

通信世界

COMMUNICATIONS WORLD

总第931期 2023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

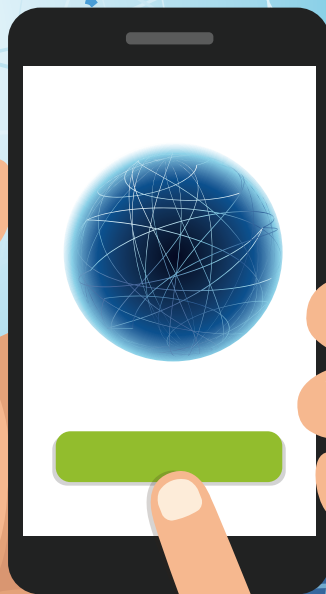
卫星通信

离我们有多远

运营商如何更好赋能新型工业化? /P4

工业互联网平台或构建城市间
沟通的“数字桥梁” /P24

大模型时代的
隐私保护与内容安全/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

国产手机厂商热衷自研操作系统 目标是未来

刘启诚

在智能手机市场不断下行的大环境下，国产手机厂商却热衷于自研操作系统。目前，除华为外，小米和vivo都宣布推出自研的手机操作系统，国产手机厂商扎堆自研系统似乎成为一种“风潮”，也成为了业界讨论的焦点话题。

对于国产手机厂商纷纷推出自研操作系统，业界的一种说法是为了对抗谷歌、安卓，但这种说法有些牵强。如果说华为做鸿蒙是不得已而为之，其他手机厂商目前似乎还真没到要自研操作系统的地步。一是这些手机厂商并没有受到美国威胁，至少目前没有“性命之虞”；二是做一个新的操作系统，先不说技术开发难度，单就建立一个完整的生态系统，就犹如“蜀道之难”。强大如华为，鸿蒙到如今还是在“玩”，没有一家手机厂商加入。对于除华为外的这些国产手机厂商，在业界的认知中，是没有能力开发操作系统的，但小米的澎湃OS和vivo的BlueOS都向世人展示，他们真的推出了自己的操作系统。

不管你信不信，也不管质疑满天飞，小米和vivo都跨出了这一步，或许，明天OPPO也将紧随其后。这预示着，国产手机厂商市场竞争进入到一个新阶段——操作系统大战。

国产手机厂商热衷于自研操作系统，目的其实很清楚，就是想把命运掌握在自己手中。但这个“命运”不太好掌握。国产手机从发轫到如今“十分天下有其七”，靠的是庞大的中国市场的支撑，在核心技术上其实一直没有摆脱别人的控制。芯片和操作系统上的不自主，意味着“命运”永远掌握在别人手中，国产手机厂商一直试图摆脱这样的控制。过去的几年，国产手机厂商先是在手机芯片上下功夫，但除

了华为外，其他的几家都铩羽而归。如今又要在操作系统上“大干一场”，不知道成功的几率有多大。

做手机操作系统有几大挑战。开发一个新的操作系统需要大量的人力、物力和财力。谷歌开发安卓花费了近5年的时间和数亿美元资金，而华为也为鸿蒙投入了超过500亿元人民币。对许多厂商而言，这是一个高风险的决策。一是技术开发难，二是投入成本高，三是生态系统不易建立。

但“明知不可为而为之”，小米、vivo们为何还坚持去做？这就是如上所述的，想掌握自己的发展命运。或许华为的成功，让其他手机厂商看到了希望。

首先，减少对安卓系统的依赖是国产手机厂商的长期目标。今天没有“性命之虞”，不意味着明天就能活得很好。中国想搞“大同世界”，美国要的是“小院高墙”，防患于未然没有错。况且安卓系统的毛病显而易见，安全隐患一大堆，更新迭代让人有些吃不消。

其次，市场竞争的需要。正如前文所说，国产手机厂商市场竞争进入到了一个新阶段，硬件的同质化竞争愈演愈烈，芯片又“玩不转”，那就来个“操作系统大战”。如果真能做到自研系统，那么厂商可以完全按照自己的意图和市场策略来设计优化，从而推出更具竞争力的手机产品，华为的成功就是榜样。

最后是布局未来。随着5G、人工智能、算力等新技术的发展，万物互联已成为现实，智能设备的互联已经是不可阻挡的趋势。在此背景下，一个统一、跨平台的操作系统将为厂商在多个领域的拓展提供极大的便利。因此，手机厂商自研操作系统，更多是面向未来。今天再难，做了，就可能成功；不然，未来被淘汰的就是自己。📱

CONTENTS 目录

述评 Review

- 4 运营商如何更好赋能新型工业化?
- 5 国家数据局为数据产业高质量发展“架桥铺路”

专题 Topic 卫星通信离我们有多远

- 6 手机卫星通信距离普及还有多远?
- 8 新一代星地融合通信技术标准的发展
- 12 “卫星战”打响,国际通信运营商加速布局
- 14 让每个人的手机都有应急通信能力
- 16 基于3GPP NTN的天地一体技术与产业发展研究
- 20 中国联通周晶
加速发展卫星通信,持续推进5G NTN技术攻关
- 22 星地融合,未来可期



P8 新一代星地融合通信技术标准的发展

广告目录

- 封二 通信世界形象广告
- 封底 通信世界年终盘点广告



P29 前三季度经济恢复向好 电信业实现企稳回升

产业 Industry

- 24 工业互联网平台或构建城市间沟通的“数字桥梁”
- 26 民营经济再遇通信业历史机遇
虚拟运营商能否“扩军”?
- 27 移动转售产业大事记
- 28 第二十届增值电信及虚拟运营年会
将于11月15—16日在京召开
- 29 前三季度经济恢复向好,电信业实现企稳回升
- 31 车联网安全发展趋势探讨
- 34 中国移动可连接DNS体系研究和实践
- 36 对话红帽专家:尊重良性竞争,共筑开源生态繁荣
- 38 通信运营商发展中小微企业云业务的策略建议

技术 Technology

- 42 大模型时代的隐私保护与内容安全
- 45 宽带接入网技术发展与应用研究
- 48 新一代电子政务外网规划与建设探究



主管: 工业和信息化部

主办: 人民邮电出版社有限公司

出版: 北京信通传媒有限责任公司

编辑: 《通信世界》编辑部

总编辑: 刘启诚

副总经理: 张鹏

执行主编: 舒文琼

执行副主编: 程琳琳

采编部: 王涛 甄清岚 梅雅鑫 王禹蓉 孙天
朱文凤 王鹤迦 包建羽 盖贝贝

美术编辑: 杨斯涵 李曼 张航

持证记者: 刘启诚 刁兴玲 程琳琳 甄清岚 郑勇志 王禹蓉
刘华鲁 梁海滨 牛晓敏

(国家新闻出版署 举报电话: 010-83138953)

市场部: 申晴 孟月 姜蓓蓓 沈新竹 刘适之 曹俊英
尹源

工联网: 郑勇志 刘艳玲 胡锦涛

视频编辑: 林嵩 黄杨洋 卢瑞旭

技术支持: 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: +86-10-52266521

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

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

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

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

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程师

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

法律顾问: 北京市蓝石律师事务所

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。

运营商 如何更好赋能新型工业化？

马继华

党的二十大报告提出，要推进新型工业化，并且明确了“到2035年基本实现新型工业化”的目标。新时代新征程，以中国式现代化全面推进强国建设、民族复兴伟业，实现新型工业化是关键任务。要完整、准确、全面贯彻新发展理念，统筹发展和安全，深刻把握新时代新征程推进新型工业化的基本规律，积极主动适应和引领新一轮科技革命和产业变革，把高质量发展的要求贯穿新型工业化全过程，把建设制造强国同发展数字经济、产业信息化等有机结合，为中国式现代化构筑强大物质技术基础。

新型工业化是适应新一轮产业革命和技术变革，通过大数据、云计算、人工智能、工业互联网、虚拟现实、可穿戴设备等提升新质生产力，从而实现科技强国的中国梦。

在建设新型工业化的过程中，作为信息基础设施的建设者和维护者，运营商扮演着重要角色。

首先，运营商通过提供基础网络服务，为工业互联网的发展提供了关键的基础设施支持。工业互联网绕不开5G技术，而运营商作为基础网络提供者，将在工业互联网产业中扮演越来越重要的角色。

其次，运营商并不满足于“基础网络提供者”的角色，他们还利用自身的优势，建设算力网络，在工业互联网领域进行了积极的布局。中国电信、中国移动以及中国联通都在积极布局“AICDEB”等先进技术研发和产业化发展，并应用到各行各业中，为工业领域的转型发展贡献了重要动力。

再次，运营商还承担着推进工业互联网安全保障体系和产业生态建设的责任。运营商与政府、工业企业、网络安全服务商等各方深度合作，共同推进工业互联网的健康发展。

值得注意的是，新型工业化发展并非工业领域的“单打独

斗”，而是一个庞大复杂的系统工程，运营商未来还需要进行多方面的探索，为新型工业化作出更多的贡献。

网络是新型工业化发展的根基和底座。运营商需要持续升级数字基础设施，积极打造以“云网融合”为核心，以新连接、新算力、新平台、新安全以及新绿色为关键特征的新型数字信息基础设施，为新型工业化发展提供坚实数字底座，让新型工业化行稳致远。

运营商还需要依托自身的网络技术和平台优势，不断创新工业互联网应用，深入挖掘工业互联网的应用场景，推动工业互联网应用的创新和落地，为工业企业提供更高效、更智能的生产服务。

孤举难起，众行易趋。运营商要强化产业生态建设，与产业链上下游企业加强合作，共同推动产业生态的发展和壮大。通过构建产业联盟、推动产业标准制定等方式，促进各产业之间的协作和共赢。

作为拥有雄厚实力的信息科技企业，运营商要能提供全方位的数字化服务，通过自身的数字化服务能力，为工业企业提供包括网络连接、数据安全、云计算、人工智能等在内的全方位数字化服务，帮助工业企业实现数字化转型和升级。

人才是引领发展的第一动力，运营商必须着眼长远，加强人才培养和引进，加强科技基础厚度，可以与教育机构、科研机构等加强合作，共同培养和引进具备数字化技能、知识的专业人才，为新型工业化发展提供强有力的人才保障。

综上所述，运营商可以通过持续升级数字基础设施、创新工业互联网应用、强化产业生态合作、提供全方位的数字化服务，以及加强人才培养和引进等多种方式，更好地赋能新型工业化发展。（作者为通信行业资深分析师）

国家数据局 为数据产业高质量发展“架桥铺路”

姜玉泉

2014年，“大数据”首次被写入政府工作报告，标志着我国进入大数据的“元年”，大数据成为社会追捧的热点；2016年，“十三五”规划提出实施国家大数据战略，标志着大数据正式上升为国家战略；2020年，中共中央、国务院印发《关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见》，大数据被正式列为生产要素，我国开始从“数据大国”向“数据强国”迈进。2023年，国家数据局正式揭牌。过去十年间，大数据理念逐渐深入人心，数字技术创新发展，与经济社会各个行业领域深度融合，大数据成为继土地、劳动力、资本、技术之外的“第五要素”，成为推动我国经济社会高质量发展的新动能。

目前，数据要素化市场化尚处于起步探索阶段，依然面临着所有权、持有权、使用权、经营权和收益权的“五权纠葛”，如何规范、如何定价、如何交易、如何保护等依然是数据强国之路上的“一座座大山”。

国家数据局的成立恰逢其时，负责协调推进数据基础制度建设，统筹数据资源整合共享和开发利用，统筹推进数字中国、数字经济、数字社会规划和建设，破除数据强国建设的诸多障碍，更好地服务我国经济社会高质量发展。国家数据局任重而道远，担负着为数据强国“逢山开路遇水搭桥”的责任和使命，其主要工作包括夯实数据基础、加强数据治理、搭建数据能力、构建数据场景、强化数据运营和保障数据安全等六个方面。但现阶段，应聚焦以下重点和难点问题开展工作，以打破我国数据产业高质量发展的僵局，开创新局面。

一是定规则。从采集、传输、存储、治理、应用、安全等数据全生命周期出发，根据数据类型、性质、使用方式、使用场景等，统筹建立全国统一的数据产业规则体系，充分明确“五权”的责任、权利和义务，建立数据评估和定价机制，促进数据要素市场规范化运转。


二是明规范。基于全国统一大市场建设，统筹构建全要素、

全覆盖、多类型的数据标准规范体系，提升用数据说话、用数据决策、用数据管理和用数据创新的能力，彻底解决数据来源广、类型多、格式和算法不统一、评估定价机制不健全、流通不顺畅等问题，助力海量数据的有效汇聚、数据潜力和价值的充分发挥，以及大数据对数字中国、数字经济、数字社会建设的高效支撑。

三是建实体。基于当前国内各地数据交易所、交易中心建设情况，统筹规划和建设全国大数据交易中心，从技术、模式、规则、风控、生态等方面，进行全新规划和统筹布局，着力破解数据交易痛点，提供数据清洗、供需撮合、法律咨询、价值评估和权属认证等专业服务。

四是重保护。合理强化数据产业监管，既激发各类市场主体活力，又规范行业交易行为，制定实施数据安全制度，健全数据安全法律法规，充分明确用户、企业、平台和政府对数据采集、存储、使用、交易等责权利，设定数据流通的“红线”和“底线”，统筹数据安全和产业发展。

国家数据局的成立，对于拥有海量数据“持有权”的运营商来说无疑是重大利好，这意味着海量数据在对内赋能的同时，终于正式开启了对外赋能、实现数据变现和数据价值的大门。运营商应成立专门的大数据部门，积极对接国家数据局，争取成为数据要素市场化改革试点的先锋队和主力军，为国家数据产业融合与创新发展的趟出一条“中国特色数据强国之路”来。这既是作为央企的运营商的社会责任，又是运营商数字化战略的终极目标。

如果说过去十年，是我国大数据发展的春天，大数据像春雨一般“随风潜入夜、润物细无声”。那么，未来十年，必将是我国大数据发展的夏天，大数据将以“黄河之水天上来，奔流到海不复回”的气势，“惊雷势欲拔三山，急雨声如倒百川”的阵势，热火朝天、轰轰烈烈，其斐然成绩，值得我们拭目以待。（作者为广东省电信规划设计院高级咨询顾问）

手机卫星通信 距离普及还有多远？

■ 本刊编辑部 梅雅鑫

“5W (whoever、wherever、whenever、whomever、whatever)”是我国移动通信的发展目标，即任何人可在任何时候、任何地方与任何人进行任何形式的通信。如今，我国拥有全球最大的移动通信网络，实现了95%以上的人口覆盖，但“任何地方 (wherever)”这一目标，从1G发展到5G仍然没有实现。在高山、草原、森林、沙漠等地域建设基站的成本高、难度大，自然存在信号盲区。那么，如何建设一张不受地理环境限制、覆盖全球的通信网络，真正实现移动通信的广覆盖？答案就是“卫星通信”。

当前，5G网络进入成熟的商用阶段，已经满足了用户的绝大部分需求；而卫星通信还处于发展初期，如果继续走此前专用、封闭的发展路线，想要实现规模应用和商业化则还有很长的路要走。不过，二者的融合发展却有望成为行业的新热点。

“站得高，看得远”，布局卫星通信正当时

“站得高，看得远”。身处太空的卫星，拥有极强的覆盖能力，它可以利用有限的空间资源轻松实现广域信号覆盖，不管底下的大地是繁华还是贫瘠，是平原还是戈壁，都能把信

号“毫无偏见”地洒满大地。其实，卫星通信早已在传统卫星电话上应用，主要用于远洋渔业、野外科考等特殊领域。但卫星电话往往配有天线，外形笨重、通信费用昂贵，因此日常生活中并不普及。与传统的手机通信技术不同，卫星通信技术不需要手机连接到基站，而是通过卫星实现通信。卫星通信目前有两种实现方式：一种是卫星电话连接卫星，实现与其他电话通信，传统卫星电话就是如此；另一种是通过NTN (Non Terrestrial Network, 非地面网络) 技术，卫星直接向地面提供5G连接服务，实现手机之间互相通信。

“普通手机直连卫星模式，将彻底颠覆传统移动通信的覆盖规划思路。未来地面移动网络的建设仅需关注用户密集区域的容量和覆盖需求，以及室内覆盖问题；而广袤的地域和空间，容量和覆盖依靠LEO (低轨) 5G卫星就可以解决。相比于传统地面移动网络覆盖建设模式，网络建设成本将大幅度降低。”联通航美网络有限公司副总裁谢鹰说道。据了解，卫星通信技术不仅可以为资源勘探、森林防火、抢险救灾、探险旅游、野生动物保护等应用场景提供有力支持，而且能为深山、森林、沙漠、草原、戈壁等未被地面通信网络深度覆盖的地区送去“生

命信号”。对于经济欠发达地区，卫星通信还可以提供快速且廉价的互联网接入服务，有效帮助当地提振经济活力，消灭“数字鸿沟”。

与此同时，“5G+卫星网络”为设备提供了一种更加可靠的远程通信方式，满足了“无所不在”的移动通信需求，这符合6G时代天地一体化无线泛在网络的发展愿景。中国信科集团副总经理陈山枝曾表明，6G将建立空、天、地、海泛在的移动通信网络。未来，6G将实现标准制式、终端、网络架构、平台、频率、资源管理六个方面的融合，包括地面移动通信及卫星移动通信。然而，根据国际电信联盟 (ITU) 的规定，卫星的频率及轨道使用权采用“先登先占”的方式来获取。在全球日益紧张的卫星竞争局面之下，我国也一直在紧锣密鼓地研究、布局近地卫星互联系统，比如航天科技集团研发的“鸿雁”星座、航天科工集团研发的“虹云”星座。如今，专注于卫星互联网通信的中国卫星网络集团也成立了，中国近地卫星系统进入加速发展阶段。依托5G“产学研用”的强大优势，我国高通量卫星和低轨道卫星星座得到了快速发展，越来越多移动通信的中坚力量都积极投身于卫星互联网相关行业，移动通信网络从平面走向天地一体化的发展趋势明显。

运营商相继发力，卫星和蜂窝产业实现“双向奔赴”

卫星与手机直连大大促进了移动通信网络与卫星网络的融合，“手机直连卫星”业务由卫星公司和移动运营商合作推出，通过移动运营商拥有的地面频谱，而不是专用卫星频率提供相关功能。因此，国内外主要卫星公司正在该领域推动与移动运营商的合作。近日，GSA（全球移动供应商协会）发布报告称：截至2023年7月底，42个国家和地区的移动运营商与卫星供应商之间，确定了70个公开宣布的合作伙伴关系。其中，有4个合作伙伴关系正在评估、测试或试验“手机直连卫星”技术，另有16个合作伙伴关系计划推出“手机直连卫星”应用。

在中国，四大运营商均已开展相关业务探索，其中目前已商用卫星通信服务的运营商仅有中国电信。

中国电信的卫星通话业务依托于“天通一号”卫星系统实现，作为天通卫星通信唯一运营服务商，使用1740号段的手机号码作为业务号码。天通卫星移动通信系统与地面移动通信系统共同构成移动通信网络，实现了我国领土、领海的全面覆盖，并扩展到西亚、中亚、东南亚以及太平洋、印度洋等海域。2018年3月，中国电信天通卫星业务开始试商用，并于2020年正式商用。截至2022年底，其用户规模已突破11万户。而中国电信有关“手机直连卫星”的服务，除近日推出针对华为Mate 60 Pro的“手机直连卫星”新业务外，还有卫星移动通信业务和“天地翼卡”业务。

中国移动积极落实国家战略任务，以“低轨为主、高轨为先、中轨探索”的思路布局卫星互联网，作为地面通信网络的有效补充。中国移动积极加强与卫星运营商在共建共享、互联互通、网络

融合和应用协同等方向的技术交流和联合攻关，并与终端厂商探索推进“手机直连卫星”业务合作。2022年8月，中国移动完成全球首个运营商5G NTN技术外场验证，支持双向语音对讲和文字消息传输，全面验证手机直连高轨卫星落地能力。今年5月，中国移动研究院携手OPPO、中兴通讯、是德科技等产业合作伙伴共同完成5G手机直连卫星的实验室测试验证，验证了5G手机直连卫星技术落地能力。

中国联通在卫星通信领域积极进行技术积累，以现有卫星资源和技术能力为基础，开展了一系列技术试验，自2020年以来已开展星地融合频率研究、多轨道多链路“卫星+5G网络”融合技术研究、星地融合物联网研究和应用、“5G+卫星互联网”网络融合研究和应用、面向6G的空天地网络泛在业务研究等技术研究和试验。近日，中国联通研究院携手中兴通讯、是德科技共同完成了NR-NTN低轨卫星实验室业务验证，首次验证了语音和可视电话业务在手机直连低轨卫星场景下的性能，再次证明了手机直连低轨卫星通信的技术可行性，为向公众用户推广卫星通信提供了业务示范。

中国广电密切关注5G NTN和5G ATG技术发展，正与多家卫星通信企业交流合作卫星直连方面的技术工作。一方面，由于“手机直连卫星”可为应急通信补盲，可为应急广播提供新的传输渠道；另一方面，地空互联可以有效提升应对空中突发事件的应急处置能力和空防安全水平。

产业链逐步成熟，开启“手机直连卫星”时代

除运营商以外，地面网络设备商和终端芯片厂商积极开展“智能手机直连

卫星”创新尝试。GSA报告显示，目前仅苹果、华为、摩托罗拉和中兴通讯等手机厂商推出了兼容卫星通信的手机产品，其中苹果和华为支持“手机直连卫星”功能的机型最多。如苹果公司与GlobalStar合作，为iPhone 14系列、iPhone 15系列提供紧急SOS技术；高通也宣布与铱星合作，为智能手机提供卫星服务；华为Mate 60系列手机已基于高轨卫星实现卫星短报文及语音业务。

中国信通院华东分院院长廖运发表示，以华为Mate 60 Pro来看，手机卫星通信可以实现普通消费者直接通过卫星拨打电话，就是说，已经实现了卫星通信的商用。但目前能实现卫星通信的手机品种还相对较少，需要更多的手机厂商在终端上开展更多的创新和突破，提高终端的数量和品种，才能使手机卫星通信更大规模地普及。

的确，在当前阶段，卫星通信对于普通用户而言，可能更多的是一种增值服务，而非必备功能。谈及手机卫星通信距离普及还有多远？谢鹰表示：“‘手机直连卫星’目前还停留在短信与电话的阶段，距离通过卫星上网还有一定的距离。在6G时代，‘手机直连卫星’将会变成现实，并实现普及。”

廖运发认为，卫星通信作为“可选项”将在很长时间内存在。但随着卫星制造成本、发射成本、终端成本及通信资费的逐步降低，卫星通信的性能及体验逐步提高，相信越来越多的消费者会把手机卫星通信作为自己的标准配置。

“手机直连卫星”是卫星通信应用发展的一项关键技术，卫星终于从通信发展的边缘走入“主航道”。未来随着卫星通信网络系统性能、终端设备性价比的进一步提升，卫星通信将加快应用普及、丰富应用场景，走向普通用户。📶

新一代 星地融合通信技术标准的发展

■ 中国信息通信研究院 李侠宇 钱梦媛

随着5G的快速发展、新技术的不断突破以及由此引发的交叉融合，移动通信从“移动互联”走到“万物互联”，并进一步向“万物智联”发展。而6G的数据传输速率可能是5G的50倍，时延缩短到5G的十分之一，6G在峰值速率、时延、流量密度、连接密度、移动性、频谱效率和定位能力等方面远优于5G，特别是增强的无处不在的覆盖能力是6G核心能力，对赋能各行业数字化转型、推动人类社会迈入智能化时代具有非常重要的作用。

星地融合通信作为未来6G的关键技术之一，可有效解决天空、海洋、沙漠、人口稀少地区等地面通信网络难以覆盖或覆盖成本过高的问题，以及地震、洪水等自然灾害下的应急通信问题。卫星通信网络的广覆盖融合地面移动通信的宽带传输能力，将助力6G实现超大规模连接、泛在连接等。目前，国际电信联盟（ITU）和第三代合作伙伴计划（3GPP）等国际标准组织，以及中国通信标准化协会（CCSA）等国内标准组织已面向新一代星地融合系统提出了愿景和需求。本文将重点分析新一代星地融合通信技术标准的发展情况。

