

# 通信世界

COMMUNICATIONS WORLD

总第903期 2022年9月10日 第17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

奋进新征程 建功新时代

信息通信业

# 非凡十年

(系列报道之二)

加快推进工业互联网平台  
创新发展/P22

产业生态逐步完善  
Wi-Fi 7时代渐行渐近/P30

5G核心网异网漫游安全风险  
及安全防护策略 /P39

ISSN 1009-1564



17

9 771009 156227

广告

**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

# 普通手机也能“放卫星”？

程琳琳

半月谈

在进入智能手机密集发布期的9月，手机市场又多了个爆炸性的话题——手机要直连卫星了。

9月初，Starlink和T-Mobile宣布开展智能手机直连低轨卫星的合作，预计明年推出使用中频段的低速率数据服务，在基站信号盲区为存量用户免费提供应急通信服务，业务有短消息和语音。双方也发出全球倡议，邀请其他国家和地区的运营商加入这一项目。

随后，在华为Mate50系列发布会上，余承东公布了“捅破天”的新技术，Mate50系列成为了全球首款支持北斗卫星消息的大众智能手机，在无地面网络信号覆盖环境下，仍可通过APP发送消息，支持一键生成轨迹地图。据了解，华为在卫星通信方面早已布局，如华为公司申请的“CN113271135A”等一些专利，就注明“提供了一种卫星通信的方法和装置”。

另据外媒报道，iPhone 14有望搭载卫星通信功能，更有消息称，iPhone 14已经完成卫星通信的硬件测试。

手机直连卫星已经成为各大手机厂商关注的焦点。随着科技的发展，人类的活动范围越来越广，但在人烟稀少的沙漠、原始森林、高原无人区等地方，现在并没有架设通信基站，甚至以后也不太可能架设基站，这就需要通过卫星进行通信。即便在有正常地面网络的地方，一旦基站损坏或发生断电等事故，手机就成了装饰品，无法与外界联系。

近年来，时有发生灾害后救援人员找不到受灾群众，人们手里拿着手机也无法联络的情况。如果

华为手机可以融合卫星通信，就算目前还不能拨打卫星电话，但把灾情和当前位置发送给外界，实现报灾与求救的目的，其价值也是非常巨大的。

但是为何智能手机问世多年，却一直不能直连卫星？当年的“铱星计划”也曾设想了这一场景应用，为何难以推广？其中一个很重要的原因是，普通手机和卫星电话的功率是两个级别，卫星电话的功率要远高于普通手机。功率大也就意味着更笨重，这对于智能手机用户而言是比较难接受的。

卫星电话还需要通过通信卫星实现，手机直连卫星也需要卫星业务支持。此前，中国北斗卫星导航系统发布消息称，中国兵器工业集团有限公司、中国移动通信集团有限公司、中国电子科技集团有限公司以及国产手机厂商，联合完成了国内首颗手机北斗短报文通信射频基带一体化芯片研制，实现了大众智能手机卫星通信能力。

因此，目前看来可以实现的卫星通信主要基于短消息业务，宣称智能手机能够实现卫星通信业务的Mate50还不能拨打卫星电话。北斗卫星是导航卫星，兼具短报文功能。即便使用了卫星通信模组，目前也只能发短信，但这对于受灾群众来说，已经是可以救命的功能了。

不过，未来智能手机拨打卫星电话也不是不可能。随着低轨通信卫星的部署，卫星手机除了发短消息外，也许还可以实现打电话、上网等功能。就像人们常说的，每一次的革命性创新都是从“一堆”不好用开始的，普通手机拨打卫星电话的前景很美好，但离落地还有一段距离，如果事实证明可行，未来或将有更多手机厂商跟进。 

# CONTENTS 目录

## 资讯 Information

### 新闻

- 4 七部门联合印发《信息通信行业  
绿色低碳发展行动计划（2022—2025年）》

### 评论

- 8 云市场的竞争与合作应是常态  
9 打造跨设备、跨系统生态挑战犹存

## 深度 Interpretation

### “奋进新征程 建功新时代” 喜迎二十大系列报道

- 10 “光进铜退”这十年：宽带中国，数智未来  
12 飞越万里关山，通信架起脱贫振兴桥梁  
14 筑基“数字中国”，千兆光网“飞入寻常百姓家”  
16 十年跨越新征程：数字便民，普惠共享  
18 企协十年：改革创新谋发展，砥砺奋进新征程



## P42 自智网络能力评估 与建设实践

## 广告目录

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



## 产业 Industry

### 运营管理

- 20 价值经营：5G超级SIM卡任重道远

### 市场分析

- 22 加快推进工业互联网平台创新发展  
25 数字乡村发展中的数字要素供给提升研究  
28 “物超人”时代来临，移动物联网迈入新阶段  
30 产业生态逐步完善，Wi-Fi 7时代渐行渐近

### 企业报道

- 31 “2022中国电信终端评测合作论坛”举办  
四大发布构建一流全品类终端评测

## 技术 Technology

### 技术趋势

- 33 面向5G和算力的SPN 2.0发展  
36 数据中心能耗现状分析与绿色发展探索

### 建设运维

- 39 5G核心网异网漫游安全风险及安全防护策略  
42 自智网络能力评估与建设实践

### 应用方案

- 46 DPU技术在算力网络中的思考与实践

TONGXIN SHIJIE  
**通信世界**  
COMMUNICATIONS WORLD

**主管：**工业和信息化部

**主办：**人民邮电出版社有限公司

**出版：**北京信通传媒有限责任公司

**编辑：**《通信世界》编辑部

**总 编 辑：**刘启诚

**副 总 经 理：**张 鹏

**执行主编：**舒文琼

**编 辑：**刁兴玲 王 涛 孟 月 梅雅鑫 孙 天

**持 证 记 者：**刁兴玲 程琳琳 甄清岚

刘华鲁 梁海滨 牛晓敏

（国家新闻出版署 举报电话：010-83138953）

**市场专员：**姜蓓蓓

**通信世界网：**程琳琳 赵 宇 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：**郗勇志 刘艳玲 盖贝贝 刘亚媛

**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

**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

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

**出版日期：**2022年9月10日

**承印单位：**涿州市荣升新创印刷有限公司

**定 价：**20.00元

**编委会**

**编委会名誉主任**

苗建华 中国通信企业协会会长

**编委会主任**

顾 昀 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。

## 七部门联合印发《信息通信行业绿色低碳发展行动计划（2022—2025年）》

近日，工信部、国家发展改革委、财政部、生态环境部、住房和城乡建设部、国务院国资委、国家能源局等七部门联合印发《信息通信行业绿色低碳发展行动计划（2022—2025年）》（以下简称《行动计划》）。《行动计划》包括7部分内容、15项具体行动，对“十四五”时期信息通信行业节能降碳工作进行了系统性规划和前瞻性布局，并提出六大基本原则：统筹发展、目标导向、创新引领、协同联动、双轮驱动、开放合作。

《行动计划》明确提出，到2025

年，信息通信行业绿色低碳发展管理机制基本完善，节能减排取得重点突破，行业整体资源利用效率明显提升，助力经济社会绿色转型能力明显增强，单位信息流量综合能耗比“十三五”期末下降20%，单位电信业务总量综合能耗比“十三五”期末下降15%，遴选推广30个信息通信行业赋能全社会降碳的典型应用场景。展望2030年，信息通信行业绿色低碳发展总体布局更加完善，信息基础设施整体能效全球领先，绿色产业链供应链稳定顺畅，有力支撑经济社会全面绿色转型发展。

## 《中华人民共和国反电信网络诈骗法》通过，于12月1日起施行

9月2日，十三届全国人大常委会第三十六次会议表决通过《中华人民共和国反电信网络诈骗法》（以下简称《反电信网络诈骗法》）。《反电信网络诈骗法》共七章50条，包括总则、电信治理、金融治理、互联网治理、综合措施、法律责任、附则等。该法将从2022年12月1日起施行。

《反电信网络诈骗法》规定了办理电话卡不得超出国家有关规定限制的数量；对经识别存在异常办卡情形的，电信业务经营者有权加强核查或者拒绝办卡。开立银行账户、支付账户，不得超出国家有关规定限制

