的杠杆化投资价值得到有效实现。

以“千兆城市”为代表的千兆网络建设同样也不例外,当政策开始推动“双千兆”网络建设的时候,正是以人工智能、区块链、元宇宙、超高清视频等为代表的新兴信息通信技术全面兴起的前夜,正是产业全面数字化启动之际。

通过千兆网络的建设,不仅让现有用户体验产生质的飞跃(例如观看视频、玩游戏等),还为新产业、新应用的发展,扫清了障碍。例如,直播行业向着人人直播的方向发展,高清晰、低延迟、可互动成为现实;医疗行业实现了远程医疗的全面普及。

此外,千兆网络的发展,也将助力节能减排,助力“双碳”目标早日实现。一方面,千兆网络建设是信息基础设施升级的过程,实现了向低能耗转化的“换挡”;另一方面,通过数字化改造,提升了各类资产的运营效能,例如根据测算,仅在F5G的建设和应用方面,未来10年就可助推减少2亿吨二氧化碳排放。(作者为ICT行业资深分析师) 



编者按

2021年3月,工信部印发了《“双千兆”网络协同发展行动计划(2021—2023年)》(以下简称《行动计划》),部署实施“百城千兆”建设工程。如今,《行动计划》迎来收官之年,“千兆城市”建设成果如何?本刊编辑部特策划“‘千兆城市’发展成绩单”专题,从政策、建设、应用等多方面盘点“千兆城市”发展情况。

“千兆城市”发展成绩单

■ 本刊记者 刁兴玲

以千兆网络和5G为代表的“双千兆”网络是新型基础设施的重要组成部分和承载底座,在拉动有效投资、促进信息消费、赋能产业数字化转型等方面发挥着重要作用。

政策频出:加速“千兆城市”建设

党中央、国务院高度重视5G、千兆光网等新型基础设施建设发展,提出加大建设力度,丰富应用场景。

2020年政府工作报告提出,发展

新一代信息网络,拓展5G应用。2020年9月,国务院常务会提出,推动5G网络、物联网等优先覆盖核心商圈、产业园区、交通枢纽,建设“千兆城市”。《“十四五”规划和2035年远景目标纲要》提出,加大5G网络规模化部署,推广升级千兆光纤网络。2021年政府工作报告提出,加快5G网络和千兆光网建设力度,丰富应用场景。2022年政府工作报告提出,推进5G规模化应用,促进产业数字化转型,发展智慧城市、数字乡村。

工信部自2021年起便开展“千兆城市”建设行动,面向满足“千兆城市”评价标准的地级及以上行政区,重点就“双千兆”网络建设、用户发展、应用创新以及支持政策等情况,开展“千兆城市”建设评估工作,目的在于动态掌握各地“千兆城市”建设进展,树立一批各具特色、竞相发展的“双千兆”协同发展典型城市,推广一批具有创新性、可复制、可推广的“双千兆”应用优秀案例。

“千兆城市”评价指标体系涵盖7项指标:在“双千兆”网络能力方面,

千兆光网覆盖率达到80%，10G-PON端口占比达到25%，重点场所5G网络通达率达到80%，每万人拥有5G基站数量达到12个；在“双千兆”用户推广方面，500Mbit/s及以上用户占比达到25%，5G用户占比达到25%；在“双千兆”协同部署典型应用方面，“双千兆”典型应用创新案例不少于5个，推动城市在垂直行业形成“双千兆”网络协同的典型应用，丰富应用典型和场景，赋能各地经济社会发展。

各地大力推动“双千兆”网络建设应用创新和产业发展，目前全国已有110个城市达到了“千兆城市”建设标准。在近日举办的第二届“千兆城市”高峰论坛（以下简称论坛）上，我国第二批81个“千兆城市”获得授牌。

成效显著：全国已建成110个“千兆城市”

工信部党组成员、副部长张云明在论坛上指出，工信部深入贯彻党中央、国务院决策部署，以“千兆城市”建设为重要抓手，形成破解难题共促发展的工作合力，促进我国“双千兆”网络发展取得显著成效。

一是网络覆盖不断拓展，全国110个城市建成“千兆城市”，约占所有地级

市的三分之一，一批城市网络能力大幅提升，千兆光网具备覆盖超过5亿户家庭的能力，我国5G基站数量达231.2万个，历史性实现全国“市市通千兆”“县县通5G”“村村通宽带”。

二是技术产业持续突破，国内企业的5G标准专利占比达到38.2%，位居全球第一，智能手机、5G系统设备、光通信设备、光模块、光纤光缆等领域涌现出一批全球领军企业。

三是创新应用加速涌现，“双千兆”网络与实体经济深度融合，支撑工业制造、港口、矿山、文旅等领域加速转型，涌现出机器视觉质量控制检测、无人智能巡检等典型场景，工业互联网产业规模迈过万亿元大关，行业赋能赋智等作用日益凸显。

产业应用：百花齐放 典型场景不胜枚举

“双千兆”网络基础在建，关键在用。5G、千兆光网等新技术与信息消费、垂直行业、社会民生、数字政府等领域深入融合，涌现出智能制造、智能医院、智慧教育典型应用场景，为各地特色产业、传统企业的发展带来经营管理、生产方式和数字化变革。我国在大力推动网络建设部署的同时，也在积极促进5G和

千兆光网应用融合创新发展。

中国信息通信研究院牵头主办了首届“光华杯”千兆光网应用创新大赛，征集案例超过3200个，较好地激发了千兆光网应用创新活力。备受关注的第二届“光华杯”千兆光网应用创新大赛在本届论坛上启动。“光华杯”应用创新大赛集中全行业智慧，汇集全社会力量，深化光网产业链和行业应用各方深入合作，推动千兆光网进一步赋能千行百业。第二届“光华杯”大赛以“光融百业、智创未来”为主题，将通过开展行业专题赛、大区赛、总决赛等形式，遴选一批具有创新性、可复制、可推广的千兆光网应用优秀案例，激发千兆光网应用创新活力，促进千兆光网建设覆盖、应用普及和行业赋能，为推动经济社会高质量发展提供坚实网络支撑。

“双千兆”网络建设、应用落地和产业发展，既需要政策引领，也离不开地方政府、产业各方的积极参与、合力推动。“千兆城市”在推动“双千兆”网络建设过程中，聚焦难点、痛点问题，持续加大政策支持力度，提出了各种具有示范效应的典型做法。”工信部信息通信发展司司长谢存表示。

各地大力推动“双千兆”网络建设应用创新和产业发展使得千兆应用百





花齐放。例如，枣庄市积极构建5G+工业互联网、智安园区、智慧工厂等新一代智能化平台，打造了5G“黑灯工厂”等试点示范项目80余个。枣庄市还拓展“双千兆”网络在医疗、教育等领域的应用，建成台儿庄古城智慧景区和枣庄市科技职业学院智慧校园等项目，枣庄市精神卫生中心“5G+北斗+精神康复智慧云守护”、枣庄市立医院基于5G的远程重症监护平台列入了国家试点示范项目。

玉林市在工业制造领域为玉柴集团打造全新的园区工业以太光纤网和5G专网，构建云网一体的工业外网新架构，实现了玉柴总部、公有云和企业私有云之间异云互联，以5G工业网络为基础，支撑数字化铸造、数字化加工、数字化装配、自动化物流等智能生产流水线，助力玉柴数字化工厂“大规模个性化的定制”入选国家2022年度智能制造优秀场景。

银川市加快推进5G等新一代信息技术在医疗、传媒、工业、电力、教育等行业创新应用，并入选国家2022年信息消费示范城市。

下一步：深入落实，助力建设网络强国、数字中国

尽管我国“双千兆”网络发展取

得了阶段性成绩，但依然面临创新业务驱动不足、产业链存在短板环节等问题。

张云明表示，信息通信业面临新的战略机遇、新的战略任务、新的战略阶段、新的战略要求、新的战略环境，要加快推进新型基础设施体系现代化，夯实高质量发展基石；加快推进产业体系现代化，拓展高质量发展空间；加快推进行业管理体系现代化，营造高质量发展环境；加快推进网络和数据安全体系现代化，筑牢高质量发展安全防线，为经济社会高质量发展提供强大支撑。

一是抓基础，优化网络建设布局。

深入实施“千兆城市”建设行动，加快城市地区“双千兆”网络深度覆盖，持续开展中小城市联网强基、电信普遍服务等专项工作，促进中小城市农村及边远地区“双千兆”网络协调均衡发展，统筹布局“双千兆”网络数据中心、人工智能等基础设施建设，推动互联互通、共建共享、协调联动，加快打造云网融合、算网一体的网络架构和算力供给体系。

二是抓赋能，促进行业融合应用。

启动实施千兆光网“追光计划”，加快跨行业、跨企业协同创新，带动“双千兆”应用规模化、多样化发展，继续发挥“绽放杯”5G应用征集大赛、“光

华杯”千兆光网应用创新大赛等平台作用，打造高水平时代标杆。鼓励各地因地制宜推动“双千兆”网络在特色产业中的应用，赋能传统产业数字化、网络化、智能化转型发展。

三是抓生态，推动产业创新突破。

鼓励龙头企业、科研机构等加大超高速光纤传输、下一代光纤网络技术和无线通信技术研发投入，深入参与国际标准化工作，加强行业标准和团体标准研制，形成我国“双千兆”网络技术核心竞争力。针对产业链薄弱环节，加强技术攻关，提升制造能力和工艺水平。

四是抓协同，营造良好发展环境。

鼓励各地建立多部门联合工作机制和疑难问题督办机制，畅通政企沟通渠道，着力解决通信设施建设规划、选址、进场长期以来协调难度大的问题，鼓励基础经营企业集团公司从资金分配、政策倾斜方面对积极参与“千兆城市”建设的地方公司给予支持。加强“千兆城市”建设典型案例的分享和经验交流，着力优化发展环境。

在产业界的共同努力下，相信“千兆城市”建设将不断取得新成果。“千兆城市”的建设也将助力网络强国、数字中国建设，不断夯实经济社会高质量发展的数字底座，为全面建设社会主义现代化国家作出新的更大贡献。CW

中国电信李峻 光网已覆盖345座城市

■ 本刊记者 王禹蓉

在2月15日召开的第二届“千兆城市”高峰论坛上，中国电信副总经理李峻表示，截至目前中国电信光网已覆盖全国345座城市、40多万个行政村；5G共建共享SA网络已覆盖全国300余座城市。

近年来，中国电信坚定履行建设网络强国和数字中国的使命和责任，充分发挥“云网融合”优势，积极助力“千兆城市”建设，为推动经济社会高质量发展持续贡献力量。

依托“云网融合”理念， 全面推进全光网2.0建设

依托在业界率先提出的“云网融合”理念，中国电信坚持“网是基础、云为核心、网随云动、云网一体”的发展方向，推动网络变革，加快推进全光网2.0建设。通过千兆光网融合适配，实现智能业务“云边协同”和城市间云上稳定高速互联，打造城市“1ms时延圈”；全面迭代完善5G全栈供给侧能力，加速城市高效运转。据李峻介绍，在厦门，中国电信千兆光网已经具备服务162万“千兆用户”的接入能力，可实现厦门乡镇全覆盖。

在城市专网智能升级方面，中国电

信通过自研PON网关、5G小基站，实现内外“双千兆”网络深度覆盖，部署一体化“MEC+边缘UPF”、轻量级5GC打造新型行业专网，基于容器化的网络单元，融合智能AI算法，通过“模块化”封装实现用户侧一站式专网自助服务。通过智能算法，就近快速运算形成决策，实时控制现场单元，从而避免远距离传输，为城市智慧化提供低功耗、高效能的最佳实现路径。

普惠大众、关爱小众， 畅享高品质数字体验

为深化市域治理，满足人民美好生活需要，中国电信发挥专业服务优势，从传统运营商转变成为智慧城市运营的重要参与方，促进市域治理“三化”发展，从推进社会治理的现代化到城市治理的一体化再到智慧生活的普惠化，以人民需求为出发点，普惠大众，关爱小众，增强人民获得感、幸福感。依托“物联、数联、智联”高速泛在的数字全光网底座，研发人工智能开放平台及元宇宙应用，实现从社区到生活全场景渗透互联和精准推送。携手广大用户畅享虚实结合、高品质数字体验，步入美好的数字新生活。

当前，数据已成为关键生产要素，数字经济正引领新经济发展。平台发挥信息聚合、数据共享、资源调配等重要作用，助力数字经济和实体经济融合发展。中国电信深入洞察用户需求，挖掘产业数据要素潜能，面向政务、卫健和金融等领域，引入200多家生态合作伙伴，打造垂直行业的数据中枢，为各行业数字化转型提供综合应用。

早在2022年12月，中国电信为推进云网宽带产业和“千兆城市”建设融合发展，联合全球产业链上下游合作伙伴正式成立“全球云网宽带产业协会（WBBA）”，共同探讨云网宽带产业和“千兆城市”建设融合发展。中国电信联合产业合作伙伴以“消除数字鸿沟，共创数字经济未来”为目标，结合丰富的城市应用场景，灵活组网，探讨技术标准，促进绿色城市高质量发展。

“未来，中国电信将携手产业合作伙伴，不断完善城市多层次算力网体系；持续落实新型城镇化建设目标任务和政策举措。深入推进以人为本的新型城镇化战略，满足城市感知网体系灵活组建、无缝覆盖；共同推进数据与全场景融合高速联动和城市孪生化发展，塑造未来城市新范式。”李峻总结道。CW

中国移动赵大春：千兆网络建设 关乎城市发展的速度和质量

■ 本刊记者 沈新竹

近年来，党中央、国务院高度重视千兆网络的发展，国务院印发的《“十四五”数字经济发展规划》中明确提出要加快建设信息网络基础设施，推动云网协同和算网融合的发展，有序推进基础设施智能升级。工信部发起的“百城千兆”建设工程“以点带面”融合创新，充分促进千兆网络赋能经济社会高质量发展，将千兆光网和5G协同发展作为数字中国建设的重点工作。

2月15日，第二届“千兆城市”高峰论坛在厦门举办。中国移动副总经理赵大春出席论坛，并以“铸千兆泛在基础，创城市数智未来”为主题发表演讲。

打造高水平千兆网络基础设施

以千兆光网和5G为代表的“双千兆”网络是新型基础设施的重要组成部分和承载底座，在拉动有效投资、促进新型消费、赋能产业数字化转型等方面发挥着重要作用，中国移动在千兆网络方面已经取得了阶段性成就。

一是全面建设千兆网络底座，构建泛在化基础设施。中国移动在网络资源方面实现广泛覆盖，光缆规模超2500万皮长公里，管线覆盖住户超6亿户，建成全球规模最大的光网络。在能力建设方面不断升级迭代，主干方面跨越40G，迈入100G，并

率先向400G演进。

二是全面打造千兆网络的创新应用，不断丰富业务场景。在个人、家庭市场全面升级“全千兆+云生活”的服务体系，满足人民群众对数字化美好生活的需求，持续丰富基于5G的特色产品应用，提供海量内容的休闲娱乐。同时联合产业链发布“FTTR+全屋智能”产品，以全光网技术打造全新智慧家庭生活体验。

三是全面推动千兆融入行业、赋能产业数字化转型。在政企市场，一方面助力企业转型升级和产业生态改善，降本增效的量变转变为提质升级的质变；另一方面，积极促进数字政府的发展，基于千兆政务网实现政务服务“一网通办”和城市运营“一网统管”。

四是全面引领千兆技术升级，助力核心能力产业领先。中国移动依托全球最大规模的超100G OTN网络，率先打造基于OXC（光交叉连接）的光电联动新型全光网，实现大维度、无阻塞交换能力，显著降低传输时延。

加速千兆网络普及和千兆应用创新

赵大春指出：“千兆网络作为衡量城市信息基础设施水平的关键，既是传输汇聚不同地域、企业、家庭数据流的‘主动脉’，也是千家万户进入

网络的‘毛细血管’。千兆网络的发展水平直接关系到城市长远发展速度和质量，成为服务大众数字生活、赋能传统产业数字生产、实现数字政府高效治理的重要基石。”中国移动正全面加强千兆网络的体系化推进，按照“基础设施泛在智能、应用场景深入丰富、技术创新超前原创”三条主线齐头并进，打造高水平千兆网络基础设施，全面赋能个人、家庭、政企等领域的数字化转型。

中国移动将继续发挥在千兆城市建设中的基础性、关键性作用，加速千兆网络的全面普及，加快千兆应用的创新升级。

一是加强信息基础设施建设，进一步扩大新型基础设施的建设规模，适度超前布局，夯实技术底座。

二是创新信息服务业务体系，深入场景、丰富内涵，整体提升全行业数字应用水平，加速转型升级。

三是探索未来数字化发展的新模式，加快构建新型算力网络，充分应用AI、大数据等先进技术，创新赋能模式，为行业的数字化发展提供内生动力。

风好正是扬帆时，奋楫逐浪天地宽。中国移动将与业界携手共进，打造更多千兆应用示范标杆，推动高水平、原创性千兆技术创新，为数字经济高质量发展作更大贡献！

中国联通唐永博 全屋光宽带用户规模突破120万

■ 本刊记者 梅雅鑫

2月15日,第二届“千兆城市”高峰论坛在厦门举办,本次论坛以发布千兆城市建设成果为载体,围绕推进“双千兆”产业发展和行业赋能展开交流研讨,对于加速经济社会数字化转型、做强做优做大数字经济具有重要意义。中国联通副总经理唐永博在会上介绍了中国联通在5G精品网、宽带精品网方面的发展情况。

5G精品网实现“四更”目标,光纤入户已覆盖4.5亿户家庭

中国联通以“覆盖更广、能力更强、品质更佳、体验更好”的4个“更”为目标,打造了全球规模最大、带宽最高、速率最快的5G精品网络。作为北京2022年冬奥会和冬残奥会唯一的官方通信服务合作伙伴,中国联通将5G技术与办赛、观赛、参赛完美结合,实现了奥运史上最大规模的5G网络商用,也得到了奥组委的高度肯定和赞扬。

唐永博表示,目前中国联通5G精品网实现了全国乡镇及以上区域连续覆盖,人口覆盖率达98%;打造超强网络能力,为5G全连接工厂、智能制造等场景提供小于4ms的超低时延、大于5个9(99.999%)的超高可靠网络保障;打造超高网络质量,为用户提供信号强、

网速稳、感知优的5G品质服务;打造超优网络体验,具备多频段、大带宽组网优势,提供每秒4千兆比特下载、1千兆比特上传的网络极致体验。

在宽带精品网方面,中国联通以“全光接入、全域千兆、全屋Wi-Fi、全天候服务”的“四全”服务,实现全方位智慧家庭服务,满足用户的多样、弹性、融合需求。截至目前,中国联通光纤入户覆盖了4.5亿户家庭,千兆端口规模近两年提升5倍。

5G新通信服务两亿用户,拓展千兆城市新应用

基于5G VoNR技术超低时延、超清视听等特点,以及与AI和XR等技术的融合,中国联通为用户打造“更高清的通信”“更安全的通信”,也是“更智能的通信”和“更炫酷的通信”,带来现实与虚拟互动、通信与AI融合的沉浸式体验。唐永博介绍,2022年5G新通信已服务超过两亿用户,给消费者带来新的感受和体验。

中国联通基于FTTR提供全屋光宽带解决方案,将光纤延伸至家庭的每个房间,确保用户在家中可以随时随地享受“高速率、低延时、无缝漫游”的上网体验。“我们通过提供多场景、多应用的联通居家产品,为用户打造健康的家、舒适的家、智慧的家和安全的家。”

唐永博表示,中国联通全屋光宽带用户的规模已突破120万,这也是对中国联通深耕数字家庭、服务智慧生活的一种肯定和认可。

打造数字政府,落地1200余个智慧城市项目

中国联通打造了数字政府一体化产品能力矩阵,提供涵盖政务大数据、政务网、政务云、政府履职应用的一体化产品,全面服务各级政府顶层规划、平台建设、应用创新和智慧运营,着力打造数字政府“联通服务”第一品牌。

唐永博表示,中国联通连续15年高质量地服务国家电子政务的中央级骨干网络和31个省(区、市)的电子政务网。其中,助力广东省政府的政务网在全国率先升级到100G的全光智网,助力山东省构建了全国首家省域电子政务外网。

同时,中国联通还构建了智慧城市“城市智脑”能力体系,依托云网一体、5G引领的优势,提供超广覆盖、超大带宽、超低时延、超高可靠的网络布局,支撑区域算力资源均衡利用。

最后,唐永博强调,中国联通将积极发挥数字化、网络化、智能化对于经济发展的驱动作用,夯实“千兆城市”的数字新底座,拓展“千兆城市”发展的新应用,打造“千兆城市”新未来。📶

中国广电曾庆军：落实国家部署 积极建设“双千兆”网络

■ 本刊记者 王鹤迦

截至2022年底，我国千兆宽带用户达9175万户，2022年全年净增5716万户。目前，我国已建成全球规模最大的光纤和移动宽带网络，固定网络正从“百兆时代”迈向“千兆时代”。