星地融合通信标准化工作进展

目前，ITU、3GPP、CCSA等国内外标准组织正在开展星地融合通信技术标准的制定工作。星地融合通信标准将基于地面移动通信系统标准设计，结合卫星高时延、高动态等特点做出相应的增强，最终实现星地融合、天地一体的美好通信愿景。

ITU国际相关标准进展

早在3G研发时期，ITU就启动了关于卫星网络与地面蜂窝网络融合的研究。在《IMT-2000和IMT-2000后续系统未来发展的框架和总体目标》建议书中，明确提出了卫星将进一步扩展地面IMT-2000网络的覆盖范围，特别是农村、沙漠、海洋和天空等。

2010年，ITU SG4 WP4B工作组启动了关于卫星与IMT-Advanced融合的研究，并于2012年完成了关于IMT-Advanced卫星网络愿景与需求的报告。该报告提出了IMT-Advanced卫星网络的愿景，对应用场景、业务、系统、无线电接口和网络等方面进行了分析与研究，并提出IMT-Advanced卫星网络系统的功能和性能需求。此外，该报告还提出评估IMT-Advanced卫星

技术的方法，以便向全世界征集候选技术的。在完成《IMT-Advanced卫星网络的愿景与需求报告》之后，ITU对外发出了通函（Circular Letter）以征集IMT-Advanced卫星候选技术。我国随即启动了一系列基于IMT-Advanced标准的卫星移动通信技术研究，并于2012年5月向ITU-R提交了IMT-Advanced卫星技术方案BMSat。最终BMSat技术被ITU正式采纳，成为IMT-Advanced卫星网络的关键技术之一。

为推动5G卫星通信标准国际化，我国在2021年2月的ITU-R SG4 WP4B第48次会议上提交了5G卫星无线电接口标准工作计划，旨在启动新一轮的5G卫星技术研究工作。在2021年7月的ITU-R SG4 WP4B第49次会议中，我国提交了5G卫星愿景、技术需求和评估方法报告书的立项建议，并通过了会议审查。在2022年9月，经过我国与美国、加拿大、俄罗斯、法国、韩国、日本等国家，以及高通、苹果、爱立信、泰雷兹、海事卫星、铱星等企业专家的深入研讨，最终在ITU-R SG4 WP4B第52次会议和SG4全会上，由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（Vision, requirements and

表1 《5G卫星无线电接口愿景、需求和评估方法》定义的5G卫星技术性能指标

| | 手持终端/物联网终端 | VSAT终端 |
|----------|--|------------------------------------|
| 峰值速率 | 下行: 70Mbit/s 上行: 2Mbit/s | 下行: 900Mbit/s 上行: 900Mbit/s |
| 峰值频谱效率 | 下行: 3bit/s/Hz 上行: 1.5bit/s/Hz | 下行: 2.3bit/s/Hz 上行: 2.3bit/s/Hz |
| 用户体验速率 | 下行: 1Mbit/s 上行: 0.1Mbit/s | |
| 5%用户频谱效率 | 下行: 0.03bit/s/Hz 上行: 0.003bit/s/Hz | |
| 平均频谱效率 | 下行: 0.5bit/s/Hz 上行: 0.1bit/s/Hz | |
| 区域容量 | 下行: 8kbit/s/km ² 上行: 1.5kbit/s/km ² | |
| 时延 | 用户面: 10ms (LEO) 控制面: 40ms (LEO) | 用户面: 10ms (LEO) 控制面: 40ms (LEO) |
| 连接密度 | 500个设备/km ² | |
| 可靠性 | 99.999% | 99.999% |
| 移动性 | 250km/h下频谱效率达到 0.005bit/s/Hz | 250km/h下频谱效率达到 0.005bit/s/Hz |
| 移动中断时间 | 50ms | 50ms |
| 带宽 | 30MHz | 400MHz |

evaluation guidelines for satellite radio interface(s) of IMT-2020》国际标准正式获得通过。

《5G卫星无线电接口愿景、需求和评估方法》明确了5G卫星融合通信系统的三大应用场景分别是eMBB-s（增强卫星移动宽带）、mMTC-s（海量机器类卫星通信）、HRC-s（高可靠卫星通信）。在eMBB-s场景下，5G卫星系统将依托星地融合空口技术为航空、海事、偏远地区的终端提供高速传输业务。在mMTC-s场景下，5G卫星系统将依托卫星大波束、广覆盖的能力，为海量MTC终端提供接入能力。在HRC-s场景下，面向地震、海啸、火灾等强灾害现场，星地融合系统可以提供应急通信服务，降低人员伤害和减少财产损失。同时，为满足三大应用场景需求，《5G

卫星无线电接口愿景、需求和评估方法》定义了多项技术性能指标，包括速率、频谱效率、时延、可靠性、移动性和带宽等，如表1所示。

2022年11月，ITU-R对外发出了通函，邀请各成员国、相关组织机构提交5G卫星候选技术，并根据《5G卫星无线电接口愿景、需求和评估方法》中的内容开展自评工作。2023年6月30日，在ITU-R SG4 WP4B全会上通过了首个面向6G卫星研究项目——《卫星国际移动通信（IMT）未来技术趋势》的立项。根据目前的工作计划，该项目将于2026年上半年完成。《卫星国际移动通信（IMT）未来技术趋势》涉及的主

要技术包括：调制编码、时间和频率同步、波束跳变、卫星与地面系统频谱共享等无线接口技术，星地融合通信、高低轨融合、星间链路、星间组网、星上处理等卫星网络技术，手机直连卫星、卫星物联网等终端技术。

3GPP国际标准进展

非地面网络（Non Terrestrial Network, NTN）是3GPP从Rel-15阶段开始设立的研究项目。该项目聚焦于基于地面移动通信技术的终端与卫星、高空平台和无人机等组成的非地面网络直接通信的技术研究，目前研究的重点是卫星网络。相对于地面移动通信网络，卫星网络存在高时延、高动态、信号衰减大等问题。因此，3GPP NTN项目在5G移动通信系统的基础上进行协议增强，研究了时序调度管理、HARQ增强、高动态下的时频同步、海量寻呼等关键技术。

2020年，在3GPP Rel-17阶段全面开展了NTN标准研究，针对NTN网络涉及的无线接入网、承载网、核心网、终端等方面开展技术标准制定工作。NTN项目也被分成了IoT NTN（基于非地面网络的物联终端接入）和NR NTN（基于非地面网络的5G智能终端接入）两个标准项目。IoT NTN侧重支持低复杂度eMTC和NB-IoT终端的卫星物联业务，NR NTN采用5G NR框架来实现“智能手机直连卫星”并提供

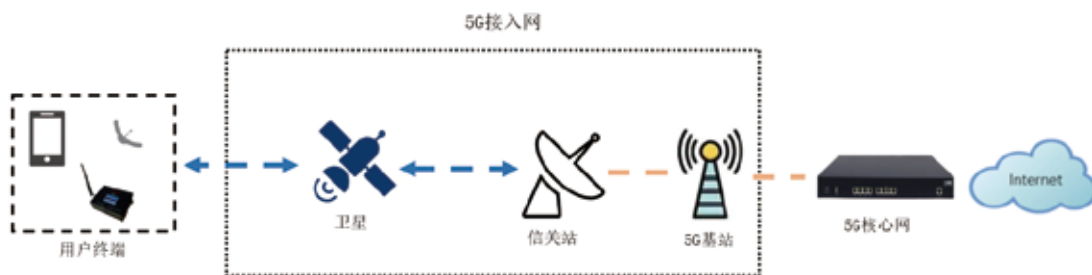


图1 3GPP NTN透明转发网络架构

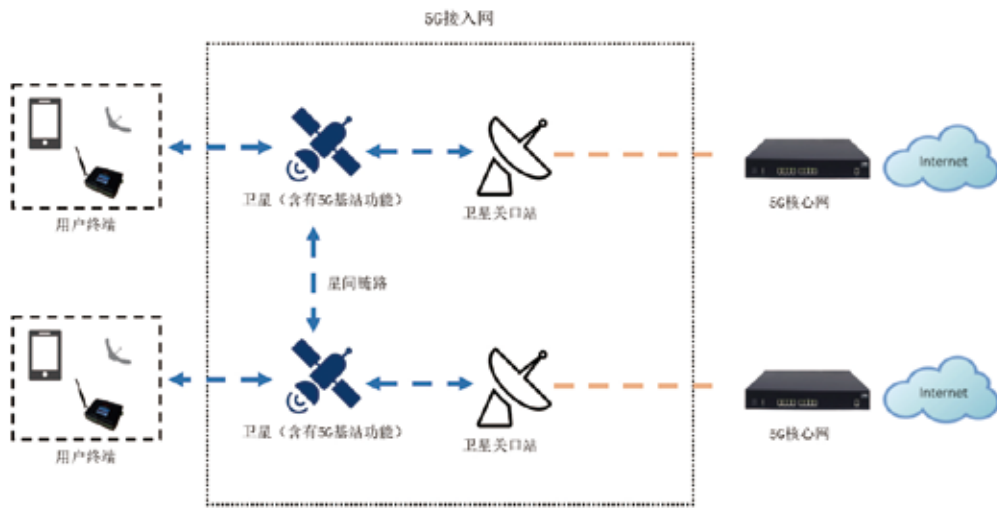


图2 3GPP NTN星上再生网络架构

数据服务和语音服务。

在3GPP NTN项目中，网络架构可以分为透明转发和星上再生两种。其中，透明转发网络架构是指卫星在通信服务中不对信号、波形等进行处理，仅作为射频放大器对数据进行转发，如图1所示。

星上再生网络架构是指卫星除了射频放大外，还具有调制/解调、编码/解码、交换、路由等处理能力，如图2所示。基于可再生模式的卫星具有一定的星上处理能力，因此具备为终端提供接入网部分功能(DU)或接入网全部功能(CU+DU)，甚至核心网功能的能力，在这种模式下卫星之间可通过星间链路(Inter-satellite link, ISL)进行星间信息交互。

目前在3GPP Rel-17/18阶段，NTN项目主要研究透明转发的网络架构，该结构对卫星的制造和性能要求不高，适于用初期阶段。在后续Rel-19阶段，NTN项目将重点研究星上再生的网络架构和星间链路技术，进一步提升星地融合网络的性能和效率。

在频率方面，NTN项目建议星地融合系统中的卫星采用L和S频段的卫星移动业务频率，包括n256(上

行：1980MHz—2010MHz；下行：2170MHz—2200MHz)、n255(上行：1626.5MHz—1660.5MHz；下行：1525MHz—1559MHz)、n254(上行：1610MHz—1626.5MHz；下行：2483.5MHz—2500MHz)和n253(上行：1668MHz—1675MHz；下行：1518MHz—1525MHz)。

CCSA国内标准进展

2021年8月，CCSA TC5 WG9及WG10联合工作组设立了《基于5G的卫星通信系统研究》项目。该项目将围绕基于5G的卫星通信系统开展研究，研究内容包括基于5G的卫星通信系统需要构建的标准体系以及开展卫星与5G融合的通信系统需要考虑的需求与技术问题，如应用场景、网络架构、业务需求、技术需求和关键技术等。

2021年11月，CCSA TC12 WG2工作组设立了《基于IoT NTN的卫星物联网系统技术研究》项目。该项目将围绕基于IoT NTN的卫星通信系统开展研究，研究内容主要包括：基于NB-IoT/eMTC NTN的卫星物联网需求和技术、行业中的应用场景及需求、基于NB-IoT/eMTC NTN的卫星物联网架构、

NB-IoT/eMTC对卫星网络特性的协议适配拓展、卫星地面站针对NB-IoT/eMTC NTN的改造要求、融合终端设计等，预期输出应用场景、业务需求、网络架构、功能要求、关键技术等内容，可以指导未来天地融合的卫星物联网通信系统标准体系建设。

2023年2月，CCSA TC12 WG1工作组讨论通过了《基于5G的卫星互联网第1部分：总体要求》

行业标准立项申请。该标准项目预期完成基于5G的卫星互联网总体技术规范，将以地面移动通信网络技术标准、3GPP NTN R17技术标准等为标准基线，形成包括核心网、接入网、终端、信关站等在内的总体技术规范。2023年4月，CCSA TC5 WG9、WG10和WG12工作组瞄准我国相关产业需求，全面推进基于3GPP NTN星地融合通信标准的立项。WG12工作组通过了《5G非地面网络的核心网技术要求(第一阶段)》行业标准立项，该项目是国内首个基于3GPP R17的非地面网络核心网标准立项，将对支持NTN的核心网关键技术进行研究和规定，为卫星核心网与地面核心网的互联互通奠定技术基础。WG9和WG10联合工作组研究制定了基于3GPP NTN的窄带物联标准体系，通过了《基于非地面网络(NTN)的物联网窄带接入(NB-IoT)接入网总体技术要求(第一阶段)》等5项系列行业标准立项，包括接入网总体技术要求、卫星接入节点设备技术要求、卫星接入节点设备测试方法、终端设备技术要求和终端设备测试方法。该系列行标以3GPP R17的IoT NTN技术为基础，将NB-IoT与卫星通信相结合，助力

构建天地一体的窄带物联网。WG10工作组通过了《Ka频段卫星通信地球站相控阵天线技术要求》及配套的测试方法两项行业标准立项。该项目是国内首个卫星相控阵天线标准项目，将拓宽卫星动中通天线的型谱，推动卫星相控阵天线的产业发展和普及应用。

新一代星地融合通信系统的关键技术

目前星地融合通信系统的研究主要是针对无线侧进行提升和增强，而新一代星地融合通信系统的研发重点是卫星侧的关键技术，包括跳波束技术、多波束技术和星间链路技术等，以进一步提高系统的性能。

跳波束技术

在传统卫星通信系统中，通常是一颗卫星通过多个波束为地面提供服务，多波束间共享卫星的带宽和功率，不同波束的覆盖区域一般有部分重叠。但是用户数量和业务需求的地理分布并不均衡，单一的波束分配方式可能会造成带宽资源的浪费。跳波束技术是利用时间切片技术来有效分配波束的工作范围，从而提高卫星资源的使用效率，满足用户动态的业务需求，在未来面向6G的卫星网络中具有巨大的应用价值。卫星跳波束技术最大的挑战在于如何根据地面的业务需求，在特定的时隙中提供合适的带宽和功率。未来新一代星地融合通信系统将具备一定的星上处理

功能，卫星侧会根据地面用户的业务需求，不断调整波束的指向、频点、工作时隙、带宽以及功率等，从而有效提升整个系统的服务能力。

多波束技术

目前，由于通信卫星的信道特性，单颗卫星仅能为用户提供单流的通信能力，即SISO。为了进一步提高卫星通信系统的通信容量，在未来新一代星地融合通信系统中会考虑采用卫星多波束技术，增加卫星波束数量、降低波束宽度以提高正交子空间数量，在同一时间内支持更多用户的接入，提高系统的通信容量。多波束技术根据卫星的数量可以分为单星多波束技术和多星多波束技术。单星多波束技术是指单颗卫星通过多个点波束为用户提供数据服务，多个波束之间可以通过OFDM调制技术获得正交的时频资源并结合预编码技术抑制波束间的干扰，从而提升系统的吞吐量。多星多波束技术是指通过多颗卫星的多个单波束向用户提供数据服务。在低轨卫星通信系统中，由于卫星的高速移动，卫星与用户之间的相对位置也在快速变化。多颗卫星与用户之间

的相对位置变化，会破坏波束间的相关性，降低系统的吞吐量，解决这一问题还需要进一步开展相关研究。

星间链路技术

在新一代星地融合通信系统中，为进一步提升卫星网络的工作效率，将以同一轨道面及不同轨道面之间的卫星大规模组网，实现高、中、低轨卫星协同处理，以及卫星与地面融合作。由于激光链路具有大带宽、点波束等技术特点，卫星之间可以通过激光链路实现大容量、高速率、抗干扰性强的数据交换，从而提升卫星系统的性能。但由于激光链路的波束窄，容易造成接收卫星精确对准困难等问题，对卫星网络的拓扑结构带来极大的技术挑战。

结束语

星地融合网络作为未来6G网络的重要组成部分，将助力推动空天地一体化发展。目前国内外标准组织对于新一代星地融合通信的标准化工作还处于初期阶段，提出了愿景和需求，后续将开展关键技术研究以满足新一代的星地通信系统要求。📡



“卫星战”打响 国际通信运营商加速布局

■ 赛立信通信研究部 张曼琳

2023年8月29日，华为技术有限公司正式上架开售全球首款支持卫星通话的大众智能手机——HUAWEI Mate 60 Pro，售价6999元起。据了解，Mate 60 Pro的卫星通信功能依托于2016年发射的“天通一号”卫星系统实现，即使在没有地面网络信号的情况下，也可以支持用户轻松拨打、接听卫星电话，并自由编辑卫星消息，选择多条位置信息生成轨迹地图。这一技术突破可为应急救援、登山探险、海上联络及野外作业等特殊场景提供更可靠的通信方式。值得注意的是，“天通一号”通信卫星地面服务由中国电信负责，目前只有电信卡能够支持华为的卫星通话服务。

国内运营商卫星通话发展情况

中国电信率先开启“手机直连卫星”业务

中国电信早在2019年就与中国航天科技集团签署了战略合作协议，共同推进5G卫星网络建设。2020年1月10日，中国电信举办天通卫星业务发布会，正式面向社会各界提供天通卫星通信服务。中国电信官网资料显示，天通卫星业务是指基于中国自主开发的“天通一号”国产卫星，采用卫星移动通信专用号码（1740）作为用户业务号码，

通过卫星专用网元实现语音通话、短信发送、数据传输和相关增值业务等的通信服务。中国电信官网资费专区显示，天通卫星套餐主要根据语音和流量分为4个档次，其中语音套餐有两类，分别是月租100元套餐含60分钟卫星通话时长，年租1000元套餐含720分钟卫星通话时长；流量套餐分为300元/月享20M流量和3000元/年享240M流量，具体套餐情况见表1。另外，中国电信称天通卫星业务暂不提供数据能力，因此流量套餐暂不能订购。总体来看，由于受众群体相对有限，天通卫星套餐结构也设计得较为简单，再加上通信成本较高，该套餐定价比其他类型的套餐高。

为了拓展更多不同类型的用户，中国电信紧抓华为新机上市时机，采用差异化的营销策略满足用户的不同需求。中国电信于2023年9月8日正式上线了一项名为“手机直连卫星”的新服务，主打不换卡、不换号，只要是电信卡用户即可开通“手机直连卫星”服务。中国电信全国资费专区显示，该服务

主要聚焦语音功能，其中“直连卫星语音包”共3个档次，定价分别为200元、300元和500元，语音时长分别为50分钟、100分钟和200分钟，套餐有效期均为31天，见表2。值得注意的是，该语音包目前仅能在国内区域使用。针对不常使用卫星通信功能的用户，中国电信特别提供了“直连卫星功能包”，只需10元/月即可获得2分钟卫星通话时长，享受直连卫星功能，而且比“直连卫星语音包”多一项短信服务。另外，为了吸引更多用户使用，中国电信目前以体验包形式推出该服务，即年底前可免除每月10元的基础功能费。

中国电信表示，“手机直连卫星”业务是中国电信充分发挥“天通一号”卫星独家运营优势，支持地面4G、5G及“天通一号”卫星通信能力，实现“5G+卫星”融合通信的重要业务，覆盖区域广至中国全部领土和领海。可想而知，该服务为那些无信号覆盖的场景应用提供了重要帮助。

据了解，这不是中国电信第一次向

表1 2020年中国电信天通卫星业务资费情况

| 套餐类型 | 基本费 | 国内流量 | 国内通话 |
|-------|-------|------|-------|
| 语音月套餐 | 100元 | | 60分钟 |
| 语音年套餐 | 1000元 | | 720分钟 |
| 流量月套餐 | 300元 | 20M | |
| 流量年套餐 | 3000元 | 240M | |

资料来源：中国电信官网

表2 2023年中国电信“手机直连卫星”服务资费情况

| 销售品名称 | 资费 | 内容 |
|-------------------|-------|------------------------------------|
| 直连卫星功能包 (连续包月) | 10元/月 | 开通卫星语音, 包含2分钟主被叫国内通话时长与短信服务 |
| 直连卫星50分钟语音包 | 200元 | 直连卫星业务功能31天, 天通卫星网络下50分钟主被叫国内通话时长 |
| 直连卫星100分钟语音包 | 300元 | 直连卫星业务功能31天, 天通卫星网络下100分钟主被叫国内通话时长 |
| 直连卫星200分钟语音包 | 500元 | 直连卫星业务功能31天, 天通卫星网络下200分钟主被叫国内通话时长 |

资料来源: 中国电信官网

公众用户推出“不换卡不换号”的卫星通信服务套餐。在2022年5月17日“世界电信和信息社会日”, 中国电信曾发布一款名为“天地翼卡”的产品, 相关资费情况见表3。

两款产品区别在于前者不仅支持华为Mate 60 Pro, 还支持天通卫星电话, 而后者仅支持天通卫星功能的手机。但是, “天地翼卡”业务已于今年8月30日下线, 不再向用户提供线上订购方式。

中国移动和中国联通加速入局“卫星战”

2023年9月6日, 中国移动宣布携手中兴通讯、是德科技共同完成了国内首次运营商NR-NTN低轨卫星实验室模拟验证, 支持手机卫星宽带业务。据中国移动介绍, NTN(非地面网络)是3GPP在5G R17版本标准中制定的终端与卫星直接通信的技术, 而该次试验验证的是手机直连低轨卫星技术的可行性。另外, 中国移动还启动了总预算达1.4亿元的超级基站卫星网升级工程项目招标工作。“超级基站”是中国移动旗下用于灾害救援的专用设备, 该基站作为中介连接地面终端和卫星, 充当地面基站受灾失效时的关键救援角色。

另外, 早在2020年5月6日, 中国联通就面向政企人员发布了“沃星空”“沃星陆”“沃星海”三大品牌业务, 旨在为用户提供覆盖全时域、“空天地海”一体化的卫星互联网接入服务。

2021年, 中国联通与中国航天科工集团签署合作备忘录, 共同探索低轨道宽带卫星系统的应用场景和商业模式。

可以看到, 三大运营商早已开始布局卫星通信, 其中中国电信最早进入该领域, 也是最先向公众市场提供卫星通信服务的运营商。相比之下, 中国移动和中国联通在卫星通信方面进展较慢, 目前这两家运营商还没有推出针对普通用户的卫星通信套餐或产品。由此可见, 中国移动和中国联通在卫星通信领域的投入和布局还不够充分、及时, 需要加快步伐, 以免落后于市场需求和竞争对手。

国外运营商卫星通话发展情况

目前国外运营商卫星通话服务主要依赖专门的卫星通话终端, 而“手机直连卫星”服务仍在开发中, 市面尚未有成熟的套餐提供。但面对不断增长的“手机直连卫星”服务需求, 国外众多运营商及产业链企业不甘落后, 争相布局相关业务。

2022年8月, 太空探索技术公司(SpaceX)和T-Mobile联合宣布将推出

一项新的移动服务, 即SpaceX的第2代星链卫星将能够连接农村和偏远地区的用户, 预计将于2023年底提供短信服务以填补T-Mobile地面网络的覆盖缺口。

2022年10月, 美国卫星电信服务提供商Lynk Global宣布获得由美国联邦通信委员会(FCC)颁发的卫星通信服务商业许可证, 可以在全球范围内运营与手机兼容的星座, 提供“手机直连卫星”服务。

2022年11月, AST太空移动公司部署了测试版蓝色行者3(BlueWalker 3)试验卫星, 并计划开发一张全球网络, 实现智能手机直接利用卫星信号进行通信服务。目前, AST已与包括美国电话电报公司(AT&T)和沃达丰在内的多家移动网络运营商合作, 向其用户提供该项服务。

2023年5月10日, 美国电话电报公司向美国联邦通信委员会申请监管许可, 拟向AST太空移动公司租赁其陆基移动电话无线电频谱, 以便将智能手机直接连接到相关星座, 从而实现卫星移动通信服务。

结语

随着卫星通话业务进入公众市场, 卫星通信领域的竞争日趋激烈, 卫星通话的重要性也与日俱增, 尤其是在信号盲区。随着技术的进步, “手机直连卫星”成为了卫星通信领域的一个重要发展趋势, 运营商及各大厂商应密切关注这一趋势, 不断改进技术, 以满足用户对便捷、可靠卫星通信服务的需求。📡