的数量；对经识别存在异常开户情形的，银行业金融机构、非银行支付机构有权加强核查或者拒绝开户。该法还规定了各部门职责、企业职责和地方政府职责，明确有关部门、单位在反电信网络诈骗工作中应当密切协作，实现跨行业、跨地域协同配合、快速联动，加强专业队伍建设，有效打击治理电信网络诈骗活动。《反电信网络诈骗法》坚持以人民为中心，统筹发展和安全，立足各环节、全链条防范治理电信网络诈骗，精准发力，为反电信网络诈骗工作提供有力法律支撑。



声音

张云明

### 紧抓发展机遇，推动千兆光网建设战略部署和融合赋能

9月3日，由工信部指导的首届“光华杯”千兆光网应用创新大赛成功举办，工信部党组成员、副部长张云明出席会议并发表致辞。张云明指出，当前新一轮科技革命和产业变革深入开展，我国正处于转变经济发展方式、优化经济结构、转换增长动力的关键时期，科学布局和推进千兆光网等新型基础设施发展，是打造竞争新优势、把握发展主动权的战略，要紧抓发展机遇，推动千兆光网建设战略部署和融合赋能，为经济社会高质量发展提供强大支撑。

韩夏

### 激发数据要素活力，促进数据价值更大化

“上海城市数字化转型体验周”开幕式近日在上海市举办，工信部总工程师韩夏出席活动并致辞。她在谈到如何做好城市数字化转型时表示：一是打造坚实数字底座，大力推进新型信息基础设施体系建设、规模化部署、产业化应用；二是加快技术融合创新，打造一批数字化示范场景，创造优质普惠的数字生活新图景；三是激发数据要素活力，促进数据价值更大化发掘，营造良好数字营商环境；四是筑牢数字安全屏障，有效防范化解各类风险隐患。

## 中央网信办等四部门印发《数字乡村标准体系建设指南》

9月1日,中央网信办等四部门印发《数字乡村标准体系建设指南》(以下简称《指南》),其中明确了“十四五”时期数字乡村标准化工作目标:到2025年,初步建成数字乡村标准体系。重点领域标准制修订工作步伐加快,基本满足数字乡村建设需求,国家标准、行业标准应用多点突破,地方标准、团体标准研究同步实施,打造一批标准应用试点,形成标准支撑和引领数字乡村发展的良好局面。

《指南》提出了数字乡村标准体系框架,包括七部分内容:一是基础与通用标准,具体包括术语、参考架构、评价模型等方面标准;二是数字基础设施标准,具体包括农村网络基础设

施、农业农村天空地一体化监测网络、农村公共基础设施数字化改造升级等方面标准;三是农业农村数据标准,具体包括涉农数据资源、数据治理、数据服务等标准;四是农业信息化标准,具体包括农业生产信息化、经营信息化、管理信息化、服务信息化等方面标准;五是乡村数字化标准,具体包括乡村产业数字化、文化数字化、治理数字化、公共服务数字化、环境监测数字化等方面标准;六是建设与管理标准,具体包括数字乡村规划设计、投资建设、运营管理等方面标准;七是安全与保障标准,具体包括数字乡村安全管理、技术应用安全、数据安全等方面标准。

# 6%

近日,工信部发布的数据显示,我国信息消费已成为增长迅速、创新活跃、辐射广泛的消费领域,市场规模由2014年的2.8万亿元增长至2021年的6.8万亿元。今年上半年,我国信息消费规模达到3.24万亿元,同比增长6%。信息基础设施提速降费成效显著,移动互联网流量快速增长。1—7月,我国移动互联网累计流量达1463亿GB,同比增长19.1%。

# 30.9万台

9月2日,市场研究机构发布数据显示,2022年第二季度中国AR/VR头显出货量为30.9万台(AR出货1.2万台,VR出货29.7万台)。VR部分中,Standalone VR出货27.3万台,环比增长19.2%;Tethered VR出货2.4万台,环比下滑22.1%。今年上半年,中国AR/VR市场的出货量为58.6万台(AR为2.8万台,VR为55.8万台),消费者市场的出货量份额继续增加。在独立VR市场,今年上半年PRC独立VR出货量为50.2万台,出货渠道结构发生明显变化,电商占比为64.4%,领先厂商在抖音直播的出货量已与传统电商平台相当。

## 三大运营商积极参与抗震救灾,保障通信畅通

9月5日12时52分,四川甘孜州泸定县发生6.8级地震,震源深度16千米。地震发生后,中国电信、中国移动、中国联通第一时间做出反应并配合当地政府部门做好抗震救灾中的通信保障工作,确保人员、通信设施安全和网络畅通。

截至发稿时,中国移动四川公司启动了地震应急保障二级响应,成立应急保障小组,迅速部署开展通信抢险,集结应急抢险队伍,调度资源。甘孜分公司第一时间组织应急队伍,出动保障人员19人、应急通信车1辆、卫星通信车1辆、保障车辆4辆,赶赴震

中灾区,全力投入抗震救灾保通信的工作当中。中国电信甘孜分公司主动对接地方党委政府,成立地震应急保障指挥部,全力确保抗震救灾指挥通信畅通,为前线抢险救灾指挥提供通信保障。与此同时,派出抢险队奔赴震中,守护震区通信生命线。中国联通四川分公司启动二级响应,全面加强值班值守、干线巡检和网络监控,出动包含3车(含卫星基站车1辆)、7人的应急保障队伍前往泸定,赶往震中指挥部。甘孜分公司紧急集结抢险救灾队伍赶赴震中,已出动应急抢险人员13人、发电机6台、抢修车辆4辆。

## 中国移动发布全球首款2.6GHz“5G一体化家庭站”

近日,中国移动研究院和中国移动紫金(江苏)创新研究院正式发布全球首款2.6GHz“5G一体化家庭站”。

“5G一体化家庭站”可快速实现家庭、营业厅、会议室、小型商铺等场景的5G深度覆盖,为室内丰富的业务应用提供稳定、安全、端到端保障的网络服务。该产品巧妙利用室内已入户网线或光纤做回传,省去拉专线、穿墙

打孔等各种复杂施工环节,用户可以即插即用5G网络。同时,其具有小巧美观、极简运维的特点,是室内低成本5G覆盖增强的优选方案。今年7月,中国移动已在苏州完成了端到端应用验证,该产品各项业务指标良好,特别在容量、速率、安全等关键性能方面明显优于Wi-Fi,可在现有家庭宽带基础上提供差异化网络服务。

## 中国电信在3GPP通过两项系统架构标准

近日,3GPP SA2第152次会议以线上方式举办。在Rel-18多接入融合策略领域,中国电信研究院6G研究中心提出的接入与移动性管理策略标准立项、5G核心网动态接入与移动性管理策略增强标准立项获得通过,中国电信担任两个项目的独立报告人。两个标准立项的成功通过标志着中国电信在3GPP系统架构领域取得新的突破。

中国电信从运营商最为关注的策略控制需求出发,两个立项旨在分别解决接入与移动性管理策略在多接入场景下移动性策略不一致的问题,以及在漫游场景下全球运营商如何协同为漫游终端提供动态接入与移动性管理策略的问题,展现了中国电信将全球运营商共性需求与5G-Advanced网络演进架构紧密结合、将实际需求与方案创新向国际标准转化的能力。

## 上海联通完成64T64R MetaAAU商用部署

近日,上海联通携手华为在杨浦双阳居民区完成新一代64T64R MetaAAU商用验证。该模块采用超大规模阵列天线,相比传统64T64R AAU,天线阵列振子数量提升一倍;针对深度覆盖价值场景居民区,整体提升3.1dB,用户上下行体验提升35%~42%,居民区流量提升超10个百分点。

新一代64T64R MetaAAU可同时提升上下行覆盖,覆盖标准不变时,可配置更低功率达成站点绿色节能。算法方面结合智能AI,实现更窄业务信道波束,更精准地指向用户,实现网随人动。下一步上海联通将持续挖掘新方案部署场景,在静安、虹口等主城热点区域打造连片部署,为用户提供优质服务。