2月15日，在第二届“千兆城市”高峰论坛上，中国广电副总经理曾庆军表示，中国广电正不断夯实广电网络基础设施，向“双千兆”网络演进升级，积极落实国家部署，推进“双千兆”网络建设。

近年来，中国广电全面部署以5G、千兆光网、IPv6、移动物联网、卫星通信网络等为代表的新一代通信网络基础设施，统筹优化数据中心布局，构建绿色智能、互通共享的数据与算力设施，积极发展工业互联网和车联网等融合基础设施，加快构建并形成以技术创新为驱动、以新一代通信网络为基础、以数据和算力设施为核心、以融合基础设施为突破的新型数字基础设施体系。

夯实网络基础设施建设，升级演进“双千兆”

以5G和千兆光网为代表的“双千兆”网络，具有超大带宽、超低时延、先进可靠等特征，是新型基础设施的重要组成部分和承载底座。我国高度重视“双千兆”网络等新型基础设施建设，目前，我国“双千兆”网络与实体经济深度融

合，支撑工业制造、港口、矿山、文旅等领域加速转型，涌现出现场辅助装配、无人智能巡检等典型场景，行业赋能、赋值、赋智作用日益凸显。在谈及“双千兆”的建设时，曾庆军强调：“广电还有一个‘一千兆’——数字有线电视网。”因此，对于中国广电来说，要实现的是“双千兆+一千兆”的“三千兆”目标。广电网络光纤化改造的目标是提高用户接入带宽，实质是提升广播电视质量和综合信息服务能力，做好全业务经营，提升用户业务体验，充分利用广电网络存量资源，推进接入网光纤改造。

为夯实广电网络基础设施，向“三千兆”网络演进升级，中国广电有线电视网络互联互通，建设骨干网CBNet，推进有线电视接入网改造、融合智能终端的研发；优化提质广电5G网络，继续深化共建共享、提升网络能力，推进终端适配升级、完善运营平台系统；夯实广电政企专网，加速推进全光运力网络建设，骨干网向RODAM/OXC全面升级。

同时，中国广电还在同轴电缆的基础上，积极推进光纤入户、光纤到户改造，加快广电网络光纤化改造，目标是提高用户接入带宽，实质则是提升广播电视质量和企业综合信息服务能力。中国广电将做好全业务经营，提升用户

业务体验，充分利用广电网络的存量资源，推进接入网的光纤改造。

打造全国一体化的广电5G经营体系

当前，中国广电初步建成全国一体化的广电5G经营体系，统一品牌、统一标准、统一产品、统一运营，建立了“固移融合”体系，开启了全渠道运营、全场景营销、全链条传播的路径。

中国广电核心业务依然是电视；宽带为基础业务，帮助用户实现从“看电视”到“用电视”的跨越，打造用户家庭信息中心。

“电视业务是宣传文化和意识形态的主要阵地，其发展思路是打造智慧广电互联网协议电视产品。而宽带是信息服务和深度融合的重要基础，中国广电要打造的是‘网络是基础，应用即服务’的一体化家庭信息中心。”曾庆军说道。

最后，曾庆军表示，中国广电是移动通信的后来者，2019年工信部批准中国广电建设5G网络。目前中国广电已与中国移动共建共享48万个基站。在未来，中国广电将按照工信部“双千兆”的部署外加广电自身的千兆有线电视网，把中国广电打造成广大人民群众满意的新一代广电网络。CW

以“双千兆”赋能千行，厦门市大力推动传统产业数字化转型

■ 本刊记者 程琳琳

海上高厦，世界大门。在数字经济的浪潮中，厦门市用“双千兆”网络为城市数字经济发展筑基。在“双千兆”城市的建设过程中，厦门市积累了丰富的经验。在近日举办的第二届“千兆城市”高峰论坛上，厦门市委常委、副市长黄晓舟表示：“‘双千兆’城市建设是加快新型基础设施建设的重要环节，厦门市把‘双千兆’城市建设作为推动产业发展和提升社会治理水平的重要举措。在迭代升级夯实基础设施水平、赋能千行打造应用标杆、融合互促培育产业生态三方面开展了深入探索。”

赋能千行，打造应用标杆

作为国内较早推进信息化建设的城市，从首创“光改奖补政策”，实现光纤入户到家，到全面推进“双千兆”城市建设，厦门市按照“适度超前、迭代升级”的原则推进信息基础设施建设，推动城市“双千兆”建设达到较高水平。

厦门市通过“双千兆”建设赋能千行百业，打造应用标杆。通过“1+4+N”打造标杆应用，举办“1”个5G大赛选苗子，通过聚合“4”方资源树立标杆，面向千行百业促进应用发展。已经举办两届的“5G应用大赛”成为厦门市和周边地区示范性赛事活动。

具体来看，厦门市聚合4个方面（运营商、设备商、互联网企业和行业应用企业）的资源，形成一批行业标杆项目。

一是智慧港口示范应用。厦门是港口城市，通过港口智慧化树立标杆，在厦门沿海码头率先建成世界首个第四代集装箱自动化码头，荣获国家卫星导航定位科学基础创新应用的最高奖“白金奖”。另外，厦门海润码头实施集装箱码头智能化改造，完成后获评四星级智慧港口。

二是智慧交通示范应用。将在厦门软件园周边的开放道路建设4G自动驾驶公交线路，实现车路协同的自动驾驶。还有在厦门200多条BRT线路上实行人机共驾。基于5G车路协同的BRT试点项目获评交通部首个数字化公共出行示范项目。

三是智能制造示范应用。主要基于5G工厂虚拟专网，为解决无尘车间有线网络部署难题，在厦门云天半导体科技有限公司搭建了5G工厂虚拟专网，建成全国首个行业5G智能制造工厂，实现了设备之间的毫秒级互动。另外在友达光电借助5G定制网络高速度、低延时的优势，实现仓库AGV货车以及产线智能化改造，赋能企业实现柔性制造。

四是智慧医疗的应用示范。在厦门大学附属心血管医院实现了5G与现代手术室的结合，搭建了心血管介入手术360度实时直播教学平台。另外在厦门120急救中心、厦门市中心血站基于5G网络实现了车前急救全域无线传输和采血数据无线传输。

融合互促，培育产业生态

厦门市通过持续引进“新基建”产业链生态项目，强化资源对接，加速推动数字产业发展，加快传统产业数字化转型。

厦门市着力构建产学研创新生态，引入咪咕动漫元宇宙总部、字节跳动创新总部以及天翼科技研发中心，落地华为云创新生态鸿蒙开发者研发中心，推动建设中国联通工业互联网研究院厦门研究院。以“双千兆”为基础，厦门市打造数字产业发展的底座，2021年全市数字经济规模占GDP比重达到60.4%，同比增长16.4%。

为促进产业数字化转型，厦门市建成国际互联网数据专项通道，更好地支撑外向型园区企业的“出海”，建成了厦门工业互联网标识解析二级节点，建成的星火链网服务金砖国家工业互联网及实体经济不断向前发展。📶

以建促用、建用并举 枣庄市全面推进“千兆城市”建设

■ 本刊记者 刁兴玲

近日，工信部在第二届“千兆城市”高峰论坛上，为全国第二批“千兆城市”授牌。山东省枣庄市便是全国第二批“千兆城市”之一，对此枣庄市委常委、副市长李守江表示，枣庄市把“千兆城市”建设作为推动高质量发展的基础性工程，全面推进5G和千兆光网布局，推动数字经济成为枣庄高质量发展最具活力的领域。枣庄市为建设“千兆城市”开展了多方面工作。

在数字基建上下功夫

李守江表示，枣庄市委、市政府高度重视“千兆城市”创建工作，全方位推进各项指标任务。一是坚持规划先行，围绕5G和行业应用启动实施《枣庄市“十四五”数字经济发展规划》，高标准、高水平编制《枣庄市5G通信专项规划（2020—2035年）》，并与国土空间规划有效衔接、深度融合，确保信息基础设施与城市建设同步规划、同步实施，推动信息基础设施建设工作有章可循、有规可依。

二是扩大网络覆盖，全面落实“网络强国”“数字中国”战略部署，抢抓新型基础设施建设先机，统筹谋划“双千兆”网络建设和用户发展。截至目前，枣庄市共建成5G基站5629个，城市区域重点场所5G网络通达率100%，每万人拥有5G基站15个，城市区域10G PON端口占比达到45.7%。

三是建强平台载体，枣庄市是山东省3个互联网一级节点城市之一，目前已发展成为省内大数据产业集聚区，互联网出口总带宽5040G，聚集大数据企业200余家，为“千兆城市”建设提供技术、人才、产业等方面的保障和支撑。

在行业应用上求突破

枣庄市积极打造资源型城市创新转型示范市、京沪廊道智能制造高地，推动“双千兆”网络协同赋能千行百业。

一是以建促用，适度超前开展信息基础设施建设，实现公共资源免费开放，推进通信基础设施共建共享。坚持政企联动，深入各个产业园区，充分了解5G基站建设和5G工业应用的短板，直面各园区和需求企业提出的网络覆盖问题，推广“6+1”智能化技改的新模式，形成以建促用、建用并举的良性循环。

二是以用促智，积极构建5G+工业互联网、智安园区、智慧工厂等新一代智能化平台，打造了5G“黑灯工厂”等试点的示范项目80余个。拓展“双千兆”网络在医疗、教育等领域的应用。

三是以智促管，着力提升“数治”能力，已建成的枣庄市“一屏观全市、一网管全市”网络综合治理智慧平台、“枣治理·一网办”、“无证明城市”建设创新实践、“榴乡诉递”网络综合治理平台、枣

庄高新区重点地区外来人员筛查预警系统、枣庄市新型智慧城市建设等6个项目，成功入选“2022中国互联网大会”数字化转型案例。

在组织保障上强支撑

一是高位推动，山东省通信管理局主要领导多次到枣庄市调研，对“千兆城市”创建工作提出了明确的要求，市委、市政府主要领导对“千兆城市”创建工作亲自研究、亲自部署、亲自推动，成立了以市长任组长的“千兆城市”创建工作领导小组，专职负责创建工作的统筹协调。

二是政策支持，先后印发多项文件，明确任务分工、时间节点、保障措施，扎实开展光纤网络改造和5G基站建设；出台“工业强市、产业兴市”三年攻坚突破行动“双20条”支持政策，设立了110亿元产业发展基金，积极构建“6+3”现代产业体系，为智能化改造升级提供资金保障。

三是督导推进，实行“周调度、周反馈、周整改、双周通报”制度，采用“市级统筹-区（市）实施-镇街落地”三级联动机制，着力解决创建过程中存在的困难问题。

“枣庄市将继续按照工信部有关部署要求，学习借鉴先进地市的好经验、好做法，用数字化、网络化、智能化赋能人民美好生活，助力城市转型发展。”李守江表示。📶

精耕细作! 张家口市 持续打造高质量“双千兆”网络

■ 本刊记者 包建羽

从冬奥名城,到“国际奥林匹克城市联盟”城市,再到成功进入全国“千兆城市”行列,张家口市朝气蓬勃、活力迸发,打造出一张亮丽的城市名片。2月15日,在第二届“千兆城市”高峰论坛上,张家口市副市长郭新耀围绕当地数字经济与“双千兆”网络发展,介绍了张家口市的最新建设成果。

超前布局, 夯实网络底座

秉持“适度超前建设”的原则,张家口市持续推进“千兆城市”建设,加大重点区域“双千兆”网络覆盖力度。“截至2022年底,全市建成5G基站5701个,每万人拥有5G基站数达到了13.8,实现了对全市、区县、乡镇主城区、重要交通沿线、交通枢纽、工业园区等重要节点的全覆盖。”郭新耀表示。

紧抓数字经济机遇,张家口市开通了河北省首条国际互联网数据专用通道,实现了直达北京国际通信业务出入口局;实施未来网络实验设施项目,成为全国40个节点中的唯一地级城市。

推动数字产业化和产业数字化“双轮驱动”,张家口市全力打造高质量发展的新引擎。目前全市已有16个数据中心投入运营,投运服务器124万台,被列为全国数字化、绿色化“双化协同”试点城市。

纵深推进, 融合效应凸显

充分激发“双千兆”网络赋能效应,张家口市聚焦重点行业发展需要,纵深推进“双千兆”融合应用创新,在加快推进“千兆城市”建设之路上,留下了一串串坚实的脚印。

细数张家口市“双千兆”网络发展成绩单,郭新耀主要分享了3个方面的成就。

一是服务国家重大战略实施,高标准顶层设计。张家口市围绕着京津冀协同发展、国家级可再生能源示范区、全国一体化算力网络京津冀国家枢纽节点等重大战略,编制印发了《5G发展规划(2020—2025年)》《张家口市数字经济发展规划(2020—2025年)》等,强力推进数字经济、大数据产业发展和通信基础设施建设,着力打造“5G先锋城市”。在工信部和河北省的大力支持下,张家口开展了全国首批5G网络试点城市、河北省首条国际互联网数据专用通道规划建设,并于2022年成功进入全国“千兆城市”行列。

二是服务数字产业高质量发展,高质量打造“双千兆”网络。围绕服务保障数字经济发展,张家口市协同推进宽带、5G网络等通信基础设施建设,高标准实施了“千兆城市”建设工程、5G网络覆盖工程、千兆光纤网络

建设工程、千兆行业虚拟专网建设标杆工程,网络安全技术能力提升工程“五大重点工程”。

三是服务经济社会高质量发展,大力推动融合应用示范。依托“千兆城市”创建,重点围绕民生应用信息化、城市治理智能化,加快推进智慧城市重点项目建设。张家口市目前已建成智游张家口平台、应急管理综合应用平台等11个平台,在交通综合指挥、税务、安保、电力、医疗等领域培育形成了一批5G创新应用。其中,崇礼城市综合指挥中心项目荣获首届“光华杯”全国千兆光网应用创新大赛二等奖;“5G赋能国网分布式光伏大规模推广”“5G赋能领克汽车AGV(自动引导运输车)”2个示范项目获得第五届“绽放杯”5G应用征集大赛全国优秀奖。

郭新耀表示,张家口市将全面贯彻党的二十大精神,瞄准中国式现代化张家口场景,以发展“后奥运经济”为重点,进一步构建具有张家口特色的“双千兆”应用和产业生态体系;持续提升“双千兆”网络供给能力,推动“双千兆”网络与教育、医疗等行业深度融合,促进基本公共服务均等化,为“数字强市”建设和经济社会高质量发展提供强大的支撑。📶

一根纤、一缕光 一场数字家庭的“革命”

■ 本刊记者 孙天

家庭网络经历了FTTB和FTTH时代后，迎来全屋光宽带时代！

随着家庭中越来越多的智能设备接入互联网，高清视频、直播、游戏、在线办公等应用的普及成为大势所趋，用户追求更大带宽、更低时延、布线美化等性能，原有的网络连接方式很难再满足用户的多样化需求。

如今通信技术再度升级，已经演进到FTTR时代。FTTR可以将光纤布设进一步延伸至房间，使每个房间内都可以达到千兆以上速率，以低时延、高可靠的品质，实现了全屋Wi-Fi 6千兆覆盖的新型组网。

全屋光宽带为用户带来全新体验

全屋光宽带为用户带来了高速且稳定的网络，更重要的是不论你在家中的任何角落，都能够享受到极致的网络体验。中国联通自2021年12月正式发布“全屋光宽带”品牌以来，数字家庭业务蓬勃发展，截至2023年1月，已发展120万户FTTR用户，且用户数量仍处于迅猛增长的阶段。

“全屋光宽带这个产品非常棒。”记者在石家庄市中国联通中山营业厅偶遇了前来办理业务的周勇。值得一提的是，周勇是石家庄市最早安装全屋光宽



带的用户之一——在2021年已经用上了该产品。在与记者谈及为何选用中国联通全屋光宽带产品时，周勇答道：“我和爱人经常需要在家办公，孩子每周都会有一些线上的课程，家里还有智能音箱、摄像头、电动窗帘之类的产品，一到用网高峰就会出现卡顿。在看到营业员朋友圈全屋光宽带的介绍之后，我就进行了详细了解，觉得这个产品简直是给我家量身打造的，每个房间都能实现千兆网速，每个人都能在自己的房间高速上网，互不影响。而且据营业员介绍，该产品可以实现个性化‘无痕安装’，家里的网线几乎可以达到‘隐身’的效果，也不用担心影响美观。安装之后也感觉确实如此，使用感特别好。”

此外，中国联通全屋光宽带业务还提供贴心的“上门维修”服务。中国联通智家工程师介绍道：“我们这些智家工程师也是移动的‘智慧营业厅’，能够为用户解决宽带提速、套餐变更及手机账号开通等基础问题，使用户足不出户即可享受中国联通全方位的服务。”

据悉，中国联通智家工程师几乎24小时待命，随时满足家庭用户网络使用需求。如一位智家工程师今年大年初一接到了用户的求助电话，他立刻通过微信视频指导用户调试信号源，经重启机顶盒后，电视可以正常观看。再如某天晚上九点多，智家工程师在回家路上接到一位用户的报修电话，称其网络有问题，并且该用户的店铺在当晚十点之前



必须完成结账工作，智家工程师马上带着工具箱赶过去处理网络问题，经过调试网络恢复了正常，让用户及时完成了结账工作，用户对中国联通提供的服务大加赞赏。

中国联通加速推动数字家庭发展

2021年4月，住建部会同中央网信办、教育部、科技部、工信部等16部门联合印发了《关于加快发展数字家庭提高居住品质的指导意见》（以下简称《意见》）。《意见》明确了3个方面的服务功能：一是满足居民获得家居产品智能化服务的需求，二是满足居民线上获得社会化服务的需求，三是满足居民线上申办政务服务的需求。

中国联通坚定履行建设网络强国、数字中国和智慧社会的使命责任，以新定位、新战略、新格局奋楫数字经济新航道，开启高质量发展新征程。中国联通集团公司市场部总经理杨庆友表示，中国联通携手华为在全国率先将“全屋网络覆盖”服务升级为“全屋千兆覆盖”服务，为广大用户提供舒适、健康、智慧、安全的全屋光纤连接、

全屋千兆覆盖、全屋无缝漫游的高品质千兆网络，最大限度满足家庭网络控制、绿色上网等场景使用需求，打造家庭组网极致体验，引领超高品质生活，全力打造数字家庭新生态，助力数字经济高质量发展。

全屋光宽带的相关产业链企业积极投身其中，华为近日发布了FTTR星光F30系列新品，带来了三大全新超感体验：一是浪漫美感，宝石红、星空银、流沙金、天鹅白4种外观颜色，完美融入现代家居风格；二是科技质感，全屋2000Mbit/s Wi-Fi极致速率，支持多达128个智能设备同时使用，信号覆盖全屋无死角，网络漫游主动快速切换；三是智慧体感，一碰联网、一键守护、一键测速、一秒加速和一键优化的5个“一”功能，保障Wi-Fi时刻通畅，呵护青少年健康上网。

在中国联通发布全屋光宽带产品之初，如何吸引用户了解并办理全屋光宽带业务是营业员面临的首要问题，在采访了中国联通中山营业厅的业务员后，记者得知，中山营业厅平均每天进行用户达50人左右，其中咨询和办理宽带业务的大约30人，平均每天有3户家庭转换为FTTR。全屋光宽带自2021

年12月推出后，中国联通开展了全屋光宽带产品的部署，对全体人员进行培训，使其对FTTR产品有了深入了解，掌握FTTR的优势、卖点、政策。中山营业厅从2022年1月仅发展个位数用户到现在每月竣工80户左右，累计发展FTTR用户760户。

记者还了解到，全屋光宽带受理非常便捷，用户到营业厅办理，FTTR单笔业务仅需5分钟。用户办理全屋

光宽带，需要装机地址具备千兆端口，如果用户家庭网络之前未升级端口，营业厅也可正常受理业务，并在后台割接，用户无需到营业厅即可完成端口升级，之后智家工程师可以直接上门安装。

中国联通旗下的联通在线还可以为用户提供智家平台，将家庭云存、云盘、云邮及云计算能力与全屋光宽带产品融合，通过“端网业”的协同，为用户提供从连接到内容、从能力到应用、从产品到服务的“三重极致化”数字产品新体验。

中国联通仅用一年时间就发展了120万户FTTR用户，为我国数字家庭的建设提供了“新模式”。

中国联通河北省分公司副总经理胡乐信总结了联通全屋光宽带创新实践成果。2022年，河北联通全屋光宽带家庭组网服务及千兆应用收获良好市场反响，为河北百姓带来了极致的精品网络和数字家庭体验。未来，河北联通将携手华为等合作伙伴进一步聚焦新技术、新产品、新应用，推出“全屋光宽带·千招运财福”系列套餐，提供数字家庭全场景一站式解决方案，以推动数字家庭的快速发展，描绘数字时代的新蓝图。CWV