表3 2022年中国电信“天地翼卡”资费情况

| 销售品名称 | 资费 | 国内语音 |
|---------|--------|-------|
| 天地一体套餐 | 399元/月 | 150分钟 |
| 天地翼卡加装包 | 100元/月 | 80分钟 |
| | 200元/月 | 200分钟 |
| 天地翼卡体验包 | 0元/月 | 100分钟 |

资料来源: 赛立信通信研究部根据网络信息整理

让每个人的手机 都有应急通信能力

■ 本刊记者 程琳琳

在天灾面前，卫星通信是人们对外联络的重要“生命线”。在2021年郑州、2023年北京暴雨灾害发生时，卫星通信在救援过程中承担了重要作用。然而，传统的卫星终端体积大、操作不便，不适合人们日常随身携带使用。

而今年华为Mate 60的发布让卫星通信走入了人们的日常生活，用手机就可以直接拨打卫星电话。中国电信卫星公司副总经理李屹寰近日在卫星应用大会上分享了对“手机直连卫星”未来发展的思考，“我们的目标是——让每个人的手机都有应急通信能力，筑牢应急救援‘生命线’。”

“手机直连卫星”意义重大

事实上，“手机直连卫星”一直是一个美好的设想，这样就可以让每部手机都具备应急通信能力。

“‘手机直连卫星’的想法并不是一时兴起，而是经过了深思熟虑和实践检验。”李屹寰称，一些特殊的自然灾害，比如2021年河南郑州的特大暴雨导致了地面通信网络的瘫痪或不稳定。在这种情况下，“手机直连卫星”就显得

非常重要。

近年来，我国在移动通信领域积极布局高速泛在、天地一体、云网融合的通信网络。

2008年，汶川地震救灾凸显出我国应急通信体系建设的不足，国家决定启动建设自主可控的卫星移动通信系统；2010年，“天通一号”卫星移动通信系统正式启动研制工作；2011年，系统正式批复立项；2016年，“天通一号”01星于8月6日在西昌发射入轨；2020年，“天通一号”02星于11月12日成功发射；2021年，“天通一号”03星于1月20日发射。

“天通一号”01星能够支持短信、语音甚至视频业务，卫星电话手持终端可拨打任意地面固定和移动电话；短消息可与地面公网移动通信终端互联互通；数据传输、互联网接入和视频回传速率可达到9.6kbit/s~384kbit/s。

“天通一号”02、03星充分继承01星的技术特点，并根据01星运营经验进行方案优化。目前“天通一号”3颗卫星在轨服务，实现了亚太区域覆盖。正是这3颗卫星支持了Mate 60的卫星通话功能。

“我们曾参与过郑州暴雨救援，用天通卫星电话对外求援，保证了医院ICU病人的生命安全。这些经历让我们深刻感受到，‘手机直连卫星’功能是一种‘保底’通信手段，可以为大众安全多提供一重保障。”李屹寰讲道。

“手机直连卫星”的三种方式

我国通过天通卫星实现卫星通信，那么马斯克的星链又如何实现卫星通信呢？这就要提到“手机直连卫星”业务的三大技术路线。

路线一：双模终端

利用已建成的卫星移动通信系统（采用现有卫星通信技术体制），通过芯片小型化、射频天线优化等技术，在手机中增加传统卫星通信终端的通信功能，使手机成为地面移动通信和卫星移动通信的双模终端。

实现双模终端通信需要“双向奔赴”。“双模终端接入路线需要在终端侧和网络侧开展相应的技术攻关。”李屹寰讲道，终端侧需要实现芯片小型化、射频天线优化、终端结构优化；网

络侧需要信源编码优化、空口传输优化、速率自适应、资源调度优化等。例如,通过芯片、终端、天线、网络、业务平台、卫星系统等全产业链各方联合创新,华为Mate 60在全球率先实现了手机拨打卫星电话的功能。

路线二: 基站上卫星(存量终端手机直连)

卫星通信运营企业与地面运营商进行商业合作,复用现有4G/5G移动业务频率,将基站搬到距离地面几百千米的太空,实现“手机直连卫星”能力。

“这种方式的主要技术挑战是大面积天线阵列。”李屹寰讲道,需要增加天线增益,满足存量终端直连卫星的链路需求;以波束赋形技术满足地面移动通信网兼容共用的需求。除此之外,还需要解决多普勒频移以及时延补偿等问题。

目前Starlink、BlueBird、Lynk Tower等在尝试该方案,国内也有部分公司在进行技术储备。

路线三: 3GPP NTN

此技术路线可细分为两类:一是利用已建成卫星移动通信系统的透明转发通道,将协议升级为3GPP NR NTN或IoT NTN路线;二是通过整个端到端系统设计,采用基于5G NTN及其演进技术体制、支持手机直连业务的星地融合技术路线。手机可接入未来符合3GPP NTN的5G/6G网络,不兼容现有卫星系统。

目前尝试该方案的企业有海事卫星、Ominispace、中国电信、中国移动和中国联通。

各国“手机直连卫星”方案的差异及原因

近日,马斯克旗下的SpaceX公司宣布了一个重磅消息:他们的星链项目

将推出“手机直连卫星”业务,让普通的LTE手机通过低轨卫星实现卫星通信。目前SpaceX已与几家运营商达成合作,包括美国的T-Mobile等。为什么美国选择“基站上星”的路线?主要原因有以下三个。

一是网络基础和市场空间区别。

我国与美国的地面网络基础不同。截至2022年底,我国地面移动基站站址约300万个,建成基站超1000万个,地面移动网和宽带已覆盖现有行政村。而在与中国相近的国土面积上,美国只有近60万个地面移动基站站址,在用户密度较低的区域,地面移动网络覆盖不佳。

同时,我国地面宽带基础设施覆盖水平远远优于美国。美国宽带光纤网络及移动基站覆盖能力不足,导致其部分区域宽带和移动通信潜在需求得不到满足。宽带业务正是Starlink首先提供的核心业务,“手机直连卫星”业务是Starlink系统宽带业务的扩展。

二是业务使用场景不同。

美国、加拿大、澳大利亚等国地广人稀,地面网络覆盖偏弱,存在有常住人口区域无通信信号覆盖的情况,因此“基站上星”可以满足该地区用户长期且稳定的使用需求,包括短信、语音和数据业务。

我国“手机直连卫星”应用旨在满足人们野外作业、户外运动和探险、灾害应急救援,以及重要通信用户在无地面通信网支持时的使用需求,以短信、语音业务为主。

三是卫星产业链基础能力。

SpaceX在大容量商业发射、低成本商业发射、卫星载荷及整星研制能力等方面有较好基础,这也是马斯克构建庞大低轨卫星系统的重要保障。

此外,美国政府还出台政策支持卫星弥补地面网络覆盖不足的问题。FCC

在2023年4月12日提出了一份关于“单一网络未来:太空补充覆盖”的制定草案规则,旨在通过提出太空补充覆盖(SCS)的新监管框架,促进卫星和地面通信网络的融合。与地面服务提供商合作的卫星运营商将获得FCC授权,并将分配给地面通信业务使用的频谱灵活应用于卫星业务。这一举措将使地面运营商的用户在偏远、未服务和不足的地区获得通信服务,并加强应急通信的可用性。

我国目前也在积极研发和储备“基站上星”的相关能力,相信不久的将来也可以提供所有手机终端直连卫星的能力。

未来普及还将面临更多挑战

总而言之,华为Mate 60在“手机直连卫星”方面迈出了非常宝贵的一步。现在,“手机直连卫星”已经成为了一种新型通信方式,但“手机直连卫星”的普及还面临诸多挑战。

由于卫星容量有限,因此大规模普及还需解决并发量过大的问题,避免在灾害发生后,大量用户拨打应急电话导致系统瘫痪等事件发生。

“未来,我们还有很多工作要做,比如提供更多、更好、更便宜的终端产品,让更多的用户能够买得起、用得上;提高卫星网络的性能和容量,让用户能够享受更快、更稳定、更丰富的卫星通信服务;实现天地一体、无缝切换的网络体验,让用户无论走到哪里都能畅通无阻。”李屹寰讲道。

未来,“手机直连卫星”技术和应用的发展还需要全产业链继续高度协同配合,卫星研制方、通信运营方、手机厂商、通信设备研制方、芯片制造方等通力合作,让每个人的手机都有直连卫星的能力。📡

基于3GPP NTN的天地一体技术与产业发展研究

■ 中国移动研究院 邓伟

我国正加快建设高速泛在、天地一体、云网融合、智能敏捷、绿色低碳、安全可控的智能化综合性数字信息基础设施。天地一体是5G-A (5G-Advanced)及6G的核心技术之一,目标是支持终端融合一体、连接全球“无缝”的信息服务能力,最终实现卫星和地面网络在技术、标准、产业和应用的全方位融合,构建“空天地海”一体化通信系统,面向偏远地区、荒漠、海洋、天空等全域立体空间实现“泛在连接”,提供大众手机、行业终端直连卫星以及各类应急救援保障等“泛在”场景服务。

长期以来,卫星和地面移动通信作为两个产业链独立发展。近年来,随着泛在宽带通信需求和天地一体通信技术的演进,卫星与地面移动通信产业生态系统逐步走向融合。3GPP NTN(非地面网络)是通过对5G空口协议进行增强以适应卫星场景的技术,是地面蜂窝产业向卫星产业的主动融合,是天地一体化演进的重要方向。

3GPP NTN标准化进程

3GPP标准组织在Release 14标准的研究立项报告中,明确提出要将卫星通信融合到地面通信网络中。在Release 15阶段,3GPP开始对NTN进行立项研究,形成包含卫星接入网协

议、架构评估、信道模型、应用场景以及对当前NR协议影响等技术研究报告。在Release 16阶段,3GPP进一步在随机接入、上下行时频同步、调度、移动性、接口及架构等方面对NTN进行了深入的分析研究。

在Release 17阶段,3GPP于2022年6月形成第一版透明转发模式下的融合技术规范,针对卫星通信场景传播距离远、移动速度快、覆盖范围广等特性进行了空口适应性增强协议设计,基本具备端到端通信能力。

3GPP NTN技术详解

由于卫星通信场景具有传播距离远、移动速度快、覆盖范围广等特点,现有地面移动通信协议和设备无法直接应用到卫星通信场景。3GPP NTN Release 17开展地面蜂窝协议用于卫星通信场景的优化设计,对时频同步、时序增强、调度增强、连接态及空闲态移动性管理等进行了协议优化,完成了

卫星透明转发模式下的通信协议设计,目前低频段(如L、S频段)已基本具备手持终端直连卫星的可行性。

网络架构

3GPP NTN根据卫星上载荷能力提出透明转发和星上再生两种典型模式。透明转发模式是指卫星在通信服务中不会对信号、波形等进行处理,仅作为射频放大器对数据进行转发;星上再生模式是指卫星除了射频放大外,还具有调制/解调、编码/解码、交换、路由等处理能力。基于再生模式的卫星,又可进一步细分为基站部分功能(DU)上星和基站全部功能(CU+DU)上星两种,在这种模式下,卫星之间可通过星间链路(Inter-satellite link, ISL)进行星间信息交互。

1.透明转发架构

在透明转发架构下,基站位于地面,卫星在UE(用户体验)与基站间起到弯管透明转发的功能,且不影响5G传输协议及体制。如图1所示,UE基于5G

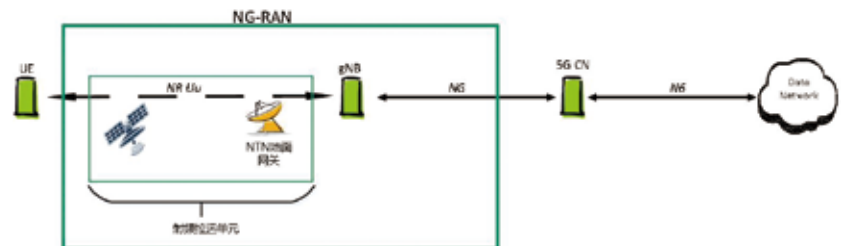


图1 NTN透明转发网络架构

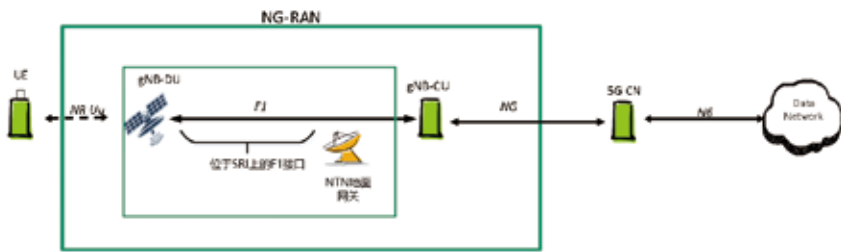


图2 NTN星上再生网络架构——基站部分功能上星

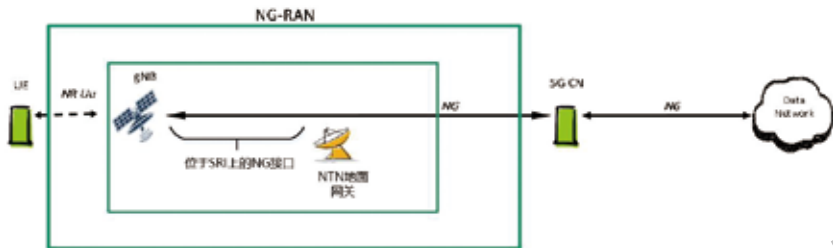


图3 NTN星上再生网络架构——基站全部功能上星

NR无线接口经由卫星、地面网关接入5G网络，与地面核心网间的数据交互和地面移动通信系统一致。透明转发架构由于星上无处理能力，因此可基于存量卫星进行网络部署；基站位于地面，实现难度较低，因此技术相对成熟。

2.星上再生架构

在星上再生架构下，基站部分或全部功能上星（如图2、图3所示），基站F1接口或基站与核心网NG接口位于卫星到网关间的无线空口上。星上再生架构可通过星间链路实现星间协作，从而降低实际部署所需的地面网关数量，但这种模式需要增加星上处理能力，对卫星载荷设计要求较高。

接入关键技术

1.频域同步

卫星高速运动带来的大频偏远超传统终端的频偏纠正能力，现有终端频偏补偿方案难以适配卫星通信场景，因此终端很难获得频域同步。

针对此问题，馈电链路的上下行多普勒频偏可以由网络侧基于卫星星历信息自行补偿且对UE透明；服务链路下行频偏校正主要依赖终端自行搜

频，而对于服务链路的上行频偏，由于3GPP NTN Release 17在新增SIB19广播消息中可以下发卫星星历信息，具备GNSS能力的UE可以计算出二者的相对速度及位置关系，从而估计出服务链路的多普勒频偏并进行上行频偏预补偿，保证上行频域同步。

2.时域同步

卫星的高速移动使得UE和基站间的传播距离处于快速变化的状态，现有时域同步方案无法适应卫星大时延、快变化的场景需求。

针对此问题，3GPP NTN Release 17在原有地面蜂窝通信协议中基站下发TA调整指示给UE的基础上，引入以卫星为分界点，将UE到参考点的全链路TA

分为两段并分别进行补偿。该方案：UE到卫星的服务链路TA (UE-specific TA) 由UE基于自身GNSS信息

以及卫星星历信息计算，卫星到参考点的馈电链路TA (Common TA) 由网络侧在新增SIB19广播消息中下发Common TA相关参数给UE计算，此时全链路完整TA为服务链路TA与馈电链路TA之和，由UE统一补偿并上报（如图4所示）。

3GPP NTN Release 17规定，参考点位于卫星与地面基站之间的馈电链路上，具体位置选取基于基站实现。对于参考点至基站的时偏，基站自行处理。

3.时序关系增强

卫星链路的传播时延大小取决于卫星轨道高度以及载荷类型，通常为几十到几百毫秒，但超大的传播时延会超出原有时序规则的限定范围，造成严重的上下行冲突。

针对此问题，3GPP NTN Release 17在新增SIB19广播消息中下发小区级偏移量 (Cell-specific K_{offset})，用于调整初始接入过程中的上下行交互定时关系，解决大尺度传播时延带来的数据传输时序问题。通常情况下，小区级偏移量为满足小区内所有用户初始接入所需时序偏移量的最大值，为满足终端性能要求，3GPP NTN Release 17也支持RRC连接态下通过专用RRC信令或MAC CE进行UE专用偏移量 (UE-specific K_{offset}) 配置更新。

4.HARQ增强

卫星通信链路数据传输时延远远

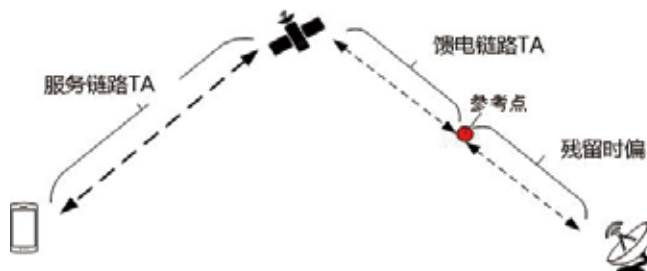


图4 NTN架构下端到端全链路TA分段方式

大于传统地面蜂窝移动通信,使得现有 HARQ 进程数不足,而沿用现有 HARQ 反馈机制也会加剧大时延问题,影响系统整体性能。针对此问题,3GPP NTN Release 17 引入了 HARQ 反馈激活/去激活机制,并将 HARQ 进程数扩展至 32 个,有效缓解大尺度时延对数据传输的影响。

移动性关键技术

卫星网络远近效应不明显,存在测量失效的风险,同时考虑到卫星快速移动给切换带来的挑战,现有基于信号强度测量结果(例如 RSRP 与 RSRQ)的切换方式难以满足需求。针对此问题,3GPP NTN Release 17 引入了基于时间/计时器的条件切换和基于位置信息的条件切换两种切换方式。

1. 基于时间/计时器的条件切换方式

3GPP NTN Release 17 支持在新增 SIB19 广播消息中广播当前卫星停止服务时间,UE 基于卫星星历信息计算并判断当前服务卫星剩余服务时间是否满足基于时间/计时器的切换判决条件,若满足则执行条件切换。

2. 基于位置信息的条件切换方式

UE 基于自身 GNSS 信息和卫星星历信息计算并判断自己与卫星的距离或者自身与小区参考位置间的距离是否满足基于位置信息的切换判决条件,若满

足则执行条件切换。目前 3GPP NTN Release 17 支持以小区中心作为小区参考位置。

在现阶段 NTN Release 18 的研究中,在 Release 17 基础上围绕覆盖增强、10GHz 以上高频段、网络验证 UE 位置以及星地移动性等方面进行针对性增强,预计 2023 年底完成相关标准制定。后续 Release 19、Release 20 也将持续增强星上再生模式、无 GNSS 能力 UE 接入、多轨协同等方面的能力,卫星通信潜力巨大。

3GPP NTN 助力“手机直连卫星”

天地一体化目标是支持终端融合一体、连接全球“无缝”的信息服务能力,实现连接泛在、场景泛在的立体式全场景融合新服务。作为天地一体化的主要应用,“手机直连卫星”是当前产业的重点研究方向。

“手机直连卫星”技术分为三类,即传统卫星技术、支持存量手机的网络改造技术和 3GPP NTN 技术。

传统卫星技术(如华为 Mate 60 Pro、华为 Mate 50、iPhone 14)使用存量卫星技术与资源,通过终端侧 5G、卫星双模芯片集成方式,使手机支持卫星通信,具备技术成熟与可快速商用等优点。但传统卫星协议私有、产业封闭、在

轨升级难度大等问题限制了“手机直连卫星”业务的演进性与可持续性发展。

支持存量手机的网络改造技术(如星链与 T-mobile、AST)的终端使用 4G/5G 地面通信协议,对基站进行非标准化定制、增强,可以使存量 4G/5G 终端直连卫星,但对卫星及天线能力要求高,技术难度大,目前国内技术尚不成熟。

3GPP NTN 技术的路线明确、发展潜力大,可支持宽窄带、高中低轨等各类丰富业务场景,应用范围广泛,星地产业链可完全复用,相较于其他两种手机直连技术,优势比较明显。

面向基于 3GPP NTN 技术的“手机直连卫星”,全球产业界高度关注并积极开展技术布局。泰雷兹、高通、爱立信启动 5G 太空项目,利用低轨卫星开展 5G NTN 试验;西班牙公司 Sateliot 成功完成基于 NTN Release 17 标准的 IoT NTN 测试,并获得欧洲航天局认可;中兴等网络设备厂商以及 MTK、高通、展锐、vivo、OPPO 等终端和芯片厂商也相继完成 NTN 样品研制,助力产业生态发展。

在手机直连高轨卫星领域,中国移动于 2022 年 8 月完成全球首个运营商 5G NTN 技术外场验证,支持双向语音对讲和文字消息传输,全面验证手机直连高轨卫星的落地能力,有力提振了产业信心(见图 5)。随后,中国电信也完成全球



图5 中国移动完成全球首个运营商5G NTN技术外场验证

首次S频段5G NTN技术外场上星实测验证。

由于“手机直连卫星”的业务速率、时延等性能指标与轨道高度密切相关，因此低轨卫星相对高轨卫星在系统容量、用户速率、业务时延等方面具有较大优势，是未来“手机直连卫星”的发展方向。在手机直连低轨卫星领域，中国移动于2023年9月完成国内首次运营商NR NTN低轨卫星宽带业务实验室验证，全面验证

手机直连低轨宽带卫星的通信能力，对促进NTN技术的全面演进以及产业链的发展具有重要意义(见图6)。

天地一体化未来技术挑战及攻关方向

3GPP NTN技术奠定了星地融合的起点和基础，但真正实现天地一体还面临诸多挑战。中国移动以架构、空口、频率、多轨四大融合关键技术为基础构建天地一体化技术体系，协同产业持续开展技术攻关，推动卫星和地面全方位融合，加速天地一体产业发展进程。

在架构融合方面，攻关动态协同和分布式处理技术，打造高效、“无缝”的一体化网络架构。针对星地网络异构且差异大、卫星网络拓扑高速动态变化、单星能力受限等挑战，需开展一体化网络架构设计，实现星地覆盖、资源、调度等高效协同，最大化网络效率并降低网络成本，同时保障用户无感知的星地切换能力和业务连续性体验。

在空口融合方面，攻关卫星载荷受限难题，统一设计既兼顾星地差异又最小化卫星实现复杂度的空口技术。为使

全面验证手机直连低轨宽带卫星能力，支持手机卫星宽带业务

- ✓ 突破**超大频偏补偿、高动态环境下时序调整**两大挑战
- ✓ **兼顾透明转发、星上再生两种组网模式**的一大亮点

- 单用户峰值速率
 - DL 5.1Mbit/s @5MHz
 - UL 600Kbit/s
- 最大多普勒频偏补偿
 - DL 1.03MHz UL 835.2kHz
- 环回时延及定时提前量15~8.8ms



图6 中国移动完成国内首次运营商NR NTN低轨卫星宽带业务实验室验证

卫星通信能够最大化共享地面蜂窝网络大规模产业基础，天地一体应使卫星空口与地面蜂窝网络共用技术体系和框架，兼顾卫星和地面传输的差异性，形成统一空口协议。针对星地信道环境差异大、网络拓扑高速动态变化、卫星平台能力受限、手机一体化设计等空口设计难题，需在天线、波形、双工模式、多址方式、星地传输、移动性管理、快速接入及资源管理等物理层和高层技术上持续攻关。

在频率融合方面，攻关干扰难题，提升天地一体频谱使用效率。现阶段低频段资源紧张、卫星频谱资源利用率相对不高，星地频率融合有利于提升卫星和地面网络的联合频谱利用率，增强卫星容量，更好地支持“手机直连卫星”应用。频率融合技术的关键是解决星地频率干扰问题，涉及频谱感知、干扰规避和抑制、频谱资源分配等多项技术，亟待产业界共同攻克技术难题。

在多轨融合方面，攻关分层协作难题，实现多轨一体，提升全局性能和建设效率。着眼未来，考虑打破传统低、中、高轨卫星网络独立发展的模式，推动实现多轨异构混合星座组网，有效利