### 高同庆

#### 千兆光网是赋能行业数智化转型业务发展的关键

9月3日,“光华杯”千兆光网应用创新大赛成功举办,中国移动副总经理高同庆在演讲时表示:“千兆光网是衡量一个城市信息基础设施水平的关键,一定程度决定了城市服务社会大众数智生活、赋能传统产业数智生产、实现数智政府高效治理的能力,直接关乎城市长远发展的速度和质量;它也是赋能行业数智化转型业务发展的关键,其所具备的高可靠、低时延等确定性能力,让新型智能信息技术真实地切入了生产,使常态化服务生产成为可能,直接关乎企业乃至行业发展的效率和方向。”

### 李彦宏

#### 我国自动驾驶技术处于世界前列,需持续推动制度创新

9月1—3日,“2022世界人工智能大会”在上海世博中心举办,百度创始人、董事长兼首席执行官李彦宏出席会议并发表演讲。他表示,科技创新离不开制度创新的配套。目前无人车普及仍面临“四不一难”的问题。我国自动驾驶技术处于世界前列,但机会稍纵即逝,需要持续推动制度创新,进一步突破政策瓶颈;只有这样,才能实现人工智能和实体经济的“双向奔赴”,才能推动社会的巨大进步。

## 中广电移动5G NR广播被授予未来网络领先创新科技成果

8月25日,中广电移动联合中国移动申报的“移动通信广播融合网关键技术及应用”被授予“中国通信学会2022年未来网络领先创新科技成果”。该创新成果基于5G NR MBS组播广播技术(简称5G NR广播),围绕5G移动

通信与广播电视系统的技术共融、频谱共享、网络共生等方面开展十大核心技术攻关,实现全球首个融合广播电视系统的5G移动通信网络规模商用,为后续5G广播业务创新发展以及全网部署提供了坚实基础。

## 全球最大的智算中心——张北超级智算中心启动运行

8月30日,阿里云宣布正式启动张北超级智算中心。该智算中心总建设规模为12 EFLOPS(每秒1200亿亿次浮点运算)AI算力,将超过谷歌的9 EFLOPS和特斯拉的1.8 EFLOPS,成为全球最大的智算中心,可为AI大模型训练、自动驾驶、空间地理等人工智能探索应用提供强大的智能算力服务。

该智算中心由飞天智算平台支撑建设,以先进的技术架构,将衡量算力效

率的核心指标“千卡并行计算效率”,从传统架构的40%提升至90%,可将算力资源利用率提高3倍以上,AI训练效率提升11倍,推理效率提升6倍。另外,阿里云正式对外开放这座超级智算中心的技术底座——“飞天智算平台”,可通过公共云和专有云的模式服务各类企业机构。目前,这座超大规模的智算中心已服务于AI大模型训练、遥感探测、数字人、自动驾驶、生命科学等前沿智能应用。

## 中国信息通信研究院上线APP签名服务系统

近日,在工信部信息通信管理局的指导下,中国信息通信研究院泰尔终端实验室研发上线了APP签名服务系统,全面提升APP各环节可溯源性,推动解决APP仿冒问题。

在APP签名服务系统正式上线后,360手机助手、华为应用市场和小米应用商店3家应用分发平台相继接入了中国信通院泰尔终端实验室APP签名服务系统,并已开展第一轮APP认证签名标签试点服务,获得APP开发

者的积极响应。截至目前,APP签名服务系统共注册用户583个,发放开发者和分发者认证签名证书291张,累计为33392款APP提供了49345次签名。认证签名标签具有防篡改和可鉴别的特点,有助于提升开发者自身品牌的认知和认可度,以及用户安装和使用APP的安全感。下一步,中国信息通信研究院泰尔终端实验室将不断完善系统功能和业务流程,持续推动APP认证签名体系建设。

# 43%

8月30日,百度发布了截至2022年6月30日的第二季度未经审计财务报告。第二季度,百度实现营业收入296.47亿元;归属百度的净利润达到55.41亿元,同比增长3%,环比增长43%,超市场预期。其中,2022年第二季度的运营利润率为22%,较第一季度的17%有所上升。

# 2176.1亿美元

近日,市场研究机构发布了《2022年V2全球大数据支出指南》。数据显示,2021年全球大数据市场的IT总投资规模为2176.1亿美元,并有望在2026年增至4491.1亿美元,五年预测期内(2021—2026年)实现约15.6%的复合年均增长率。据测算,2026年中国大数据IT支出规模预计为359.5亿美元,市场规模位列单体国家第二。

### 作者信息更正

《通信世界》2022年第15期《面向家庭算力网络的云网解决方案》一文的作者更正为田杨、洪一帆、王之伟。

特此更正!

《通信世界》编辑部

# 云市场的竞争与合作应是常态

云晴

近期,提供云服务的头部互联网企业与运营商的合作引发热议。所谓原来的“竞争者”变为“合作者”,在笔者看来是在“复杂度经济”市场中,各方通过扮演角色,共同开拓市场的结果。在云市场中,各参与方期望通过创新形成相对的市场垄断地位(“云向网”或是“网向云”的拓展,又或是二者的融合发展),不断提升自身行业地位,同时创造出一些新的行业角色以期合理化自身的业务范围(也可以构筑其他行业角色进入市场的壁垒)。

运营商在云市场上进行了大量的尝试和努力,成效也很显著。一方面关注基于网络优势带来的云网融合机会,在传统云服务基础上寻求安全云、云迁移服务等增值服务机会;另一方面通过政企项目中与云服务提供商的合作,不断积累IT或云市场的“复杂度经济”解决能力内化——这一点对基于“规模经济”的运营商而言特别重要,但也很不容易。

运营商具有网络、信息业务、渠道、用户、终端的一体化运营能力,拥有大量产业链中所独有的资源,如基础网络运营能力(计费、接入管理、鉴权、定位信息、呼叫控制、用户状态)和渠道与客服资源(收费能力、推广能力、售后、认证、关系维系、用户数据采集)。所有这些数据包含了用户全方位的数据轨迹、兴趣图谱、行为习惯等具有可深度挖掘及产生新价值的潜力。在云市场的深耕过程中,运营商利用上述资源及与用户密切联系沟通的优势,尝试进一步提供垂直应用和内容服务,通过合作或能力获取的方式,逐渐改变运营商传统的“规模经济”,向“复杂度经济”获取效益,进一步向价值链的上游实现业务拓展和转型。这时,我们就会观察到云服务提供商和运营“竞争”的局面。

问题的关键在于,不同于传统“规模经济”的“零和博弈”模式(网络带宽、主机托管、网站托管、IT资源),云服务

市场理解成为“复杂度经济”时呈现出“多赢”的特征:满足用户需求需要的能力是多方面的,多方合作带来成本的增加可以通过为用户带来价值共同“做大蛋糕的方式”来解决。

“云化”能够创造出大量为用户解决问题(创造价值)的机会。举一个政务云的例子,其应用可包括政务数据的战略发展规划制定、政务业务需求及边界的明确、项目的架构设计和技术路线选择、政务应用的开发和部署、政务应用的实用升级、跨部门数据的开放和整合、一站式政务服务应用的策划和实施等。与此同时,原先数据、应用分散的架构改造为云架构,并通过这一架构实现IT资源的共享,这个过程本身也存在大量的IT改造项目机会。这一系列的项目都将可能以“咨询项目+信息化项目”的方式呈现给政府用户。在经过充分沟通论证立项后,以服务购买、系统建设等各种方式形成新的项目预算。在经历了以一个服务提供者和主要咨询者的角色,与政府完成前述活动之后,信息化企业可以通过与行业用户的共同成长获得大量的项目——这些项目经验还可以复制并带来新的拓展机会。这就是云服务市场的重要特征,商机的来源在于“有机会一起解决具有复杂度的问题”。

运营商的上述能力,加上国资背景和落地的持续客户服务能力,在很多场景下具有独特优势。因此,双方或多方整合资源后,以不同的模式呈现在客户面前,为用户持续解决问题就成为符合逻辑的结果——当然前提是用户的问题有足够的复杂度以及匹配这种复杂度所带来的利润。这种商业模式,将原先的销售“资源”变成了销售“知识”,对于缺乏IT实践的运营商而言,这样的挑战是很明显的。所以说,我们应该用带有灰度的视角来看“竞争”与“合作”,至少在云服务市场,它们不应该被看作是对立的词汇。“竞争者”同时也是“合作者”,这应该是常态。(作者为独立撰稿人) 

# 打造跨设备、跨系统生态挑战犹存

孙永杰

日前,谷歌官方在安卓开发者博客发布了跨设备SDK预览版,用于在安卓操作系统构建丰富的多设备体验,即这项SDK可用于“其他安卓界面和非安卓操作系统上”,也就是iOS和Windows系统。无独有偶,不久前OPPO发布的潘塔纳尔系统也是以打造跨设备、跨系统生态为主要特征,加之业内熟知的华为鸿蒙系统,打造跨设备、跨系统生态已经成为手机相关行业竞相追逐的热点。

那么问题来了,目前所谓的跨设备、跨系统生态未来将如何发展?发展过程中会面临怎样的挑战?