运营商落实 “链长制”的思考与建议

■ 中国联通研究院 李雨涵 李创硕 曹善文 赵友军

“链长制”是一项强化产业链主体责任的制度创新，通过集聚内外部资源在产业链薄弱环节进行重点突破，推动“强链、补链、固链、延链”取得实质性进展。从2017年湖南省长沙市首提“链长”，到2019年浙江省率先在全省推广“链长制”，截止目前，31个省（区、市）均出台相关法规和政策，实行“链长制”已然成为推动产业集群高质量发展的趋势。

本文主要研究了国内“链长制”的发展历程，分析了疫情影响下全球产业链发展趋势，总结了中国移动、中国电子等企业承担“链长”职责的主要做法

和成效，对运营商今后如何落实“链长制”提出了建议。

“链长制”在国企的政策要求

2021年国资委网站转发《培育国有企业成为现代产业链“链长”》一文，文章提出“链长”要带领产业链企业，提供联结条件或者技术支撑，组织协同攻关和共性技术研发；努力成为产业发展方向的引领者、产业基础能力提升的支撑者，为增强我国产业链安全性、稳

定性和竞争力贡献力量。2021年12月11日，国资委召开扩大会议，强调“要打造原创技术‘策源地’和现代产业链‘链长’，进一步增强企业创新主体地位，深化产学研结合，为打造国家战略科技力量发挥更大作用。”

中央企业要以“链长制”思维推动转型升级和产业发展。一方面，“链长”企业要从更高站位、更广视角看待产业发展，对产业链的结构全貌和发展情况有较为清晰的认知，以自身需求引导“建链、补链、强链和固链”，发挥灵活带动产业升维、再造产业核心价值、重



构资源配置方向等作用，助推区域传统产业转型升级和新兴产业培育集聚。另一方面，“链长”企业要秉承“服务区域、培育产业”的理念，围绕区域战略布局和协同发展需要，提高对基础设施、人力资源、资金保障、制度环境等要素的统筹能力，增强国有资本促进各类市场主体共同发展的功能。

全球产业链的变化趋势

由于新冠疫情带来的冲击，美、日等国政府提出一些重组产业链的原则，与过去全球化的理念相比，全球产业链的构建要在考虑经济效率的同时，将产业安全可控性作为生产环节、片段和工序区域配置的重要标准。未来全球产业链将向两个趋势变化：一是在纵向分工上趋于缩短，适度收回产品分工，一个企业内部可能包含不同的工序和环节，达到供应链关键环节自主可控的要求。二是在横向分工上趋于区域化集聚，布

局在一个国家或若干相邻的区域进行集聚化生产。

“链长制”相关案例借鉴

中国移动：发挥“头雁”作用，牵引协同发展

中国移动作为移动信息产业链“链长”，以五个“一批”为总体目标，从产业链“固补强塑”4个建设路径发力带动产业发展，取得了显著成效。其在协作机制、基础设施建设、保障体系等维度上的做法，对中央企业开展产业生态有重要借鉴意义。

在协作机制方面，灵活应用各类工作模式，高效协同产业主体、整合市场要素。一是面向产业“卡脖子”难题，下沉攻关方向。中国移动通过组织产业协同分工、编队作战，提出“芯巢计划”和“筑基计划”取得多款芯片突破，并制定通信产业芯片自主可控标准初稿，形成“网络带整机、整机带芯片”的新型攻关模式，带动上下游加速产业国产化进程。二是面向关键技术，积极整合创新链、供应链、资本链，探索形成多样化合作模式。在深化创新合作方面，中国移动与博世等8家企业成立联合实验室，发起信息通信芯片产业链创新中心、多样性算力产业及标准推进委员会等多个产业合作平台，形成与产业研发伙伴的深度“联盟”。在供应链协同方面，组织业界软件供应商开展百余种大数据软件国产化适配，实现国产设备大规模应用落地。在资本链上，推进产业自主可控能力建设，投资超聚变公司，支持关键部件、操作系统国产化发展。三是发挥自身优势能力，赋能合作伙伴。中国移动积极推进“平台9 one 计划”，面向合作伙伴提供“5G+AICDE”一站式赋能，提供端到端一体化解决方案，打造有行业影响力、有深度应用能力、有成熟商业模式、有复制推广性的系列5G应用，推动千行百业转型、提质、增效。

在基础建设方面，建设各类产业合作载体，打通产学研全链条。中国移动提出整合产业资源，构建“1+1+N”创新载体体系。一是在产业层面，构建一个全新产业链创新基地，营造真实应用环境，引入市场需求，在“实战”中持续打磨关键技术和产品。同时打造一系列具有影响力的产业活动，重点围绕现代产业链创新生态，举办产业合作伙伴大会，发布产业合作“六大行动”计划。二是在高校、研究机构层面，中国移动协同联动多个创新载体，申请并获批国家“新一代移动通信技术国家工程研究中心”“5G产业知识产权运营中心”；推动成立全球首个5G联合创新中心，设立28个区域实验室及七大行业联盟；与清华、北邮、东南大学等12所高校成立联合创新载体，汇聚1400家产业合作伙伴；加强与国家自然科学基金委的合作，充分利用院士专家资源。最终实现高精尖创新要素向产业汇聚，为产业发展提供重要科技创新支撑。

在保障体系方面，强化创新组织、资本、人才、项目保障。一是在组织能力上不断完善。中国移动将该项工作作为重要战略任务，成立了以“一把手”为组长的专项工作领导小组，布置现代产业链“链长”建设工作，并在集团层面特别设立重大科技专职机构，专职“链长”工作。二是在资本投入上强化支撑，中国移动不断增加资源投入，对国家重点战略任务给予研发投入保障；拓展合资、并购等模式，丰富资本投入方式，构建产业发展基础。三是在人才打造激励上持续发力，利用培养“十百千”专家体系、打造攻关“特区”激励、创新奖励等机制激发科技人才活力。四是探索多种项目实施方式。如打造“特区”样板间，实施“揭榜挂帅”“绩效对赌”“项目包干”等举措，并在产业链进一步探索复制，推动技术协同与成果转化。

化, 助推产业高质量发展。

中国电子: 勇担安全、先进、绿色计算产业链“链长”

在当前形势下, 我国基础计算体系核心关键技术受制于人, 为应对我国计算产业面临的供应链风险, 保障技术产品供给和关键行业领域应用不出问题。在党中央推动“链长制”的指引下, 中国电子勇当安全、先进、绿色、计算产业链“链长”, 发挥长期深耕计算产业的优势, 推动产业链资源优化配置, 提升产业基础能力和“补短板、锻长板”的创新能力, 共建行业新价值, 共促计算产业繁荣。

一是将突破“卡脖子”关键核心技术、强化原始创新能力、推动产业高水平自立自强作为履行“链长”职责的头等大事。中国电子站在“链长”角度系统梳理产业链图谱, 发现产业44个“卡点问题”, 统筹产业链上下游创新资源, 加快推进安全、先进、绿色计算产业实现高水平自立自强。一是构筑优势, 牵头基于我国国情规划产业发展路径、主流技

术架构, 推动“PKS”计算体系的迭代发展和应用创新; 二是补足短板, 引导上下游企业面向CPU芯片、操作系统等产业链基础薄弱环节、关键核心环节, 加大组织投入和协同攻关力度。三是汇聚高校、科研院所以及上下游企业的科研资源, 筹建国家重点实验室, 组建联合实验室, 打造原创技术“策源地”。

通过央企联合创新模式, 打通基于“PKS”的安全、先进、绿色计算在电信、电力、石油、交通、金融等关键基础设施领域应用的“最后一公里”, 目前已突破80余项关键核心技术, 研制56个创新产品。

二是将推进“保链、稳链”作为“链长”建设最为紧迫的任务。国际形势复杂多变, 计算产业面临的供应链风险问题凸出, 因此更应切实推进“保链、稳链”工作, 提升产业链供应链韧性, 守住产业链底线, 保障技术产品供给和关键行业领域应用不出问题。一是统筹安全、先进、绿色计算产业发展需求, 建设

“1(中心仓)+5(枢纽仓)+N(按需就近部署园区仓)”全国储运体系, 以“应急状况下保障供应链3年正常运转”为目标, 开展战略储备。二是构建“平战结合”的运行机制。平时, 设定安全储备警戒线, 依托中国电子成熟的市场分销渠道, 实现储备产品的适度流动和动态管理, 保障储备产品处于有效期内; 战时, 中心仓和枢纽仓互为转换, 保障应急状况下重点领域需求。

三是推进“沿链聚合”, 构建共赢生态。在生态建设方面, 一是实施专项生态建设行动, 加强创新、生产、市场、人才等子生态建设。二是发挥“PKS”体系生态联盟的组织平台作用, 促进产业链与友邻生态之间的交流融通和开放合作。成立“PKS”安全、先进、绿色计算体系生态联盟, 举办“‘PKS’安全先进绿色计算2021生态大会”, 引领产业链上下游协同发展。三是依托中国信息产业商会、中国电子信息行业联合会等行业协会的影响力, 推动形成行业共识。



四是发挥组织平台作用,推进“链”“链群”相连。一是围绕业务合作、人才交流加强与其他产业链“链长”合作,实现链链相连。二是结合中国电子产业园区资源优势,加强“央地合作”,推动安全、先进、绿色计算产业链与地方产业集群融合发展,实现“链群”相连。

中国冶金地质总局:构建“链式”发展路径,打造黑色金属产业链“链长”

按照国家对战略矿产资源安全保障的要求,以及国资委打造现代产业链“链长”的部署,冶金地质总局积极争当战略矿产资源安全保障现代产业链“链长”,全面梳理产业布局,摸清产业链分布底数,根据自身主责主业优势,构建地质勘探单位现代产业体系。

一是要攻关核心技术,培育“链长”核心竞争力。提出紧缺战略矿产资源政策及技术重大建议、构建一整套矿产资源勘查开发的技术支撑体系和行业标准规范。在矿产资源勘查领域形成了“向斜(形)控矿”“内源外生”“构造叠加晕”等独有的核心技术。

二是梳理产业链所涉及产业领域,构建产业图谱。牵头开展了战略矿产资源基础地质、勘查、紧缺资源开发、地学研究、新资源前沿应用等领域研究。按照战略矿产资源安全保障工作“普查-详查-勘查”的步骤,提交支撑国民经济发展且可供开发利用的资源储量。

三是牵头组织开展交流研讨。包括牵头设立产业联盟,组织召开产业链供应链国际国内交流研讨会,建设铁、锰、铬战略性矿产资源政策研究的大地质产业协同平台。

以“链长制”促进发展的建议

党的二十大报告指出,要“着力提高全要素生产率,着力提升产业链供应

链韧性和安全水平”,并强调“发挥科技型骨干企业引领支撑作用,营造有利于科技型中小微企业成长的良好环境,推动创新链、产业链、资金链、人才链深度融合”。从上述论述来看,央企、国企应抓住产业链转型升级机遇,勇于承担“链长”职责,发挥带头作用,打造战略新兴产业链集群,培养一批上下游紧密协同的企业,大力维护产业链供应链的稳定并提升韧性。

加强系统性谋划,以新技术引领高质量发展

作为“链长”,运营商应牵头制定改善产业链现状与未来发展规划。组织上下游企业,梳理形成制约当前产业健康发展的清单,包含核心技术缺口、资金缺口、人员缺口等;凝聚公司内外部力量,尽快启动产业链未来规划编制的工作。一是以“核心技术”突破为首要任务,制定行业标准,引领产业链生态发展。针对制约产业发展的共性关键技术,带头攻坚、制定行业标准。对内,加强产业链相关领域的研发投入;对外,面向社会发起重大专项课题征集,整合行业资源与力量。二是以“化解供应链风险”为迫切任务,从产业链、供应链、创新链等多维度关注潜在的风险,前瞻性地研究破解和预防影响产业链发展空间的各种问题,制定供应链潜在风险应对方案。以自身及关联公司的需求为引导,为基础零部件、基础材料、基础软件等拓展应用场景,形成“倒逼”压力,带动关联企业围绕产业链关键环节实施国产化替代,提高核心技术、关键零部件和重要材料的自主可控水平。

纵向拉通产业链,持续整合外部资源

运营商要以产学研全链条为抓手,实现更有效的合作共赢,在协作形式上,一是可通过构建产业基地,开展全

产业链统筹布局,吸引并集聚上下游企业组团投资、集群发展。二是组织具有产业影响力的活动(如产业合作伙伴大会),聚焦推动产业发展,设定关键议题,组织相关企业参与。三是积极组织产业链上的各类企业成立联合实验室、产业链创新中心、行业联盟等。四是强化产学研合作,通过各类渠道与高校、科研院所共同成立研发机构,鼓励研发机构作为主体直接参与产业活动,激发科研活力。构建产业发展赋能平台,组织开展多种形式的交流。五是借鉴各地政府经验,成立产业基金。依托国家战略,充分发挥引导作用,撬动社会投资,并导入企业内部优质资产及项目,聚焦产业链实施投资,引领行业快速发展,助力国家达成战略目标。

强化安全管理意识,提升产业链安全水平

运营商需全面加强产业链安全运行的预警工作,做好突发事件的应急准备,提升产业链整体安全水平。一是要加强产业链安全管理,建立健全产业链运行动态监控机制,实现产业链可视、可管、可控。要明确产业链关键技术、专利数据,针对性进行研发、投资。同时针对突发事件(如自然灾害、公共卫生、国际安全事件)建立应急管理机制,全面摸排重点产业的危险点,提早定位,强化产业链安全性。二是要建立风险防范机制,尤其是应对“长臂管辖”的预案准备。行业“链长”要梳理可能受影响的细分领域、技术、应用,建立清单目录。面向存在风险的企业,要在行业平台建立协同机制,发挥“链长”企业对行业的带动作用,共同“固链、保链”。在供应链方面,要拓展国际贸易合作,在关键能源、物资、商品等领域实现多元化进口,强化储备与安全管理,提升产业链供应链在各环节、各维度的风险预判及防范能力。📌

始于共建, 盛于共享 “铁塔模式”成国企改革标杆

■ 本刊记者 刘启诚 孙天

近20年来,我国信息通信行业打了一场翻身仗——从3G突破,到4G并进,再到5G超越。之所以能够实现跨越式发展,中国铁塔在其中发挥了不可替代的作用。

“铁塔模式”作为通信业的一次创新,在共建共享方面具有典型性和代表性。

2022年政府工作报告中提出“建设数字信息基础设施,推进5G规模化应用,促进产业数字化转型,发展智慧城市、数字乡村”,从国家层面确定了长远战略。

中国铁塔对共享发展的探索,是我国国企改革发展的一次成功实践,也是电信行业全面贯彻新发展理念、践行共享经济的生动案例。

为了更加深刻认知“铁塔模式”,通信世界全媒体记者实地走访了中国铁塔产业园区,与业界专家和行业媒体共同见证“铁塔模式”的魅力!

“铁塔模式”:从征途漫漫到硕果累累

在开展通信基础设施共建共享、减少重复投资、提高资源配置效率、建设资源节约型和环境友好型社会的要求下,我国的通信基础设施势必要走“共建共享”的道路,中国铁塔勇担重任,开始了漫漫征途。

我国的通信基础设施共建共享经历了“企业自发”“政府主导”“独立运营”3个发展阶段,以2008年通信基础设施共建共享纳入监管、2014年中国铁塔作为独立运营企业正式成立两个标志性事件为“分水岭”。

时隔8年,如今中国铁塔已取得了累累硕果。

2023年是中国铁塔走过的第八个年头,8年来中国铁塔取得了举世瞩目的成就,建成了全球规模最大、技术领先的网络基础设施。不论是在落实“网络强国”战略、深化国企改革方面,还是在促进电信基础设施资源共享方面,中国铁塔都取得了累累硕果。截至2022年9月,中国铁塔物理站址数超过210万,电信企业可使用站址总量增长1.4倍,97%的5G基站项目建设需求可以在已有站址基础上通过共享改造实现。

中国铁塔利用铁塔“点多面广、站高望远、配套齐全”的资源特点,通过“铁塔+5G+AI”,将超过20万座“通信塔”变成了“数字塔”,形成了标准规范、按需定制、丰富多样的视频监控产品系列,为千行百业装配“千里眼”“顺风耳”“智慧脑”,广泛服务于环保、林草、农业、国土、水利、交通、应急、地震、卫星导航等数十个领域。铁塔资源的跨行业共享,在赋能经济社会各领域数字化转型的同时,有效提升存量通信

资源价值、拓展通信行业的数字化发展新动能,有利于减少全社会重复投资、提高全社会资源配置效率。

不仅如此,中国铁塔在“节能减碳”方面也大有成效。截至2022年10月,通过推进铁塔和基站配套设施以及室内分布系统的共建共享,共建共享水平大幅提升,相比各家新建铁塔,减少大量重复建设,共节约土地资源约3666.67公顷,节约钢材420万吨,减少碳排放超过2670万吨。

1月8日,中国信通院联合中国铁塔发布了《通信基础设施共建共享发展研究报告(2022年)》(以下简称《报告》)。《报告》指出,“一家建设、多家使用、社会共用”的“铁塔模式”得到社会各界的广泛认可,共建共享成效更加凸显。

中国信息通信研究院副总工程师王爱华对中国铁塔多年来的努力给出了非常高的评价,她认为,我国探索形成的共建共享“铁塔模式”,对新时代十年来通信业的跨越式发展作出了贡献。中国铁塔通过推进通信设施“入法”“入规”,显著改善通信建设环境;通过提高塔类资源设施共享率,实现降本增效,加速网络建设进程,促进市场竞争均衡化;通过集约共建、深化共享,以及兼顾美观协调,对保护生态环境、促进绿色发展作出积极贡献;在提升网络运行安全水平和应急通信保障能力方

面发挥国家队、主力军作用;在推进普遍服务、疫情防控、防灾减灾等惠民共享方面发挥重要作用。“铁塔模式”的共建共享是我国竞争性公共基础设施的一种有效建设模式,未来发展空间更加广阔,影响更加深远。

中国铁塔在推动我国信息通信业发展的同时,还兼顾了经济效益和社会效益相统一,形成了独有的“铁塔模式”,主要体现在以下3个方面。

一是建设环境得到优化,铁塔公司凝聚行业合力,牵头推进通信设施“入法”“入规”、促进公共资源开放,有效解决了通信设施通行权问题,打通网络建设“最后一公里”。

二是降本增效成效显著,8年来,全行业通过深化共享共节省投资1720亿元,有效提升4G、5G网络规模化部署进程,网络部署更加“多快好省”。

三是社会效益突出,通过深化共建共享节约了大量土地、钢材等资源,相当于共减少碳排放2670万吨,并促进铁塔等通信设施与城市环境和生态环境协调发展。

“通信塔” “数字塔” “社会塔”, 3个转变造就铁塔 新模式

中国铁塔在通信设施建设模式上勇于创新,探索出“社会塔”变“通信塔”、“通信塔”变“数字塔”的新模式,为信息通信行业带来新活力。中国铁塔立足资源共享,全面推进“一体两翼”战略布局,即以面向通信行业的运营商业务为“一体”,以面向社会的智联业务(原跨行业业务)和能源业务为“两翼”,持续做大共享协同文章。

中国铁塔在基站建设中大量使用灯杆、监控杆、电力塔、交通指示牌等社会资源,使得共享范围更大、网络部署更快、成本也更低。例如,京张高铁全

线5G公网覆盖,中国铁塔协同三大基础电信运营商深化资源共享,争取铁路部门支持共享利用8座铁路通信塔、54处电力箱变、120处设备洞室和143公里槽道,减少了重复建塔的资源浪费,缩短了布设基站的施工周期,让京张高铁成为全球首条5G网络全覆盖的智慧高铁,助力“精彩冬奥”。

在技术创新方面,中国铁塔的“福建单管塔阻尼复合加固法助力5G共享铁塔解决方案”有效解决了5G时期共建共享技术难题。随着通信基础设施的规模部署,站址共享率大幅提升,大量的存量铁塔已挂载三大基础电信运营商多套系统天线,无法挂载新增的5G设备。传统方案通过加挂阻尼器来提高单管塔承载力,但由于5G AAU迎风面积、重量均高于4G天线,80%以上的单管塔挂载5G AAU后顶部位移超过规范值30%以上,传统方案失效。为此,中国铁塔福建省分公司研发了单管塔阻尼复合加固法,有效解决了这一5G时期共建共享技术难题,助力行业降本增效。

中国铁塔不断夯实网络基础,变“通信塔”为“数字塔”,以“数字塔”服务数字中国。目前,我国5G、人工智能、工业互联网等新型基础设施建设正驶入“快车道”,中国铁塔从3个方面发力,为新型基础设施建设提供服务支撑。

一是坚决贯彻党中央加快5G发展决策部署,支撑电信企业5G网络建设全球领先。近年来,中国铁塔深化共建共享,助力我国建成全球规模最大、质量最好的移动宽带网络。尤其是5G商用以来,中国铁塔累计承建5G基站超过139万个,其中97%实现共享。网络基础不断夯实,为网络强国、数字中国贡献了铁塔力量,也让数字经济发展成果更广泛、更公平地惠及人民。


二是加快打造“数字塔”,助力数字经济和数字治理。中国铁塔依托点多面广、站高望远的站址资源禀赋,发挥行业协同优势,将传统“通信塔”升级为“数字塔”,为众多关键领域提供数字化服务。

三是深化能源应用共享,服务社会民生。中国铁塔将通信站址资源和电力保障能力向社会延伸,在全国2800多个城市部署网络化、绿色化、智能化的换电网络设施,目前已经建成网点4.2万个,每天为外卖、快递小哥提供超过135万次的智能换电服务,特别是在疫情期间,换电网络为打通城市生活“最后一公里”提供了有力支撑。

面向未来,中国铁塔如何深化推广“铁塔模式”?