用高、中轨星座网络拓扑简单稳定、覆盖能力强等优势，降低组网、星间链路建立的复杂度以及测控难题，进一步提升天地一体网络的全局系统性能，降低网络建设成本。

结语

基于3GPP NTN技术的“手机直连卫星”是卫星和地面蜂窝移动通信融合的契机，可以促进卫星和地面蜂窝移动通信产业在协议标准、软件硬件、用户规模、产业生态等方面充分实现共享融合，构建一个全新的生态系统。应充分利用我国5G地面移动通信网络在网络建设、核心技术和产业能力方面的全球领先优势，构筑“以天补地、以地强天”的5G天地一体产业技术能力图谱，走出我国快速建设低轨卫星互联网的新路径。天地一体是一个非常复杂的系统工程，成功的关键在于跨领域、跨环节、各方深度协同和开放创新，中国移动愿与产业合作伙伴携手共筑天地一体数字信息基础设施，共创“网络无所不达、算力无所不在、智力无所不及”的美好未来。📶



中国联通周晶：加速发展卫星通信 持续推进5G NTN技术攻关

■ 本刊编辑部 孙天

NTN是3GPP在R17阶段制定的基于新空口技术的终端与卫星直接通信的技术。NTN是地面蜂窝通信技术的重要补充，利用卫星通信网络与地面5G网络的融合，可以不受地形地貌的限制提供无处不在的网络覆盖能力，连通“空天地海”多维空间，形成一体化的泛在接入网络，使能全场景按需接入。5G NTN的出现标志着地面蜂窝网络开始接入卫星通信。

尤其近年来，终端厂商推出支持卫星通信的产品，引爆了资本市场对卫星通信的关注。为全面了解国内外卫星通信的产业发展情况、技术演进趋势、面临的挑战以及运营商布局，通信世界全媒体采访了中国联通研究院泛终端研究中心总监周晶。她表示：“我国积极布局卫星通信技术，这是适应未来技术演进、应

对大国科技博弈的必然选择。从技术上看，天地一体是未来网络的演进趋势，国外已经提前布局，低轨巨型通信卫星星座的发展领先于我国。从产业上看，我国在卫星制造、卫星发射、商业卫星资源等卫星产业的多个方面均落后于美国，急需加速追赶，以应对未来竞争。”

5G NTN具有巨大的市场 潜力和广阔的应用场景

随着生活水平的提高，人们对通信质量有了更高的追求，逐渐对卫星通信有了明确的需求，尤其在人烟稀少的区域。从国家层面来看，我国已逐步建成一个立体的通信网络，包括地面移动通信、卫星通信等。

不论是从市场角度看，还是从技术角度看，5G NTN都有很好的发展前

景。5G NTN市场是基于下一代网络技术的新兴市场，随着5G技术的不断发展和普及，5G NTN市场有望在未来几年内实现快速增长。

5G NTN能够推动天地一体融合通信的进一步发展，预计到2030年市场规模可达千亿元以上。周晶表示，5G NTN通信在车联网、泛在低空网联、运营商“出海”、应急救援、大型交通工具宽带通信、海洋覆盖、偏远陆地覆盖等场景具有广阔的应用前景。预计到2030年，市场规模可达1280亿元以上。同时，5G NTN的发展将推动卫星产业链和地面通信产业链在卫星生产、芯片制造、设备设计等方面实现星地产业融合共享，进一步加快星地融合通信的发展。

从技术发展演进来看，越来越多的

行业和应用领域需要基于5G网络的新兴技术发展,如物联网、智能制造、智慧城市等。随着应用场景不断丰富,5G NTN技术也在不断演进和优化。

在谈到5G NTN技术的发展趋势时,周晶表示:“5G NTN有IoT NTN和NR NTN两个技术方向,NR NTN目标是提供移动宽带服务;IoT NTN目标是提供窄带低速物联网服务,通过卫星网络扩展物联网连接。IoT NTN将极大扩展物联网设备的部署范围,满足偏远地区监测、远洋运输跟踪、荒野交通等场景的物联网连接需求,极大丰富物联网的应用场景。”

中国联通已在卫星通信领域开展多项测试和研究

作为信息通信基础设施的提供者,运营商已在先进通信技术领域抢先开展技术攻关。

周晶表示,中国联通在卫星通信领域积极进行技术积累,以现有卫星资源和技术能力为基础,开展了一系列技术试验。自2020年以来,中国联通已开展星地融合频率研究、多轨道多链路“卫星+5G”网络融合技术研究、星地融合物联网研究和应用、“5G+卫星互联网”网络融合研究和应用、面向6G的空天地网络泛在业务研究等一系列技术研究和试验。

在天地融合标准研究方面,中国联通积极布局,尤其是在ITU-T星地融合领域主导牵头制定了星地融合策略控制、QoS、网络切片以及FSO激光(地面应用)等关键国际标准,为卫星通信技术研究和标准体系构建奠定了基础。CCSA TC5和TC12等标准组织已开展星地融合MEC、切片、QoS等标准的研究。

随着通信技术标准的演进,后续NTN标准将继续在空口增强、星地业务连续性、QoS保障、核心网上星、天

地融合组网等涉及共存和协同部署的技术上进一步发展。而面对未来技术演进,周晶指出,中国联通将坚持做好以下两方面工作。

一是持续推进基础研究与应用技术攻关。加强在ITU、3GPP、CCSA等国内外标准组织的标准工作布局;依托地面网络优势,面向天基网络建设的地面部分需求,在信关站、核心网、IT系统、互通网关等方面提供地面基础设施技术研究支撑;基于应用融合发展,构建典型的行业应用解决方案,包括宽带通信、海洋覆盖、偏远陆地覆盖、应急救援等对低轨卫星通信有着刚性需求的应用场景。

二是布局高水平科技设施和研发平台。建立高效能研发投入与保障体系,加强生态合作构建,推动科研成果转化;构建生态合作阵地,形成合作“孵化田”;促进创新链和产业链精准对接,加快科研成果从样品到产品再到商品的转化;推动重大原创成果和关键技术突破转化为先进生产力。

我国积极推进5G NTN,但存在多方挑战

当前阶段,我国企业和研究机构积极开发和推广5G NTN技术。周晶表示,我国在标准、技术试验、产品等多方面取得了一定成就。

在标准方面,5G NTN R17标准已经冻结,确定了基于透明转发架构的LEO\GEO卫星通信在空口协议、物理层过程、频谱使用等方面的技术标准。5G NTN R18版本的研究课题也基本确定,将在NTN增强、再生模式架构、NTN频率向FR2频率扩展等方面开展研究。

在技术试验方面,我国的主要运营商、网络设备商、芯片厂商已联合开展多次IoT NTN的技术验证,完成了端

到端的协议流程、业务流程等验证,国外的高通、泰雷兹、爱立信也开展了NR NTN的技术验证。

在产品方面,主要芯片厂商和网络设备商已推出支持IoT NTN的芯片和基站产品。

虽然5G NTN得到了国家的政策支持并有着广阔的市场前景,但仍面临多方面挑战。一是NTN尚处于技术研究期,存在多个技术难点,如高时延、较大的多普勒频偏、波束管理、HARQ设计、天线设计等。二是“手机直连卫星”的频率资源问题,频率一直是稀缺资源,规划新资源十分困难,而借用地面蜂窝网络的频率资源,又面临频率政策限制以及解决干扰的问题。三是天地融合运营新模式的挑战,“手机直连卫星”的天地融合业务模式,面临地面运营商和卫星运营商间的运营权责划分、收益分成、地面运营商是否需要FSS和MSS资质等新问题,需要构建新的业务运营模式,探索未来天地业务可持续运营方式。四是卫星制造和发射成本较高,低轨巨型卫星星座的建设成本较高,严重制约卫星通信的规模化应用。为了应对这些挑战,产业各方应在技术、标准、产业链融合、运营模式等方面通力合作,积极破解5G NTN发展的各种难题。

未来,5G NTN技术将迎来更广阔的发展空间和更丰富的应用场景。周晶认为:“5G NTN推动天地一体融合通信进入新的技术演进阶段。天地一体是未来网络发展的重要目标,是移动通信和卫星通信融合发展的必然趋势。随着技术的发展和需求的深化,未来天地一体将在网络、业务、终端、资源、管理等方面深度融合,构建‘空天地海’全域覆盖、网元按需分布式部署、用户一致性服务体验的立体网络,从而推动社会生活的深度变革。”



星地融合, 未来可期

■ 本刊记者 程琳琳

危楼高百尺, 手可摘星辰。自古以来人们对星空充满了想象。经过千余年科技的发展, “摘星辰”的梦想虽然依旧遥远, 但是天地一体的通信却变成了现实。

在业务需求和技术发展的双重驱动下, 卫星通信、空间通信与地面通信相互融合, 一体化发展的思路被广泛关注。卫星通信与地面通信融合发展将极大地提升人类在极端环境下的通信能力, 为人们的生命财产安全保驾护航。

卫星通信是未来网络的必然演进方向

近些年, 地面蜂窝通信技术蓬勃发展, 从4G改变生活, 到5G改变社会, 地面移动通信发展取得丰硕成果。但受限于建设难度和建设成本, 全球仍有25%的人口(约20亿人)未接入互联网, 仍

有80%的陆地和95%以上的海洋未被移动通信网络覆盖, 尤其是沙漠、山地、海洋等区域, 地面蜂窝通信覆盖难度大、成本高。

卫星通信具有覆盖范围广、不受地理环境限制等优点, 可在偏远地区对地面蜂窝通信网络进行补充。我国领土、领海面积广阔, 地理环境复杂, 在偏远山区、沙漠、海洋等区域建设基站成本过高; 而卫星通信能够作为地面通信的有效延伸, 提供全天候的通信服务, 满足人们的信息交互需求。除满足日常的通信需求外, 卫星通信还能作为紧急救援提供通信支持, 即便在地面通信设施被破坏或中断的情况下, 也能及时提供有效的通信手段。

卫星通信是未来网络的必然演进方向, 发展卫星通信能够促进天地一体、万物互联。据工信部统计, 我国已

建成全球规模最大、技术领先的5G网络。然而, 发展卫星通信依然迫在眉睫。无论是轨道资源还是频谱资源, 在ITU“先到先得”的规则下, 我国需要迅速抢占卫星资源。与此同时, 新一代卫星移动通信系统正在由窄带话音向宽带话音及数据传输发展, 从管道服务向移动互联网和移动物联网演进, 加速了我国布局卫星互联网的步伐。

今年我国产业界也在探索卫星通信的大众消费场景方面做出了有益的尝试。“长期以来卫星通信领域发展最大的瓶颈是用户太少, 很多星座发展了几十年, 也无非是百万级的用户, 最多的也就千万级的用户。”NI亚太区商业航天业务负责人刘金龙对记者讲道, 没有用户和使用场景, 就没有动力迭代技术。今年华为给大众普及了手机直连功能, 虽然是短报文和语音功能, 但实质

性地走进了大众消费领域，可能使用户市场出现数量级的飞跃，这就有了无限的想象空间，为技术和产业发展提供了强大的支撑。

手机直连是卫星互联网拓展大众市场应用的基础，据美国北方天空研究所2022年预计，未来10年手机直连市场规模约为668亿美元。卫星物联网还具有广阔的市场空间，据ABI Research宣称，到2024年将有2400万个物联网设备通过卫星连接。麦肯锡公司预测，天基物联网的产值在2025年可达5600亿至8500亿美元。

“卫星互联网产业链涉及诸多领域，对于上游产业链来说，将带动低成本相控阵芯片等原材料、电子元器件发展；对于中游产业链而言，将促进大规模、低成本的卫星制造和卫星发射技术发展，改变传统航天产业模式；对于产业链下游来说，将大大促进应急、海洋、无人驾驶等垂直行业的信息化发展。”广州爱浦路网络技术有限公司卫星与6G事业部总经理连全斌博士讲道。

5G NTN即将迎来产业爆发期

5G NTN(non-terrestrial network, 非地面网络)标准总体演进趋势是实现地面移动通信网络和卫星互联网融合，构建天地一体化信息网络。通过NTN技术能够将地面基站与卫星结合起来，并完全融合在一起，这带来了巨大的想象空间，也打通了5G和卫星通信原本两个完全独立发展技术间的壁垒。

3GPP在制定5G R15标准时，就提出了NTN概念并开展了NTN研究项目，定义了NTN部署场景和相关系统参数，确定了需进一步评估的关键领域。R16标准研究并确定了NR支持NTN应用的基础功能，同时对3GPP技术规范组RAN的研究内容给出了具体建议。R17

启动了NTN物联网场景研究，并于2022年6月冻结。目前，R18正在开展对物联网NTN增强管理和适用于NR的NTN网络的进一步研究。相关企业也基于5G NTN开展了全方位的研发和测试工作。

随着5G NTN关键技术突破、3GPP标准完善以及国内产业链的发展壮大，未来几年5G NTN产业将迎来爆发式发展。未来5G NTN将朝着星地协同的方向发展，提供无感知一致服务，实现卫星与地面通信网络的业务融合、空口融合、网络架构融合、管理融合、频率融合、平台融合和终端融合。地面网络与非地面网络也将融合为一张网，形成具有大时空尺度的多层异构融合网络。星地融合，未来可期。

星地融合通信网络是一个星地立体通信网络。面对卫星通信链路时延长、网络拓扑高速动态变化等技术挑战，中信科移动突破了多项关键技术，研制出符合3GPP R17 NTN国际标准的原型设备以及整体解决方案。通过持续在轨测试，实现了现阶段卫星网络和地面网络的互联互通，取得了5G NTN技术的重大试验突破。

芯片是卫星通信的重要环节，作为世界领先的平台型芯片设计企业，紫光展锐在5G NTN标准化研究、业务验证和产品开发上持续发力。截至今年初，紫光展锐已完成全球首次L频段、S频段5G NTN技术上星验证。紫光展锐发布的首款5G NTN卫星通信芯片V8821，其单芯片平台上集成了基带、射频、电源管理、存储等通信设备常用功能。这些技术优势所带来的功耗低、面积小以及可靠性高等特性，使V8821能够支持不同终端类型在各个垂直领域实现持续畅通的连接应用。

空间融合信息网络具有规模庞大、结构复杂、网络高度动态、异构、链接不稳定等特点，存在大量技术挑战，因

此在实施建设前，需要在半实物仿真平台的基础上通过实验验证测试网络架构、性能、技术难点、兼容性等。

NI提供通用的自动化测试、测量和分析解决方案，开放的软件平台和模块化的硬件以及在测试测量领域软件定义的理念，广泛应用在电子类的工业领域，包括通信和卫星，并在本地形成了基于NI平台开发的技术生态。基于NI软件无线电平台，可以模拟信关站、星地信道、用户终端等，支持验证卫星、飞机、高空平台等网络动态接入，以及物理资源高效调度等物理层解决方案；为相关上层实验提供参数、要素的支撑，并将相关技术纳入仿真平台，开展集成演示验证；支撑预研类科研项目，如5G NR通信体制在NTN网络中的性能、星载相控阵天线数字波束成形预编码算法验证等。

爱浦路一直专注于移动核心网的技术和产品研发，重点布局5G NTN核心网（包括地基卫星核心网、星载轻量化卫星核心网）和天地一体化网络仿真平台的研发工作。爱浦路早在2019年就开始了卫星核心网的研发工作，先后为多个商业航天项目提供卫星核心网产品，在国内率先开发出星载UPF网元。目前星载UPF网元已经在地面完成与卫星的联调测试，即将开展在轨卫星测试。

针对我国在天地一体化网络领域的软件仿真需求，爱浦路开发出了业界首个能实现对天地一体化网络端到端系统建模仿真的软件平台，该平台将卫星星座仿真（以STK软件为代表）和网络仿真（以OPNET软件为代表）功能无缝融合，可实现天地一体化信息网络端到端全景模拟仿真。除了软件虚拟仿真功能外，平台还具备接入实体基站、终端等实物设备能力，可根据不同场景的需要构建虚实结合的天地一体化网络数字孪生仿真系统。📶



聚力新型工业化

编者按

当前，新一轮科技革命和产业变革深入发展，产业结构和布局深度调整，我国正处于由“制造大国”迈向“制造强国”的关键时期。作为新发展理念在工业领域的生动实践，新型工业化正重塑中国工业形态，推动工业迈向高质量发展的新阶段。为展现新时代下，我国在工业领域的现代化成果，本刊特增加“聚力新型工业化”常设栏目，以充分展示产业界在新型工业化领域的探索实践。

工业互联网平台 或构建城市间沟通的“数字桥梁”

■ 中国工业互联网研究院 罗盈盈 吴文昊 顾维玺

“工业互联网创新发展战略”实施五年以来，工业互联网平台已在“百城万企”落地，但也应看到，不同城市间工业互联网赋能水平存在巨大差异。如北京、深圳、青岛等城市因布局早、基础好等先发优势，规模质量效应凸显。惠州、临沂等城市则受限于地理位置、产业基础条件等诸多客观因素，不能及时享受“技术红利”，亟需围绕基础“短板”和新兴领域，推动技术创新迭代。工业互联网平台可跨越时间、空间障碍，提炼发达城市（以下代指“直辖市、省会或经济强市”）产业发展中沉淀的经验并赋能欠发达地区，是推动欠发达地区，实现区域产业均衡协调发展的有力抓手。

各区域工业互联网平台 发展差异明显

不同城市呈现梯度发展趋势。一方面，我国工业互联网平台建设和应用取得积极进展，截至2023年初，全国“双

跨”平台增加至28家，具有影响力的工业互联网平台超过240家，连接设备超8100万(套)，工业APP数量已超过60万个，应用已覆盖诸多国民经济大类，提质、降本、增效、绿色、安全作用日益彰显。另一方面，不同城市工业互联网平台呈梯度发展趋势，79%的“双跨”、特色和平台孵化自发达城市，58%的“工业互联网平台+园区/产业集群试点示范”来自长三角或珠三角城市群。欠发达城市（以下代指“以传统制造业为主的城市”）平台赋能则更多依靠发达城市“辐射效应”，以打造复制可推广的示范应用、领航案例为主要路径。如国家新型工业化产业示范基地工业互联网平台赋能数字化转型提升试点项目中，57%源自工业基础雄厚、场景丰富的欠发达城市。

发达城市工业互联网平台赋能效应日渐凸显。当前，发达城市正以龙头企业为牵引，依托其海量应用场景、成熟数字化转型经验、丰富工业机理模型

等抢占产业集群制高点。如深圳遴选具备产业链控制力的生态主导型企业作为“链长”，培育孵化华为FusionPlant、华龙迅达等具有影响力的平台，集中各方资源打造行业整体方案；青岛应用工业互联网平台重塑传统制造业的内涵和形式，发展服务型制造业。卡奥斯COSMOPlat首创用户驱动全流程大规模定制模式，将传统的房车升级为移动的智慧家庭，房车单价从26万元提高到42万元，溢价63%，成本下降了7.3%，订单量提升了62%。在发达城市中，工业互联网平台的赋能、赋值、赋智作用日益凸显。

欠发达城市工业互联网平台供给能力不足。当前，新型工业化深入推进，制造业数字化转型已成为城市发展的重要路径。一方面，欠发达城市同样处于“爬坡过坎、滚石上山”的转型关键期，推进产业基础高级化与工业互联网创新发展，补短板、锻长板，实现提质、降本、增效、绿色、安全已是共识。另一

方面,受制于地理位置、产业基础条件等客观因素,欠发达城市不能及时享受国内“技术红利”,本地化平台多处于培育孵化期,亟需跨越时间、空间的优质平台,提炼发达城市产业发展中沉淀的经验并赋能欠发达地区,助力城市制造业向数字化、网络化、智能化发展。如蚌埠市具有规模化的新型显示、生物化工产业集群,相关企业近年来一直受到产能不平衡、品质管控难、即时协同作业难等问题困扰,全市目前仅有科大讯飞羚羊平台可以助力转型升级,解决方案供给严重不足。

工业互联网平台助推城市间“先富带后富”

发达城市工业互联网平台布局相对较早,有较为成熟的平台赋能经验,若积极赋能欠发达城市,可在降低试错成本的同时,高效助力制造业数字化转型。近年来,北京、深圳、济南等地孵化的工业互联网平台在企业、产业、生态等层面深度赋能临沂、惠州等欠发达城市,是发达城市孵化的平台赋能欠发达城市的良好探索。

在企业层面,赋能企业提质增效。部分发达城市总结“两化”融合领域的先进经验,并以平台为载体向欠发达城市赋能,助力企业提质增效。如北京鼓励“央地协同”,让平台走出去,为各地企业赋智。东方国信炼铁解决方案覆盖全国近30%炼铁产线,帮助应用企业降低3%~10%的冶炼能耗。深圳与临沂、惠州等地的工业互联网平台供需交流增强,有效解决优质企业“两化”融合领域“单打独斗、逆水孤舟”难题。华为FusionPlant平台为临沂利信铝业搭载轻量化、低耦合、易使用的工业软件,质检准确率由80%提升到99%以上,单产线节约人力成本40万元/年。中建钢

构与惠州电信共同打造国内建筑钢结构领域首个智能化工厂,运用“5G+工业互联网”平台实现数据采集和传输,进而实现生产要素全连接。

在产业层面,释放集群叠加效应。部分发达城市孵化的平台发挥交互、连接作用,助力欠发达城市实现集群跨越式发展。如临沂、济南两地以“双跨”平台为粘合剂,凝聚产业“上下游、左右岸”,用“融通”思维促进“化学反应”的发生,释放集群叠加效应。针对产业集群不强、“块状经济”初现、叠加效应不明显和园区联动性差等问题,临沂邀请济南优质平台服务商与当地龙头企业、“链主”企业深化合作,释放集聚叠加效应,以园区为载体加快工业互联网在区域的落地。如蓝海工业互联网平台聚焦临沂特色木材产业,打造全国首个木材产业子平台,提供库存管理、设备运维、质量管控和在线交易等服务,助力全市木材全年产值突破600亿元,增长19.7%,能耗降低12%。

在生态层面,发挥载体创新优势。城市间相互借鉴,为工业互联网平台走深向实夯实基础。一方面,欠发达城市广泛借鉴优秀做法,推广平台落地,如临沂举办“2023年工业互联网平台赋能深度行(临沂站)”活动,邀请双跨平台、行业平台和上千家制造业企业参会,助力平台服务供需对接,聊城借鉴“智改数转”的“苏州经验”,聚焦数字化转型、网络化协同、智能化改造、绿色化提升开展平台赋能专项行动。另一方面,发达城市间“对标对表”,拓展平台赋能深度广度,如上海借鉴广州纺织服装传统产业集群转型升级思路,遴选致景科技等优质平台服务商,在产业链内多领域推出智能质量检测、染料配方优化、产能精准协同、3D智能设计等成熟转型手段,不断提升传统纺织行业智能化水平。

未来发展建议

工业互联网平台的泛在连接属性正在加速构建城市间沟通的数字桥梁,部分城市已先行先试,围绕基础短板和新兴领域推动产业创新迭代。为进一步推广工业互联网平台赋能欠发达地区发展的模式,在一定程度上缓解区域创新资源分配不平衡导致的工业发展不平衡,建议从完善政策体系、引导发达城市推广平台公共服务、鼓励欠发达城市完善平台生态三个维度夯实工业互联网平台赋能“数字桥梁”基座。

一是完善政策体系。按照“政策指引,建用互促”的原则,探索发达城市与欠发达城市工业互联网合作共赢新模式,完善政策协同、利益分享、发展保障机制,促进资源整合、协同攻关,在更广范围调动“产学研用金”各方力量推进城市间工业互联网协同创新发展,在新型工业化进程中探索城市间平台赋能的“扶智机制”。

二是引导发达城市推广平台公共服务。推动发达城市的成熟平台扩展公共服务功能,建立开源的通用PaaS平台,培育优质便捷的工业APP,辐射欠发达地区的使用和开发。进一步推动数据接口开放,实现工业APP快速开发,打造兼容多种工业协议的工业操作系统,实现更加轻量化的应用部署,提高跨区域服务效率。

三是鼓励欠发达城市完善平台生态。推动欠发达城市企业、高价值设备和关键业务系统上云、上平台,完善工业互联网平台体系,引进综合型、特色型和专业型工业互联网平台,培育本地工业互联网平台,开展“工业互联网+园区”“工业互联网+基地”等活动,打造“联合创新+应用推广+生态集聚+人才培养”全链条公共服务,培育可复制、可推广示范应用。📍

民营经济再遇通信业历史机遇 虚拟运营商能否“扩军”？

■ 本刊记者 郗勇志

提到民营经济与通信业结合的成功案例，大家第一时间想到的是虚拟运营商。的确，作为国家鼓励和引导民间资本进入电信行业的“破冰”试点，虚拟运营商十年来不断创新，充分发挥“鲶鱼效应”，激发了我国电信业务的经济活力，为消费者带来了切实的“通信红利”。新时代下，虚拟运营商能否继续“扩军”？能否继续将移动转售市场做大做强？一系列的挑战再一次向“神秘”的虚拟运营企业“扑面而来”。