提及跨设备、跨系统生态,相信业内相当一部分人首先想到的就是华为的鸿蒙生态。据华为官方的最新统计数据,目前搭载HarmonyOS 2的华为设备突破3亿台,HarmonyOS Connect产品发货量突破1.7亿台,HarmonyOS已成为发展速度最快的操作系统。

尽管如此,平安证券研报指出,HarmonyOS在全球活跃设备中占比达16%,是一个系统的“生死线”,华为若要顺利跨过去,预计2022—2023年的出货量需达到5.6亿台。未来,华为要想吸引更多的硬件加入鸿蒙系统,仍需继续努力。

由此来看,作为基于自家独立系统打造跨设备、跨系统生态的厂商,自家和合作伙伴采用该系统的硬件出货量是基本的支撑,而考虑到华为自家硬件设备受非市场因素影响而始终存有变数,鸿蒙生态能否最终突破“生死线”仍值得商榷。

与华为不同,OPPO打造跨设备、跨系统生态则走的是“中间路线”,这从其将推出的潘塔纳尔系统称为“中间件”可见一斑。而从OPPO官方的介绍中我们得知,潘塔纳尔于2020年开始研发布局,提供感知和计算能力,这主要涉及融合计算与泛在服务。其中,融合技术包括:无感连接技术;依靠FDD/多天线/多端QoS技术打造高可靠的连接通信体验,以及依靠

Wi-Fi FTM、超声定位与UWB技术来实现远近场连接传输解决方案等。

不知业内人士看了上述OPPO对于潘塔纳尔的表述作何感想?我们认为,潘塔纳尔更像是一个支持几乎所有主流通信和传输协议的集成,虽然表面上更加开放,但过于开放的结果就是缺乏对于合作伙伴的控制力,最终的结果可能是“与你合作,也会与其他厂商合作”,难以形成自家生态的特色,加之OPPO除手机外的其他产品,几乎都是在刷存在感,难以借助其他硬件平台推广自己基于潘塔纳尔的跨设备、跨系统生态和为合作伙伴树立标杆。

相较于上述华为的鸿蒙和OPPO的潘塔纳尔,笔者认为,即将在今年下半年落地,由谷歌、苹果、亚马逊联合推出的“Matter”智能家居通用标准更易实现跨设备、跨系统生态打造。

原因很简单,从参与标准的厂商看,苹果和谷歌本身就具备强大生态,唯一要解决的就是互联互通问题。

对此,研究机构ABI Research也认为,Matter的规模和影响可能会一鸣惊人。毕竟该项目背后的亚马逊、苹果和谷歌的联合力量不容小觑,它们不仅确保了各自的智能家居产品可随时采用Matter,更吸引了另外200多家公司来开发和准备Matter以供采用。预计从现在到2030年,符合Matter的智能家居设备出货量将超过55亿台。这个数字将远远超过华为的鸿蒙和OPPO刚刚起步的潘塔纳尔。

综上所述,笔者认为,手机企业打造跨设备和跨系统生态,首先自身要有强大的生态才能具备行业的影响力和号召力;其次是在开放的基础上,一定要有适度的控制力,以形成跨设备和跨系统生态的差异化;最后就是要确保处于跨设备和跨系统生态自身硬件的出货规模,唯有做到亲力亲为,才能引来众多合作伙伴的参与。(作者为知名科技评论人) 

## 编者按

2022年是党的二十大召开之年,也是实施“十四五”规划、全面建设社会主义现代化国家的重要一年。通信世界全媒体特别策划“‘奋进新征程 建功新时代’喜迎二十大——信息通信业非凡十年”专题报道。本期聚焦光纤宽带、乡村振兴、数字便民等关键词,全面展示十年间的变革性实践、突破性进展以及标志性成果。

# “光进铜退”这十年 宽带中国,数智未来

■ 本刊记者 张鹏

十年砥砺奋进,中国“光进铜退”已全面完成,信息基础设施取得跨越式发展。2012—2021年间,固定宽带接入用户规模稳步增长,千兆用户数持续增加。工信部数据显示:截至2022年7月底,三大基础电信企业的固定互联网宽带接入用户总数达5.66亿,其中,百兆及以上宽带用户数达到5.31亿,占总用户数93.8%;千兆及以上宽带接入用户数达6570万,占总用户数的11.6%。

工信部信息通信发展司司长谢存于8月19日举行的“打通经济社会信息大动脉”主题新闻发布会上表示:我国已经建成全球规模最大的光纤和移动宽带网络,固定网络逐步实现从十兆到百兆、再到千兆的跃升。

从“铜线接入”到“光纤到家”,技术的升级迭代不仅为宽带用户带来了全新的业务体验,也带动了光通信产业的重大变革。在用户价值层面,光纤链路带来了更高的带宽承载能力、更稳定的传输速率、更丰富的应用场景。从电

话线DSL上网的“兆”时代,跃迁到现在千兆宽带的“吉”时代,原先只能“标清”的ITV发展为高清、4K,视频娱乐、网络游戏、视频会议、在线教育类等应用也不断丰富。在社会价值层面,“光进铜退”带动了通信设备制造、光纤光缆制造、电子元器件、电信运营、互联网内容、文化创意、计算机及外围设备等相关产业链的发展壮大,培育了一批卓越的中国通信设备及光纤光缆厂商,大幅度降低了光纤光缆以及相关仪表、工具、设备的成本。

## 政策发力,确保“光进铜退”

“光改”攻坚这十年间,为了确保“光进铜退”的全面顺利进行,国家也从政策层面给予了大力扶持。

在“十二五”规划中,首次将宽带网络建设正式纳入国家发展战略规划纲要;2013年8月,“宽带中国”战略实施方案正式发布,这意味着宽带建设不再

是运营商的企业行为,而是关乎发展大局的“国家意志”;在2016年3月出台的《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录》中,更是进一步明确了下一代信息网络产业中的光通信设备和光纤宽带网络运营服务的重要性。

2013年4月1日,《住宅区和住宅建筑内光纤到户通信设施工程设计规范》《住宅区和住宅建筑内光纤到户通信设施工程施工及验收规范》两项国家标准正式实施,其主要目的就是彻底解决光纤入户难、施工难、进场难等问题。

而这一系列的国家政策和战略规划构成了“光进铜退”的核心驱动力,正是有了政策的保障,“光改”才得以顺利推行。十多年前的上海弄堂里,有不少老旧房屋和违章建筑,在这种环境下实施“光改”绝非易事。徐珺及他所在的上海电信在光纤入户的施工过程中,遇到了来自街道、物业及小区用户等层面的重重压力,正是有赖于国家相关政策措施的推出,才得以全力以赴推进

“光进铜退”。如今已是中国电信上海公司高级专家、(装维)高级技师的徐珺告诉《通信世界》记者:“过去十年间,国家高度重视宽带的基础性作用,将其从运营业务逐步提升至国家战略层面,希望通过国家政策引导宽带建设,推动中国向信息社会加速转型发展。”

对于如何解决在“光纤入户”过程中遇到的困难,电信运营商经过长期实践总结出了许多宝贵经验。徐珺将其归纳为3条,首先是与政府、社区合作破解“成片改造难”问题,通过政府、企业联合推动光网建设的举措,从发展规划到建设规范,从顶层的政策制定到中层的建设标准设定,为光网的规模化建设奠定政策基础,同时建立运营商与区、街道、居委会、物业等相关部门的沟通协调推进机制。