北京邮电大学教授曾剑秋认为,既要强化数字基础设施建设。通过对传统基础设施的升级改造,构建安全、泛在的数字基础设施,为发展数字经济奠定坚实基础;又要加速推动基础设施、数据要素共建共享,赋予基础设施、数据要素社会属性,实现多维价值的释放,实现从数字基础设施的“构建者”到“赋能者”的身份转变。中国铁塔应把握数智化机遇,提前布局,进一步提升共建共享的价值。

通信世界全媒体总编辑刘启诚表示,中国铁塔自成立以来改革发展效果显著,有效解决了通信行业重复建设的问题,走出了一条绿色、低碳可持续发展的道路。同时,坚持创新发展,在深化“一体两翼”战略、推进数字化管理方面开展了积极探索。

共建共享是信息通信行业在发展壮大过程中,解决资源环境约束突出问题的必然选择,中国铁塔在共建共享方面已交出了令人满意的答卷,未来将更加经济高效地服务于经济发展,成为数字化、智能化浪潮中的“定海神针”。

KDDI二十年的 战略变革之路

■ 中国联通研究院 张妙甜 李创硕

2000年10月，KDD与DDI、IDO合并，次年4月正式更名为KDDI，经营固话业务和移动通信业务，是日本唯一一家全业务运营商。KDDI成立之初，固网业务持续下滑，移网对固网的替代效应日益增大，在KDDI内部也面临固移业务之间的博弈竞争；在移动业务市场，NTT和Vodafone更是对KDDI步步紧逼，使整个企业面临严峻的挑战。即使在这样复杂、压力重重的市场环境之中，KDDI仍以进取者的姿态，积极寻求差异化的破局之路。20多年来，KDDI历经多次产业变革，不断根据行业竞争态势的变化和产业变革趋势持续调整竞争战略，靠着对市场的准确研判、对用户需求的精准把握和对经营思路的不断创新，KDDI的营业收入虽存在短时的波动，但整体趋势保持上扬，营业利润更是连续20年保持增长，这在全球电信运营商中都极为少见。在NTT长期占据垄断地位、日本移动网络市场接近饱和的残酷竞争条件下，截至2021年末，KDDI的市场份额已经从2002年的18%到增长到31%，成为日本的第二大运营商。从“边缘配角”到“差异化突围”成为通信行业的后起之秀，KDDI体现出了强大的生命力和发展韧性，而这一切源于KDDI基于对市场准确洞察的持续战略转型。

本文系统梳理了KDDI成立以来的重要战略和举措，并通过分析KDDI的实践成果，探究运营商可借鉴的战略选择及实施经验。

实施“转型”战略：抢占市场份额，占据竞争主动权

2002年4月，KDDI开始正式经营第三代移动网络通信，技术标准采用CDMA 2000 1X。虽然KDDI经营3G业务落后于NTT半年，但是得益于KDDI选择的3G标准在网络性能、覆盖率和终端多样化方面的优势，业务开通之后，KDDI的3G用户数迅速增长。2003年11月，KDDI开始进一步提供以“CDMA 1x WIN”为商标的“CDMA 2000 1xEV-DO”服务，不断升级的高速、稳定的3G网络为KDDI赢得了良好的市场口碑，为后期的业务推广打下了坚实稳固的基础。截至2006年年末，KDDI的市场份额从成立之初的18%上升至24.7%，仅2006年，KDDI新增的移动用户数占整个行业移动新增用户数的65.8%。

借CDMA发展网络，奠定了KDDI的“立企之本”后，KDDI研判公司经营和网络情况，提出“固定网络IP化”和“固移融合FMC”两项转型计划，开始在创新业务的拓展方面狠下功夫，致力于为用户提供附加值高、价格低廉、使

用便捷的通信业务，不断优化用户的通信体验。一方面，KDDI积极挖掘3G的应用场景，基于“au”率先推出了音乐下载、导航、移动网络搜索等全新的3G增值业务。另一方面，KDDI重视对用户需求的把握，并设置了专门的市场调查部门用以持续跟踪收集用户需求，不断基于用户需求开发具有吸引力的服务。2006年10月，日本正式开始实施“携号转网”，依托于良好的网络、差异化的应用、优良的服务和引领潮流的多样化终端，KDDI成为“携号转网”的最大赢家。3个月内，KDDI的3G用户净增60万，移动用户基本盘进一步扩大，而同时期，NTT和Vodafone的用户数量都不同程度地出现下降。

实施“挑战2010”战略：实现“数量增长”和“质量提高”

2007年3月，面对竞争日趋激烈的市场环境，KDDI提出“挑战2010”战略，旨在各项业务中均实现用户满意度第一，追求“数量增长”和“质量提高”，而“融合”和“创新”成为这一重要战略阶段的关键词。这一阶段公司主要实施了六大战略举措。一是开展现有业务的整合，将移动业务和固定业务的销售部门进行整合，优化组织机构，向

移动用户销售固网服务。二是制订“客户满意第一”计划作为全公司的行动指南,高度重视用户的反馈意见,每个部门都被要求撰写用户满意使命书并执行整年的PDCA循环管理。在全面记录、整理、分析用户需求和意见的基础上,全公司从高管到基层员工,均依据分析结果进行决策和工作优化,公司则实施全面检查,确保改进举措得到有效贯彻执行。KDDI的高品质服务举措,对提升用户服务质量、减少用户流失、提高用户忠诚度起到了重要作用。三是积极实施品牌战略,建立了多个重点业务品牌,如移动互联网增值业务采用“EZweb”品牌,移动业务采用“au”品牌,固定电话服务采用“Metal Plus”品牌。通过多品牌战略,占领不同的细分市场。四是创新语音、数据、互联网业务的计费方式,根据用户特征将移动用户进一步细分,提供多样化的套餐组合和折扣方式,满足了不同用户群体的需要。五是持续优化基础网络建设,从2006年开始,通过合作、收购的方式大力投资光纤网络的建设,打牢固融合业务的“生存之基”,也为未来的宽带网络竞争提前打下基础。六是拓展业务领域,加速增值业务创新。持续扩展业务场景,推出电子书、M2M服务等。

在“挑战2010”战略的指引下,KDDI成功扭转了2008年“金融危机”对企业经营状况造成的冲击,营业收入下滑的趋势被遏制。2009年,KDDI成功实现了用户满意度排名第一,客户流失率也从2006年的1.2%下降至2010年的0.72%,如图1所示。

实施“3M”战略:实现互联网化转型

随着移动互联网时代的到来,智能手机的快速普及和移动网络速率的显著提升带来了运营商商业模式和竞

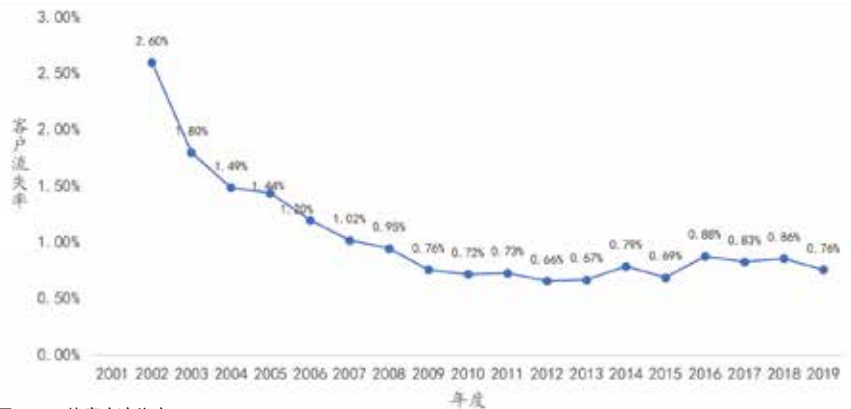


图1 KDDI的客户流失率

争方式的新变革。固移融合业务的发展将日本电信业的竞争扩展到了宽带接入市场。为了应对市场挑战,KDDI提出多应用(Multi-Use)、多终端(Multi-Device)、多网络(Multi-Network)的“3M”战略,以随时无缝连接的优良智能网络、可自由切换的多样化终端、差异性的数字化应用服务,从仅提供短信、语音、数据服务的传统通信运营商,向能为客户提供多元化信息消费的服务商转型。“3M”战略如图2所示。

快速、低成本、无缝衔接的网络是KDDI保持竞争力的基础。KDDI将当时的3G技术进一步升级,并且开始积极部署LTE,加强区域网络基础;将Wi-Fi作为满足大流量业务场景的重要抓手,以及融合网络发展的重点内容;将

WiMAX作为满足高速下载场景的有效手段;持续扩大FTTH用户规模,发展光纤入户。KDDI致力于通过发展全面融合的网络,提供更快、更便捷的连接环境并降低网络总成本。

多样化的互联网终端是KDDI增加用户触点的手段。KDDI不断发展终端产品线,并持续增加终端种类,提升终端市场的占有率,在满足不同场景下用户需求的同时,增大业务搭载率,拉动主业发展。

多样化的互联网内容应用是KDDI增强用户吸引力的载体。KDDI通过合作或自研的方式,聚合了大量移动互联网应用,在确保安全性的基础上,满足用户生活、娱乐等多维度的需求。另外,KDDI还设立了专门的内容应用开发管理机构 and

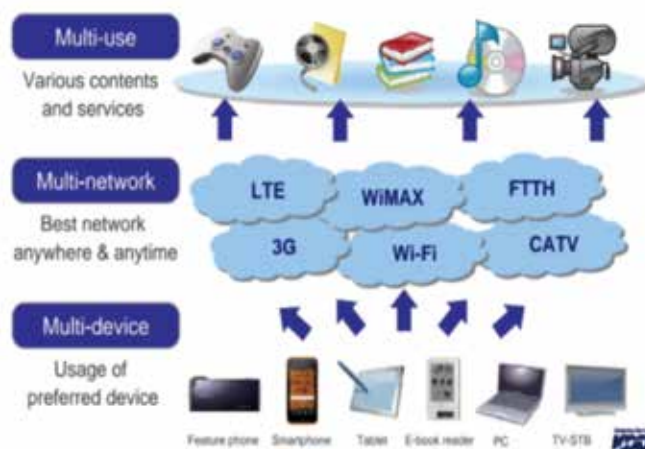


图2 KDDI的“3M”战略

内容应用开发风投基金,用于推动互联网应用的丰富和发展。通过多样化的互联网应用,KDDI在为用户提供便利的同时,也有效增加用户黏性,强化了差异化运营的优势。

基于“3M”战略,在全球运

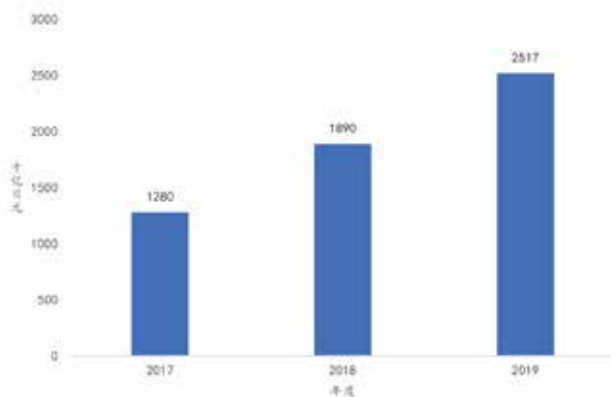


图3 KDDI “au Economic Zone” 商品值(十亿日元)

营商陷入发展低谷且日本国内经济复苏不明显的形势下，KDDI的营业利润仍保持逆势增长。2012年，KDDI推出“au Smart Value”，为用户提供固移融合的FMC服务，从2012年到2015年，“au Smart Value”的用户数从66万增长到933万，对新用户的成长起到了重要的推动作用。在数据服务方面，2012年KDDI推出了“au Smart Pass”，共聚合了500多款互联网应用，用户只需要支付低廉的费用，就可以使用由KDDI确保安全的互联网应用，无需通过互联网应用商店进行下载，减少了信息安全风险。从2012年到2015年，“au Smart Pass”的用户数从56万增长到1289万，使增值业务成为KDDI新的增长极。

实施“生活设计”战略：嵌入用户日常生活

2016年5月，随着移动互联网的发展，各类数字经济业态、商业模式不断涌现，为了避免被“管道化”、提升用户黏性、进一步挖掘客户价值，KDDI提出了由电信公司向“生活设计”公司转型的新战略，即以原有电信用户群体为基础，依托支付结算、数据管理等能力，打造结算平台，以支付为核心，渗透到用户的日常生活。

为了向用户提供全方位的数字化、智能化体验，KDDI构建了“au Economic Zone”，即用户可以通过智能手机、au ID、au WALLET等工具，体验电信、餐饮购物、能源、金融

服务等一系列“生活设计”功能。基于多行业合作、应用创新等手段，KDDI将增值服务从传统的线上延伸至线下全场景，实现全渠道运营。通过增值服务的线上线下打通、实体渠道能力打通、用户会员体系打通等方式，KDDI将“au”品牌和服务更深地嵌入用户的日常生活中，在获得收入的同时，提升了用户体验和在网黏性。

在电信业务方面，KDDI持续扩大“au”和虚拟网络运营商用户规模。在策略上，一是通过优化“au STAR”和WALLET积分积累和使用，增加用户体验价值，鼓励用户持续使用支付功能。用户可按照使用服务的时间和费率固定的数据费，每月获得积分；也可以使用“au钱包”预付卡或信用卡获得积分。二是利用“UQ mobile”“J:COM mobile”“Biglobe”三大虚拟运营商品牌在各自细分市场群体和销售渠道商的优势，最大限度地增加移网用户量。

在“生活设计”战略中，KDDI通过并购、联合、投资等手段进入新领域，获得新用户。在线上渠道方面，推动“au star”相关应用渗透。在线下渠道方面，扩大“au Economic Zone”的商店和产品数量。在财务方面，通过与WebMoney等公司的合作，加强集团内部协同，为用户提供线上线下一体化金融服务。在物联网方面，打造物联网

云，赋能相关产业。KDDI重点聚焦生活娱乐场景，为用户提供各类细分应用服务，满足用户个性化需求。除面向大众消费群体的“au Smart Pass”和视频服务“Video Pass”外，KDDI还打造了面向音乐爱好者的“Uta Pas、面向阅读爱好者的“Book Pass”、面向儿童的“Disney Pass”等。

随着“生活设计”战略的贯彻落实，在线上，KDDI形成了一系列移动互联网新应用及服务，并依托统一的会员体系让用户在不同应用间得到统一便捷的数字化体验。在线下，KDDI扩充了“au Economic Zone”，商品值由2017年的1.28万亿日元增长至2019年的2.52万亿日元，实现两年翻番。凭借线上线下全渠道运营能力的增强，KDDI逐渐实现“成为客户生活的设计者”的战略目标。“au Economic Zone”商品值变化如图3所示。基于对生活设计业务的开拓，KDDI移动用户黏性和用户价值实现提升，ARPU值在连续13年下降后首度实现大幅度回升，2016年ARPU值同比上升35%，由2015年的4230日元上升5690日元，历年ARPU变化如图4所示。

实施“增长”战略：深耕客户价值

5G技术的逐步成熟，一方面能够满足用户随时随地的高速业务体验；另一方面低功率、低延时等特点，能够带动“C端”应用生态、“B端”行业生态重构。面对5G技术推广带来的新机遇，2019年KDDI提出“增长”战略，旨在进一步整合电信业务与新兴的“生活设计”业务，实现收入利润指标的进一步增长。

在电信业务层面，一是推动“au”及“UQ mobile”品牌销售组织和渠道的整合重组。利用两个品牌的特点，向外提供简单易懂、满足用户需求的多样化

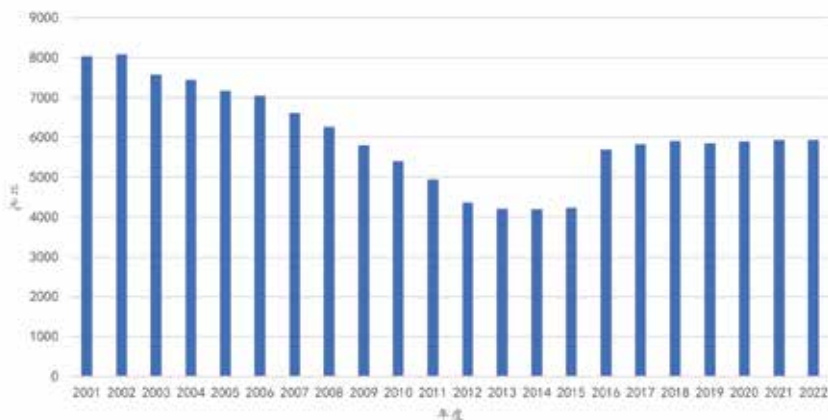


图4 KDDI "au" 历年ARPU值(日元)

服务；向内精简重叠业务，压缩5G推广的管理资源，增强集团竞争力。二是全力推广5G，在终端方面提供从“旗舰”到中档的多种机型，通过有吸引力的终端推动用户转向5G套餐。在价格上以4G LTE的价格水平提供5G基础套餐，并提供包含增值服务的特别价格优惠，从而实现5G渗透率快速提升。

在“生活设计”业务方面，KDDI延续以支付业务为基础加速扩张的思路。基于“au PAY”大幅提升用户支付频次，带动各类“生活设计”业务增长。一是强化外部合作，推动自有积分与“Pontapoints”整合，并与罗森建立全方位合作，从而强化KDDI的用户量基础，通过用户接触频率提升和更大范围的积分流通扩张“au Economic Zone”。二是重点聚焦用户的生活场景，稳步提升触点数量。三是强化5G与“au Economic Zone”交互联结，带动ARPU总体增长。深耕“生活设计”细分领域，以及金融、能源和商业服务行业，进一步挖掘用户价值。如在能源领域，KDDI与Eneres、Jpower达成三方合作，为KDDI用户提供电力采购供应支持。以支付业务为核心，“生活设计”业务实现了稳健增长，从2019年到2022年，“生活设计”域收入从9460亿日元提升至14220亿日元，成为集团收入的最重要增长极。

KDDI战略变革之路带来的启示

通过全方位梳理20多年来KDDI的战略变革之路，笔者总结出以下3方面经验值供运营商借鉴。

一是网络是运营商的“立企之本”，强大的网络基础设施是一切业务发展的根本，建好、建强网络基础是运营商的基本功、必修课。KDDI之所以能在成立之初面对NTT和Vodafone的围追堵截实现差异化突围，根本原因是当时大力投资CDMA，建成高速稳定的3G网络，优良的网络提升了用户的体验，助力KDDI迅速赢得市场。在实施“挑战2010”战略阶段，KDDI更加重视作为自身短板的固网市场发展，一方面进行了组织结构优化，将固网和移网的销售统一起来，以移网带动固网发展；另一方面加快固网的“补短板”建设，通过收购、合作的方式，提前布局FTTH建设。在“3M战略”阶段，KDDI构建了高速、低成本、无缝衔接的融合网络，以此作为企业竞争力的源泉。总而言之，网络是运营商实现高质量发展的基本盘，必须不遗余力筑牢网络底座。

二是“价格战”只会拉低行业价值、损害企业的可持续发展能力，运营商通过不断推动终端、资费、服务的创新，提

高产品的整体吸引力以创造价值。一方面KDDI高度重视用户满意度的提升，明确服务是企业创造价值所在，高度重视用户意见的收集和服务改进，以用户的需求作为企业的根本出发点，将服务打造成公司核心竞争力的重要组成部分。运营商需要扎实做好用户维系和价值提升工作，通过提升用户的满意度及忠诚度，进一步推动企业整体价值的提升。另一方面，KDDI不断进行移动互联网应用的创新，将增值服务从线上延伸至线下，并且通过通信积分货币化、消费渠道超市化等创新举措，将企业的业务嵌入用户日常生活的方方面面，在获得收入增长的同时，也促进了用户体验的提升和黏性的增加。