政策利好！虚商或迎强劲新军

2023年7月，《中共中央 国务院关于促进民营经济发展壮大的意见》发布，从民营经济的发展环境、政策支持、法治保障以及促进民营经济人士健康成长等方面，提出了31条具体举措。《意见》指出，民营经济是推进中国式现代化的生力军，是高质量发展的重要基础，是推动我国全面建成社会主义现代化强国、实现第二个百年奋斗目标的重要力量。

2023年8月，国家发展改革委同市场监管总局、税务总局等部门联合印发了《关于实施促进民营经济发展近期若干举措的通知》。《通知》中提到：将各地区落实支持民营经济发展情况纳

入国务院年度综合督查，对发现的问题予以督促整改，对好的经验做法予以宣传推广；设立中央预算内投资促进民间投资奖励支持专项，每年向一批民间投资增速快、占比高、活力强、措施实的市县提供奖励支持。

2023年9月，在国务院新闻办公室举行的新闻发布会上，国家发展改革委副主任丛亮表示，近日，中央编办已正式批复在国家发展改革委内部设立民营经济发展局，作为促进民营经济发展壮大的专门机构，加强相关领域政策统筹协调，推动各项重大举措早落地、早见效。相信以上各项政策的落实、专职机构的设立，将进一步激发民营经济发展活力和内生动能，民营经济发展必将迎来更广阔的舞台和更光明的前景。

2023年10月，工业和信息化部印发的《关于创新信息通信行业管理优化营商环境的意见(征求意见稿)》提出，统筹推进电信业务向民间资本开放，加大对民营企业参与移动通信转售等业务和服务创新的支持力度，分步骤、分阶段推进卫星互联网业务准入制度改革，不断拓宽民营企业参与电信业务经营的渠道和范围。

至此，虚拟运营商能否再次“扩军”的疑问被真正摆上台前。

十年风雨！谱写民营经济新华章

从出身来看，虚拟运营商拥有纯正的民营经济“血统”。“56789”常用来概括民营经济在经济社会发展中的重要作用，即民营经济贡献了50%以上的税收，60%以上的国内生产总值，70%以上的技术创新成果，80%以上的城镇劳动就业，90%以上的企业数量。

在分析全国通信业主要发展指标时，一般主要从电信用户发展情况、电信业务量发展情况、电信通信能力发展情况、电信财务与投资发展情况、电信服务水平发展情况五个方面入手。而民营经济已完全覆盖这五个方面（第三项中已有部分民营企业具备宽带接入能力），成为我国通信业不可或缺的参与力量。

从2013年发放首批虚拟运营商试点牌照，到2018年移动通信转售业务正式商用，再到今年初物联网转售试点正式开放，虚拟运营商五年一台阶，十年一大步，昂首阔步打下了属于自己的通信“江山”。我们不回避初创阶段的“草莽式”发展，这给了众多虚拟运营商群雄逐鹿、大施拳脚的历史机会，诞生了强如小米移动、263等老牌互联网通信企业，铸就了华翔联信、

长城移动等云通信业务“领头羊”，刷新了爱施德、话机世界、天音等通信“老字号”成就的高度，孵化了中兴、红豆、华云、北纬、分享等一批有生力量、跨界“新军”。

当然，上述企业只是39家虚拟运营商繁荣通信业市场的缩影。受制于早期发展阶段“批零倒挂”的价格问题，外行在评价移动转售产业时往往带着“有色眼镜”，认为其不具备任何投资价值。通过十年来39家企业的低调务实发展，如今的移动转售产业早已活力四射，势头强劲，并在近三年的特殊时期经受了极限考验，不仅没有像其他民营企业一样关门大吉，反而绝处逢生，爆发出了强大的适应力和顽强的生命力，成为了当下资本的“新宠”。

经过十年沉淀，今年年初，华翔联信在全国中小企业股份转让系统（即“新三板”创新层）正式挂牌（证券简称：华翔联信，证券代码：874037），成为我国移动转售产业发展史上首家完成挂牌的民营企业。作为第一批获得移动通信转售牌照、第一批与基础运营商完成物联网转售签约的企业，华翔联信此举带动了整个移动转售产业的资本整合速度，推动行业实现更好更良性的发展。

华翔联信打响了上市的“第一枪”，不到半年时间，优友互联紧随而上，成功挂牌“新三板”创新层（证券代码：874082），再次将移动转售产业声量推向新高度。这既是两家企业的独立个体成功，也是移动转售行业获得社会普遍认可的重要象征，同时也是行业协会、研究机构、专业媒体对移动转售业大力支持的自然体现，更是工信部等监管部门对民营经济全力支持与呵护发展的典型示范。

奋楫扬帆！移动转售再启新程

可以说，当下的虚拟运营商实现了“量”“质”齐升，用户数量达千万级而不失高质量发展，业务收入达数十亿级而不失创新概念，管理人员相对稳定而不失人才继往开来。这既是虚拟运营商的闪光之处，更是国家十年前推出电信业改革的“英明”展现。虚拟运营商于情于理、于行业于社会、于国家于人民，都应被社会再次“正视”，被产业链重新“审视”，被监管部门持续“重视”，虚拟运营商十年来的奋勇向前、生生不息值得我们真正发自内心的点赞。

由此来看，虚拟运营商具备再次“扩军”的实践基础。工信部提出的“统筹推进电信业务向民间资本开放，加大对民营企业参与移动通信转售等业务和服务创新的支持力度”也给出了重要政策支持。早在2019年，广电系首家企业华数集团便着手申请移动业务转售牌照，计划快速发展移动通信用户，补齐通信业务短板，建好网络及配套设施，增强“三网融合”业务竞争力，为用户提供更好地5G体验。

同年6月6日，工信部向中国广电发放5G商用牌照。这是一个历史性的时刻，宣告我国将正式进入5G商用元年，意味着我国传统广电有线网络运营商

将被注入新的产业发展思路和血液，开始新的征程。

据悉，目前已经有企业陆续接触基础运营商寻求转售合作，争取早日拿到虚拟运营商正式牌照。无疑，这为有志从事转售业务的万千民营企业，再次打开了一扇诚意大门。

那么如何看待移动转售产业发展机遇与时代挑战？今年11月15日即将举办的“第二十届增值电信及虚拟运营年会”或将给出答案。本届年会汇聚了政府监管部门、行业协会、研究机构、专业媒体、30余家虚拟运营商代表、数百家增值电信企业等，共同聚焦当下，展望未来，对移动转售业务有从业意愿的可以届时一聚。

如今回想，当初外行评价虚拟运营商“一出生就死亡”“气数已尽”“日子不好过要关门”等言论有多么不成熟，内行人看到的均是虚拟运营商“连续多年盈利”“新业务即将开展”“转售产业链持续繁荣”等。或许，虚拟运营商也跟千行百业一般经历过产业发展周期的低谷，未来也不排除会再次遇到挫折，但我们不能否认，经过十年历练，当下的虚拟运营商自信且从容，已从各行各业成功跨界转型为通信业的重要力量，从根本上成为了电信业的一员。十年，不长不短，一个崭新时代已然开启。📡

移动转售产业大事记

- 2013年5月，工业和信息化部发布《移动通信转售业务试点方案》
- 2013年12月，工业和信息化部向首批移动通信转售业务企业发放试点批文
- 2014年3月，我国首个虚拟运营商电话拨通
- 2014年9月，中国通信企业协会虚拟运营分会成立
- 2015年8月，我国移动转售用户数突破1000万大关
- 2017年6月，我国移动转售用户数突破5000万
- 2018年5月，移动转售业务由试点转为正式商用
- 2023年1月，工信部正式启动物联网转售试点
- 2023年6月，我国移动转售用户数突破1亿

第二十届增值电信业务及虚拟运营年会 将于11月15—16日在京召开



间。每一个仪式都代表着行业内的新起点和新突破，它们将展示行业在技术创新、市场拓展和合作交流等方面的

近年来，随着5G技术的快速发展和普及，增值电信业务和虚拟运营行业迎来了前所未有的发展机遇，新技术、新业务、新模式层出不穷，推动着整个行业的变革与创新。为积极推动5G应用持续创新发展，加速基础电信企业、增值电信业务企业和移动转售企业的深度融合，引领移动转售产业与各垂直行业开展“握手”行动，在中国通信企业协会的指导下，中国通信企业协会增值服务专业委员会、中国通信企业协会虚拟运营分会、5G消息工作组、新通话工作组定于2023年11月15—16日，在北京新青海喜来登酒店隆重召开第二十届增值电信业务及虚拟运营年会（以下简称年会）。

本届年会将汇聚增值电信业务、移动转售、5G、算力网络、智能通信等多个领域的企业代表，为行业可持续发展出谋划策。为深入探讨各领域的创新与发展，年会主办方精心策划了三大平行主论坛——5G消息创新论坛、智能通信创新论坛、虚拟运营创新论坛。三大论坛将围绕“通信新时代，携手向未来”这一主题，展开深入研讨和交流，多角度解读通信行业前沿趋势，探索如何利用新技术和新理念为通信行业的持续发

展注入新活力。

本届年会将邀请工业和信息化部领导以及来自中国通信企业协会、中国信息通信研究院等的众多知名专家就行业发展趋势、政策环境等热点话题发表重要观点，为与会者带来前沿思考和权威解读。此外，年会将邀请中国电信、中国移动、中国联通、中广移动、华为技术、华为云、梦网科技、上海创蓝、壹通道、亿美软通、上海帆讯、阿里、羽乐创新、NTT、Avaya、优友互联、小米、长江时代、二六三、北纬通信等众多产业链上下游企业负责人作为演讲嘉宾，分享其在行业转型战略上的洞察以及实践经验，展示最新的行业数字化案例，带来全新的视角和启迪，助力企业创新及行业的可持续发展，推动行业乃至整个生态的数字化转型。

年会期间，主办方将举行“新通话工作组”成立仪式、5G消息联合实验室“扩容”签约仪式、中国移动5G消息“森林计划”发布仪式、“虚商码号应用能力平台”建设启动仪式、《移动互联网业务转售研究报告》发布仪式等一系列重要活动，聚焦并分享行业最新发展动态和成果，为年会带来更多精彩瞬

的活力与成就，进一步为5G、移动转售行业提供新的多元化发展思路 and 方向。

特设的独立展区不仅是本次年会的一大亮点，也得到了行业内近30家头部企业的大力支持，彰显产业链上下游对于技术创新和未来发展的坚定信心，企业将展示5G、增值电信业务和虚拟运营行业的最新技术、产品和服务，涵盖云计算、大数据、物联网、人工智能等多个领域。

这场视觉盛宴将不仅是一场精彩的技术展示，更是一次行业发展脉络的呈现。在这里，人们能够深切感受到行业发展的强劲脉搏，领略到新技术带来的变革和无限可能。同时，与会人士还能与各行业的领军企业进行深度交流，共同探索未来的合作机会，助推行业蓬勃发展。

截至目前，年会报名企业数量已超过300家，报名人数超过500人，同时获得了70余家企业的赞助支持，这为年会的举办注入了更多的活力和资源，增添了更多的看点。让我们共同期待这次年会的精彩呈现，见证行业的发展与繁荣，共同开启行业未来的新篇章。📺

前三季度经济恢复向好 电信业实现企稳回升

■ 中国电信研究院 胡世良

近期，国家统计局、工信部相继公布了我国2023年前三季度经济运行情况和电信业发展情况，三大电信运营商也陆续公布了2023年前三季度经营业绩。从公布的数据来看，2023年前三季度，我国经济恢复向好，电信业实现企稳回升，三大运营商收入增速均高于GDP增速。

我国宏观经济实现恢复向好

2023年前三季度，我国经济顶住了来自国外的风险挑战和国内多重因素交织叠加带来的下行压力，GDP达到91.3万亿元，同比增长5.2%，我国经济总体保持恢复向好态势。

从多项经济指标来看，经济形势总体向好。2023年前三季度，全国规模以上工业增加值同比增长4.0%，比上半年提高0.2个百分点。服务业增加值达到50.29万亿元，同比增长6.0%；现代服务业保持活跃，信息传输、软件和信息技术服务业增加值同比增长12.1%。消费持续稳定恢复，最终消费对经济增长的贡献率达到83.2%，社会消费品零售总额达到34.21万亿元，同比增长6.8%，其中，实物商品网上零售额同比增长8.9%，较上年同期提高0.7个百分点。居民收入增长高于GDP增速，2023年前三季度，全国居民人均可支配收入为2.9万元，同比名

义增长6.3%。

总体来看，2023年前三季度国民经济持续恢复向好，我国经济已进入趋势性恢复的轨道，高质量发展扎实推进，经济韧性强、潜力大、活力足，全年有望实现GDP增长5%的经济发展目标。

我国电信业务收入增长 实现企稳回升

电信业是我国战略性、先导性和基础性产业。近年来，我国电信业以高于GDP增速的速度增长，对经济的稳定和恢复发挥了重要作用。数据显示，自2022年第一季度以来，我国电信业增速持续下滑（如图1所示），电信业务收入增长率由2022年第一季度的9.3%下降到2023年1—8月的6.2%，下降3.1个百分点。2023年1—9月，我国电信业

务收入累计完成1.28万亿元，同比增长6.8%，较2023年1—8月上升0.6个百分点，电信业发展实现企稳回升，而且电信业务收入增长率高出同期GDP增速1.6个百分点，这一数据较上半年提升0.9个百分点。

从业务收入结构来看，促进我国电信业务收入企稳回升的最主要动力来自新兴业务和固定互联网宽带业务的增长。2023年1—9月，新兴业务收入达到2702亿元，同比增长19.8%，增速较2023年1—8月提升0.9个百分点，新兴业务对我国电信业务收入增长的贡献率达到54.4%。固定互联网宽带业务收入实现稳中有升，2023年前三季度，固定互联网宽带业务收入达到1962亿元，同比增长8%，增速较上月提升0.7个百分点。



图1 2021.1—2023.9我国电信业务总量和电信业务收入增长率变化情况

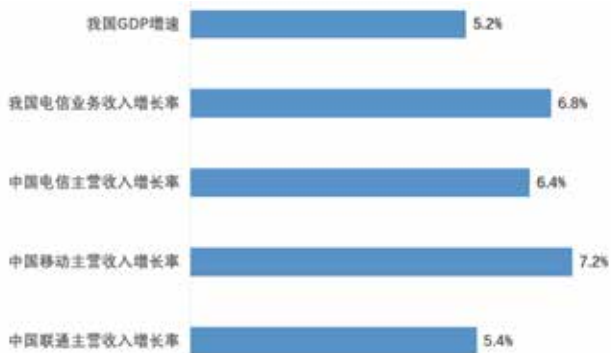


图2 2023年前三季度运营商主营收入与我国电信业务收入、GDP增长率比较

从宏观层面来看，促进我国电信业务收入实现企稳回升的根本原因在于经济增长恢复向好和数字消费能力的增强。主要表现在以下三个方面。

一是企业经营状况不断好转。工业企业的营收和利润加快恢复，效益水平持续改善。2023年1—8月，全国规模以上工业企业营业收入降幅较2023年1—7月收窄0.2个百分点；2023年8月，全国规模以上工业企业利润同比增长17.2%；2023年9月，中国制造业采购经理指数（PMI）为50.2%，重回扩张区间。服务业增长加快，企业生产经营向好。2023年9月，服务业生产指数同比增长6.9%，增速连续两个月保持提升。

二是消费需求增长持续加快。2023年前三季度，全国居民人均服务性消费支出同比增长14.2%，比上半年加快1.5个百分点；前三季度，服务零售额同比增长18.9%，实物商品网上零售额同比增长8.9%，较上年同期提高0.7个百分点。

三是居民收入保持较快增长。2023年前三季度，全国居民人均可支配收入达2.93万元，比上年同期名义增长6.3%，高于同期GDP增速，收入增长为数字化消费提供了坚实基础。

但也应看到，我国电信业务总量的增长率仍处于持续下降趋势中。2023年1—9月，我国电信业务总量同比增长16.5%，较2023年上半年下降0.6个百分点，说明受国内外复杂多变的环境因

素影响，促进我国电信业发展的动力和基础仍不牢靠，但随着我国经济恢复向好的基础不断夯实，发展质量稳步提升，我国电信业发展的机遇大于挑战。

三大运营商收入增长均高于GDP增速

从三大运营商发布的2023年前三季度经营业绩来看，总体表现稳健，均高于GDP增速。

2023年前三季度，中国电信、中国移动、中国联通主营收入分别达到3497.43亿元、6646亿元和2525.2亿元，同比分别增长6.4%、7.2%和5.4%，收入增长率均高于同期5.2%的GDP增速。其中中国移动主营收入增长率高于行业6.8%的平均增长率，中国电信、中国联通则低于行业增长率。具体如图2所示。

相比2023年上半年，中国移动主营收入增长率提升1.1个百分点，中国电信和中国联通则分别下降0.2个百分点和0.9个百分点。中国移动主营收入增长实现反弹，主要得益于DICT保持较快增长以及基于规模的价值经营取得成效。2023年前三季度，中国移动DICT业务收入达866亿元，同比增长26.4%，增速较2023年上半年提升1.5个百分点；移动用户ARPU以及家庭用户综合ARPU分别达到51.2元/月和42.1元/月，同比分别增长1%和2.4%，增速较上半年分别提升0.8个百分点和1.7个百分点。


2023年前三季度，中国电信、中国联通主营收入增长率低于同期行业平均水平且较2023年上半年有所下降，主要原因是产业数字化业务收入增速下

滑。2023年前三季度，中国电信产业数字化业务收入达到997.41亿元，同比增长16.5%，较2023年上半年下降0.2个百分点；中国联通产业互联网收入达到606.9亿元，同比增长14.2%，较2023年上半年下降2.1个百分点。

未来展望与发展建议

综合2023年前三季度国民经济、电信业以及运营商各方面表现，展望全年，可以得出如下两点判断。

一是2023年我国电信业务收入增长率有望达到7%~7.6%。2023年第三季度我国电信业迎来止跌回升的拐点，随着我国经济持续恢复向好，促进数字化消费需求增长的动能加快释放，我国电信业务收入有望保持增长势头，预计全年电信业务收入增长率有望升至7%~7.6%区间，较2022年降幅收窄0.4~1个百分点。

二是运营商要牢牢把握高质量发展这一关键要素。运营商要继续保持良好的经营业绩，重点做好以下两方面工作。一是在业务发展上首先是要持续推进基于规模的价值经营，巩固基础业务发展，这是促进企业收入增长的基本盘，因此仍需加强；其次是要把握数字产业化和产业数字化发展机遇，加快战略性新兴产业的布局和发展，以更大决心、更高水平、更大力度、更实举措加快发展产业数字化业务，不断提升产业数字化业务附加值和面向产业数字化市场的竞争力。二是转变发展方式，以高质量发展为主线，强化科技创新引领企业发展，实现由竞争导向向用户导向转变、由强化市场份额考核向更加注重经营发展的质量和效益方向转变、由产业数字化业务发展向更加注重专业化发展方向转变，进一步加快企业数字化转型步伐，不断提升企业价值创造能力、现代企业治理能力和可持续发展能力。 



车联网 安全发展趋势探讨

■ 高新兴科技集团股份有限公司 吴冬升

车联网是新一代网络通信技术与汽车、电子、道路交通运输等领域深度融合的新兴产业形态。随着汽车电动化、网联化、智能化交融发展，车辆运行安全、数据安全和网络安全风险交织叠加，安全形势更加复杂严峻。

智能网联汽车新型安全体系包括四个方面：功能安全，确保电子电气系统发生故障时，车辆安全运行；预期功能安全，规避设计不足、性能局限及人为误用导致的风险；网络安全，网络安全保障与安全技术标准；数据安全，确保数据处于有效保护和合法利用的状态，并具备保障持续安全状态的能力。

本文主要探讨车联网网络安全和数据安全的三大发展趋势：车联网网络安全和数据安全标准有序推进；从车端安全向“车-路-云”一体化安全发展；新技术赋能车联网安全更可靠。

车联网网络安全和数据安全标准有序推进

2022年3月，工信部印发的《车联网网络安全和数据安全标准体系建设指南》提出，到2023年底，初步构建起车联网网络安全和数据安全标准体系。重点研究基础共性、终端与设施网络安全、网联通信安全、数据安全、应用服务安全、安全保障与支撑等标准，完成50项以上急需标准的研制。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。完成100项以上标准的研制，提升标准对细分领域的覆盖程度，加强标准服务能力，提高标准应用水平，支撑车联网产业安全健康发展。

标准体系具体包括总体与基础共性、终端与设施网络安全、网联通信安全、数据安全、应用服务安全、安全保障

与支撑等6个部分。其中终端与设施网络安全主要包括车载设备网络安全、车端网络安全、路侧通信设备网络安全、网络设施与系统安全；网联通信安全主要包括通信安全、身份认证；数据安全主要包括分类分级、出境安全、个人信息保护、应用数据安全；应用服务安全主要包括平台安全、应用程序安全、服务安全；安全保障与支撑主要包括风险评估、安全监测与应急管理、安全能力评估。

围绕车联网网络安全和数据安全，全国汽标委智能网联分标委（TC114/SC34）、中国通信标准化协会（CCSA）等已发布相关标准12项。除此之外，国家工业信息安全发展研究中心等牵头在车联网数据安全、关键设备安全防护检测、风险评估等重点方向，已推进近20项行业标准。具体相关标准见表1。

从车端安全向“车-路-云”一体化安全发展

车路云协同的车联网技术是在单车智能的基础上增加路侧感知，车端、路端数据共同上传至云端形成决策，并返回至车端，从而解决单车智能长期无法突破的一系列瓶颈。因此，车联网安全也从原来仅仅考虑车端安全，发展到综合考虑“车-路-云”一体化安全。

车端安全

在“车-路-云”一体化架构中，车端主要由车辆及其他交通参与者构成，车辆包含具有车-路、车-云网联化能力的网联汽车（包括具备自动驾驶能力的智能汽车与不具备自动驾驶能力的非智能汽车）以及非网联汽车，其他交通参

与者主要指道路上参与并且会影响行驶安全与效率的其他对象，主要有非机动车、行人、动物、道路遗撒物等，无法接入车联网的参与者的动态信息将由路侧感知设备及其他网联汽车感知后传送至云端平台。

车端硬件安全保证车载端系统使用的电路和芯片在实现数据运算和数据存储等功能时的安全性，能够对抗针对加解密操作的密码分析攻击、故障注入攻击等破坏数据保密性和完整性的安全威胁，保证车载端所存储的关键数据不被泄露或篡改，芯片功能可以正常使用。硬件安全模块方面，硬件安全模块HSM将加密算法、访问控制、完整性检查嵌入汽车控制系统，以加强ECU的安全性，提升安全级别。

操作系统层面安全通过符合车端应用场景的身份权限管理和访问控制机制，正确地响应授权操作和处理异常行为，对抗针对操作系统的溢出攻击、暴力破解、中间人攻击、重放、篡改、伪造等多种安全威胁，保证操作系统文件和数据的可用性、保密性、完整性和可审计性，保证对各类资源的正常访问，系统能够按照预期正常运行或在各种操作情况之下处于安全状态。

应用层面安全保证安装在车端上的应用软件具备相应的来源标识以及保密性、完整性的防护措施，可以对抗逆向分析、反编译、篡改、非授权访问等各种针对应用的安全威胁，并确保应用产生、使用的数据得到安全的处理、车载端应用与相关服务器之间通信的