其次是运营商前后端联动,解决“用户接受难”问题:一是规范光网工程施工,提高用户满意度;二是开展“免费体验”“速率倍增”等活动,提升用户感知。满意度和感知提升之后,大多数用户乐于接受“光改”。

最后是创新标准,解决“标准实施难”问题,制定ODN建设、工程设计、施工验收、家庭网络安装、家庭布线和终端选型、既有住宅光纤入户方法和工艺等一系列标准,同时研发全系列ODN产品并统一产品标准。

## 架桥拓路,向千行百业赋能

有了国家政策的保驾护航,加之数字经济的高速发展以及城市化进程逐渐加快,运营商基础网络不断“架桥拓路”,一场关于“光进铜退”的“革命”在全国各地轮番上演。

2016年冬末春初,北方的天气乍暖还寒,河北电信装维队的李师傅等上班就接到了紧急任务:高校开学在即,

当地一所大学的宿舍楼亟需光纤改造,由于原先的线路条件实在太差,学生上网课、写论文经常是彻夜“抢带宽”,校方希望赶在开学前完成校内所有宿舍楼近2000户宽带的光纤改造工作。

“时间紧,任务重”是李师傅的第一反应,他来到公司第一时间制定施工计划、调集工程物料,在公司整体协调下从附近区县公司调派人手,经过近一周的昼夜奋战,终于赶在开学前完成了所有宿舍楼的光纤改造任务。出色的表现让李师傅及其团队获得了校方的高度赞誉,而改造后的校园网络也从之前饱受诟病的“龟速”,一跃升至10M带宽。

这只是光改过程中的“冰山一角”。过去十年间,伴随网络最后“一公里”逐渐把铜缆替换为光纤,电信业务结构也在发生深刻变化,从最初的话音、短信逐渐升级为移动数据、物联网以及信息融合服务,这些不断涌现的行业增长点,快速推动了信息通信行业的发展与转型,使其逐步开始向千行百业赋能。

如今,宽带网络正在与垂直行业进行深度融合,推动实体经济数字化、网络化、智能化转型升级。在石化行业,茂名石化推动感知设备、生产装置、控制系统与管理系统等广泛互联,劳动生产率提高182%,万元产值能耗降低10%。在工程机械行业,徐工集团基于工业互联网平台对设备全生命周期状态进行预测,使设备故障率降低50%以上,成本降低40%。在电子政务方面,政府大力推动疫情防控、就业、社保、教育、医疗、助残、营商等功能统一接入的电子政务信息平台建设,实现让数据多“跑路”、百姓少“跑腿”。在线教育方面,中国电信与数字海南有限公司共同搭建“海南云课堂”,为海南华侨中学、海南省农垦中学、观澜湖学校等6所中小学校的4500多名师生提供在线教学服务。

## 产业升级,宽带网络成就数字中国

进入21世纪,全球主要国家纷纷加快宽带战略布局。中国运营商也在过去十年间加速推进宽带中国建设,针对光纤光缆、光模块等进行了多次大规模的集采,不仅繁荣了国内光网络产业链,也培养起了一批硬实力和创新能力兼具的光企业,华为、中兴通讯、烽火通信等成为全球光网络设备的领头羊。中国成为了全球规模最大的光通信市场、全球最大的光网络设备制造基地,从芯片模组、电子器件,到光纤光缆乃至光纤预制棒等产品及系统设备一应俱全。

徐珺清晰地记得,当年他的师傅仅靠“一把钳子打天下”。经验丰富的老装维师傅在没有查线机(听筒)的情况下,就可以通过电缆碰触钳子打火花来判断线缆是否有电话电流。而对于当时刚入行的徐珺来说,随身携带查线机已经相当难得,至于昂贵的光纤接续工具和测试仪表,则只在教科书中看过。

如今我国的光通信产业发生了天翻地覆的变化,原先依赖于价格昂贵的进口工具装备,经过国内企业的奋力赶超,如今国产设备的成本价格已大幅降低。一线装维线务员的随身装备也不断升级,熔接机、光功率计、短距离OTDR等配置一应俱全,那个“一把钳子打天下”的时代一去不返。

当前,以数字化、网络化、智能化为主要特征的第四次工业革命方兴未艾。宽带网络加速融入实体经济方方面面,颠覆传统制造模式、生产组织方式和产业体系,推动传统产业加快转型升级,充分释放经济社会数字化发展新动能。宝剑锋从磨砺出,以“光进铜退”为始,信息通信网络持续“光改”提速,为我国的数字经济发展奠定了坚实基础,成为了信息通信行业实现高质量发展的“新动能”。

# 飞越万里关山 通信架起脱贫振兴桥梁

■ 本刊记者 舒文琼

“十年来，我国建成了全球规模最大的光纤和移动宽带网络，城乡‘数字鸿沟’大幅缩小，现有行政村历史性实现‘村村通宽带’，为全面打赢脱贫攻坚战提供了坚实网络支撑。”在近期举行的“新时代工业和信息化发展”系列主题新闻发布会第二场上，工业和信息化部信息通信发展司司长谢存表示。

十年前，由于自然和经济条件限制，我国部分地区被隔绝在网络之外；十年来，信息通信行业不怕山高路远，排除千难万险，将一条条光纤铺设到了深山峡谷、椰林海岛，将一座座基站架设到了雪域高原、荒漠戈壁。

网络飞架南北，“天堑”变通途。信息闭塞、与世隔绝的村落与现代信息社会接轨之后，便迅速摆脱了贫困落后，走上了致富振兴之路。

## 千村万寨，皆与世界相连

在滇藏缅交界处的深山峡谷之中，居住着有“太古之民”之称的独龙族。这里每年有一半时间大雪封山，过去当地人只能依靠溜索过江、放炮传信进行联络。为帮助独龙族脱贫，网络建设者通过溜索跨过汹涌奔腾的怒江，冒着生命危险把通信设备运到大山深处，运营

商先后开通移动通信卫星基站、4G基站、5G试验基站，结束了中国最后一个少数民族不通电话的历史。

今天的独龙族旧貌换新颜，不仅全面脱贫，而且用上了远程教育、直播电商等应用，从“刀耕火种的原始生活”一步踏入信息畅通的现代社会。“独龙江离北京很远，通信畅通是我们的期盼，让独龙族走向世界是我们的千年梦想。现在5G通了，一部手机万事通、一部手机看天下、一部手机跨千年！”云南省怒江傈僳族自治州贡山独龙族怒族自治县（贡山县）老县长高德荣激动地表示。

广东省台山市茫洲岛是川岛镇唯一有人居住的岛外岛。这里远离陆地，曾是台山唯一一个无法正常通信的行政村。由于交通不便、经济落后，岛上年轻村民基本外出务工，留下的都是老幼妇孺。为解决茫洲岛通信难的问题，运营商十多年来持续开展该岛通信基础设施建设，组织网络改造升级。

“以前这里手机信号很弱，拨通电话后连一句完整的话都说不了。现在我们可以上网，还能用手机看新闻和电视，跟家人视频聊天。”茫洲村村民周添灵感叹变化之快。随着网络基础设施逐渐完善，很多在外工作的年轻人陆续

返回，在互联网的帮助下，将海鱼、山茶、金银花、野菊花等特色产品销往全国。

小小村庄折射出我国通信基础设施建设的十年巨变。十年来，通信人踏遍人迹罕至的每个地方，部署了四通八达的通信网络，历史性地解决了我国贫困地区通信难的问题，以前所未有的速度弥合着“数字鸿沟”，将数字化、信息化融入乡村的日常生活，使得千村万寨与世界接轨，与时代同行。

## 红色通信，书写满意答卷

我国幅员辽阔、地形复杂，很多村庄交通不便、人口分散，通信网络建设存在建设难度大、施工周期长、运维成本高、投资回报率低等困难。

传承“人民邮电为人民”的红色通信精神，广大信息通信工作者坚守“增进民生福祉”的初心，发扬敢于“啃硬骨头”的精神，在一个个极限地区铺光缆、建基站、架天线，努力为当地百姓提供用得上、用得起、用得好的信息通信服务，让亿万人民有更多获得感、幸福感、安全感。