三是要强化电信业务和创新业务之间的耦合效应，电信业务是发展创新业务的基础，创新业务是运营商避免“管道化”、重耕用户价值的必要条件。由于用户在入网时就将个人银行卡信息与通信账户绑定，日本运营商因此掌握了支付和主要的商业入口，这使得KDDI有条件基于支付能力整合传统电信业务及“生活设计”服务，同时，KDDI通过收购三菱旗下金融公司、参股便利超商罗森及积分运营公司Loyalty Marketing等手段强化自身支付能力，扩充用户触点，打通传统电信业务与创新业务之间的通路。KDDI的成功经验给国内运营商带来的启示是：一方面要强化外部合作（如借鉴KDDI与罗森等企业的合作），依托运营用户量与营销组织优势，引入具备技术及运营能力的各行业企业作为外部合作伙伴，共同打造用户会员体系，增加用户触点，鼓励用户跨渠道使用服务和功能，将电信功能和其他服务相互关联；另一方面要深入推动公司内部数字化转型，以用户为中心、业务为导向梳理部门职责，强化部门间合作，形成以业务需求驱动的新型组织模式。📌

漫谈车联网产业发展之 “他山之石”

■ 中国信息通信研究院 罗丹

当前,全球数字经济快速发展,新一代信息通信技术与各行各业不断融合,车联网、工业互联网、物联网等新型产业生态不断壮大,有力推动了汽车、交通等传统产业的数字化、网络化、智能化发展,也逐步衍生出智慧出行、交通数字化治理等数字经济发展的新产业,车联网产业越来越受到全球主要国家和地区政府的高度重视。

目前,车联网产业在美国、日本、韩国及欧盟等汽车工业发达区域有较快的发展,尤其是在北美,整个产业相对比较成熟,渐趋理性。工业和信息化部印发的《车联网(智能网联汽车)产业发展行动计划》指出,车联网产业是汽车、电子、信息通信、道路交通运输等行业深度融合的新型产业形态。

国外车联网产业发展现状

美国

美国交通部(DOT)在《智能交通系统战略研究计划:2010—2014》中,首次提出了“车联网”构想。其目标是利用无线通信建立一个全国性、多模式的地面交通系统,形成一个车辆、道路基础设施、乘客的便携式设备之间相互连接的交通环境,最大程度地保障交通运输的安全性、灵活性和对环境的友好性。

在政策层面,美国交通部及下属国家道路交通安全管理局(NHTSA)颁

布了多项用于指导自动驾驶汽车发展的政策:2016年颁布了《联邦自动驾驶汽车政策》(AV 1.0),对自动驾驶汽车提出了15项安全评估要求;2017年颁布了《自动驾驶系统2.0:安全愿景》(ADS 2.0),将AV1.0中的15项安全评估要求简化为12项;2018年颁布了《未来交通展望:自动驾驶汽车3.0》(AV 3.0),明确提出将对自动驾驶汽车的发展给予国家层面的大力支持;2019年发布的《国家人工智能战略》明确了美国将继续在基础人工智能研究上长期投资的战略,重点指出联邦投资优先考虑机器学习、人工智能基础研究及其在多个领域的使用;2020年,美国联邦通信委员会(FCC)正式投票决定将5.9GHz频段(5.850GHz—5.925GHz)划拨给Wi-Fi和C-V2X使用;在2022年颁布的《确保美国自动驾驶领先地位:自动驾驶汽车4.0》(AV 4.0)中,强调了政府支持自动驾驶汽车及相关技术开放创新的态度,同时着力提升民众对自动驾驶汽车的认同感。

在法规层面,《美国通过革命性技术提高安全运输的愿景法案》(S.1885—AV START Act)等已形成草案,该草案中定义了两种形式的自动驾驶汽车,一种是传统驾驶位有驾驶人的自动驾驶汽车,另一种是通过远程操作的自动驾驶汽车。草案中明确提出

驾驶人的存在并非必须,且不得以身体残疾为由剥夺残疾人使用和操作自动驾驶汽车的权利。从草案制订的方向来看,未来将有可能允许改变汽车的设计方式,出现诸如没有方向盘、无制动踏板以及没有驾驶位的自动驾驶汽车。

在监管层面,为了简化监管机构,美国国家道路交通安全管理局制定了旨在促进产业创新、同时保护乘客安全的规则,主要包括各州统一规定的指导方针、新增的安全法规、新功能的操作指南和鼓励使用自动驾驶汽车等内容。

在通信标准方面,美国国会在1998年颁布的《21世纪交通平等法》中提出了中高效、专用的车辆无线通信技术——DSRC,它以IEEE 802.11p为基础,将5.850GHz—5.925GHz的75MHz频段用于智能交通系统中专用短程通告的无线电服务,DSRC通信从根本上依赖于不同制造商设备之间的互操作性。

可以看出,美国政府对待自动驾驶汽车测试采取较为开放的态度。早在2011年,内华达州就出台了美国首部自动驾驶地方法案,允许自动驾驶汽车驶入公共道路开展测试验证。此后,其他各州政府也纷纷制定自动驾驶相关法规政策。截至目前,美国至少已有41个州提议制修订自动驾驶相关法案,已正式生效的法案共计64个。

欧盟

欧盟委员会在2010年制定《ITS发展行动计划》，该计划是欧盟范围内第一个协调部署ITS的基础性文件；2014年欧盟委员会启动《Horizon2020》项目，推进智能网联汽车研发；2015年欧盟委员会发布《GEAR2030战略》，重点关注在高度自动化和网联化驾驶领域推进合作；2016年欧盟委员会通过《合作式智能交通系统战略》，推进2019年在欧盟成员范围内部署协同式智能交通系统(C-ITS)服务，实现V2V、V2I等网联式信息服务；2018年5月，欧盟委员会发布《通往自动化出行之路：欧盟未来出行战略》等战略规划文件以及ADAS、网联化、自动驾驶汽车测试的相关法规，推进智能网联汽车的研发和应用，引导各成员国智能网联汽车产业发展。

2018年5月，欧盟《一般数据保护条例》(GDPR)正式生效，该条例对所有涉及数据处理的企业提出了较为严格的数据保护要求。由于智能汽车生命周期内涉及大量的数据处理，因此车联网产业链上的企业也必须符合GDPR的要求。2019年3月，欧洲议会通过了《欧盟网络安全法案》，该法案确立了第一份欧盟范围内的网络安全认证计划，以确保在欧盟各国销售的认证产品、流程和服务满足网络安全标准，智能汽车的网络安全亦在法案的覆盖范围内。

欧盟车联网通信标准采用的是协作式智能交通系统C-ITS，其属于ITS的范畴，主要关注包括汽车、卡车、公共汽车、火车、基础设施等在内的一对一或一对多通信。

日本

日本发布日本复兴计划《世界领先IT国家创造宣言》，以及国家级科技

创新《SIP战略性创新创造项目计划》《自动驾驶相关制度整備大纲》等指导文件；制定《2017官民ITS构想及路线图》《自动驾驶相关制度整備大纲》《自动驾驶汽车安全技术指南》等法规，为智能网联汽车产业发展营造良好环境。

在法规层面，日本放宽自动驾驶汽车与无人机相关规定，启动《道路交通安全法》和《道路运输车辆法》修订工作，同时将在国家战略特区内简化公共道路自动驾驶技术测试的审批程序、放宽管制，从而促进自动驾驶技术发展。针对自动驾驶汽车引发交通事故的责任问题，日本政府已开展赔偿机制讨论，并从2017年4月起，将自动驾驶期间的交通事故列入汽车保险的赔付范围。2019年3月，日本内阁批准了《道路运输车辆法》修正案。日本国土交通省表示，希望通过以上措施推动自动驾驶技术的商业化普及。

国内车联网产业发展现状

2018年12月，工信部印发《车联网(智能网联汽车)产业发展行动计划》，其主要内容是充分发挥政策引领作用，分阶段实现车联网产业高质量发展的目标；2019年9月，中共中央、国务院发布《交通强国建设纲要》，其主要内容是加强智能网联汽车研发，形成自主可控的完整产业链；2020年2月，11个国家部委联合发布《智能汽车创新发展战略》，提出推动5G与车联网协同发展建设，支持优势地区创建国家车联网先导区，明确我国发展智能汽车战略愿景和主要任务；2020年4月，工信部与公安部发布《国家车联网产业标准体系建设指南(车辆智能管理)》，针对智能交通通用规范、核心技术及关键应用，构建包括智能交通基础标准、服务标准、

技术标准、产品标准等在内的标准体系，指导车联网产业智能交通领域的相关标准制修订；2021年3月，国务院发布《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》，提出“积极稳妥发展车联网”的任务目标；2021年5月，住建部、工信部联合下发《关于确定智慧城市基础设施与智能网联汽车协同发展第一批试点城市的通知》，确定北京、上海、广州、武汉、长沙、无锡6个城市为“智慧城市基础设施与智能网联汽车协同发展”的第一批试点城市；2021年12月，中国智能网联汽车产业创新联盟发布《智能网联汽车团体标准体系建设指南》(2021版)，提出以“3+N”智能网联汽车相关标准研究框架、智能网联汽车技术路线图“三横两纵”技术体系为基础，构建具有中国特色的智能网联汽车团体标准体系；2022年3月，工信部印发《车联网网络安全与数据安全标准体系建设指南》，提出到2025年，形成较为完善的车联网网络安全和数据安全标准体系。

按照当前的政策指引，预计到2025年，我国将会实现有条件的自动驾驶智能汽车规模化生产，到2035年基本实现“交通强国”的战略目标。同时，有关智能汽车和车联网的相关技术标准体系也将不断完善。

地方政府注重与国家法律、法规、规章的衔接，目前已有约24个省级行政区出台自动驾驶政策文件，其中北京、深圳、广州等城市先行先试。例如，北京出台《北京市智能网联汽车政策先行区自动驾驶出行服务商业化试点管理实施细则(试行)》，开放自动驾驶出行商业试点；深圳通过《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》，制定智能网联汽车管理法规；广州发布《关于逐

步分区域先行先试不同混行环境下智能网联汽车(自动驾驶)应用示范运营政策的意见》《在不同混行环境下开展智能网联汽车(自动驾驶)应用示范运营的工作方案》，开展自动驾驶汽车混行试点。

国家车联网产业标准体系建设总体框架如图1所示，我国采用LTE-V通信标准，其最大的优点是可以利用现有的基站设施和频谱资源，且LTE的网络基础设施已经建立，不需要额外安装专用的网络设备，也不需要提供专用的频段，部署成本大大降低。LTE-V技术包括集中式(LTE-V-Cell)和分布式(LTE-V-Direct)两个工作模式。LTE-V-Cell需要基站作为控制中心，实现大带宽、大覆盖通信，而LTE-V-Direct可以无需基站作为支撑，可直接实现车辆与车辆，车辆与周边环境节点的可靠通信。此外，DSRC中IEEE 802.11p使用的是自组网方式，而LTE采用中心组网的方式，基站的参与更加有利于保障V2X的通信质量，从而解决IEEE 802.11p可靠性低的问题，相对于DSRC、LTE-V具有更多的优势。

国内外车联网产业发展对比

综合来看，美国政府在国家战略、立法、监管、研发和测试等方面全力推动，



图1 国家车联网产业标准体系建设总体框架



图2 车联网专利全球地域分布情况

车联网产业发展处于领先地位；欧盟重视顶层设计和技术研发，强调ADAS、网联化、自动驾驶的应用；日本政府直接参与规划，安全道路、V2X和自动驾驶融合同步推进；而我国在2015年至2022年底，国家及各部委相继出台车联网相关政策近30项，从政策和法规层面看，我国车联网一直依靠政府推动，由行业标准协会共同合作推进体系构建。

《车联网知识产权白皮书(2022年)》显示，截止到2022年5月，全球车联网领域专利申请累计达到125326件，合并同族共计109527件。从全球专利申请人来看，主要申请人集中分布在传统车厂、汽车元器件企业、通信企业和互联网高科技企业。从各国的研究实力来看，日本和美国企业仍占据较高地位；中国是最大的专利产出国，部分公司(如华为、中兴、百度等)表现突出。从全球专利技术流向来看，中国、美国、日本为智能网联汽车领域的主要技术原创国和目标市场国。外国在中国有较多的专利布局，而中国在海外布局的专利数量相对较少。

受理车联网领域专利申请数量最多的国家是美国，其次是中国、日本、韩国和欧洲地区，车联网专利全球地域分布情况如图2所示。我国是车联网专利的第二大目标市场国，虽然我国汽车工业技术实力整体落后于欧美和日本，但我国拥有规模超大、全球第一的汽车市场，对车联网领域发展具有重要的影响。

从数据趋势来看，全球车联网市场规模逐年上升，车联网发展势头较好，未来市场潜力巨大。据恒州博智调研统计，2021年全球商用车车联网市场规模达到110.62亿美元，预计2028年将达到433.28亿美元，年复合增长率(CAGR)为23.5%。对于北美和欧洲发达地区而言，商用车车联网布局较早、政策体系也相对较为完善，市场比较成熟。2021年北美市场规模为40.72亿美元，而欧洲地区市场规模则为37.28亿美元，预计2028年北美和欧洲市场规模分别达到153.94亿美元、136.02亿美元。中国市场在过去几年发展较快，2021年市场规模为19.14亿美元，约占全球的17.3%，预计2028年将达到99.03亿美元，届时全球占比将达到22.8%。

如今，在车联网小规模部署与先导性应用实践的新阶段，我国如何抢占车联网下半程新优势成为新的思考命题。笔者认为首先要突破三大难题：一是政策法规、监管体系和测试认证体系有待进一步完善，加快车联网标准化建设，规范行业协同发展；二是统筹规划车联网发展布局，构建开放融合的产业生态，整合车载终端供应商、服务供应商、网络运营商等多方资源，打通汽车行业和汽车生产企业之间的数据壁垒；三是车联网核心技术研发有待加强，车联网基础设施的部署范围有待提升，车联网管理机制与运营模式探索有待加快。

卫星互联网行业 发展情况研究

■ 中国信通院博鼎实华 郑艺 金舰 廉长亮 王宇坤 郝瑀琳

随着卫星通信技术的发展以及卫星制造、发射成本的降低，卫星互联网行业发展迎来了新的高峰期。卫星通信与地面网络的深度融合，加之应用场景、市场前景、技术突破等方面的快速发展，实现空、天、地、海等场景的互联互通指日可待。当然，卫星互联网行业目前在技术状况、标准研制等方面仍面临挑战，同时检测技术、标准文件也亟待完善，需要进一步规范行业产品一致性，在通信安全、互联互通等方面为卫星互联网设备提供技术保障，为行业绿色发展奠定基础。

成为世界各国关注的焦点

伴随着通信行业对高数据率传输业务和宽带多媒体应用需求的空前增长，互联网逐渐从地面网络扩展到空间网络，同时多波束天线、星上处理、频谱复用等宽带卫星通信技术快速更迭与发展，可为用户提供更大范围和更高质量的互联网服务。战略地位的不断提升、潜在市场经济价值的日益凸显、空间频率轨道资源的日渐稀缺，推动卫星互联网成为了世界各国关注的焦点。发达国家纷纷将卫星互联网视为重要发展战略，新兴卫星企业也加紧开展全球布局，构建卫星互联网，抢占发展先机。

欧美国家卫星互联网技术发展较为领先。随着各国相继发布卫星通信网络建设部署计划，波音、空客、亚马逊、Google、OneWeb、SpaceX等高科技企业纷纷投资卫星通信领域，提出了OneWeb、Starlink等10余个卫星通信系统方案，并迅速展开了研制和卫星发射工作，积极抢占卫星互联网接入新资源，由此引发全球性卫星互联网发展热潮。与此同时，随着俄乌冲突的演进，以美国为代表的西方国家加速推进商业卫星星座资源在军事领域的融合应用，促使全球卫星通信进入了一个新时代，对未来军事领域产生了巨大影响。

我国自2020年4月将卫星互联网首次纳入“新基建”范畴后，工信部在《“十四五”信息通信行业发展规划》中也提出要加快布局卫星通信：加强卫星通信顶层设计和统筹布局，推动高轨卫星与中低轨卫星协调发展；推进卫星通信系统与地面信息通信系统深度融合，初步形成覆盖全球、天地一体的信息网络，为陆、海、空、天各类用户提供全球信息网络服务；积极参与卫星通信国际标准制定，鼓励卫星通信应用创新，促进北斗卫星导航系统在信息通信领域规模化应用，在航空、航海、公共安全和应急、交通、能源等领域

推广应用。

行业现状分析

国外行业现状

欧美国家卫星互联网技术较为领先，卫星互联网行业发展迅速，比较有代表性的是SpaceX的Starlink计划、亚马逊的Kuiper计划、OneWeb的OneWeb系统等。

Starlink星座的卫星有效载荷利用先进的相控阵波束成形、数字处理技术，以便高效利用频谱资源。采用激光星间链路以实现无缝网络管理并保障服务连续性，同时最大限度地减少整个系统的频谱覆盖空间，促进与其他天基和地面系统的频谱共享。地面关口站同样采用相控阵技术产生高增益跟踪波束，同时与星座内的多颗星进行通信。用户终端采用相控阵技术，终端天线为直径约0.48m的相控阵天线，形成可跟踪、高定向、可控的波束以指向卫星，实现在卫星之间的快速切换，可安装在汽车、轮船或飞机等移动载体上。卫星可直接与用户终端或关口站进行通信。

Kuiper星座使用星载多波束相控阵Ka频段天线或高增益抛物面Ka频段天线，采用激光星间链路组网，可通过对相位和幅度的调整，实现对波束



形状的改变、波束扫描及波束功率分配，配合星上软件定义功能，可基于既定区域的业务需求，按需灵活分配频率和容量，实现上下行所有业务功能。地面关口站分布在整個服务区域，以使卫星接入两个不同的关口站，提升系统吞吐量，降低共线干扰。Kuiper用户终端允许家庭、企业和移动（交通）等用户通过电调转向的相控阵天线，或机械转向抛物面天线，实现与卫星的接入。用户终端调制解调器具备点波束内高业务速率、链路优化、用户终端波束指向，以及确保用户通信安全等特点。

OneWeb系统的空间段即为星座系统，采用开放式架构，可通过增加新卫星提升星座整体容量。星上载荷包括遥感天线、Ku波段天线、Ka波段天线等，采用发射后电推式入轨，可在轨

运行5年左右。OneWeb系统为保证对全球的无缝覆盖，需在地面段设置足够多的信关站。据统计，目前OneWeb系统在全球范围内已设置40多个信关站，每个信关站配置天线口径约为2.4m或更大。OneWeb系统推出的终端产品具备机载、车载、固定安装等多种安装模式，将卫星调制解调器、地面LTE/3G、Wi-Fi热点集成为一体，采用热点覆盖形式为一定区域内的用户提供互联网接入服务。OneWeb用户终端采用小型、低廉的Ku频段天线（一般口径在30~75cm之间），可以是机械式双抛物面天线或低成本的相控阵天线。OneWeb系统主要采用“天星地网”的工作模式，无星上处理及星间链路，地面段由信关站与用户站组成，信关站采用光缆连接，为典型的

弯管结构，用户需依靠信关站接入地面核心网或建立通信联系。

国内行业现状

在国内，卫星互联网已作为通信网络基础设施列入国家“新基建”及工信部《“十四五”信息通信行业发展规划》，主要以中国电信的天通卫星通信系统、中国卫通的中星6D、北斗导航的北斗卫星导航系统等为代表。

天通卫星通信系统是我国自主建设的首个卫星移动通信系统，定点于东经101.4°，服务范围覆盖我国全境及周边，系统可接入地面固话网、移动通信网及移动互联网，可提供大跨度、远距离漫游的语音、短信、传真、图像和数据通信等。地面信关站设立在西安和广州，搭载中国电信云平台，对卫星进行运控代理、信令采集、运行监测等，实时进行



信令采集与故障分析、无线资源调度、运行管理,各运营分系统可通过地面网络进行数据周期性同步。用户终端包括手持终端、便携终端、载体终端等产品类型。手持终端分为单模、多/双模,为用户提供语音、数据、短信业务定位功能;便携终端可提供语音、数据、传真、短消息、视频回传和定位功能,可采用蓝牙或Wi-Fi共享通信业务;载体终端包括车载、船载、机载等,可提供语音、数据、传真、短消息、视频回传和定位功能,支持蓝牙或Wi-Fi共享通信业务。

中国卫通于2022年4月中旬发射中星6D卫星,该卫星属于高通量卫星,提供25个C频段和25个Ku频段转发器商业服务,定点于东经125°。卫星采用在轨可转动固面天线,能够满足中国全境及亚太地区广电专用传输和