表1 车联网网络安全和数据安全相关标准项目明细

| 类别 | 标准名称 | 标准号/计划号 | 状态 |
|----------|--------------------------------|-----------------|-----|
| 车载设备网络安全 | 《汽车网关信息安全技术要求及试验方法》 | GB/T 40857-2021 | 已发布 |
| | 《车载信息交互系统信息安全技术要求及试验方法》 | GB/T 40856-2021 | 已发布 |
| 车载网络安全 | 《汽车电子系统网络安全指南》 | GB/T 38628-2020 | 已发布 |
| | 《汽车信息安全通用技术要求》 | GB/T 40861-2021 | 已发布 |
| | 《电动汽车充电系统信息安全技术要求及试验方法》 | 20192313-T-339 | 制定中 |
| | 《汽车软件升级通用技术要求》 | 20214423-Q-339 | 制定中 |
| | 《汽车整车信息安全技术要求》 | 20214422-Q-339 | 制定中 |
| | 《汽车诊断接口网络安全技术要求》 | 20211169-T-339 | 制定中 |
| 通信安全 | 《车联网无线通信安全技术指南》 | YD/T 3750-2020 | 已发布 |
| | 《基于公众电信网的车联网汽车信息安全技术要求》 | YD/T 3737-2020 | 已发布 |
| | 《基于LTE的车联网通信安全技术要求》 | YD/T 3594-2019 | 已发布 |
| 身份认证 | 《交通运输 数字证书格式》 | GB/T 37376-2019 | 已发布 |
| | 《基于LTE的车联网无线通信技术 安全认证技术要求》 | 2019-0021T-YD | 制定中 |
| | 《基于LTE的车联网无线通信技术 安全证书管理系统技术要求》 | 2020-CCSA-36 | 制定中 |
| | 《基于LTE的车联网无线通信技术 安全认证测试方法》 | 2019-0022T-YD | 制定中 |
| 通用要求 | 《智能网联汽车数据通用要求》 | 20213606-T-339 | 制定中 |
| 分类分级 | 《车联网信息服务 数据安全技术要求》 | YD/T 3751-2020 | 已发布 |
| | 《车联网信息服务 用户个人信息保护要求》 | YD/T 3746-2020 | 已发布 |
| | 《基于移动互联网的汽车用户数据应用与保护技术要求》 | 2018-0182T-YD | 制定中 |
| 个人信息保护 | 《基于移动互联网的汽车用户数据应用与保护评估方法》 | 2018-0183T-YD | 制定中 |
| | 《信息安全技术 网络预约汽车服务数据安全指南》 | 20205164-T-469 | 制定中 |
| | 《网络预约出租汽车服务平台数据安全防护要求》 | 2017-0938T-YD | 制定中 |
| 应用数据安全 | 《车联网信息服务 数据安全保护能力评估规》 | 2020-1317T-YD | 制定中 |
| | 《车联网信息服务平台安全防护技术要求》 | YD/T 3752-2020 | 已发布 |
| | 《电动汽车远程服务与管理信息系统信息安全技术要求及试验方法》 | GB/T 40855-2021 | 已发布 |
| 平台安全 | 《车联网信息服务平台安全防护检测要求》 | 2021-0192T-YD | 制定中 |
| | 《汽车网络安全应急响应管理指南》 | 20213611-T-339 | 制定中 |

安全性,保证应用为用户提供服务时以及在启动、升级、登录、退出等各模式下的安全性。在搭建自有OTA更新服务方面,提供智能网联汽车操作系统、固件、应用等软件服务的远程升级更新,进行功能更新或安全修复。

对内通信是指车载端与车内总线以及电子电气系统之间的通信。对内通信安全目标是将外部威胁与内部独立安全网络之间进行安全隔离,保证车载端不向内部关键电子电气系统发送伪造、重放等攻击方式的指令和数据,不非法占用内部总线资源,保证车内子系统和数据的保密性、完整性,保证汽车功能正常。

路端安全

在“车-路-云”一体化架构中,路端包括感知设备、通信设备以及数字化交通设施,其中感知设备主要包括摄像头、毫米波雷达、激光雷达等传感器,融合数字化交通设施的数据信息(如交通信号灯等),依托路侧多接入边缘计算MEC形成结构化的感知数据,利用路侧单元RSU向其他交通参与者进行广播,实现车-路、路-云信息共享。

以RSU为例,设备安全管理层面对RSU配置专用的硬件加密模块并实施通信加密。业务功能安全管理层面对PC5接口上的C-V2X消息认证鉴权,通过公钥基础设施PKI数字证书认证体系,对RSU收发消息进行签名和验签操作。

采用基于PKI的安全系统所提供的数字证书并应用数字签名技术,可以防止非法身份车辆或者RSU发送虚假、伪造消息。基于数字证书技术可以对消息的真实性进行保护;使用基于非对称加密体系的数字证书和数字签名技术可以对抗针对直连端口传送消息的伪造、篡改和重放等攻击。

云端安全

在“车-路-云”一体化架构中,云端平台由云端基础平台与云端应用平台构成,云端基础平台以车侧与路侧传回的车辆、道路、交通实时动态数据为核心,为相关产业部门提供标准化的通用基础服务;云端应用平台主要包括网联汽车赋能类应用平台、交通管理与控制类应用平台以及交通数据赋能类应用平台。

在云端平台安全方面,使用成熟的汽车云计算平台和信息保护技术,进行安全和基础加固,部署网络防火墙、入侵检测系统、入侵防护系统、Web防火墙等安全设备。同时,部署云平台集中管控能力,包括设立安全检测服务、完善远程OTA更新功能、建立车联网证书管理机制、开展威胁情报共享,相关技术包括四个层面。

一是云端安全检测:通过分析云端储存的交互数据和车端记载的本地日志,检测汽车的移动终端上是否存在异常操作或隐私信息数据泄露问题。二是远程OTA更新:加强软件更新系统校验,支持软件信息安全认证,适配产品固件系统更新(FOTA)和软件系统更新(SOTA),在保证用户首次发现重大软件安全漏洞时迅速地自动更新软件系统,大幅度降低产品召回事件费用。三是车联网证书管理:对注册用户进行真实身份验证,为用户车辆注册加密用户密钥和汽车注册用户登录信用凭证等相关服务信息提供安全数据管理。四是威胁情报共享:实现整车企业、政府部门、服务供应商之间的安全数据共享。

新技术赋能车联网安全可靠

人工智能、大数据、区块链等新技术正在赋能车联网,使其更加安全可靠。以区块链技术为例,可以为车联网行业提供身份认证和信任机制。区块链集分布式存储、点对点传输、共识机制、

智能合约、加密算法等技术为一体,具备分布式、数据防篡改、可追溯、柔性监管等特点,是一种在数据协作场景下建立多方互信的分布式账本技术。区块链自诞生起就与“基础设施”概念紧密关联,能够作为车联网的底层数字基础设施,对车联网数据进行共识计算、冗余存储和可信验证,以此保障车联网系统的一致性、可用性和安全性。

区块链通过共识机制在车联网设备之间建立信任基础,实现点对点的数据传递;通过智能合约实现链上数据真实性验证和审计,加强车联网应用和数据安全管理;通过安全硬件(HSM等)确保数据可信上链,对链上链下交通数据进行交叉核验,进一步提升车联网的服务质量;通过激励机制优化车联网中数据质量和资源调度,从而促进汽车行业数据开放与数据协作。

区块链技术可以为车联网行业提供身份认证和信任机制,基于数字身份管理,可为车联网系统带来“元素”级别的可信唯一身份标识,就像是为人体的细胞进行标定一样,将设备的全生命周期信息存储在分布式账本上,并在链上完成证书申请、证书颁发、签名验签、证书吊销等流程的关键信息记录,实现车辆生产、车辆登记、产权管理、车主身份认证、车联网设备认证等环节可控可追溯。

在可信身份认证和安全机制的基础上,车联网系统可融合多源传感设备的采集信息,对交通环境进行实时更新,为自动驾驶车辆提供更加准确和实时的信息。而且驾驶员可以不用担心个人隐私泄露问题,因为区块链通过结合隐私增强协议,可在车辆发送数据时提供匿名性和不可追踪性,保护交通参与者的隐私。在此之上,可信的身份认证和隐私安全,也将为脱敏后的车联网大数据二次利用提供法律和道德基础。CW

中国移动 可连接DNS体系研究和实践

■ 中国移动通信集团网络事业部 孔令山

域名解析系统 (Domain Name System, DNS) 是互联网的核心组成部分, 负责将域名转化为对应的IP地址。当根、顶级域及本地域名服务器 (Local DNS, LDNS) 等关键节点发生故障时, 互联网就会陷入瘫痪。DNS作为用户访问互联网的控制入口, 对经济发展和日常生活有举足轻重的影响。

基于20多年的运维经验, 笔者创新性地提出可连接DNS理论体系, 组织构建新型DNS, 以期对互联网持续稳定运行起到重要作用。

连接与非连接技术

面向连接的通信要求在发送数据前设备之间先建立连接, 具备通信质量好和安全可保障的优点; 但其强调通信的确定性, 缺点是不能灵活适配。

互联网是非连接的, 在建立通信的过程中, 所有沿途节点不需要资源预留, 不记录通信状态, 具备网络对接简单、灵活支持多种业务、生存能力极强的优点; 但其缺乏控制机制, 难以有效保障通信的质量和安全性。连接与非连接技术特点对比见表1。

不可控的互联网DNS

DNS采用典型的非连接技术模型构建, 因此, 如何跨界借鉴连接模型理念, 增加解析确定性、可控性, 成为研究的技术起点。

DNS解析过程存在多个不可控环节, 一旦发生故障将对业务产生较大影响。常见故障如下。

根故障: 根处于倒状解析树的顶端, 一旦发生故障将严重影响互联网安全。

重要域故障: COM顶级域具备超高聚集的使用热度, 是互联网安全最关键的保障目标。但顶级域的分散管理方式会导致不可预测的威胁。

解析机制滞后效应的影响: 递归解析报文中携带存活时间 (Time To Live, TTL), 域名TTL逐秒递减, 到0递归, 此解析机制会导致域名记录变化无法实时生效。

可连接DNS体系架构

作为连接用户与业务的关键桥梁, 运营商的LDNS负责手机和家宽用户的互联网域名解析工作, 解析业务量高达1.6万次/用户/日, 远高于公共递归业务量, 对互联网的安全运行至关重要。

通过借鉴面向连接理论, 我们基于运营商现网LDNS服务节点, 构建了可连接DNS新型域名解析体系, 如图1所示。

可连接DNS体系架构分为四层 (应用管理层、连接控制层、数据信息层、服务节点层), 主要实现两个目标: 一是创新打造互联网业务开放运营功能, 支持VR、元宇宙、大视频等新兴互联网业务调度需求; 二是构建长效应急能力, 为13亿互联网用户提供持续稳定

表1 连接与非连接技术模型的典型区别

| | 传统电信网 (连接) | IP网 (非连接) |
|--------|---------------------------------|----------------------------------|
| 通信启用过程 | 满足连接条件才通信 | 配完即可, 不管对方 |
| 通信建立过程 | 若不预约, 拒绝连接 | 无需预约, 尽力而为 |
| 通信会话保持 | 中间节点记录状态 | 中间节点不记录状态 |
| 总结 | 面向连接的优点是质量可管理、安全可控制; 缺点是支持新业务困难 | 面向非连接的优点是灵活支持新业务; 缺点是质量难管理、安全难保障 |

的DNS解析服务能力。

作为可连接DNS体系结构的顶层,应用管理层负责面向各类互联网业务系统,提供域名急救、域名精准调度、域名可信交互等管理和服务功能。

连接控制层是可连接DNS体系结构的中枢,负责对全局DNS的连接、调度和决策。向上对接应用管理层,接收任务列表清单;向下全连接所有DNS相关系统和设备,发送控制指令,完成策略执行。

数据信息层是可连接DNS体系结构的智库,一是实现域名权威信息的采集、存储和分析,为内循环体系构建域名索引库;二是实现对DNS日志数据的热度、频度等属性的分析,为应急和运营提供数据支撑,实现大数据价值转化;三是基于区块链技术建立高可靠、高安全的域名解析连接,支撑重要数据上链能力。

服务节点层是可连接DNS体系结构的基座,包括全网缓存、递归、权威、应急节点等。缓存作为业务承载主体,以省为单位分布式部署,应答了98%以上的用户解析请求;递归不直接响应用户,承担从权威服务器获取域名解析结果的重任;权威负责管理本级域名权威解析,包括A/AAAA/CNAME/TXT等类型结果;当发生全网大面积解析故障时,应急节点将起到容灾的关键作用。

可连接DNS运营实践

基于上述理论架构体系,对现网进行全方位改造,可进一步提升互联网DNS的连接控制能力,满足更多新业务需要。以下为成熟案例,以飨读者。

自解析内循环长效应急能力

可连接DNS体系融合探测和大数据技术,动态遴选热点价值域名,获取域名权威信息,构建索引库。在域名被

篡改或故障时,依托连接控制层,可跳过中间环节直达末端权威服务器,快速获取域名解析信息。

中国移动已建立两级索引库并完成全网部署,总连接域名数超2亿,经规模验证,系统解析成功率超过99%,持续达到现网同等运营水平。

域名急救

当域名被“污染”或故障时,受制于TTL设置、CNAME机制等影响,业务变更期间会出现数分钟业务中断。通过可连接DNS控制台,直接下发指令到LDNS,秒级生效,实现域名急救。该功能已应用300多个域名,得到广泛好评。面对互联网用户的急迫需求,中国移动将通过标准API接口开放能力。

域名精准调度

运营商的LDNS分省部署,业务调度往往只能精确到省。可连接DNS掌控城域网拓扑信息,通过传递用户位置标签,支持“1ms时延圈”的区县级调

度。该功能对于VR/AR、云游戏等超低时延、超高速率的应用加速效果显著。当前中国移动CDN使用域名精准调度技术,服务抖音等业务流量已超10Tbit/s,获得了超低访问时延的质量增益。

域名可信交互

常规递归解析方式存在传输不安全、“污染”难抵制等问题。域名可信交互功能支持金融、政府等互联网内容提供方作为主权实体,重保域名作为区块链交易对象,在共识机制和智能合约共同约束下,建立高可靠、高安全、高保障的新型DNS解析体系。

结语

构建可连接DNS体系,对于应对互联网大面积解析故障、增强和改善网络安全,具有重要意义。想要真正发挥可连接DNS的运营效能,任重而道远,还需业界加强合作,联合创新,共同促进可连接DNS发展。🌐



图1 可连接DNS新型域名解析体系

对话红帽专家

尊重良性竞争，共筑开源生态繁荣

■ 本刊编辑部 盖贝贝

“万夫一力，天下无敌”。从灵光一现的想法到成熟落地的产品，从单一基础的技术到多元繁荣的生态，“开源”，这个历经40多年发展的技术模式，通过集众智、采众长，为软件迭代升级、科技创新发展贡献了源源不断的动能。

为探讨当前全球开源的进展、面临的挑战及未来的发展趋势，通信世界全媒体记者于近日采访了红帽大中华区电信行业架构师经理张亚光和红帽高级解决方案架构师赵锡漪，探讨全球开源生态发展模式，探索开源生态发展的新篇章。

目前电信行业发展呈三大重要方向

所谓开源，即将源代码、设计文档或其他创作内容开放共享的一种技术开发和发行模式，不仅是促进信息技术创新的重要途径，更是软件“物竞天择、适者生存”的进化之路。

在开源社区中，每天都有成千上万的开源项目被创建、优化，通过“群策群力”，不断构建出众多创新产品和服务，赋能千行百业数字化转型发展。那么，在数字化浪潮风起云涌的当下，全球开源技术发展呈现哪些趋势？

在赵锡漪看来，当前电信行业发展有3个重要方向，即软件定义化、技

术开源化和人工智能化。这3个发展方向体现在不同领域，例如红帽正与英特尔基于CentOS Stream联合推动开源工业自动化平台，将开源且准备就绪的Edge Controls for Industrial (Intel ECI平台)引入制造车间用于工业控制系统，并将边缘计算与人工智能等众多综合技术发展成果，作为开源且准备就绪的资源提供给制造业使用；随着软件定义化发展，在今年的“巴展”中，红帽宣布与英伟达开展无线接入网合作，将业界领先的企业Kubernetes平台——红帽OpenShift与英伟达融合加速器的GPU、CPU等研究成果，用于软件定义的5G虚拟无线电接入网络中；红帽还与英特尔、英伟达共同展开一项名为OPI开放可编程基础架构的研究，该项目引入DCIaaS（数据中心即服务）框架，将数据中心作为基础服务的一个类型提供给用户。

关于行业发展趋势，张亚光对大模型发表了看法。今年以来，以ChatGPT为代表的大模型引发了全球人工智能技术发展的热潮。面对大模型的“火爆出圈”，张亚光说道：“近期最火的技术是AIGC，即生成式人工智能，根据我们与OpenAI的沟通和交流，发现ChatGPT在最初发展时，就用到了Kubernetes、Ansible等开源技术，而

红帽在这些方面均有相关产品或成熟的解决方案。”

竞相合作的背后“秘密”

今年上半年，开放式无线接入网络(Open RAN)概念的长期推动者NTT DOCOMO宣布，将与韩国KT公司、欧洲沃达丰集团、菲律宾Smart Communications股份有限公司、美国DISH Wireless和新加坡Singtel等5家全球电信运营商就Open RAN进行合作。

据了解，该合作计划名为“OREX”，是一项旨在为国际电信运营商提供开放式RAN系统的支持计划。值得注意的是，参与协议的这6家全球运营商均是红帽的长期合作用户。

“其实，这些电信运营商之所以共同研究Open RAN技术，是因为有一个潜在的背景，即他们都将红帽软件的开源技术作为基础。因此，开源软件引用策略的深入化让跨商务实体实现组合化，开源文化为用户带来灵活合作的可能性，以及支持复杂商务合作模式对接的可能性。”赵锡漪表示。

在今年的“巴展”中，红帽联合戴尔、诺基亚、慧与、美满科技等合作伙伴联合推出了5G解决方案。其中，戴尔和

诺基亚合作加速云RAN的使用;惠普将和诺基亚合作,为CSP和企业提供云RAN解决方案;美满科技和诺基亚扩大5G合作,提供业界最先进的无线电接入和传输处理平台。无独有偶,这些专业厂商都越来越倾向于与红帽这样的开源软件企业合作。

值得一提的是,诺基亚将把其核心网应用与红帽OpenStack平台、红帽OpenShift紧密集成,为诺基亚容器服务(NCS)和诺基亚CloudBand基础架构软件(CBIS)客户提供服务,同时也为客户开发出一条逐步迁移到红帽平台的途径。

放眼全球,红帽作为全球最大的完全立足于开源技术的软件企业,有许多成功经验。在云原生建设方面,中国移动联合红帽发布了XGVela项目。据张亚光介绍,该项目以开源的形式,持续强化PaaS平台针对电信运营业务需求的“开箱即用”支撑能力,有效地促进了全球电信服务专业PaaS平台设计与演进。红帽软件电信行业CTO Azhar先生亲自参与该项目,以推动项目顺利开展。“这是国内运营商参与社区的典型案例,通

过开源协作模式,将国内外相关社区开发力量都引进来。”

此外,日前在“阿里云国际峰会”上,阿里云宣布与红帽公司达成合作,将用于大规模构建和部署应用的平台Red Hat OpenShift部署到阿里云上,以此推动全球企业的创新和产品开发。

红帽的使命：助力开源生态发展

开源的核心是生态,以开源开放模式加速操作系统生态共建逐渐成为产业共识,“开源创新”正成为探索智能世界的关键之举,也是行业数字化转型的必由之路。

无论过去、现在,还是未来,开源始终能为创新提供无穷动力。作为全球最大的开源公司,红帽二十多年来一直投身于社区合作项目和保护开源许可证,不断开发出突破技术能力界限的软件。同时,红帽也贯彻执行开放、透明、负责任的运营方式,担当国内开源和国外开源技术的粘合剂、开源生态的催化剂,助力开源生态繁荣发展。

我国高度重视开源生态建设,在

《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》《2023年国民经济和社会发展计划》均对开源发展作出明确部署,推动我国开源生态建设步入国家有战略、市场有需求、供给有基础的新发展阶段。


当下,我国开源软件发展正如火如荼。然而,国内的一些操作系统也存在着“重复造轮子”的问题。在良性竞争的同时,企业也应反思:如何在操作系统方面进行生态合作,以避免资源浪费和技术壁垒产生。

对此,张亚光表示:“红帽非常乐意看到良性竞争局面的出现,然而目前国内操作系统在一些细分领域也存在着过度竞争,有些企业在细分领域过度投入,而未投入在更具有社会价值的领域,从一个纯粹的技术人员角度来讲,更加担心出现社会资源浪费的情况。”

在采访的最后,两位专家总结了红帽软件的使命。一方面,红帽通过对开源社区的管理或资助行为鼓励创新,并且以OpenShift等基础框架作为企业合作的粘合剂,保障创新蓬勃发展;另一

方面,在上层应用建设过程中,红帽通过“拖底”来保证开源技术发展过程中少出问题,若出现问题则通过补丁机制、定期发布机制及时进行修正。

结语

大浪淘沙始见金,风云际会玉龙吟。开源,一直都是“众人拾柴火焰高”的事业。相信未来,红帽也将与开源生态合作伙伴一道,为开源技术基础建设和社区繁荣治理贡献创新思路和技术力量。 



通信运营商发展 中小微企业云业务的策略建议

■ 中国移动通信有限公司研究院 王艺儒 杨白 黄实

中小微企业数字化转型在高速发展的同时，一直被成本、人才、触达及售后四大问题困扰。通信运营商纷纷基于自身发展特点，通过“轻量触达+协同生态”方式打造aPaaS平台，为中小企业数字化转型提供新动力。本文通过分析典型国内外云厂商发展aPaaS的经历，结合通信运营商自身的优劣势，为通信运营商提出云计算业务升级策略建议，从而更好把握中小微企业数字化转型机遇。

中小微企业数字化转型 迎来新的“云”时代

中小微企业数字化转型初见成效，四大关键突破口凸显

我国中小微企业数字化升级服务市场规模迅速扩大，过去5年复合年增长率高达40.39%。越来越多的中小微企业具备转型意识并开始进行实质性投入与行动探索，尤其是计算机、通信等关键行业以及生产、销售等核心业务环节的数字化已处于较高水平。但不可忽视的是，仍有79%的中小微企业处于初步探索阶段，资金、人才、触达和售后成为四大制约因素。

一是成本掣肘。中小微企业自身



“造血”机能偏弱，外部“输血”机制滞后，可用于数字化转型的预算有限。我国中小微企业ICT总支出占全国企业ICT总支出的比例约为30%，与其50%以上的税收贡献规模不相匹配。数字化过程中旧系统升级的技术成本、新系统磨合的试错成本，磨灭中小微企业的转型动力。调查数据显示，超过25%的中小企业缺少IT提升资金，尤其疫情过后，约90%的中小微企业陷入资金困境。生存压力之下，成本成为中小微企业数字化转型的最大障碍。

二是人才匮乏。大部分中小微企业缺少专职IT运维人员或仅有极少数初级IT人员，自主研发能力较为薄弱，

企业无法负担、实施、运维较为高级的Oracle、SAP等重型管理软件。调查数据显示，超过20%的企业存在员工IT技能不足的问题。而数字化升级从前期方案选型到业务接入等的全流程都存在较高的技术门槛，对中小微企业而言，数字化产品应用和平台搭建的上手难度较高。

三是触达不足。我国中小微企业具有多（2022年底注册数量超5200万户）、散（实体经营分布地域广）、短（疫情三年400万家中小微企业倒闭）的特殊画像，其CAC（获客成本）远大于LTV（用户价值），让云厂商的触达难度和触达成本显著增加，阻碍了数字化

转型的服务推广。

四是维护复杂。一方面，部分重型管理软件相关支持及后期维护支出较高，中小微企业难以持续负担。例如SAP及Oracle每年分别要支付许可证费用(2000~10000美元)的17%和23%作为软件维护费用。另一方面，数字化服务商普遍存在“重商务，轻服务”的现象，售后服务响应慢、技术差等问题让中小微企业有所顾虑，望而止步。

aPaaS为中小微企业数字化转型带来新机遇

在云计算的三层架构“IaaS-PaaS-SaaS”中，aPaaS属于PaaS层，架设在IaaS上，由“aPaaS+iPaaS”构成。aPaaS主要有纯代码、低代码、零代码3种模式，目前低代码和零代码占市场80%以上，是未来的主流发展趋势。本文的aPaaS主要指低代码、零代码平台。aPaaS以其全民开发理念为中小微企业数字化转型带来三大便利。

一是降低资金门槛。比起昂贵的标准化软件，aPaaS平台本身的产品费用显著降低。此外，aPaaS开发平台通过模块封装，大大降低了开发应用程序的难度并缩短了周期，进而节省IT部门开支。

二是赋能初级IT人员和业务人员。一方面，aPaaS能充分赋能初级IT开发人员，从解决业务中较轻、较分散的数字化问题开始；另一方面aPaaS的拖拽交互方式对非IT人员较为友好，使其经过简单培训即可根据一线业务需求搭建应用。