首先，开展普遍服务，确保通信服务用得上。2015年12月，工业和信息化部联合财政部研究制定了《2016年度

电信普遍服务试点申报指南》，正式启动电信普遍服务试点，推动我国农村网络建设由“村村通电话”时代迈向“村村通宽带”时代。

在过去7年中，全行业实施了七批电信普遍服务试点，先后支持13万个行政村通光纤、7万个4G和5G基站建设，解决和改善了包括“三区三州”深度贫困地区在内的农村网络覆盖问题，为我国打赢脱贫攻坚战贡献了重要力量。

其次，推进精准降费，确保通信服务用得起。2018年10月，工业和信息化部、国务院扶贫办联合发布《关于持续加大网络精准扶贫工作力度的通知》，引导支持基础运营商对全国建档立卡贫困户使用光纤宽带和移动手机等给予最大幅度折扣优惠。三大运营商积极响应，面向贫困户持续给予5折及以下基础通信服务资费优惠，已惠及农村脱贫户超过2800万户，累计让利超过88亿元。

再次，丰富网络应用，确保通信服务用得好。用得上、用得起是基础，用得好是关键。运营商不仅将基础信息通信能力带到了贫困地区，还因地制宜，开发了智慧农业、智慧旅游、在线教育、远程医疗等应用，大大改善了农村生活面貌，拓宽了农产品销售渠道。根据工信部统计数据，目前我国中小学校通宽带比例达到100%，远程医疗县区覆盖率超过90%，全国农村网络零售额从2014年的1800亿元增长到2021年的2.05万亿元。

层层推进，久久为功。在全行业的共同努力下，创造了信息通信建设的“中国奇迹”，为脱贫攻坚奠定了坚实基础。

## 国之大事，践行使命担当

十八大以来，党中央把脱贫攻坚工作摆在突出位置。如期打赢脱贫攻坚战、全面建成小康社会，则寄托着中

华民族的千年希冀，需要全社会勠力同心，全力以赴。

作为央企，我国基础运营商在打赢脱贫攻坚战中，不仅充分发挥网络强国、数字中国、智慧社会建设主力军的作用，而且从资金、人才、项目等方面持续发力，以实际行动助力乡村经济发展和民生改善，充分彰显了“国之大者”的使命担当。

中国电信承接了新疆疏附、广西田林、四川盐源和木里4个县的定点帮扶，以及西藏边坝、青海久治2个县的对口支援任务。自开展帮扶工作以来，中国电信累计在农村地区投入网络建设资金超过千亿元，向“4+2”帮扶县投入捐赠资金超过7亿元，实施帮扶项目100余个。

中国移动承担了西藏改则县、青海玛沁县2个县的对口支援任务，新疆阿克陶县、疏勒县、洛浦县，黑龙江桦南县、汤原县，海南白沙县6个县的定点扶贫任务，以及1803个县、乡、村的定点帮扶任务。截至目前，中国移动网络扶贫各项投入累计超过1600亿元，捐赠扶贫资金19亿元，派出挂职干部、驻村第一书记和工作队员4700余名，对口帮扶全国1811个县、乡、村全部摘帽，帮扶108万贫困人口脱贫。

中国联通集团承担了贵州册亨县、河北省沽源县和康保县、黑龙江省饶河县4个国家级贫困县的定点扶贫任务，以及西藏革吉县的援助任务。中国联通各省市公司、市公司、县公司还承担了全国500多个的扶贫任务，涉及1900多个贫困村，覆盖917个国家级和省市级贫困县。中国联通累计投入扶贫资金超过7亿元，帮助31万建档立卡贫困户实现脱贫。

积力之所举，则无不胜也。三大运营商同心协力，矢志不渝，为我国脱贫攻坚作出了重要贡献。

## 乘势而上，助力乡村振兴

2021年2月25日，在全国脱贫攻坚总结表彰大会上，习近平总书记庄严宣布，经过全党全国各族人民共同努力，我国脱贫攻坚战取得了全面胜利。

脱贫摘帽不是终点，而是新生活、新奋斗的起点。《中共中央 国务院关于实现巩固拓展脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接的意见》指出，打赢脱贫攻坚战、全面建成小康社会后，要进一步巩固拓展脱贫攻坚成果，接续推动脱贫地区发展和乡村全面振兴。

击鼓催征再出发，奋楫扬帆启新程。广大信息通信行业仁人志士再接再厉，已经奔赴在了助力乡村振兴的新征程上。

对于乡村振兴，工信部做出3点部署：一是面向乡村振兴，持续提升农村网络深度覆盖水平；二是面向兴边富民，深入推进边境等特殊类型地区网络建设；三是面向高质量发展，积极促进5G、千兆光网延伸普及。

三大运营商纷纷出台相关计划和举措。《中国电信数字乡村建设行动计划》出台，提出信息基础设施建设、乡村应用创新示范、信息惠农服务、生态合作共赢等四大行动，通过数字赋能加速农业农村现代化。中国移动发布《数智乡村振兴计划白皮书》，依托“1+3+X”网络+乡村振兴模式，创新实践“七大乡村数智化工程”，注智赋能乡村振兴。中国联通开启数字乡村“五新工程”新篇章，包括“新基建”升档、新平台升阶、新应用升级、新生态升格、新服务升维，把数字技术融合创新融入乡村振兴的广阔天地。

乘势而上，接续奋斗，广大信息通信人士正在用实际行动为乡村振兴增添“红色”动力，书写新篇章。

奋进新征程 建功新时代

★★★  
喜迎二十大系列报道

# 筑基“数字中国” 千兆光网“飞入寻常百姓家”

■ 本刊记者 刁兴玲

2012年，谷歌在堪萨斯城推出了千兆宽带服务Google Fiber，这是全球千兆宽带规模商用的开端。在我国，受国家政策、城市建设、市场需求等因素的影响，千兆宽带也逐渐被提上日程。2015年，上海、南京、成都、无锡等国内多个城市开启了千兆宽带的试点工作，并设立了千兆宽带示范小区。在此基础上，2016年上海、广东等地的电信运营商率先推出千兆宽带商用服务，我国千兆宽带规模发展由此启航。

十年来，我国信息通信业实现迭代跨越，建成了全球规模最大、技术领先的网络基础设施，光纤网络接入带宽实现从十兆到百兆、再到千兆的指数级增长。

## 国家高度重视，多项利好政策接连出台

目前，我国固定宽带网络已全面进入光网时代，并加速向千兆光网演进，为持续高质量发展奠定了坚实基础。

中国通信学会光通信专业委员会名誉主任毛谦表示，千兆光网是“宽带中国”战略的延续，是增强国力的需要。特别是在新冠肺炎疫情反复冲击下，家庭在线教育、在线办公、在线购物、在线医疗、在线社区管理等应用规模日益扩大，对网络带宽的需求日益增强，更促



进了千兆光网的加速发展。

我国十分重视千兆光网的发展。2020年9月，国务院常务会议明确提出要“建设千兆城市”。2021年“两会”期间，“千兆光网”被写入《政府工作报告》，《政府工作报告》明确要求“加大5G网络和千兆光网建设力度，丰富应用场景”。2021年3月，“十四五”规划提出“推广升级千兆光纤网络”。同月，工信部发布《“双千兆”网络协同发展行动计划（2021—2023年）》，提出“千兆光网和5G协同发展，开展‘百城千兆’建设”。4月，住建部、工信部等16部门发布《关于加快发展数字家庭 提高居住品质的指导意见》，提出“鼓励开展光纤到房间、光纤到桌面建设，着力提升住宅户内网络质量”。9月，国务院发布《“十四五”新型基础设施建设

规划》，提出“推动国家骨干网和城域网协同扩容，开展千兆光网提速改造”。11月，工信部发布《“十四五”信息通信行业发展规划》，明确“到2025年千兆光纤网络实现城乡基本覆盖”。2022年1月，国务院发布《“十四五”数字经济发展规划》，提出“有序推进骨干网扩容，协同推进千兆光纤网络和5G网络基础设施建设”。