通信业务需求。与6A卫星相比,6D卫星的C频段转发器覆盖性能显著增强,进一步扩大用户收视范围、提高收视质量。同时,卫星配置的Ku频段转发器,能够充分满足不断增长的消费级带宽、企业专网、基站回传以及远洋通信等新兴应用的业务需求,更好地为广大用户提供多元多样的服务。地面段由3个卫星测控中心和4个测控站共部署40余面测控天线,通过自主研发的多星统一测控平台,完成指令上行、遥感接收、测定轨、遥感分析等日常在轨操作任务,以及突发或阶段性应急任务,具有安全可靠、资源调配灵活、任务自动化执行等特点。中国卫通为用户提供船载通信、机载通信、应急通信等通信服务,同时推出船载、机载、便携等卫星通信终端,采用抛物面天线、多尺寸设计,辅以Wi-Fi等接入手段,实现手机、电脑、电视等设备的宽带接入。

2020年7月31日,北斗卫星导航系统(BDS)正式开通,提供全球服务。BDS由30颗中高轨卫星组成,包括24颗中轨道卫星(MEO)、3颗静止地球轨道卫星(GEO)及3颗倾斜地球同步轨道卫星(IGSO),卫星均装载星间链路系统。基于星间链路技术实现卫星间数据传输,避免了大量的境外测控站、海上测量船建设的需求,基于BDS可实现全球范围内准实时数据传输服务。BDS星间链路系统采用Ka频段、时分双工(TDD)机制,可通过星间链路系统与临近空间飞行器以及高、中、低轨卫星进行双向通信,以卫星多跳通信方式将数据回传至境内或将指令及时下达至目标。2022年9月华为发布的Mate 50系列,成为全球首款支持北斗卫星消息的手机终端产品。Mate 50支持发送,不支持接收,需在空旷无遮挡处使用。Mate 50支持发送短信息的意义远大于其实际使

用价值,标志着卫星通信低成本模式的出现,卫星通信开始走进大众生活,正式开启了手机直连卫星的时代。

技术发展现状

标准研究现状

为了更好地实现卫星通信与地面网络的优势互补和无缝兼容,满足用户的更高要求,3GPP从R14开始展开卫星通信的研究工作,提出了天地融合的应用场景。3GPP针对非地面网络的标准研究目前主要在TR38.811和TR38.821两个项目中开展。TR38.811研究重点是非地面网络信道模型以及对NR的影响。该标准定义了包括卫星网络在内的非地面网络的部署场景及相关系统参数(如结构、高度、轨道等);提出了适用于非地面网络的信道模型,包括传播模型、移动性管理等;最后,根据部署场景,提出在5G中非地面网络需要进一步研究的主要方向。TR38.821在TR38.811成果的基础上,重点开展5G中使用卫星接入的研究。针对典型场景的性能仿真验证,包括链路级和系统级,研究非地面网络对5G物理层的影响,研究和定义层2、层3的可选解决方案,研究无线接入网的框架和对应的接口协议。

2022年6月,3GPP R17冻结,其中RAN1主要针对非地面网络中长传播时延、大多普勒效应和移动小区等问题开展研究,RAN2主要针对用户面和控制面流程进行相关增强,RAN3主要针对NG-RAN的架构进行增强,RAN4主要针对NTN终端性能开展研究。2022年9月,3GPP启动了R18非地面网络议题,在R17版本的基础上作出进一步增强,研究方向如下:商用智能手机在语音和低速率数据业务场景下的覆盖增强、VSAT终端在10GHz以上频

段的部署,将以Ka频段作为参考;网络侧确认终端位置;非地面网络中地面网络和卫星网络的业务连续性增强;终端侧的技术要求和测试用例。

ITU是主管信息通信技术的联合国机构,下属机构包括无线电通信部门(ITU-R)、电信标准化部门(ITU-T)和电信发展部门(ITU-D)。其中ITU-R最核心的任务就是无线电频谱和卫星轨道资源管理。ITU-R第四研究组——卫星业务研究组负责制订卫星业务的技术建议书。该研究组包括3个工作组,根据所研究的卫星业务(包括卫星固定业务和卫星广播业务、卫星移动业务和卫星无线电测定业务)进行分类。

在ITU-R关于卫星的主要报告和建议书中,ITU-R M.2176-1报告给出了IMT-Advanced卫星无线电接口的愿景和要求,ITU-R M.2047-0建议书给出了IMT-Advanced卫星无线电接口的详细指标,ITU-R M.2279报告给出了包括IMT-Advanced卫星无线电接口在内的IMT-Advanced评估、寻求共识等的成果。2022年9月23日,在ITU-R SG4全会上,中国信通院牵头制定的《5G卫星无线电接口愿景、需求和评估方法》国际标准正式获得通过,标志着我国在5G卫星通信国际标准化工作方面取得了重大成果。标准规定了5G卫星部分的三大应用场景eMBB-s(增强移动宽带)、mMTC-s(海量机器类通信)、HRC-s(高可靠通信)。

中国通信标准化协会(CCSA)的标准化研究主要集中在TC5和TC12工作组,卫星互联网设备相关标准研究集中在TC5 WG10(卫星与微波通信),主要围绕卫星终端开展标准化工作,如天通一号手持/非手持终端、Ka/Ku频段卫星地球站(包含车载、船载、机载、便携等不同应用场景)等相关的技术要求及测试方法。卫星技术集中在TC12航天通信技

术组的WG1、WG2和WG3工作组,其中WG1的研究重点是航天通信系统,WG2的研究重点是航天通信应用,WG3的研究重点在协同组网通信技术方面。

关键技术研究

低轨卫星技术主要包括切换接入技术、星上转发器技术、星间链路技术、与地面技术融合等。其中切换接入技术主要针对低轨卫星移动速度较快,为保证卫星通信过程的连续性,需频繁地进行波束切换;星上转发器技术目的是实现低轨卫星间的双向通信,包括波束间、子信道间以及用户间的便捷通信;星间链路技术主要用于低轨卫星之间通信的链路,可促使多星互联,实现星间的信息传输和交换;与地面技术融合是利用低轨卫星的全球覆盖特性,弥补地面通信网络覆盖的不足。

高轨卫星技术主要包括多点波束设计、频谱复用等。其中多点波束设计基于高轨卫星的多阵列天线技术,可实现多点波束的信号覆盖,促使通信容量提升至传统通信卫星的数十倍;频谱复用技术已成为高轨卫星提升系统容量的核心技术,其高频重复使用多达20次以上。高轨卫星基于多点波束设计和频谱复用技术,利用充足的频谱资源,可显著提升数据传输速率。

高轨卫星具有高带宽、高速率、强抗干扰能力、环境适应性强等特点。高轨卫星使用频段远离一般地面无线通信系统的频率范围,具有天然的抗干扰性能;同时其轨道高度远高于地面,通过单星部署,一个站点的损坏不会影响整套系统的使用,抗摧毁性能强,适合在灾害频发环境使用。

检测技术面临挑战

卫星互联网由空间段、地面段及用

户段3部分构成,空间段以通信卫星为主体,接收和转发卫星信号,提供用户链路承载功能;地面段以卫星信关站、控制中心为主体,提供馈电链路,起到连接地面核心网的作用,实现卫星互联网与公共通信网的业务交互功能;用户段由各类终端用户设备组成,包括手持/非手持终端以及搭载在车、船、飞机上的卫星地球站。

目前卫星互联网设备已正式纳入电信设备进网目录,但针对卫星互联网设备的检测技术仍面临着多重挑战。

第一,境外设备难以追溯,流入市场干扰通信。国外卫星通信运营商的信号特征参数、通信体制、协议类型等种类繁多,且大多属于私有制,不对外公开,若境外设备流入国内市场使用,追溯难度高,无法进行指标检测,将不可避免地正常通信造成干扰,影响地面通信网络业务的正常开展。

第二,互联设备新纳进网,检测技术亟待完善。在卫星互联网设备中,对于网间互联设备(如信关站、测控站等)国内外均未有完善的检测技术和措施。未来随着卫星互联网技术的不断演进,空间段、地面段将增加信号处理功能,相关的检测技术及解决方案需尽快完善。

第三,标准研制进程缓慢,设备形态繁杂多样。国内外各卫星互联网标准组织的标准研制进程缓慢,难以支撑检测能力提升,同时卫星互联网设备形态多种多样,亟需制定相关标准以促进卫星互联网行业设备形态的一致性。

针对上述挑战,为保证卫星互联网设备进网测试的顺利开展,产业界需要加强对市场技术方案、仪表厂家能力情况的调研,并结合关键技术分析,开展检测能力的建设;同时规划研制技术标准体系,适时开展关键技术测试验证,做好技术能力预研储备。☞

面向业务的传输自开通能力系统研究

■ 浙江移动 陈辉 张满 王晓义 谭代玮 吴超

伴随着CHBN业务的发展以及算力网络的不断演进，新业务带来新的运营模式，驱动网络面向业务提供更加敏捷高效和服务更加差异化转变。浙江移动在中国移动集团公司的指导下，基于传输运维工作台，着力打造传输电路自动开通能力，实现传输域内的资源整合、统一调度和敏捷开通，以及跨专业、跨网络、跨平台的能力共享和流程

拉通；旨在实现针对不同业务场景和商业模式，完成传输域内的电路全流程开通线上化、自动化、智能化，完成跨系统/平台的信息交互和能力调用；构建信息化、数字化的业务运营流程和管控机制，实现从用户意图到网络配置的自动翻译和执行，建立端到端业务自开通流程；响应中国移动关于数智化转型的发展战略，践行降本增效、提质增效的要求，支撑算力网络逐步向“一体共生”演进。

浙江移动从“运力感知、灵活调度、能力池化、能力开放”4个维度进行传输电路自开通能力的建设（如图1所示）。

运力感知：全网资源池化，打造面向业务的运力感知能力

打通资源中心、故障中心、性能中心以及厂家OMC系统，整合全局全网的数据（包括全省传输网元以及数百万量级的板卡、端口、光缆等物理资源，IP、VLAN、VPN等逻辑资源，丢包、时延、抖动等实时性能指标），通过统筹分析、AI稽



图1 传输电路自开通能力建设的4个维度

核和管控，构建多维度的高可用、结构化数据库，并以此形成全网全域的运力地图，为差异化的业务需求和算法模型提供全面、准确的数据支撑，实现面向不同业务场景、不同SLA需求的传输资源秒级分析、精准调度，满足业务高质量、高性能的快速开通。

动静态资源池：通过API接口打通省内资管中心，获取站点、机房、网元、板卡以及互联拓扑等具体信息，并以此建立静态资源池。打通厂家网管OMC、故障/性能中心，获取故障信息、性能指标、利用率等动态数据，建立动态资源池。

逻辑虚拟资源池：针对包括IP、VLAN、路由扩散域、VPN等在内的逻辑资源对象，制定相应的逻辑资源自动分配规则和更新机制，保持正确、实时的“入池出池”。

灵活调度：面向全程全域的业务开通自动调度，配置自动激活

传输自开通能力系统具备面向传输全网的业务开通自动

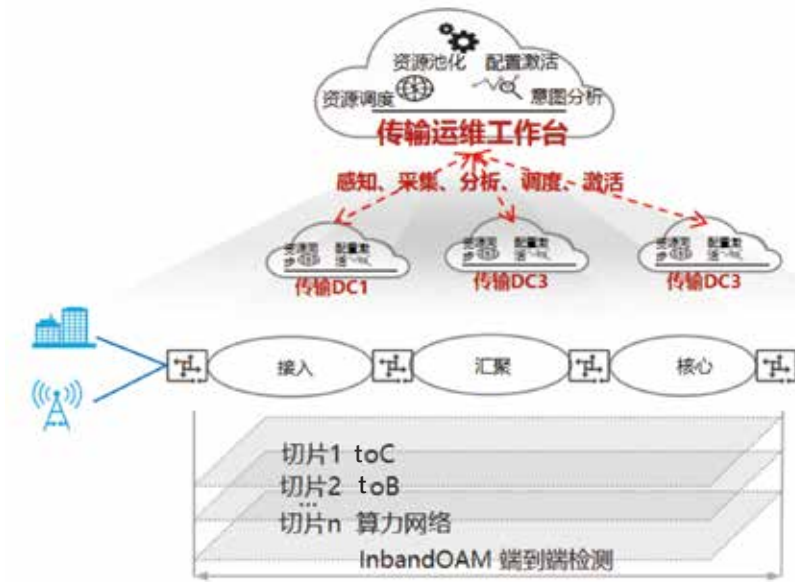


图2 传输运维工作流程

化能力，支持跨地市、跨厂家、跨网络全程全域的业务自动开通，自动生成配置脚本，实现秒级精准、快速下发至设备。

传输电路目前主要由SDH/PTN/SPN/OTN网络承载，涉及华为、中兴、烽火等厂家系统。传输运维工作台可打通各厂家的OMC/DC系统，基于不同的业务模型和需求（包括4G/5G/700M/PTN专线/SPN软硬切片/OTN等多种to C和to B业务），结合资源池和运力地图，自动完成跨地市、跨厂家、跨网络的传输电路开通方案极简设计、路由计算、资源调度、配置激活和跨平台API交互，并最终完成电路数据同步和归档，实现“一站式、自动化”的传输电路敏捷开通。同时，结

合随流检测功能，实现对电路的端到端性能测试；结合外线光缆资源数据，实现对电路的物理同路由隐患判断；支持软硬件切片，提供差异化的SLA保障，满足“优享”“专享”“尊享”不同等级业务质量的服务（如图2所示）。

能力池化：打造能力资源池，实现原子能力敏捷赋能

随着业务的发展和用户需求变化，传输电路的开通模型也随之改变，基于固定业务模型的开通功能将无法灵活适配新业务和个性化用户需求，而新功能则需要通过需求分析、开发、测试和上线等环节，无法快速响应市场

需求，同时耗费大量人力成本。基于此，浙江移动在建设传输运维工作台时，基于业务场景和运维流程，将已有功能抽象出可重用的原子能力，并进行API封装、注册、管理，通过“拖拉拽”方式将各原子能力按业务逻辑进行组装，结合轻量级的代码开发，可实现对现有业务开通功能的优化更新，实现新的业务开通功能快速上线部署，支持个性化、定制化的业务场景，敏捷响应用户需求，同时降低开发成本。

以SPN业务开通为例，通过基于业务逻辑和运维流程的具体规则，对16个不同的原子能力进行组合和编排后，形成了SPN的自动开通能力（如图3所示）。



图3 SPN业务的开通

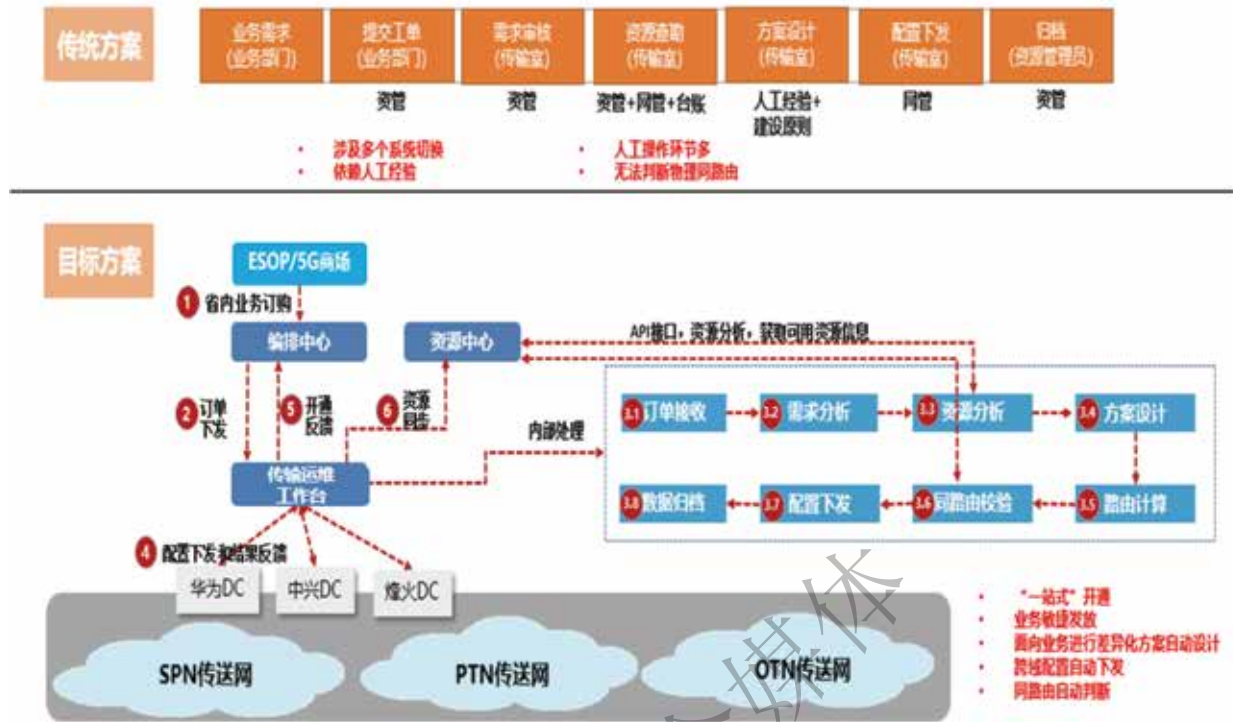


图4 传输电路开通流程对比

系统支持对原子能力进行设计，实现能力封装、注册、管理，为能力调用提供功能支撑。

将能力以资源池形式进行管理和调用，实现能力复用，减少重复开发的各类成本。

通过定义标准的服务化接口，减少系统间的集成开销。

通过对服务化接口进行分层，由底层服务组合编排形成上层服务，提高业务建模的封装度。

引入可视化编排，通过“拖拉拽”模型驱动的理念，实现便捷、自主开发，提高服务开发的敏捷性。

能力开放：打造线上化、一体化开通流程，重构数智化开通模式

传统的传输电路开通流程需要人工参与的环节多，尤其涉及跨域电路开通时，需要人工结合资料完成端到端开通方案和路径规划，比如局间互联网元、端口以及IP/VLAN等数据，属于“线下+线上”的开通模式，整体开通流程存在人工断点，影响业务开通效率。因此，需要重新构建传输电路的端到端开通流程。新的开通流程应具备全面线上化、正向化的特点，更加精简和自动化，并支持“一键开通”的全流程自动开通模式，即传输运维工作台接收开通工单、业务需求分析、传输资源调度、开通方案设计、端到端路由计算、同路由由隐患判断、配置下发激活和电路数据同步归档等操作全部由工作

台自动完成，全程人工“零参与”，能力和流程结合，实现传输电路开通模式向数智化转型，从根本上提升业务开通效率（如图4所示）。

通过API接口与上层编排中心建立自动化开通流程，自动接收开通工单，实现跨地市、跨厂家、跨网络的传输电路“一站式”端到端自动新建/调整/停闭，完成电路信息自动上报和更新，满足定制化、差异化的业务需求和SLA保障。

总结

传输电路自开通能力已在浙江全省正式上线并投入日常生产，成效显著。

开通效率提升400%：支持PTN/SPN/OTN网络业务自动开通，支持to B/to C业务单域/跨域开通，包括PTN单域/跨域专线、700M、N3/N6、OTN等具体业务模型，月均完成1万多多次电路自动开通，端到端业务开通效率提升400%。

浙江移动将持续推进项目功能优化，以用促优，基于原子能力和微代码开发，扩展面向to B/to C业务场景的开通功能，更好地满足个性化业务需求；同时结合AI能力，在现有的传输电路路由由隐患判断基础上，实现基于网络实时性能指标（时延、抖动、丢包等）对业务质量的预警预测和质差分析，实现支持业务质量端到端可视化呈现和用户自服务等能力，更好地保障业务质量，提升用户感知。📶

5G VoNR+ 创新应用研究与实践

■ 中国移动研究院 吴滨 宋月 张剑寅 魏彬

5G网络的规模部署推动移动网络架构和能力实现了跃迁升级,也带动了基础通信业务的再创新。中国移动已经建成覆盖全国、技术先进、品质优良的5G SA (5G Stand Alone) 网络,并实现了VoNR (Voice over New Radio) 业务的全面商用,可为用户提供720P高清视频通话业务。

为了开启全新的多媒体、全交互实时通信时代,实现从视听通信到全感通信的飞跃,中国移动基于3GPP的IMS (IP Multimedia Subsystem) 数据通道技术标准,提出了全新的VoNR+技术体系架构,即在VoNR网络上搭载新的数据通道及智能媒体处理能力,为用户提供更为丰富的交互式超清智能通话业务体验;同时,通过引入更加灵活的开放架构,便于第三方通话类应用入驻,打造VoNR+话音开放平台,构建多维度5G新通话生态。

VoNR+网络关键技术

移动通信运营商4G VoLTE (Voice over LTE) 业务已实现全网商用,5G通信诉求也从语音通信逐步过渡到视频通信。VoNR用户对视频通话提出了更高要求,除高质量音视频通信外,还包括更加智能、更具交互性的服务体验。5G VoNR+网络基于VoLTE/VoNR网络升级,通过引入VoNR+能力网元、VoNR+智能媒体面人工智能处理及运营管理功能,打造了全新的视频通话基础架构(如图1所示),并将催生5G通话的新业态、新模式。