三是更易维护。相较于高级的Oracle、SAP等重型管理软件，由于低代码平台核心功能代码已经完备，且采用组件形式的服务提供方式以及面向对象的开发方式，因此代码的结构化程度更高。无论是对于中小微企业用户还是低代码厂商，需要维护的代码量大

降低，运维成本也得以减少。

目前，从行业覆盖看，现阶段aPaaS渗透率不足15%，仍处于导入阶段。制造业、互联网和教育属于先导行业，渗透度超过15%，其他行业渗透率低于均值。尽管目前aPaaS在中国IT仍处于决策者导入阶段，但他们普遍认为aPaaS技术是一个不可忽视的机会。根据全球市场的估算，预计到2025年，aPaaS应用开发平台的市场规模将达到277.1亿美元；到2030年，将达到1824.6亿美元，预计复合年增长率将达到30.87%。而国内的复合年增长率为35.2%，预计到2025年可达百亿元量级。

当前，云计算、传统软件开发商、创业厂商等已经成为市场的主要参与者，但由于功能模块与应用领域的差异较大，他们无法单独推广并获取用户。因此，建立一个聚合平台将成为未来发展的重要途径。未来，aPaaS聚合平台将以低成本的开发者为中，积极拓展合作伙伴，鼓励SaaS厂商、服务提供商、渠道商等参与其中，共同努力为用户提供更优质的服务。

国内外领先云厂商纷纷打造aPaaS平台

“轻量触达+协同生态”已成为业界共识

一是着力优化轻量化服务触点，实现前端业务需求连接。如阿里专注触达能力持续对钉钉做“减法”，以高频轻量的触达应用带动低频软件产品。自2021年起，钉钉聚焦触达本质做起了“减法”，重新升级了产品框架，优化APP操作链路，接连对1200多项功能进行了精简改造，让产品变得更轻便好用。钉钉以其灵活的架构，将各种应用、组件和企业紧密联系在一起，并将具体的需求解决方案交给生态合作伙伴的软件产品，以便更快、更轻松地触

达应用，从而推动低频的软件产品发展。目前，钉钉为超过6亿用户、2300万家企业和组织提供服务，全国超60%的专精特新“小巨人”企业都在使用钉钉，钉钉已成为全国最大的数字化办公平台。腾讯通过企业微信精准触达中小微企业并提供延伸价值。腾讯将企业微信定位为内部沟通工具，且将触角延伸到企业外部，借助微信帮助企业高效触达C端用户，增加黏性。目前，企业微信已经成功服务了1200万家企业和组织，企业通过企业微信服务的用户数累计超过5亿。华为WeLink强调人、业务、设备之间的“连接”。上线后日用户量达到19.5万、日活率达到99.8%、日连接量超1200万次、连接团队52万个、连接业务700多项。微软采用多点战略为aPaaS平台引流。微软利用旗下SharePoint、Excel、Office 365、Dynamics等用户基础好的产品和应用，作为连接中小微企业的前端界面，从而实现多维度触达。

二是以轻量触达为契机打通相关产品并提升资源协同效应。腾讯以“一云多端”战略打通旗下协同办公产品。2022年1月，腾讯全面开放了三个办公室效率产品，分别为公司微信、腾讯文件和腾讯例会，以实现跨界融合，搭建一个更加高效的工作环境，为用户带来更多的便利，更好地促进企业之间的沟通与交流。阿里以“云钉一体”战略推动宜搭与钉钉产品体系融合。2020年9月，宜搭团队加入钉钉事业部，随后aPaaS平台宜搭顺势升级为“钉钉宜搭”，开启与钉钉产品体系的深度融合。钉钉宜搭开发的应用能够借助钉钉的触达体系，与阿里旗下各项产品高效协同。2022年，钉钉持续以战略高度投入文档、音视频、项目、会议四大基础产品的建设，旨在丰富和强化协同办公产品体系。微软、百度、Salesforce集成旗下多种产

品提升解决方案输出能力。微软aPaaS平台Power Platform“无缝”集成了Azure、Office 365、Dynamics 365等几乎微软旗下所有产品。Salesforce也将其aPaaS平台Salesforce Lightning与CRM、Marketing Cloud工具整合。百度爱速搭平台也与“零代码”AI训练开发平台EasyDL、全功能AI训练平台BML、AIEdge智能边缘等产品实现“无缝”打通。

三是优化合作伙伴互利关系，合纵连横加强生态布局。腾讯致力实现外部生态伙伴的“干帆”市场和公司内部“多端”市场的高效协同。在“一云多端”的基础上，腾讯发布“干帆计划”搭建市场平台，接入外部300余家合作伙伴，覆盖17个业务“赛道”，且不要求企业站队，以开放共赢心态构筑长远生态。通过“干帆”市场和“多端”市场的协同，为合作伙伴提供多市场分发，方便其在腾讯生态内的更多场景和用户群体中推广优质应用，“干帆”平台还推出了个性化推荐服务和一系列的销售赋能工具，进一步提升供需两端的匹配效率。钉钉通过为合作伙伴提供更多实际利益打造自身优质生态圈。钉钉将与合作伙伴的分成比例从3:7调整到1:9，通过抬高合作伙伴分成比例强化生态建设，扎实建强aPaaS平台落地渠道。此外，在钉钉开放平台上销售SaaS软件最高收取15%的佣金，交付后根据用户满意度，钉钉再给合作伙伴约5%的返点。百度爱速搭借助智能云生态资源合纵连横整合生态能力。百度智能云拥有数千计的技术能力和超过400万规模的开发者生态，还有近万家从产品到方案、从开发到交付、从运营到销售多维度的合作伙伴，爱速搭将围绕这些生态资源，合纵连横进行深度整合，通过低代码平台将综合能力传递给各行各业。

表1 开天aPaaS的5个子行业平台

| 具体内容 | |
|---------|--|
| 工业aPaaS | 沉淀了物料、电子、需求、工艺等24种工业数据模型 |
| 政务aPaaS | 基于600多个政务云项目，沉淀了100多个政务服务API |
| 供热aPaaS | 沉淀出98个智慧供热API |
| 煤矿aPaaS | 通过“盘古矿山大模型”沉淀的18个机器视觉类矿山作业API，华为云煤矿aPaaS打造出无人少人、安全高效的智能矿山解决方案，该方案可以在全国超过4000个井工矿复制使用 |
| 教育aPaaS | 5类30多个教育API服务的沉淀，提供智能作业批改、口语评测、智能排课等能力，帮助老师从低效、重复的工作中解脱出来，专注学生个性化能力培养 |

各企业开展差异化竞争并克服短板

就阿里来看，由于其能为合作伙伴从商业层面提供流量和企业用户资源，从技术角度提供快速开发和上云能力，因此阿里目前基于aPaaS构建的生态是最具规模的，截至2021年12月，其拥有低代码应用240万个，开发者190万名，企业用户2万户，开放API接口1300个。

在向中小企业推广过程中，为补足下沉不足劣势，阿里在销售渠道方面下足功夫。一是自有销售组织下沉。2021年，阿里在16个区域设立团队，每个区域任命一名总经理，要求其负责区域内的本地化运营，包括服务当地用户和建立当地生态。二是分销渠道下沉。2022年，阿里推出“百城计划”，计划3年内投10亿元，与分销伙伴共同服务全国300个城市，同时推出“十百千计划”，着手打造十家能力中心、百家MSP以及千家环路伙伴。但受制于资源的有限性，阿里销售渠道触及的大部分仍是中型企业，末梢的小微企业仍难以覆盖。

而腾讯通过微搭，依托企业微信流量池服务小程序开发者。微搭起初是服务于微信小程序开发者的aPaaS，与企业微信生态的紧密结合是微搭的一大发展优势。目前微搭已经把腾讯体系内的腾讯文档、腾讯会议、微信支付等服务做了有效连接，以帮助入驻企业微信的B

端用户及开发者，更轻松地定制开发小程序等应用。

但值得注意的是，腾讯云与企业微信、腾讯文档等隶属于不同事业群，不同事业群之间存在一定的“赛马效应”，影响协同效果。企业微信隶属于微信事业群，腾讯云最早在2019年力推的aPaaS产品是“干帆神笔”，但因推进并不理想，腾讯在2022年11月推出的云2.0版本中主推了微搭平台，并强调腾讯云与企业微信的联合。

华为则借助行业经验构建一站式开发平台，其有两个低代码平台——AppCube和开天aPaaS（见表1）。开天aPaaS是华为云行业aPaaS，其目标是将行业数字化转型经验、技术创新沉淀在云平台上，变成可被调用的服务，进而提供给行业开发者。与互联网云计算厂商的aPaaS平台相比，华为开天aPaaS的生态合作伙伴多是深耕行业多年的软件厂商，因此在深度服务各垂直行业数字化转型方面具有一定优势。

但华为缺少前端流量入口。华为在2019年发布移动办公软件Welink，比互联网企业晚了4~5年，目前用户数达19.5万，相比于钉钉和企业微信的亿级和千万级用户，具有不小的差距。因此华为除了用“Welink+AppCube”的业界传统打法，还专门打造了行业aPaaS平台，构建“行业经验即服务”的差异化产品。

微软凭借优异的软件开发能力，形

成了最为完善的自生态。微软的前端软件产品Office 365、Dynamics 365以及Microsoft Teams等在各自领域均有不俗成绩,其中Office 365拥有3.45亿用户,控制着大约47.9%的市场份额;70%的全球“财富500强”企业使用Dynamics 365,其在中型企业市场全球排名第一。Microsoft Teams全球市场份额为21%,排名第三。

微软的aPaaS平台Power Platform提供的编写功能能够满足企业在多个领域的数字化转型的需求,从可视化的数据分析到Power Apps的构建,再到业务流程的自动化,以及web的构建,甚至是虚拟Virtual Agents的构造。同时Power Platform对内可“无缝”衔接Office 365和Dynamics 365,以Office 365为例,Power Platform作为SharePoint中的一个组件来运作,对外可以集成Salesforce、Workday以及SAP等软件。由于微软的低代码产品基本上是自研,虽然全面且可形成“无缝”衔接,但价格偏高,对中小企业并不友好,目前主要用户为大企业。

通信运营商面临“两强两弱”不平衡态势

两强: 网格和网络形成触点及成本优势

网络成本优势是通信运营商参与中小微企业争夺战的核心竞争力。对于电信运营商以外的云厂商而言,宽带费用计入营业成本,且价格刚性,成本率高达37.3%,直接影响了云厂商的产品定价。短期内,各大云厂商可以依靠补贴抢占aPaaS市场份额,但长远来看,只有将基础设施成本压缩到极致的云厂商才能维持长期低价,留存住旧用户,吸引其他平台用户。而运营商天然的网络成本优势,将成为其在中小微企

业争夺战中的核心竞争力。

完备的网格运营体系助力通信运营商形成起步优势。组织升级、渠道下沉是互联网云厂商服务中小微企业数字化转型的第一步,但临时组建本地化团队和小规模的人力投入,对于数量庞大的中小微企业而言明显不足,依靠合作伙伴力量又面临稳定性堪忧、成本高企问题。而通信运营商的网格运营体系已使其在不同地域拥有广泛的用户群和用户拓展渠道,并拥有完整的市场营销、技术支持和用户服务策略。若能将网格资源由C端向小B端转化复用,可以发挥公司“地缘优势”,快速形成面向中小微企业的服务竞争力。

两弱: 产品整合和销售体系需进一步加强

产品整合能力有待加强。通信运营商在产品侧拥有非常完整的链条,软件产品功能齐全,覆盖协同办公全场景(行业视频、会议助理、移动办公、网盘等);行业应用渗透广泛(教育、健康、金融、交通、政务、能源等),以中国移动为例,aPaaS平台初具规模,基础云产品完整度成熟度较高。然而,通信运营商整体面临“全而不精”的局面,对外缺少“明星产品”和流量入口,内部缺少跨产品协同,暂未实现“1+1>2”的能力整合。

销售体系需进一步优化。通信运营商拥有比互联网企业更为覆盖范围的销售渠道,但是由于长期的销售惯性,在面对新业务时,虽然在培训、考核等关键环节有所调整,但更多的是在原有基础上做叠加,销售针对性不强。

建议: 扬长补短推动云业务升级

擅用网格体系拉开“地缘”优势, 升级销售模式构建触达优势

对比互联网公司大举下沉销售渠道

的做法,通信运营商应充分发挥已绵延至地域“末梢”的庞大销售渠道,着重攻关百人左右的小微企业。首先需形成对目标用户价值和需求的统一认知,在构建独特销售体系时着重考虑成本控制和实操性,而后需实现对销售价值链的有效掌控,为决策者提供切实抓手。

打造“全而精”的aPaaS产品体系

与竞争对手相比,通信运营商的产品体系完整,但是缺少“明星产品”。一是明确市场定位,可卡准利基市场(互联网云厂商下沉不到的小微企业)。二是根据市场定位及中小微企业需求,集中资源培养出一款具有高黏性、大流量或强差异性的“明星产品”作为流量入口。三是对现有产品进行整合,形成协同效应。

延展网络优势,铸aPaaS差异化竞争壁垒

瞄准互联网云厂商难以触达、因其他云厂商服务定价过高而付费意愿较弱的中小微企业,把握价格敏感企业的需求特性,放大通信运营商网络资源优势,优化产品定价和合作伙伴分成模式,例如根据用户满意度对合作伙伴提成返利等。树立“产品优质、价格惠企、合作友好”的数字化服务商形象,构筑在服务中小微市场中的竞争壁垒。

依托“链长”身份构建aPaaS高品质产业生态

强化平台化属性,吸纳更多合作伙伴和产业用户,提升通信运营商在中小微市场的地位,打造自身的生态体系。一方面,优化合作伙伴互利关系,不要求合作伙伴站队,利用自身用户资源和渠道能力为合作伙伴提供更多分发场景。另一方面,优化中小微企业用户体验,沉淀定量模板和应用后,通过用户画像和算法为用户提供个性化推荐功能。CW



大模型时代的隐私保护与内容安全

■ 中国联通研究院 董航 李慧芳 陈决 徐雷 陶冶

随着2022年11月底OpenAI推出名为ChatGPT的人工智能对话聊天机器人，“大模型”概念迅速成为AI时代的热门话题，各厂商争相推出大模型产品。然而，在以ChatGPT为首的一众大模型被广泛应用的同时，用户不禁要问：人工智能大模型是否安全？

安全是大模型时代的最大挑战

大模型是一种包含数亿甚至数十亿训练参数的神经网络，它通过自监督或半监督学习的方式，利用大量数据进行训练。其中，大语言模型（LLM）是大模型中最常见的一种，能够执行情感分析、机器翻译、内容生成等各种自然语言处理（NLP）任务。

最早的大语言模型可以追溯到20世纪60年代第一

个聊天机器人Eliza的创建。Eliza是一个简单的程序，它使用模式识别来模拟人类对话，将用户的输入转换为问题并根据一组预定义的规则生成响应。虽然Eliza远非完美，但它的出现标志着自然语言处理研究的开始和更复杂的大语言模型的发展。1997年，长短期记忆机器学习模型（LSTM）创建了更深层、更复杂的神经网络，能够处理更多的数据。2017年，Transformer模型的出现为此后的大模型产品奠定了基础，可以称之为“让ChatGPT踩在肩膀上的巨人”。强大的Transformer架构支持创建更大、更复杂的大语言模型，例如，OpenAI在2020年推出的GPT-3（Generative Pre-trained Transformer 3），被视为人工智能领域的一个里程碑。

生成式人工智能是一种使用大模型生成自然语言、图

片、视频等内容的系统。这些大模型通过学习从互联网抓取的通用数据或由开发者上传的特定数据，能够生成风格和内容与训练数据相似的新内容。它们还可以根据在训练中获得的模式，生成摘要、翻译、预测文本等内容，知名的生成式大模型包括OpenAI的ChatGPT和谷歌的Bard。

随着大模型技术的迅速发展，相关企业都希望抓住这一机遇，利用大模型来开展业务赋能和创新。例如，一些提供餐饮推荐、外卖点单服务的商家会收集客户的基本资料、购买记录、行为习惯等信息，并将这些信息以数据的形式存储下来，通过人工智能大模型进行分析并加以利用，针对不同客户群体的消费习惯和购买行为进行特定商品推送。此外，ChatGPT还可以根据用户输入的主题和描述进行文案、图片等创作。

虽然这种颠覆性技术有广阔的应用前景，但它并非没有风险。因为人工智能大模型生成的内容并不能保证是真实的或适当的。随着大模型技术的迅速发展和广泛应用，人们每天都生活在大量数据和算法之中，这些技术的运用在提高人们生活质量的同时，也带来了前所未有的安全问题。

大模型技术可能会过度收集并违规使用个人信息数据，导致个人隐私数据面临泄露或被窃取的风险。此外，大模型算法本身也可能存在缺陷，导致其生成虚假新闻或不正当言论。因此，大模型引发的数据泄露和内容安全问题已经成为当前人们关注的焦点，也是人工智能领域面临的挑战之一。

大模型时代的隐私保护

随着大模型技术的快速发展和广泛应用，人们的生活发生了前所未有的变化。然而，在享受大模型技术带来的机会的同时，我们也不能忽视其弊端带来的负面影响。尤其是在当今这个缺乏隐私保护意识的时代，人们为了获取智能应用带来的便利而让渡部分权利，隐私数据泄露便不可避免。

最近几年，个人隐私数据受到侵犯的案件频繁发生。例如，Facebook未经允许将用户个人信息泄露给剑桥分析公司用于非法目的，同时利用网民的浏览习惯来精准投放广告；而剑桥大学心理测量学中心通过分析用户对哪些帖子和新闻进行阅读、点赞，得出每个人的性别、个性等信息。该事件表明，大模型技术的普及乃至滥用使其面临越来越多的隐私和安全威胁。

因此，社会各界逐渐加大了对隐私风险的分析和隐私保护的关注度，数据安全、模型安全、应用安全成为用户和服务提供商最关心的问题。为了保护个人隐私，相关各方应采取有效的措施，加强对大模型技术监管和个人隐私数据保护的措施，并加强对相关人员的培训和教育。只有这样，才能

使人们更好地享受大模型技术带来的便利和机会，同时保护其个人隐私和安全不受侵害。

在数据采集、存储、处理、流通等阶段，都存在泄露的风险。

在数据采集方面，由于存在非法数据、买卖数据、暗网数据等不正当和未经授权的隐私数据收集行为，以致部分数据的获取实际上并没有取得用户的知情同意，很容易造成用户隐私数据泄露。

在数据存储方面，如果没有采取有效的技术手段进行安全防护，隐私数据很容易被攻击者通过黑客行为窃取。另一方面，由于对数据没有明确的隐私界定与标注，如果数据使用者无意中将涉及隐私的数据用于公开的大模型训练分析，个人隐私将在不经意间被泄露。

在数据处理方面，对于种类多、数据量大的数据集，数据的处理过程难以规范与监管，存在被攻击者破坏、拷贝等安全隐患。

在数据流通方面，由于一些人工智能企业会委托第三方公司实现海量数据的采集、标注、分析和算法优化，数据将不可避免地在供应链的各个主体之间形成复杂的交互流通链路，并因各主体数据安全能力的参差不齐而产生数据泄露或被滥用的风险。

除此之外，在全球数字经济发展不均衡的大背景下，大型科技巨头将人工智能的数据资源供给、数据分析能力、算法研发优化、产品设计应用等环节分散在不同的国家，数据跨境流动的场景也将对国家安全和个人信息保护造成不可控的风险。

大模型时代的内容安全

在ChatGPT的使用过程中，用户只需输入主题和描述，就能生成相应内容，这降低了网络犯罪的门槛，让即使完全不懂代码的人也能进行虚假信息、不适当信息的制造和传播。一些不法分子使用“AI换脸”技术，通过伪造视频和图片进行非法牟利，人脸信息属于个人敏感信息，被用于生物识别，关系到每个人的肖像权和财产安全。这种利用大模型进行“AI换脸”内容生成、技术滥用的行为，严重损害了社会公共利益和他人肖像权。此外，新型电信诈骗模式也呈现高发态势，不法分子使用大模型创作“诈骗剧本”，并利用AI创作的虚假视频、音频进行诈骗，对个人财产造成了严重损害。

人工智能模型依赖于大量数据，大模型虽然可以生成与训练数据风格相似的内容，但本身不具备辨别数据真伪的

能力,因此容易受到虚假训练数据的影响。除此之外,数据的污染和偏差都会降低模型的准确性和可靠性。如果数据质量出现问题,如数据内容失真、数据标注错误、数据多样性有限等,那么大模型生成内容的可信度将无法保证,可能导致预测结果出现偏差,甚至导致种族歧视或性别歧视等内容的生成。

此外,一些不法分子在训练数据集中添加“污染数据”,导致训练出来的大模型在决策时出现偏差,从而影响模型的完整性和可用性。近年来,“数据投毒”问题已导致多个世界知名公司遭受重大负面影响,并产生了十分严重的后果。例如,美国亚马逊公司的Alexa智能音箱“学习”了网络不良信息,发生了引导用户自杀的恶意行为。这足以看出,训练数据的质量已成为阻碍人工智能发展的重大问题。

除了生成恶意内容的风险外,大模型在推理过程中产生的信息还可能间接暴露用户隐私。一方面,在深度挖掘和分析数据时,可能会挖掘出用户的个人隐私信息,并对其进行一系列分析和应用,从而间接暴露数据中隐藏的个人隐私。另一方面,在对去标识化的个人信息、行为模式进行融合及关联分析时,可能会推理出与个人隐私相关的信息,如政治倾向、财务状况等。

此外,一些不法分子采用模型逆向攻击方式,还原训练数据以获取用户隐私信息。攻击者可以在没有训练数据的情况下,通过不断调整模型的输入数据,最终获得与训练集相似的数据。这种攻击如果用于人脸识别、指纹识别等生物信息识别系统,可能导致用户生物识别信息的泄露。例如,攻击者可以随机构建一张图片,人脸识别模型会给出用户名和置信度,结合置信度不断调整图片,最终有可能恢复出训练集中的人脸信息。

大模型时代的安全保护

针对大模型的隐私数据泄露和内容安全问题,必须加强监管和技术保障,确保大模型的安全性和可靠性。业界可以从以下三个方面开展相关工作:管控手段、攻防技术、隐私保护与检测平台。

在管控手段方面,管理者可以在大模型的开发阶段,根据预设的规则策略制定权限控制机制,限制用户访问资源的权限,以保护系统安全和数据完整性。这样可以确保人工智能数据模型的隐私安全。

由于智能化程度越高的人工智能应用,数据隐私泄露的风险越高,因此可以根据人工智能应用的场景和功能对其进行分类分级,并制定差异化的人工智能隐私保护机制。例如,

针对初级的基于人工智能技术的数据分析,可以按权限申请数据使用和共享,保证数据可信共享。针对智能化程度更高的生成式人工智能应用,可采用溯源的解决方案,对生成的图片、视频等内容进行标识,若发现违法生成内容应及时采取处置措施。这种精细化、分级化的管控手段有助于降低系统隐私泄露带来的负面影响。

在攻防技术方面,研究团队需要开发新的防御技术并研究攻击方法以应对新型的隐私泄露威胁。例如,可以使用深度学习算法检测模型中的恶意内容,或者使用加密技术保护数据的隐私。同时,研究团队也需要开发新的攻击技术以发现模型中的漏洞和弱点,从而及时修复并更新模型。

针对大模型训练和推理阶段所面临的隐私安全风险,研究者根据不同的攻击类型提出了相应的防御措施。对于“数据投毒”攻击,防御措施主要包括采用鲁棒性机器学习方法和数据清洗技术,以改变正常训练数据的分布。对于成员推理攻击,研究者发现可以通过在模型中添加Dropout层、正则项或使用model stacking减少这种攻击。对于模型逆向攻击,一种常见的方式是利用差分隐私技术来保护数据隐私,也有研究者提出利用联邦学习建立虚拟共有模型进行多方共同训练,以降低本地训练数据泄露的风险。对于模型提取攻击,一种直接的方式是对模型参数或输出结果进行近似处理,也有研究者利用模型水印技术来保护模型数据的知识产权,降低模型被盗用的风险。对于对抗样本攻击,已经有多种防护手段,其中直接对抗训练是将对抗样本及正确标签重新输入到模型中进行重训练,梯度掩模通过隐藏梯度使基于梯度的对抗样本攻击失效,对抗样本检测即直接检测是否存在对抗样本。