## 成果丰硕，已形成整体性优势

在国家的高度重视以及产业界的协同努力下，我国的千兆光网建设取得了丰硕成果。在近期举行的“新时代工业和信息化发展”系列主题新闻发布会第二场上，工信部信息通信发展司司长谢存表示，截至2022年7月末，千兆光

网具备覆盖超4亿户家庭的能力,已通达全国所有城市地区,千兆宽带接入用户规模超6570万户,比2021年末净增3100多万户。可以说,目前全国已实现了“村村通宽带”“县县通5G”“市市通千兆”。各地政府纷纷加快推进千兆城市落地,截至目前,北京、上海等29个城市已经建成了全国首批千兆城市。

在中国信息通信研究院总工程师敖立看来,我国之所以能实现千兆光网覆盖能力的快速提升,离不开“四个领先”,“四个领先”助力我国千兆光网在全球形成整体性优势。

首先,技术水平领先。ITU 50G TDM-PON技术标准取得实质性进展,2021年4月通过PMD层和TC层标准(G.9804.2/3)。在相关标准化工作中,我国企业占重要地位。ITU-T目前正在就FTTR技术的总体、物理层、数据链路层和管理技术等开展一系列标准的制定,我国相关企业和研究机构引领标准化进程。ETSI F5G国际标准提出技术框架和应用场景,我国积极主导推进相关工作。

其次,网络能力领先。在网络部署上,我国重点推进接入网络的10G PON改造,实现千兆光网全面覆盖。截至7月末,具备千兆网络服务能力的10G PON端口数达1161万,我国千兆光网规模全球最大,网络能力持续领先。

再次,产业水平领先。以华为、中兴、烽火为代表的中国企业光接入产品的市场份额稳居全球前五位,我国光接入类产品总体出货量已超过全球的50%。我国已建立起完整的产业链,关键设备和器件基本实现了完全自主。10G EPON和10G GPON对称/非对称ASIC芯片以及10G PON相关光模块,具备自主设计和生产能力,相关产品均能够规模出货。

最后,用户规模领先。截至7月末,

我国千兆宽带接入用户规模超6570万户,而且呈快速增长的趋势。

## 飞入寻常百姓家,提升消费者获得感

千兆光网的规模部署,使其逐渐“飞入寻常百姓家”,为消费者带来生活、工作、学习等方面的便利,提升消费者的获得感和幸福感。

悠扬的古筝声在房间里回荡,房间里却没有一个学生。教古筝的徐老师正在家中为学生绘声绘色地在线讲解古筝弹奏的技法,并进行演奏示范。在新冠肺炎疫情防控常态化之下,线上教学成为徐老师的日常工作方式。

线上教学的开展离不开“千兆光网”这个“神器”。以前,徐老师通过面授教学生们弹奏古筝,但新冠肺炎疫情暴发后,面对面教学难以实现。而“学生的学习不能因此中断,器乐练习常练常新,需要持之以恒。安装千兆光网后,我可以在线为学生讲授古筝弹奏的技法,也可以与学生实时互动,达到面对面教学的效果。”徐老师开心地说。

这只是众多千兆光网应用的一个缩影。电信运营商在持续降低千兆光网门槛的同时,也在不断丰富千兆光网的应用场景,比如4K/8K高清视频、娱乐、AR/VR等个性化家庭场景,并搭配“固移融合”套餐,通过“移动连接+固网+应用”的产品形式快速发展用户。

“网速很快、一点也不卡。百兆升级千兆后,不到半分钟就能下载一部高清电影。”家住北京丰台区的孟阳高兴地说。她选择的是北京移动“5G全家享”套餐,该套餐既有5G流量,也有千兆光网权益,还能办理两张“万能副卡”,副卡可分享主卡主套餐内特定的流量、通话资源,享受移动和固定场景下高速率、低延时的网络服务。

谢存表示,工信部将坚持需求导向,逐步推进5G和千兆光网等高质量网络向乡村延伸覆盖,积极拓展农村网络应用新业态新模式。可见,未来将有越来越多的消费者享受到千兆光网服务。

## 赋能千行百业,为数字经济发展注入强劲动能

千兆光网不仅为固定通信提供网络连接,也是5G、数据中心、物联网等新型基础设施的“承载底座”,是支撑经济社会发展的基石,在拉动有效投资、促进信息消费、赋能千行百业等方面发挥着重要作用。千兆光网与5G网络协同,可以形成固移融合的“双千兆”网络,进而与各垂直行业领域深度融合,形成赋能千行百业的新应用,不断拓展产业数字化的范围和边界,助力其实现数字化转型。

当前我国千兆光网能力已处于全球领先水平,千兆光网发展的关键已从网络建设转向应用探索。业界正在通过千兆光网应用创新,推动形成技术、网络、应用、产业相互促进的良性循环,以更好地赋能千行百业。

例如,首届“光华杯”千兆光网应用创新大赛便征集到3000余个项目。这些项目集中在新型信息消费、行业融合应用、社会民生服务三大方向,覆盖了工业制造、港口矿山、能源交通、教育医疗、金融、智慧家庭、智慧城市等多个领域,彰显了我国千兆光网应用创新的活力。

在国家的大力推动下,随着基础设施建设的不断加强,千兆光网逐渐惠及千家万户。未来,千兆光网不仅将更加便民、惠民,促进各类互联网应用快速普及,激发信息消费潜力,带动信息通信全产业链蓬勃发展;还将成为建设“数字中国”“制造强国”“网络强国”的重要基石,为数字经济高质量发展注入强劲动能。CW

奋进新征程 建功新时代

★ ★ ★  
喜迎二十大系列报道

# 十年跨越新征程 数字便民, 普惠共享

■ 本刊记者 孟月



党的十八大以来, 是党和国家事业发展进程中具有里程碑意义的十年。时光荏苒, 沧海桑田, 党和国家着力提升服务经济社会发展能力水平, 信息通信业实现迭代跨越: 建成了全球规模最大、技术领先的网络基础设施, 形成了全球最大、最活跃、最具潜力的数字服务市场, 信息通信业在国民经济中的战略性、基础性、先导性地位更加凸显, 为加快推进制造强国、网络强国和数字中国建设提供了坚实基础和有力支撑。

十年来, 我国信息服务更加质优价廉, 数字便民实现普惠共享: 历史性实现了行政村“村村通宽带”, 中小学校通宽带比例从25%提高到100%, 远程医疗覆盖了所有的国家级贫困县, 移

动网络单位流量的平均资费降幅超过95%, 通信行程卡累计提供公益查询服务近600亿次, 有力支撑常态化新冠肺炎疫情防控 and 人民群众顺畅出行。

## 架起信息高速路, 数智化助力乡村振兴

“我们村地理位置偏僻, 受地形影响, 过去网络覆盖范围有限, 信号极弱, 在室外还可以勉强打电话, 但在室内通话、上网都很困难。现在网络信号变好了, 游客也逐渐多了, 他们可以在酒店里上网、在户外直播, 对我们酒店的服务也越来越满意。旅游服务数字化后, 酒店接单更多、更方便了, 之前只能游客到达后自行寻找, 如今游客通过各种APP在网

上就可以下单……”广西壮族自治区桂林市龙胜各族自治县龙脊镇大寨村酒店老板娘谈起信息化带来的便利喜不自禁。

曾几何时, 大寨村的居民在贫困线上挣扎: 由于地理位置偏僻, 村民们世代代在山坡上劳作, 日积月累, 建成了层层叠叠宛如天梯的庞大梯田群。而这世代的辛勤劳作, 终于在2003年结出了硕果——大寨村开发了以农耕梯田、村寨民居等自然和谐风光为依托的红瑶梯田景观旅游项目, 推出“西山韶月”“千层天梯”“金佛鼎”等“天下一绝”龙脊梯田景观, 吸引无数中外游客纷至沓来。“曾经无人愿意耕种的梯田, 如今成了外来游客的宝。”在旅游产业的拉动下, 大寨村家家户户做起了农家住宿和餐饮生意。随着客流的逐渐增加, 移动网络、家庭宽带等通信需求也成为旅游服务的标配。而通信网络不畅, 严重制约了该村旅游经济的发展。