VoNR+架构构建了新一代实时通信基础设施,具备四大核心技术能力。

实时交互能力

VoNR+借助IMS数据通道(IMS Data Channel)技术,在语音通道、视频通道之外,增加了一条数据通道(如图2所示)。VoNR+网络侧针对音视频通道业务进行分层编码和传输,并提供不同的5QI (5G QoS Identifier) 进行QoS保障;针对数据通道业务,识别不同的数据包并以更细粒度实施QoS控制,引入新的QoS参数以支持触觉数据或传感器数据传输。数据通道可伴随通话传递位置、图片、文字,甚至是听觉、视觉、触觉、动觉、环境信息等更丰富的交互信息,将通话从单一话音升级为多媒体形式。

媒体智能AI处理能力

VoNR+中的媒体计算处理业务包括实时语音翻译及AR远程标注等对音视频进行处理的业务,网络侧算力资源需要对媒体进行分布式处理,如图3所示,通过将媒体算力节点与IMS数据面核心网元SBC (Session Border Controller) 进行融合,实现媒体面的“算网一

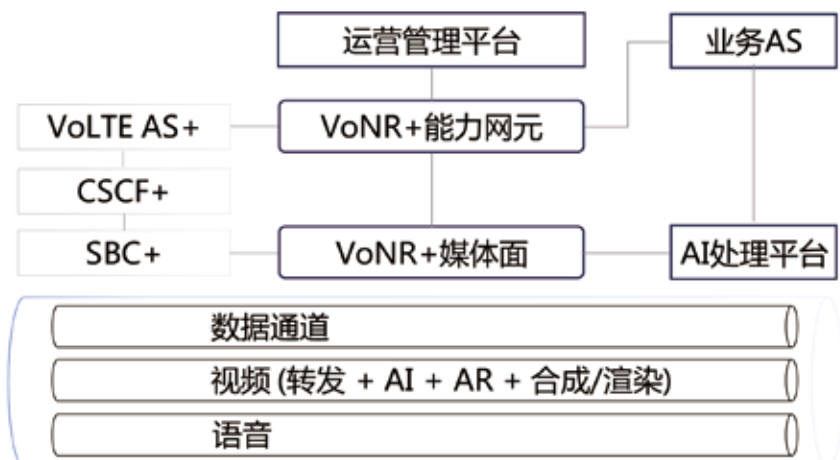


图1 VoNR+话音网基于数据通道和智能媒体面催生新业态

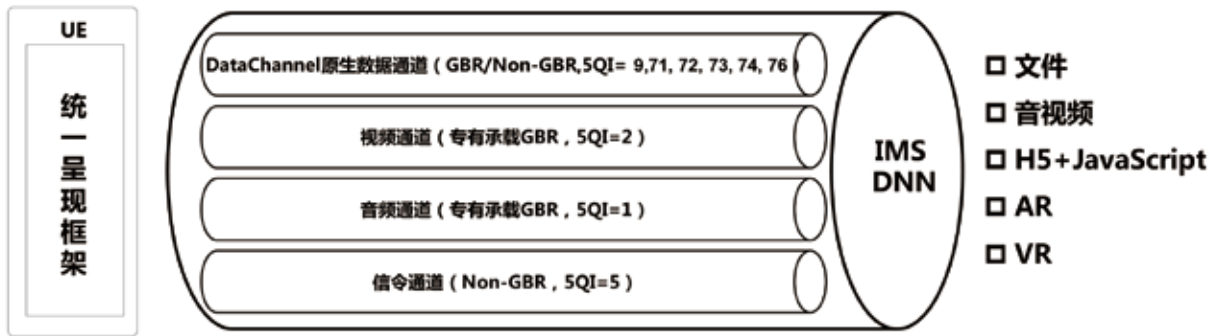


图2 基于IMS Data Channel的实时交互技术

体”。这需要IMS网络实现算力资源调度及实时处理，因此基于IMS的媒体智能AI处理将是未来VoNR+业务体验保障的重要技术，可提供音视频差异化服务，比如通过人脸识别、手势识别以及实时翻译等AI处理能力设计新的业务产品。

基于微服务架构的VoNR+网络云

VoNR+作为打造新通话生态的网络核心环节，其基于微服务框架和统一公有云服务平台，面向CHBN市场应用集成创新能力，通过二次开发实现应用新模式，打造新通话业务创新引擎；VoNR+网络架构在设计之初借鉴了业界成熟的SOA和微服务架构理念，基于该架构，每个VoNR+网络相关网元均由若干细粒度的服务组成，各网元的基础处理功能被封装为独立的原子化服务能力，该能力可以实现独立的功能部署、能力升级以及灰度发布，这使得未来VoNR+网络可以实现功能的快速引入和能力的敏捷迭代。VoNR+各网元的原子化服务可通过API形式进行灵活调用，任何授权的网元均可以通过API实现能力的按需调用。

终端小程序业务生成技术

VoNR+终端提供了一个全新应用框架，通过原生通话应用和新通话小程序结合的方式，为企业、开发者构建了一个全新的5G新通话生态。如图4所示，运营商搭建一个开放的应用平台，企业和开发者则以提供小程序的方式，共建合作共赢的环境。基于Web技术及JavaScript脚本可以实现应用及网络自定义的灵活界面显示，减少对端侧繁琐的定制诉求；同时，终端应支持将IMS Data Channel向应用层开放调用接口，使能IMS Data Channel成为新的行业应用入口，丰富基于运营商音视频的行业应用生态。

VoNR+网络创新进展及趋势

中国移动已启动VoNR+新通话业务试点，在兼顾不同终端能力的基础上，最大化提升用户业务体验。VoNR+网络能力将为个人市场 (to C) 和行业市场 (to B) 带来更大的业务创新空间。目前个人通信市场已日趋稳定，行业市场是新的“蓝海”。行业类业务需求巨大，基于VoNR+架构可以提供定制化的特色服务。

VoNR+ to C创新场景

目前在to C市场已经明确了一些个人业务场景，如超清视话、AI趣味通话以及智能翻译等。对运营商而言，to C市场的重要发展方向是提供差异化服务，实现“一号一个性”。在VoNR+商业落地方面，为了尽快推向市场，中国移动在终

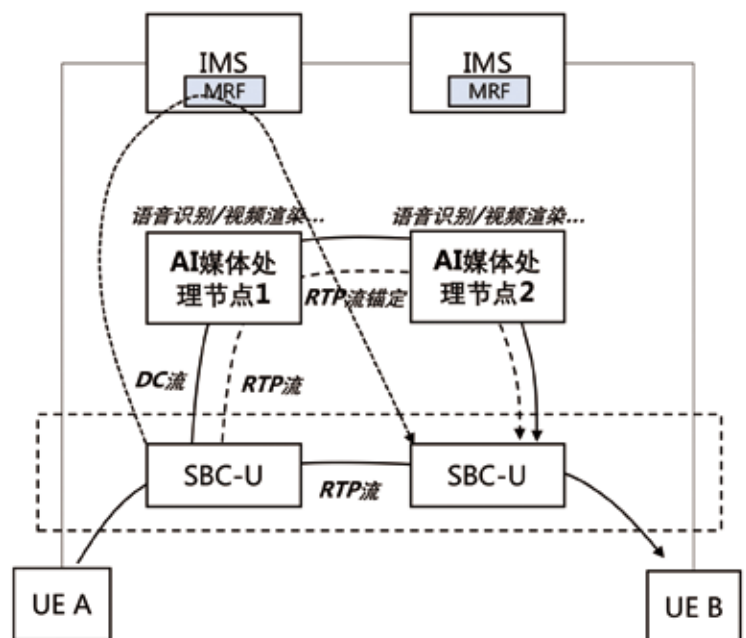


图3 VoNR+媒体智能AI处理技术



图4 VoNR+终端侧小程序业务生成框架

端尚未具备数据通道能力的情况下，积极试点智能翻译以及趣味通话等业务，未来将结合XR和AI等技术进一步增加用户黏性。

● VoNR+智能翻译

智能翻译业务即在通话过程中，用户将通话方的语音转写成文字，并以字幕形式实时叠加到视频上，呈现出来；同时支持识别语音的语言类型，可按照用户设置的目标语言对通话内容进行翻译，并将翻译后的文字以字幕形式实时叠加到视频上。目前VoNR+智能翻译业务可支持普通话翻译为英语、英语翻译为普通话，支持在同一句话中中英文混合使用。

● VoNR+趣味通话

基于VoNR+视频通话能力，中国移动结合音视频识别与合成技术，实现了在通话过程中背景替换、虚拟头像替换、语音“表情雨”和手势动效等功能，可在亲情通话、娱乐沟通场景下为用户提供视频通话互动新体验。用户在视频通话前可预设想要替换的虚拟头像，通话中对方看到的是替换后的虚拟头像。此外，VoNR+趣味通话还支持虚拟头像面部和肢体“跟随”，可随时抓取使用者的脸部表情并复制到虚拟形象上。在视频通话过程中语音出现特定词语，双方视频均可叠加这一特定词语所对应的“表情雨”动效，如一方用户在视频通话中说“生日快乐”，双方视频均可呈现“蛋糕雨”动效。视频通话中用户做出特定动作，双方视频均可叠加该动作对应

的动效，如一方用户在视频通话中“比心”，双方均可从视频中看到“心形泡泡”动效。

VoNR+ to B创新场景

在VoNR+ to B市场，运营商可助力实现数字化商业闭环，使能千行百业。可以将通话能力延伸到所有行业类APP，典型场景包括可视菜单、远程指导等，并联合PC端共同开展行业应用创新。

● VoNR+智能客服

在用户拨打客服电话时，智能客服系统通过视频通话界面向用户展示视频菜单，用户通过点击拨号盘按键选择所需服务。该系统可实现多个服务菜单视频化显示，减少用户等待播报音时间，支持动态卡片与语音播报相结合，向用户展示其话费及流量消费情况，助力运营商完成基础类业务办理。系统

支持“看”视频、“说”诉求，用户可通过智能语音对话申办所需服务。系统以统一客服形象为用户提供通话服务，减少客服人员出镜压力，提升用户感知。

● VoNR+远程指导

当用户接通视频呼叫后，开启共享屏幕功能，通过手机后置摄像头将家中的接口和设备情况共享给装维工程师；装维工程师在屏幕上进行标记，终端通过标记工具在屏幕共享或双方视频通话屏幕上进行涂鸦标记，该标记可针对视频画面中物体进行跟踪，即画面移动时，标记跟随目标同步移动，从而远程指导用户自行完成设备的安装和配置，以及故障的定位和恢复。AR远程指导业务通过视频通话叠加AR标注功能赋能行业用户提升服务效率。

VoNR+打造VaaP创新生态

未来基础实时通信业务将由运营商、用户以及第三方合作伙伴共同定义。VoNR+架构通过构建通信业务能力底座，实现灵活、开放的服务调用，将赋能内外部开发者以及行业用户提供的的应用。运营商应积极打造VaaP (Voice as a Platform, 语音即平台)，基于原生终端，真正把行业生态丰富起来，设计和开发面向个人和行业的新型应用；打造原生VoNR+语音应用商城，构建新的产业生态，从业务需求侧拉动VoNR+产业链成熟，共同繁荣全新的实时通信业务生态。图5为基于VoNR+体系的VaaP平台架构，通过该架构可以灵活实现业务生态创新。

VoNR+实时通信基础层可提供传统音视频呼叫路由、呼



图5 基于VoNR+体系的VaaP平台架构

叫控制、媒体控制及协议适配等。VoNR+实时通信基础层通过Restful接口向能力层提供原子API，简化网络拓扑，提升网络灵活度。

VoNR+实时通信能力层作为新通话的业务中台，在基础音视频之外，通过IMS数据通道提供实时交互、实时共享及远程控制能力。新通话实现了实时交互，将用户感官体验从“听和看”延伸到“触摸及对远端的操作”。


VoNR+实时通信增值应用层通过开放业务能力，实现运营商网络价值最大化，需要引入更多行业伙伴，具备更灵活的应用使能。中国移动提供可编程的管理平台，通过编排引擎、场景化引擎、资源管理能力等实现即插即用，动态加载能力，快速构建生态，支持更多垂直行业使用运营商音视频应用。同时，作为业务应用的统一管理门户，VaaP平台向上支撑多种应用形态，如运营商创新应用、第三方应用及行业应用，并支持应用的接入、管理、维护及安全。

VoNR+网络的平台化、能力化、开放化将为用户带来全

新的交互式体验，并吸引更多的企业入驻，进一步丰富了行业生态。

总结

5G VoNR+网络对基础通信进行了重新定义，也必将衍生出更为丰富多彩的创新应用。在个人市场和行业市场共同推进的过程中，运营商应不断收集各行业的个性化需求，为用户提供定制化的行业特色服务。5G大规模商用及VoNR+的进一步普及将推动话音业务演进到VoNR+。

VoNR+是基础通信迈向未来全息沉浸式交互通信的核心突破口，后续将通过引入算力网络等技术，不断将VoNR+的触角延伸到沉浸式、交互式和拟真模式，让用户感受身临其境的体验，并将成为未来元宇宙 (Metaverse) 的基础业务能力——通过全感通信，推动现实世界社交关系链在数字世界发生转移和重组，最终实现基础通信业务的颠覆式突破，形成一个安全有序的元宇宙空间。 





星地融合网能力开放方案研究

■ 中国联通研究院 林琳 朱斌 王泽林 赵良

随着移动通信技术飞速演进，用户对移动通信的传输速率、网络覆盖、业务体验和应用提出了新要求。在此趋势下，5G已经成为数字经济发展的新引擎。5G网络具有传输速率高、业务种类多、连接容量大等关键技术特点，可广泛部署于人口较为密集的城市等，但在人烟稀少或铺设地面网络困难的地区不易部署。

相比地面移动网络，卫星通信以覆盖范围广、应急保障能力强、不受地理条件限制等突出优势，成为当前弥补边远地区通信网络覆盖不足的重要手段。近年来，O3b、OneWeb以及Starlink等中低轨卫星星座方案的提出，促进了卫星通信服务与互联网业务相融合，为卫星通信产业注入了新的活力。

为更好地适应未来社会对全球随遇接入和广域万物智联的要求，以及保障用户对服务的连续性和一致性体验，相关

行业积极推进地面移动通信网络和卫星通信网络的融合。如何利用5G产业链已经取得的成果，融合卫星网络和地面网络场景，为世界各地用户随时、随地、无缝漫游提供泛在连接支持，成为当前行业关心的热点话题。

网络能力开放是电信网络实现“网络即服务”的关键，更是实现5G网络与卫星通信网络融合的重要路径。本文针对5G网络与卫星通信网络融合架构的一体化能力开放问题，论述了可行性架构及典型信令流程。

基于5G与卫星通信网络融合的能力开放方案研究

能力开放是实现5G网络内外部信息共享、能力调用的重



要方式,下面重点论述5G网络与卫星网络融合下的应用场景和能力开放架构。

能力开放分层架构

5G与卫星通信网络融合的能力开放分层架构,是指支持星地融合能力开放功能、服务和应用的系统架构,需要充分

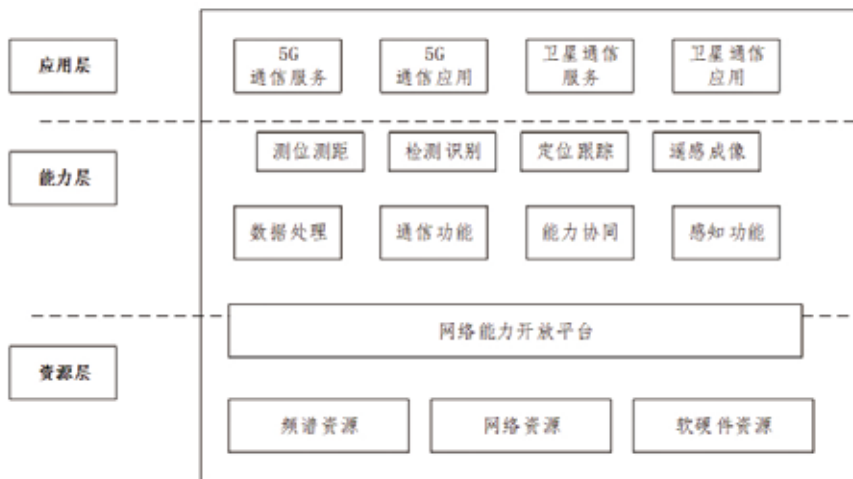


图1 星地融合网络一致性能力开放分层架构

考虑云原生、虚拟化和微服务等前沿理念,以实现网络资源、功能服务和数据之间的有效组织和联动,其总体框架如图1所示,分为资源层、能力层与应用层。

资源层包括软硬件资源和网络资源,其中网络资源包括卫星网络和5G网络的通信设备资源、感知设备资源、一体化网络设备资源;软硬件资源包括计算存储资源及相关软件、硬件资源。能力开放平台可调用资源层资源,封装后形成不同的原子化能力。

能力层可提供数据处理功能、通信功能、感知功能,以及能力协同,具体包括通信数据、感知数据以及联合数据处理功能,无线接入与通信质量控制功能,目标定位(测距测速测角)、跟踪、检测和遥感成像功能。

应用层则基于能力层提供相应的服务与应用,包括位置服务、测位测距服务、检测识别服务、遥感成像服务等。

能力开放网络架构

当前,5G网络为能力开放提供了网络功能,已将其能力开放给第三方(如用户或其他运营商)。在5G网络架构中,NEF(Network Exposure Function,网络能力开放功能)网元是提供能力开放的功能性网元。星地融合网络一致性能力开放网络架构如图2所示,可以看到,网络结构横向分为天基网络、陆基网络和用户终端3个部分,网络结构纵向分为接入网、核心网、第三方等3个部分。其中,接入网包括固定接入网、移动接入网、卫星接入网,核心网包括陆基核心网、卫星基核心网。接入网、核心网为同一运营商提供,第三方为业务调用方,可以是用户或其他运营商。

基于陆基核心网的5G与卫星通信融合方案是一致性能力开放的典型方案。在场景1的方案中,NEF网元位于陆基核心网络中。NEF网元作为能力开放接口,通过卫星基核心网向陆基核心网提供卫星网络的能力,陆基核心网向第三方提供陆基和卫星通信网络的能力。

在场景2的方案中,NEF网元位于卫星基核心网中。NEF网元作为能力开放接口,通过陆基核心网向卫星基核心网提供陆基网络的能力,卫星基核心网向第三方提供陆基和卫星通信网络的能力。

在场景3的方案中,NEF网元位于陆基核心网和卫星基核心网中。NEF网元作为能力开放接口,通过陆基核心网

向第三方提供陆基通信网络的能力，通过卫星基核心网络向第三方提供卫星通信网络的能力。

星地融合能力开放应用方案研究

本部分将重点论述5G与卫星融合通信网络下的能力场景、能力开放架构及典型应用方案，星地融合网络能力开放主要有四大类型应用场景，即广域宽带接入、广域大规模连接、广域时敏连接和广域高精度定位。

广域宽带接入是指为边远地区用户、飞机、无人机、汽车等提供宽带接入，缩小“数字鸿沟”；广域大规模连接是指为农作物监控、珍稀动物无人区监控、海上浮标信息收集、远洋集装箱信息收集、无人区探险等场景提供网络连接；广域时敏连接是指为远程智能机器（人）等时延敏感场景提供网络连接；广域高精度定位是指为远程智能交通提供精确导航，以及为远程作业提供高精度定位。

在上述应用场景中，卫星与地面通信网络融合的能力应用主要包括应急救援保障、航空网络服务、海洋信息服务三大场景。

应急救援保障

我国幅员辽阔、人口众多，自然灾害、社会安全突发事件、重大公共卫生事件多发。当灾害和事件突发时，现有的公网或者专网往往无法满足现场应急通信需求。通过星地融合网，灾害现场的救援人员可利用卫星、固定基站、应急便携基站等多种途径建立灾害现场与救援指挥中心、救援部队之间的高速数据通道，满足应急救援任务中的各种功能需求。例如，可以提供无人机AI视频图像回传及分析、视化功能、失联人员数据回传及分析、灾区人员迁移数据回传及分析、无人机直播与回放等功能，实现救援中心与灾害现场信息及时交互和无缝连接，便于实时掌握灾区的人、地、物全貌及灾情发展趋势，达到对灾害应急救援实时指挥、精确管理和科学决策的目的。

无人机AI视频图像回传及分析：根据无人机拍摄的视频/图像，实现在灾情发生时（如地震、洪涝、泥石流等），实时提供受灾人员位置分布、房屋坍塌检测与统计、道路坍塌损毁点检测等数据的回传和智能分析，并呈现在三维模型/GIS地图上，便于救援专业人员实施救助。