另外,还有研究者提出了提示注入攻击防御方法和生成内容检测过滤防御方法,以预防大模型的提示攻击威胁和生成内容隐私泄露。对于提示注入攻击防御,一种简单的策略是将防御策略添加到指令中,通过增加指令的鲁棒性来强制执行期望的行为。常用的技术有调整提示位置、使用特殊符号标识等。同时,另有研究者提出构建提示检测器对提示进行检测、分类或过滤,以防止敏感和有害的提示输入。目前,OpenAI的ChatGPT、微软的NewBing等都采用了这种防御策略。

在隐私保护与检测平台方面,应建立大规模的隐私保护和数据安全检测平台,对所有的人工智能应用进行全面的隐私和安全检测。该平台应能够自动分析人工智能应用的数据来源、使用方式和处理过程,从而发现可能存在的隐私泄露风险。同时,该平台也应能够提供实时的监

宽带接入网技术发展与应用研究

■ 中国信息通信研究院技术与标准研究所 朱鹏飞 胡志杰 王泽珏 程强 李少晖

过去十年间,我国宽带接入网取得长足发展,“光进铜退”等系列举措推动宽带接入网光纤化,目前已步入全光接入初期发展阶段。10G-PON(无源光网络)、FTTR(光纤到房间)以及Wi-Fi 6等高速接入技术,为高清视频、VR/AR(虚拟现实/增强现实)提供了坚实的承载底座,宽带接入网络规模不断扩大,应用程度加速深化。

然而,随着新型业务的发展,如XR(扩展现实)、裸眼3D、超高清机器视觉质检等应用场景,对网络超大容量、低时延、低抖动、高稳定等需求持续升级,宽带接入网还将进一步发展演进,其技术发展和应用趋势还有待梳理和研究。

宽带接入网发展现状

当前,新一代宽带接入网包含10G-PON、FTTR以及Wi-Fi 6等高速接入技术,作为千兆光网的关键组成部分,新

一代宽带接入网在提高人民生活水平、促进经济社会数字化转型等方面发挥了关键作用。自2021年政府工作报告首次提出“加大5G网络和千兆光网建设力度,丰富应用场景”以来,国家信息通信顶层设计和产业政策均在加快推进千兆光网发展。《数字中国整体建设布局规划》提出要“加快5G网络与千兆光网协同建设”,旨在夯实数字中国建设基础,打通数字基础设施“大动脉”。

如图1所示,截至2023年6月,我国已建设具备千兆网络服务能力的10G-PON端口数达到2029万个,相比去年同期增长近一倍,具备覆盖超过5亿户家庭的能力,网络规模和覆盖水平全球第一。FTTR用户规模也在同步扩大,据Omdia预测,到今年末,我国FTTR用户规模将达到700万户。

与此同时,新一代宽带接入网正加速赋能千行百业,相关应用涵盖了新型信息消费、行业融合应用、社会民生服务三大领域,具体包括工业制造、智慧医疗、智慧教育、数字政务、

控和报警服务,及时发现并处理任何可能导致隐私泄露的事件。

为了保护数据的隐私和安全,多个隐私保护人工智能平台被陆续推出,这些平台基于安全多方计算、联邦学习、追踪查询、密码学和分布式等技术,实现了数据的安全共享。其中,某隐私保护机器学习平台利用安全多方计算和联邦学习打通“数据孤岛”,将计算环节移至数据端,实现了“数据可用不可见”,解决了多家机构在数据合作中可能存在的数据安全风险和隐私泄露问题。另一个面向政府内部及外部数据需求方的隐私计算平台则提供安全可信的隐私计算服务,以推动政府的数据生态体系建设。该平台支持多方计算和联邦学习融合应用模式,并通过联邦区块链保证过程的不可篡改和可溯源性,实现了“数据可用不可见”和“计算可信可链接”,帮助政府解决数据开放和隐私保护难以两

全的问题。

最近,联邦学习隐私计算开源平台FATE发布了联邦大模型FATE-LLM。联邦大模型是指利用联邦学习的方法对预训练大语言模型进行微调和优化,以适应不同的应用场景和任务。联邦大模型可以突破数据和算力的壁垒,实现多方数据的融合和增值,同时保护数据隐私和安全。此外,针对大模型生成内容的监测,业内也在积极研究相关的安全监测工具,以满足用户对可信赖人工智能系统的需求,并促进全球人工智能监管框架的互联互通。

最后,笔者在此呼吁大模型的开发厂商、安全厂商等企业共同构建大模型的安全生态环境,建立健全的管理体系。通过多层保护的方式,保障用户的隐私数据安全以及生成内容的安全。通过加强合作和交流,共同推动人工智能大模型技术的健康、稳定和可持续发展。🌐

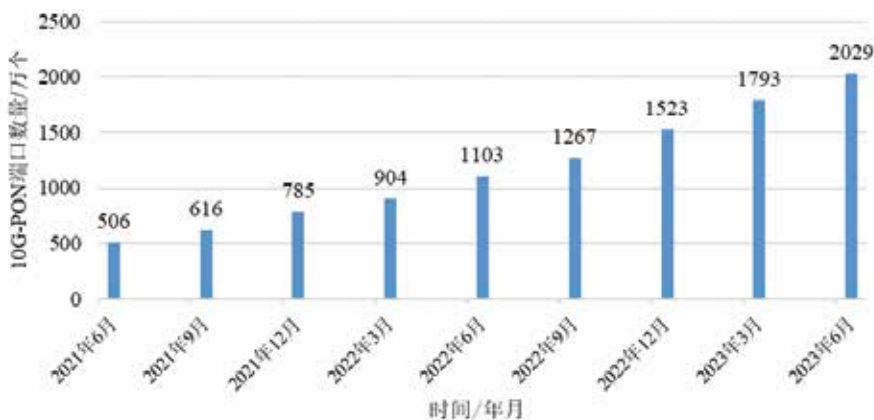


图1 我国10G-PON端口数量增长情况(2021.6—2023.6)

AR/VR、超高清视频、能源/矿山、数字金融、智慧家庭等多个应用方向，辐射了我国国民经济的主要行业和产业。

新型业务驱动宽带接入能力不断升级

从工业制造、中小微企业办公以及家庭等场景中的相关应用类型考虑，宽带接入主要满足高可靠、大带宽、确定性低时延、精准定位四大业务需求。基于以上四大业务需求，结合未来新型业务应用方向，可将宽带接入应用分为以下五大类。

一是增强型超大带宽、低时延交互类应用，主要包括XR、元宇宙等业务。超高清视频内容、VR/AR等技术发展促进元宇宙应用和产业成熟，当前8K micro-LED技术应用于VR/AR头显，在120Hz高帧率情况下，其基础上下行大带宽需求超过400Mbit/s，空口时延小于1ms，端到端往返时延小于20ms。

二是高可靠泛在连接感知类应用，主要包括物联网各类传感器数据回传业务。例如，智慧家庭中各种环境传感器室内全覆盖，数据回传可靠性要求大于99.99%；在工业生产制造场景下，工业类传感器在车间内重点覆盖，其搜集的数据关系到生产安全，因此可靠性要求大于99.999%。

三是低速移动精准定位类应用，主要包括人员和车辆定位。对于各种类型室内人员定位，例如机场航站楼与商场导航服务，人员定位精度须小于10cm；在智能制造行业中，智能化无人运输车要实现实时定位跟踪，因此其定位精度应小于1cm。

四是高可靠确定性低时延控制类应用，主要包括智能制造中机器远程控制指令以及一些矿山场景下的远程掘进控制等应用。为保障工业制造中远程控制的实时性、可靠性、稳定性，控制信号应具备超低时延、超高可靠特性。在工业精准制造中，机器控制信号要求空口时延小于100μs，端到端时延小

于1ms，抖动小于1μs，可靠性达到99.9999%。

五是超大上行超高分辨率监测类应用，主要包括自动光学智能质检以及家庭/园区高清安防等应用。当前高端装备制造行业对生产部件的品控要求极高，而先进的光学高精度智能质检要求60帧4K标准单相机连续拍摄，因此其对上行带宽的要求超过800Mbit/s，且端到端传输时延小于20ms。

上述五大典型应用将驱动宽带接入迈向泛在万兆、微秒级时延以及超高可靠(99.9999%)的“光联万物”时代。如图2所示，基于“50G-PON+FTTR+VLC(可见光)/Wi-Fi 7”的“PON+2.0”万兆全光接入将是未来十年实现超宽智慧的关键解决方案。

下一代宽带接入关键技术

高速光纤接入技术

光接入网目前正由10G-PON向50G-PON发展。50G-PON能够提供高达50Gbit/s的下行接入速率，以及至少10Gbit/s的上行接入速率。当前，50G-PON标准趋于成熟，业界已就50G-PON作为下一代高速光接入技术达成共识，对称速率50G-PON标准于2022年底在ITU-T获得通过。相较10G-PON的产业和技术应用，50G-PON落地应用面临更大挑战，一是其功率预算相比10G-PON提升近5倍，在现网应用普遍实现32dB预算功率还存在挑战；二是色散补偿相对更严格，50G-PON色散容限仅不到10G-PON的1/25；三是器件封装要求更高，需要更好的功耗散热性能。

同时，ITU-T也已启动更高速率PON的技术预研，研究单波长50Gbit/s以上的“点到多点”光接入系统要求和传输技术，需要重点关注预期的系统容量、共存要求、容量和链路功率预算之间的平衡。从实现技术的角度出发，相干调制是实现更高速率PON的关键技术路径，新的调制解调方案有待研究。

光纤也逐步向企业和家庭内部网络延伸(即FTTR)，侧重于突破“最后10m”有线接入瓶颈，实现企业和家庭网络全光化，为高品质业务承载以及无线AP(接入点)间的高效协同提供坚实的网络基础。ITU-T目前正在就FTTR技术的总体、物理层、数据链路层和管理等方面开展系列标准的制定工作，基

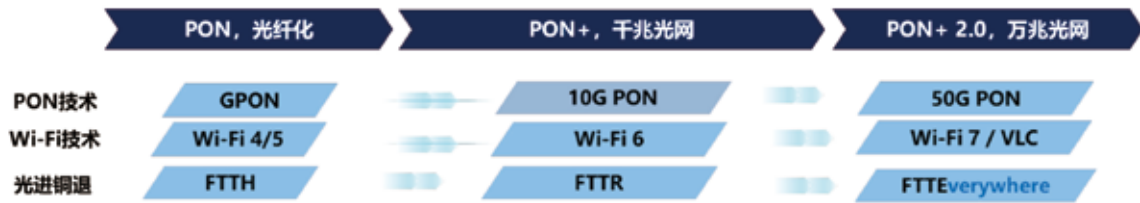


图2 基于“50G-PON+FTTR+VLC(可见光)/Wi-Fi 7”的“PON+2.0”万兆全光接入方案

于无源分光器的“点到多点” FTTR架构与需求已经明确，能够复用当前PON产业链，以较低的成本实现室内组网。

新型无线接入技术

移动终端设备接入还是离不开无线接入网，Wi-Fi 7与可见光通信（VLC）作为新型无线接入技术，将协同接入终端设备，满足不同场景下的业务传输需求，为未来新兴宽带应用提供超大带宽、低时延的末端无线接入能力。Wi-Fi 7在Wi-Fi 6的基础上进一步提升关键接入能力，包括多链路机制、多无线资源分配、QoS差异化管理与严格服务周期，峰值接入速率接近6Gbit/s。

VLC工作波长为380nm—790nm，天然具有超大带宽传输能力，能够与Wi-Fi7协同为终端接入提供大容量传输通道。VLC相关标准历经10余年的发展，目前主要有两种路线，一种是复用Wi-Fi链路层，采用CSMA/CD（具有冲突避免的载波监听多址接入）方式接入业务，实现成本低，但难以满足低时延与抖动要求；另一种面向VLC重新设计链路层，采用TDMA（时分复用多址）接入，能够满足确定性低时延传输需求。

网络管理与资源分配技术

（1）“50G-PON+FTTR”的端到端切片技术

不同应用对网络要求具有明显差异，因此识别服务和应用类型，并依据网络性能需求对不同的业务配置差异化的网络资源，构建相应的网络切片，能够使业务传输彼此不受影响，有效保证业务服务体验，并提高网络资源利用效率。通过业务感知，利用人工智能技术识别业务体验诉求，并基于实时网络状态和资源全景图，对PON网络以及FTTR网络预留相应的网络资源。同时在无线接入侧，通过Wi-Fi 7的多无线资源单元（MRU）预留机制以及VLC的TDMA接入方式，为终端提供确定性的空口传输资源。

（2）多点协同与集中管控架构

当前，ITU-T正开展光与无线协同控制管理接口、FTTR主从光网络单元（ONU）控制管理接口的研究。在单个ONU侧，通过光与无线协同控制管理接口，将FTTR与无线AP连

接起来，FTTR主从ONU控制管理接口为主从ONU设备间的控制信息交互提供可靠通道。两种接口相互配合，共同构建起中心化的光与无线协同管控架构，为端到端业务保障提供全局控制视野。

基于中心化光与无线协同管控架构，能够实现多个无线AP间的协作，包括流量卸载、负载均衡、多点协同增强等能力，从而进一步提高网络服务性能。例如，在主从ONU侧，通过光与无线协同管理接口实现Wi-Fi 7与VLC间的协同，通过VLC实现Wi-Fi 7高峰值流量下的业务负载；在多个Wi-Fi 7 AP间，当用户终端移动时，通过主从ONU控制管理接口进行跨区切换的信息交互，可以实现用户在AP间的无缝漫游，或是用户终端在多个无线AP边缘，利用多点协同机制（CoMP）实现用户终端在AP边缘的接收信号增强。

（3）确定性差异化资源调度机制

针对差异化服务需求的业务应用，“50G-PON+FTTR”的光线路终端（OLT）以及ONU具备层次化QoS调度技术，能够基于IEEE 802.1Qbu所定义的帧抢占功能和基于IEEE 802.1Qci所定义的入口流检测功能，优化上下行业务传输的时延与抖动性能。在下行方向，还可以通过FlexE或OTN等时隙化技术，保障下行方向的低时延与抖动。

面向未来，下一代宽带接入网将支持更大带宽、更高确定性、更高并发，推动更多应用趋于成熟。在信息消费领域，将赋能数字生活，推动8K超高清视频、XR、元宇宙、沉浸式视频直播等新型媒体应用深入千家万户；在行业融合应用领域，将推动3D自动光学质检（AOI）向高端制造业加速普及，并将有力支撑数字孪生工厂等大数据应用，赋能先进制造业高质量发展；在社会民生服务领域，将推动数字城市向智慧城市升级，支撑云VR在线教育、虚拟实训等新形式教学应用，赋能优质医疗资源入云共享，极大提升民生服务水平。

同时，下一代宽带接入网还将助力移动通信能力提升。针对B5G/6G高频段小微蜂窝通信覆盖范围小等问题，新型全光接入将助力小微蜂窝回传，推动小微蜂窝在重点室内场所密集部署。📶

新一代电子政务外网规划与建设探究

■ 中国通信建设集团设计院有限公司第一分公司 王静 周丽娜

电子政务外网是数字政府建设的关键基础设施，是政务部门向社会和公众提供政务服务的通道。它为各政务部门的业务提供网络支持服务，支持业务网络的互联互通，实现跨地区和跨部门的业务应用、信息共享和业务协同。

本文主要对新一代省级电子政务外网进行研究，给出省级电子政务外网总体框架，并对“IPv6+”、量子通信、视联网、5G等技术进行分析和研究，探讨其在电子政务外网建设中的应用和发展方向，以期对新一代政务外网的规划、设计和建设提供参考。

电子政务外网相关政策及建设经验

在国家大力推动“新基建”的背景下，电子政务基础设施也迎来了新的发展机遇。《“十四五”推进国家政务信息化》提出要提高政务外网移动接入能力，优化共性办公应用体系，强化政务外网综合运维管理和全网等级保护建设，探索5G、区块链等新技术在政务外网领域的应用。

随着各省启动数字政府建设工作，为加快推动政务信息化建设，部分省份通过构建“政企合作、管运分离”的数字政府建设模式，促进政府职能转变。

《广东省电子政务外网专项规划》提出要通过构建三个“1+N”的总体架构，打造具有广东特色一网多平面承载的新型政务外网运作模式。广东电子政务外网具备广覆盖能力、多元化接入能力、一网多平面承载能力和弹性资源服务能力，采用的新技术有“SRv6+Slice-ID切片技术”“5G专网+国密SM9算法”、服务型网络的运营管理平台等。

《上海市推进新型基础设施建设行动方案（2020—2022年）》提出要建设“一网双平面”新型政务

外网及网络安全设施。目前，上海电子政务外网承载能力达到100G，全面支持IPv4/IPv6双栈技术，为上海市“一网通办”“一网统办”“互联网+监管”等数字政府应用提供了全面领先的数字化平台。

《河北省人民政府关于加强数字政府建设的实施意见》提出要加快政务外网提质升级，实现全省电子政务外网统一网络结构、统一安全防护、统一运行维护，建设省、市两级电子政务外网备份中心，完成IPv4和IPv6双栈改造。

综合政策需求及先进省份建设经验，新一代省级电子政务外网需要具有快速部署、弹性扩展、安全可控的特点，满足多业务一网承载、多样化移动政务、重大突发事件应急处置等业务需求，新一代省级电子政务外网总体框架如图1所示。

从纵向来看，省级电子政务外网包括连接上下级部门的广域骨干网；从横向来看，包括省级城域网以及各省级单位接入局域网。省级广域网由省广域核心设备、省广域接入设备和传输线路组成，用于纵向覆盖各级行政区划，承载“区县-地市-省-国家”的纵向流量；省级城域网由省城域核心设备、省

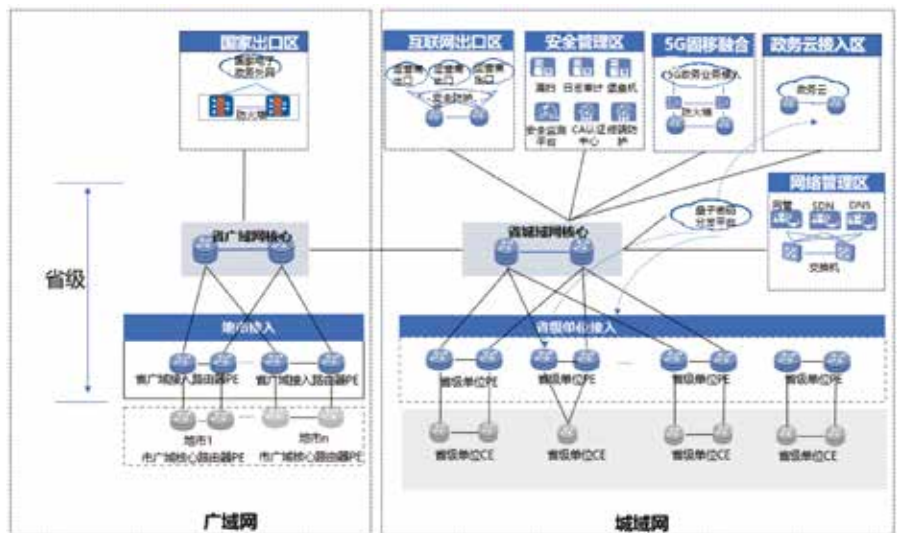


图1 新一代省级电子政务外网总体框架

表1 “IPv6+”技术体系

| 技术名称 | 简介 | 特点 | 政务外网应用 |
|------------|--|--|---|
| SDN | SDN是网络虚拟化的一种实现方式,在网络中引入SDN控制器,实现转发与控制分离和集中控制 | 良好地融合了“IPv6+”相关技术,为SRv6、iFIT等技术提供了集中控制架构 | 1.对电子政务外网进行集中控制与管理,实现网络流量灵活、集中、细粒度的控制; 2.通过网络控制器对整个电子政务外网进行管理控制,实现网络配置自动化; 3.开放编程接口,实现对网络资源的按需调配和应用创新 |
| SRv6 | 一种基于IPv6和源路由理念而设计的数据包转发协议 | 采用源路由技术,天然面向SDN架构设计,通过SDN集中式算路,可以实现各种流量工程,根据不同业务提供按需的SLA保障。另外,SRv6还具备灵活的编程能力 | 1.电子政务外网部署SRv6支持基于SDN的统一配置能力,支持VPN业务部署一键下发; 2.通过建立SRv6虚拟隧道,实现不同业务之间的逻辑隔离 |
| iFIT(随流检测) | 对实际业务流进行特征标记(染色),并对特征字段进行丢包、时延测量 | 实时可视、可快速感知网络性能相关故障,并进行精准定界、排障 | 配合SDN集中控制器可实现故障的定位定界,实现网络自动化、智能化运维 |
| 网络切片 | 同一个共享的网络基础设施上提供多个逻辑网络(切片),每个逻辑网络服务于特定的业务类型或者行业用户 | 资源与安全隔离、确定性时延 | 可实现电子政务外网一网多平面、专网整合和分级业务质量保证目标 |

域接入设备和传输线路组成,用于横向连接各省级单位。城域网连接互联网出口区、安全管理区、5G固移融合区、政务云接入区和网络管理区。

四大技术路径

针对可弹性及快速部署、具备移动接入能力、高安全可靠等要求,新一代政务外网的构建需借助“IPv6+”、量子通信、视联网、5G等新技术。

“IPv6+”是IPv6的增强创新技术,也是基于IPv6的网络能力全面升级。如表1所示,“IPv6+”技术体系利用IPv6扩展头可编程的特性,实现了网络定向能力的提升,主要包括SRv6、网络切片、iFIT(随流检测)、新型组播和应用感知等技术,具有可编程路径、快速业务发放、自动化运维、质量可视化、SLA保障和应用感知等特点,“IPv6+”能够在不同的维度为电子政务外网提供新的能力。

量子通信是以量子态作为信息载体进行信息交互的通信技术,利用量子保密通信技术解决经典密码技术中密钥分发的安全问题,已经成为政务、金融等领域密码应用的重要安全措施。量子通信可以应用于电子政务外网广域网中,在一定程度上提高政务外网电子认证体系的网络信息传输安全性,也可以应用在电子外网城域网中,为各省级单位到省政务云提供端到端的专线加密服务。政务外网量子安全城域网主要由部署在政务云的量子安全服务平台、量子安全加密网关及政务外网量子城域网专线组成,具有基于量子密钥的端到端加密、密钥可以根据用户要求定期更换等优势。目前,量子通信

已经在济南电子政务外网、合肥量子城域网、海南电子政务外网中得到应用。

视联网协议简称“V2V协议”是具备完整自主知识产权、独立控制特点的新型通信科技,该协议融合了电路交换技术和包交换技术的优点,在以太网基础上,借鉴电路交换原理,利用分组包交换技术实现的一套面向连接、支持组播的实时交换技术。视联网具有自主创新、全网通信、视频融合、异网融合、开放与兼容等特点,在电子政务外网中主要有“一张网”“一网两线”等应用。视联网“一张网”是通过自主创新、安全可靠的视联网技术,将视频业务、电子政务、智慧城市等整合在一个系统中进行统一指挥、统一调度;“一网两线”是指在一张电子政务外网中,实现电子政务外网和视联网异构协议混合组网,实现“一网两线”异构灾备、双网互备,构建以自主知识产权通信协议、国密算法加密、非IP通信网络为核心的多维度纵深安全防护体系。

5G的大带宽、低时延、广连接技术优势,能够满足移动办公、移动服务、物联数据采集、城市综合管理等政务应用的需求;5G网络切片技术能够为数据提供端到端的硬隔离传输通道,保障移动办公、应急指挥场景下移动终端安全高效接入政务外网。

“新基建”的加快推进,驱动电子政务外网办公业务系统的升级换代,这就对网络的可靠性、安全性、健壮性提出了更高的要求,新一代电子政务外网结合“IPv6+”、量子通信、视联网、5G固移接入等先进技术方案,为政务外网承载能力和监管能力提升打下良好基础,助力数字政府建设,助推政府治理方式数字化变革。

蝶变·日新
走近通信圈这一年
2023

ICT产业年终盘点



细数年度风云

十大新闻事件
十大技术关键词



标记重要里程碑

数说2023
图解2023



丈量前行步伐

产业盘点
企业盘点



瞩目辉煌瞬间

ICT产业影响力人物
5G 十大典型案例



揭晓重磅评选

2023年度ICT产业龙虎榜



辞旧岁迎新程
大咖访谈上新!