失联人员数据回传及分析：救援人员通过运营商建立的专项通道接口，获取相关用户通信数据，经过大数据分析，实现对灾害发生区域疑似失联人员的名单确定及失联之前最后活动区域的定位，辅助应急救援队伍快速决策并大大缩小救援范围。

灾区人员迁移数据回传及分析：救援人员通过运营商建立的专项通道接口，获取相关用户通信数据，经过事故分析区域圈选、圈选区域涉及用户查找、迁移人员查找和迁移人员去向统计4个步骤，可完成迁移人员的名单确定及迁移前最后活动区域定位，辅助应急救援队伍的快速决策。

无人机直播与回放：无人机直播与回放可以满足无人机现场拍摄的多路视频接入需求，支持无人机视频实时直播与历史视频回放，支持在GIS地图上展示前端无人机的实时飞行位置，并通过5G网络能力开放等记录与统计无人机飞行高度、

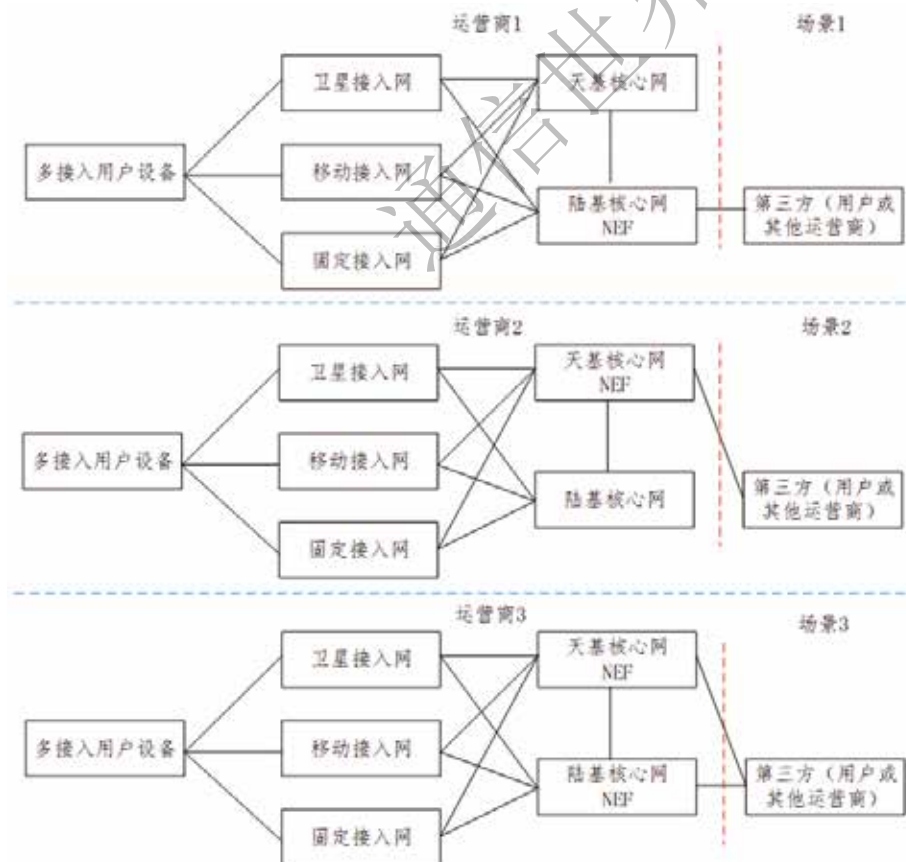


图2 星地融合网络一致性能力开放网络架构

飞行速度等信息。

航空网络服务

航空公司提供的机舱无线网络基本只能实现飞机内的网络连接,乘客可以通过自己的智能设备播放飞机上的音乐、视频等文件,或者实现与机上乘客的视频通话等,但是并不能与外网相连,无法使用微信、微博等应用。

通过接入星地融合网,航空公司可为机舱内旅客提供与外网的连接,同时提供高速数据服务,满足旅客在航行过程中的各类上网需求,实现旅客“空一地”上网感受的无差异体验,提升航空公司的服务质量。基于卫星通信的方式,通过安装在飞机机身顶部的天线连接卫星,并向地面站传输信号,完成数据互联,航空通信网络组网方案如图3所示,其优势是覆盖范围广、可实现国际漫游。

飞机与地面建立高速数据通道后,可通过舱内数据建模,帮助地面运行控制部门加强对客舱安全的监测,降低恐怖袭击的风险。

海洋信息服务

我国海域辽阔,在沿海区域存在大量以传统渔业及现代海洋勘探业为主的经济圈。由于地面移动信号的覆盖困难,海上“信息孤岛”造成的通信、监管、运作困难始终是难以解决的问题。

近年来国内运营商结合卫星通信产业资源开展了相关业务探索和布局,运营商结合低轨卫星资源,通过卫星互联网把5G、物联网延伸至海洋,充分发挥“人与人、人与物、物与物”的连接能力,不仅可以有效地解决海上通信难题,还可以衍生出更多的应用场景,如实时远程监测船只航行情况、收集船

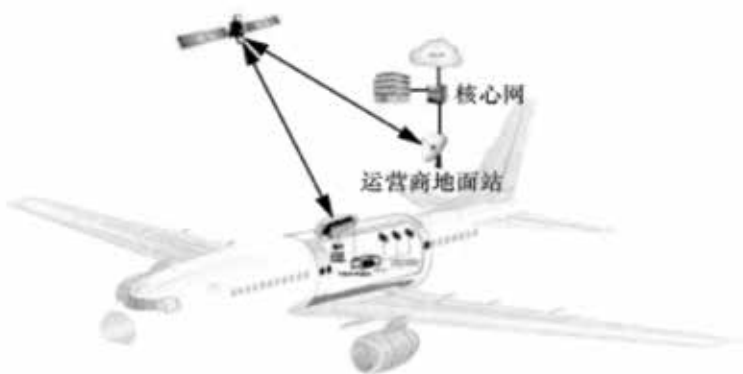


图3 航空通信网络组网方案

员身体状况等。

不仅如此,后续还可以把星地融合网应用到邮轮、远洋货轮、钻井平台上,使其发挥更大的作用。在没有5G信号覆盖的远海区域,可在高速移动的远洋渔政船上部署轻量船载用户站、5G轻量基站及核心网,船载用户站能够准确指向并全程跟踪以第一宇宙速度相对于地面高速飞行的低轨卫星,向信关站发送入网请求,通过卫星互联网构建的天基宽带通信链路成功实现视频浏览、语音通信等系列常规网络测试。船上的5G手机通过卫星可以接入运营商的业务网,实现与其他4G/5G手机用户的正常语音通话。

通过本文提出的基于5G与卫星通信网络融合的能力开放方案,一方面可以连通卫星通信网络与地面5G网络能力调用路径,串联卫星通信网络与5G网络,将5G网络能力扩展至卫星通信领域应用;另一方面,串联卫星管理系统与5G能力平台,为卫星管理系统信息应用于5G能力决策、5G网络能力应用于卫星链路提供技术参考。📡



同步网探针监测技术研究与应用

■ 中国联通研究院 赵良 张贺

同步网、信令网、电信管理网并称为现代通信网的“三大基础支撑网络”，缺一不可。近年来，随着5G通信技术的飞速发展，高精度时间同步在运营商通信网络中显得愈发重要。同步网络的性能质量将直接影响无线网络的性能，并进一步影响到运营商的收入，而同步网络的性能监测一直是同步网运维的难点。因为传递时频同步信号的传输承载设备自身缺乏标准的参考信号，无法对接收到的信号进行性能测试，当前对设备的性能测量只能用贵重仪表做按需监测，既不能做到实时监测及时发现同步网络产生的问题，又耗费大量人力和物力。

为了解决同步网络性能监测难的问题，同步探针监测技术应运而生。借助探针设备采集网络的同步性能，能够丰富同步网络的性能监测手段，实现对网络同步性能的全局监测和分析。

同步网性能监测指标

频率同步的本质是维持各数字设备时钟振荡频率的准确和稳定，频率同步网的网络性能指标有国际标准ITU-T G.823（基于2048Kbit/s系列的数字网络的抖动和漂动控制）、G.8261（分组网络中的定时和同步方面）、G.8261.1（适用于分组方法的分组延迟变化网络抖动限值）等，包括处于网络节点的PRC接口、二级钟SSU接口、三级钟SSU接口、SDH传输网元接口、PDH 2Mbit/s接口、分组网元接口以及基站同步要求等。

频率同步的性能监测参数包括：时间间隔误差TIE值、利用TIE数据计算出的最大时间间隔误差（MTIE）、时间偏差（TDEV）、频率偏移（FREQ）值等，此外还包括SSM/ESMC时钟质量等级。

根据不同的业务需求类型，PTP时间同步网的性能指标主要体现在基本业务、协同业务和垂直行业应用业务需求3个方面。

第一，5G基本业务时间同步需求是所有TDD制式无线系统的共性要求，主要是为了避免上下行时隙间干扰。5G基站在承载基本业务时，其空口间对于时间同步精度的指标要求为 $\pm 1.5\text{ns}$ 。

第二，将在5G系统中广泛使用的多点协同（CoMP）、带内载波聚合（CA）等协同技术，对时间同步精度的指标要求为 $\pm 130\text{ns}$ 。

第三，无人驾驶、无人物流、智能机器人等基于5G的垂直行业应用层出不穷，这些应用也对5G网络的超高精度时间同步提出了更高的指标要求。例如，高精度厘米级定位业务的时间同步精度指标要求为 $\pm 10\text{ns}$ 。

时间同步的性能监测参数包括：时间偏差TE值、PTP路径包时延抖动PDV，以及PTP时钟等级（Clock Class）、PTP时钟精确度（Clock Accuracy）等PTP数据集。

同步网探针监测系统实现方案

同步网探针监测技术

当同步网络中出现部分设备不支持同步功能、设备同步功能异常，或者设备同步功能正常但网络中存在链路非对称性时延等情况，都会影响同步网末端设备恢复的时间精度，进而影响网络整体运营指标。为了解决人工排查复杂、耗时久的问题，可以采用同步网探针对网络同步性能进行监测。

同步网探针设备主要实现实时对被监测设备输出的一种或多种同步信号进行性能监测的功能，及时发现同步网性能缺陷并提前预警，防止影响业务质量，大大提高效率和实时性。

同步网探针监测设备原理如图1所示，同步网探针设备配备GNSS接收模块，探针设备的参考源来自GPS/北斗卫星信号，同时探针设备对同步网输出的频率、时间等信号进行

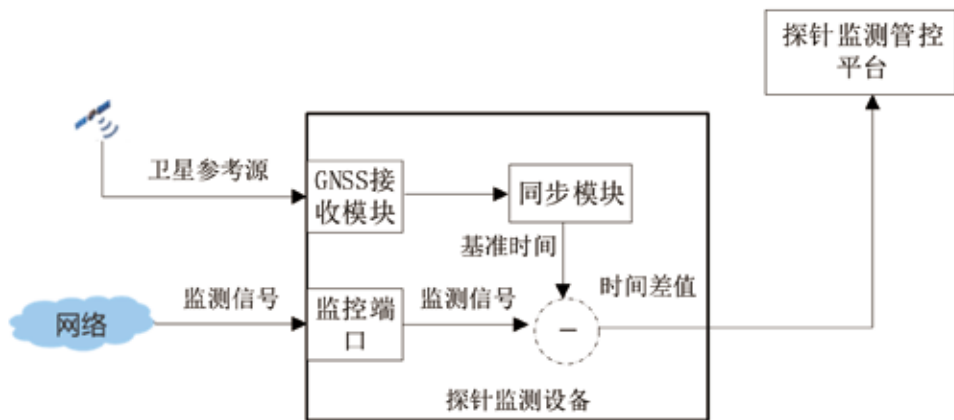


图1 同步网探针监测设备原理

监测，实现监测信号与锁定的卫星基准UTC的比对并记录差值，将数据上报至探针监测管控平台，分析传递给基站的时间和频率性能是否满足指标要求。

值得一提的是，同步网探针监测设备除了作为探针监测使用外，由于本身配备了GNSS卫星接收模块，还可以作为时间源设备向网络输出标准的参考信号。探针监测功能和时间源功能之间可以根据应用场景需求进行切换。

同步网探针监测系统实现方案

同步网探针监测系统包括同步网探针设备和同步网探针监测管控平台两个层面，实现方案如图2所示。

同步网探针设备通常与被监测的同步网设备部署在一起，实现对被测设备同步性能的时间TE和频率TIE指标进行实时测量，并将性能数据上报给探针监测管控平台。目前，运营商同步网络中常用的频率信号类型包括2Mbit/s、

2MHz、10MHz、SyncE等，时间信号类型包括PTP、1PPS+ToD等。考虑需求及成本因素，现网使用时，可以按需在同步网的关键节点部署探针设备。被监测的设备可以是任何需要时频的设备，如IPRAN、智能城域网、OTN、基站设备等。

同步网探针监测管控平台可实现对探针设备进行集中管理，如探针设备IP、探针

设备运行状态、GNSS卫星状态、性能监测相关配置等，如图3所示。同步网探针监测管控平台可以对管理范围内所有探针的性能监测数据同时采集，包括频率TIE值、时间TE值等；实现对网络同步性能的分析能力，包括计算MTIE/TDEV/FREQ等指标、提供同步性能曲线、不同设备同步性能的对比呈现、基于标准规定的模版分析同步性能是否越限、对性能越限的设备提示告警，以及通过分析网络的SSM/ESMC时钟质量等级、PTP数据集等参数对设备和网络的同步健康状况进行分析等，如图4所示。

同步网探针监测系统应用验证

运营商的时间同步网通常在本地网核心节点部署“一主一备”两套时间源设备，时间源设备锁定北斗/GPS卫星，同时向网络输出1588v2和SyncE信号，网络中所有设备支持1588v2 BCMA算法和SyncE功能，经过同步网核心汇聚环

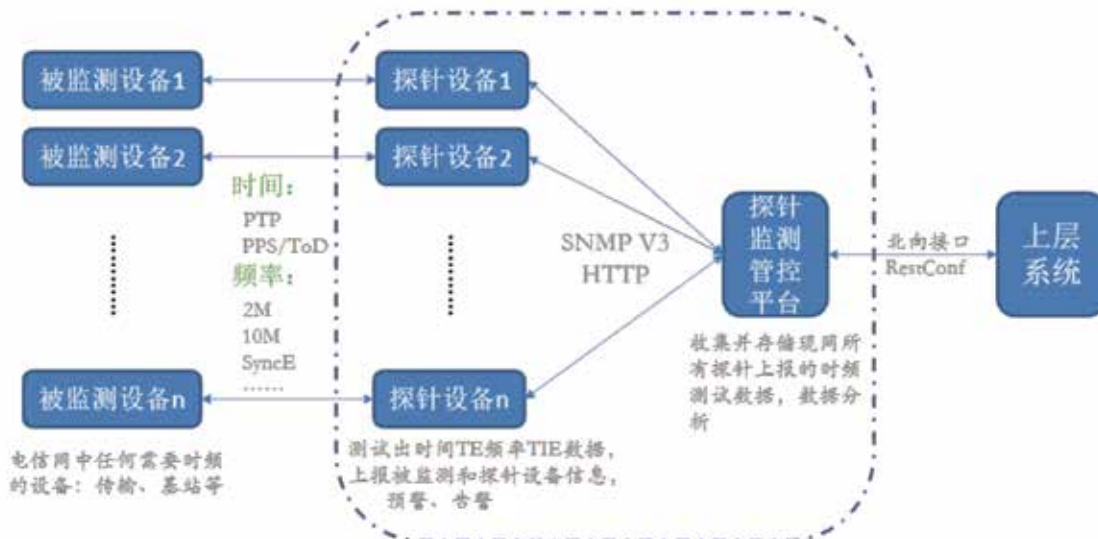


图2 同步网探针监测系统实现方案

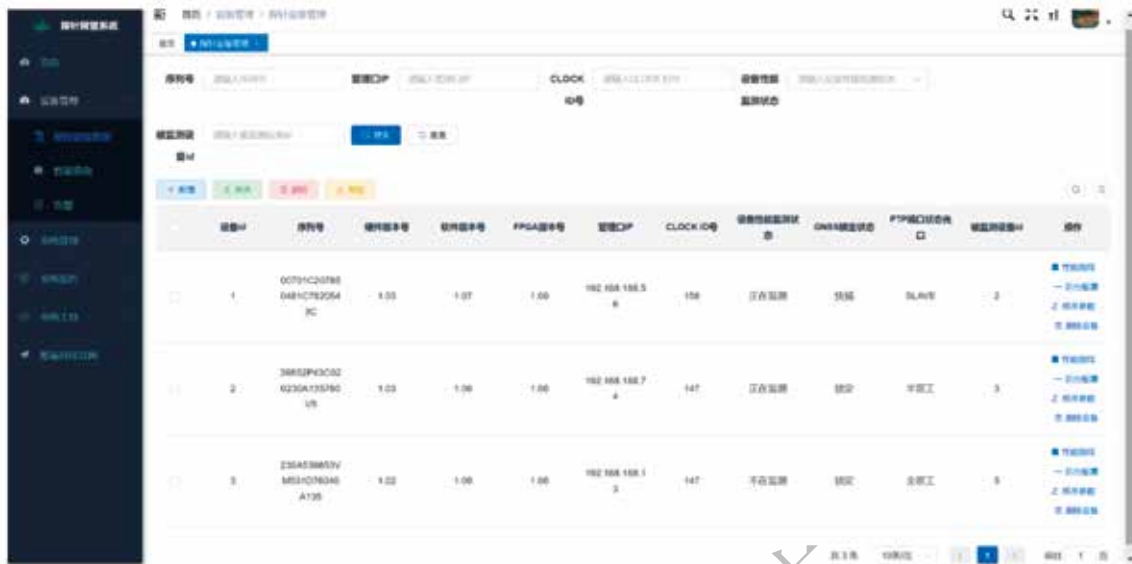


图3 同步网探针监测管控平台界面

和接入环设备逐跳传递，最终输出至末端5G基站。本次应用搭建的实验网络环境如图5所示，通过在末端接入设备处部署同步探针监测设备，对接入设备输出的1588v2信号和SyncE信号进行性能监测，并将数据上报给探针监测管控平台。

开始测试后，首先将被测设备的東西向两侧链路断开，30s后恢复链路正常。从探针监测的TE性能数据结果曲线上可以看出，被测设备在链路故障期间同步性能超出了预设的1us预警值和1.5us告警值，当故障恢复后性能逐步趋于正常



图4 同步网探针PTP数据收集和SyncE ESMC管理界面

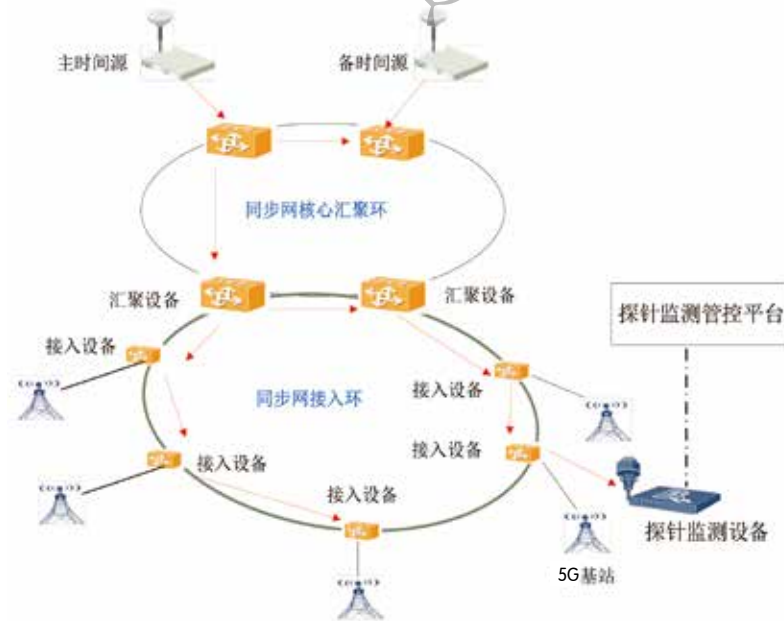


图5 实验网络环境

和稳定。因此，同步探针监测系统可以直观地实时呈现同步网络的性能趋势。

高精度时间同步网是运营商5G通信网络的基石，也是国家重要的战略基础设施。本文介绍了同步网的频率和时间性能监测指标，以及同步探针监测原理，提出了同步探针监测系统实现方案并进行了实验验证。同步探针监测系统可以对时频信号的性能进行实时测量，及时发现同步网络产生的问题，实现同步状态和性能分析自动化，较好地解决了同步网络性能监测难的痛点问题，助力运营商构建技术先进、智能开放的高精度时间同步网。

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

释放

强化科技创新赋能，释放数字经济新动能。



**脚踏实地，撸起袖子加油干，
相信我们随着一段飞机般的滑跑，终会起飞！**