要想富, 先修路。在互联网时代, 以通信网络为基础的“信息高速公路”成了人们摆脱贫困的“致富路”。中国移动广西公司桂林分公司加大龙胜县信息基础设施建设投资力度, 通过推动网络覆盖、农村电商、“网络扶智”、信息服务、网络公益五大工程, 进一步扩大4G/5G通信网、有线光网宽带的覆盖, 切实打通网络基础设施建设“最后一公里”, 基本

实现了大寨村景区内5G网络全覆盖,并打造“5G+智慧旅游”标杆工程,以“网络+”推动了地方特色民俗旅游发展,为乡亲们送来了“千里眼”“顺风耳”,让这里的村民有了乡村振兴的“金钥匙”。

大寨村只是探索“5G+乡村振兴”的一个缩影。

在黑龙江省哈尔滨市宾县的和顺村、平坊村等村屯,村民家里安上了智能摄像头。中国移动哈尔滨分公司将智能安防摄像头、移动高速宽带网络等业务融合,为村民提供“7×24小时”安全监控服务,不仅方便村民实时照看老人小孩,还装上了治安“千里眼”,为政府综合治理等工作提供保障。“村里老人的孩子在外地上班,只能逢年过节回家。安装了摄像头后,在外地的孩子就能远程看到家里的画面,并通过摄像头与家里的老人通话。此外,通过智能摄像头,村民打开手机APP就可看家护院,还可以查看自家产业的经营情况,方便管理。此外,公共区域布置的摄像头更能有效预防和震慑抢劫、打架斗殴等行为。”

“以前农产品卖不出去就只能烂在地头,现在村里建起了5G基站,还兴建了电商产业园。今年上半年我的网店通过网络直播,销售额突破了400万元。”山东省枣庄市山亭区水泉镇棠棣峪村的村民脸上笑开了花。

“我们村地处深山,条件差,以前打电话都要去镇上,现在在家里就能和孩子视频聊天。院子里安装的摄像头还可以连接手机,外出工作的孩子们对家里很放心。”陕西省榆林市清涧县乐安堡便民服务中心董家沟村村民谈道。

“以前我们老两口只能在村里散步,等到孩子回来后,家里才热闹些。如今,我们可以跟着直播视频做养生操,学习厨艺、剪纸、编织,日子有趣多了。”陕西省西安市周至县竹峪镇丹阳村李奶奶说道。

当今世界5G技术发展迅速,在实施“乡村振兴”战略目标的指引下,5G及前沿技术促进了农业产业化发展和各要素的流动,在数字乡村产业振兴、农民增产增收、缩小城乡公共服务“数字鸿沟”、推动乡村文化振兴、促进乡村人才振兴和优化乡村治理等方面,提供了有力的支撑保障;在赋能农业现代化、实现农民美好生活和乡村治理方面,涌现出大量典型应用。

### 科技向善,“智”绘民生蓝图

共同富裕是自古以来中华民族的矢志追求和共同期盼,也是中国共产党带领人民群众奔赴的美好方向。2020年全面建成小康社会后,共同富裕得以加快实现。科技向善引领共同富裕,既是科技向善的内在要求,也是共同富裕的必由之路。然而,科学技术虽然能够提升发展效率、增加收入水平、促进共同富裕,也可能扩大收入差距、抑制共同富裕。2021年8月17日,习近平总书记在中央财经委员会第十次会议上指出:“新一轮科技革命和产业变革有力推动了经济发展,也对就业和收入分配带来深刻影响,包括一些负面影响,需要有效应对和解决。”科技向善,百善而不足。在全面建设现代化国家的征程中,共同富裕迫在眉睫。作为高质量发展的重要保障,科技创新的目标不仅是“高”,还在于“好”,唯有科技向善才能引领共同富裕。

“我也曾是代际‘数字鸿沟’的受害者。此前从外地乘坐飞机回京,要‘过五关斩六将’,重复扫健康码,查了一遍又一遍,由于年龄大反应迟钝,有时按错了键就通不过,很麻烦。因此,我们想研究如何把‘数字鸿沟’变成‘数字红利’,让老人、穷人、残疾人普遍受益。”中国信息经济学会名誉理事长杨培芳此

前谈道,“我们首先要看到信息通信技术在快速发展,静态地看,好像把我们两代人隔开了,但是从动态看,差距应该是越来越小。”电信行业例行百年的“普遍服务”政策,创造性地延伸到整个数字经济领域,把代际“数字鸿沟”逐步变成普遍受益的红利。

工信部相关负责人表示,近年来我国连续组织实施了7批电信普遍服务试点工作,累计支持全国13万个行政村光纤网络建设和6万个农村4G基站建设,目前行政村通宽带比例达到100%,贫困地区通信难问题得到历史性解决,数字便民实现普惠共享。与此同时,科技适老成效显著,10余项适老化标准规范相继出台,375家老年人常用的网站、APP推出适老助老功能,基础电信企业“老年人一键呼入人工客服”服务超1亿人次。

科技应该向善,应该为老人、穷人、残障人提供普遍服务,同时还要有制度跟进,以适应技术进步。科技向善,让新的变化、新的气象,如春雨洒向大地,高质量发展势头正劲,内涵愈发宽广,影响也愈发深远。

在业内资深分析师金峰看来,应把握好“三度”,以便数字化更好地赋能全社会。一是有温度的覆盖。关注特殊人群的需求,帮助他们迈过“数字鸿沟”;通过数字化服务,提升生活品质。二是有深度的赋能。将数字化服务与新型智慧城市建设、乡村振兴、养老服务、医疗改革等国家重点战略相结合,实现有效深度赋能。三是有精度的边界。对于前期出现的平台经济垄断、数据无限搜集等方面的问题,需要明确边界,实现精确管控,确保产业平稳健康发展。

智慧人生、智享生活,大数据时代多了便民的新通道,就多了惠民的新路径。而社会高品质、高质量的发展,必定增强人民群众的获得感,从点点滴滴中展现服务的高效、便捷、惠民。C

奋进新征程 建功新时代

喜迎二十大系列报道

# 企协十年 改革创新谋发展, 砥砺奋进新征程

■ 中国通信企业协会

党的十八大以来, 我国信息通信业取得跨越式发展, 基础设施能力大幅提升, 信息通信技术加速迭代, 行业治理能力显著提升, 业务融合应用蓬勃发展, 安全保障能力不断增强, 在经济社会发展中的战略性、基础性、先导性地位更加凸显, 为全面建成小康社会、开启全面建设社会主义现代化国家新征程奠定了坚实基础。

伴随信息通信行业辉煌发展历程, 中国通信企业协会(以下简称协会)面对新形势、新变化、新挑战, 上下齐心协力、共克时艰、开拓创新、奋发进取, 实现了协会发展的历史性突破, 在党的建设、体制改革、管理创新、会员服务、平台建设等方面, 实现了由传统管理服务模式向数字化管理服务模式的转型。这十年, 是协会发展速度最快的十年, 是协会改革创新成效最显著的十年, 是协会“两个效益”最好的十年, 是协会整体面貌变化最大的十年。

## 坚持以政治建设为统领, 党建工作显著加强

协会坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为根本指南, 认真贯彻落实新时代党的建设总要求, 全面推进党的政治建设、思想建设、组织建设、作风建设、纪律建设及制度建设, 扎实推进“两学一做”学习教育常态化制度化,

深入开展“不忘初心、牢记使命”主题教育和党史学习教育等活动, 增强“四个意识”, 坚定“四个自信”, 做到“两个维护”。始终把政治纪律和政治规矩摆在首要位置, 扎实推进党风廉政建设和反腐败斗争, 认真学习贯彻中央八项规定精神, 干部员工工作作风和精神风貌持续转变, 为协会健康持续发展提供坚强保障。



## 推进体制机制创新，管理体制显著优化

本着“精简、高效、统一”的原则，协会在总结经验和规律的基础上，不断创新完善各项体制机制。进一步优化管理职能，不断提升管理能力、服务能力和综合实力。完善协会内部组织机构，加强内部管理，优化业务结构和资源配置，发挥各部门和分支机构的专业优势，发挥顾问组、专家组的经验和智力优势，发挥监事会监督机制和功能。深入扎实开展合规建设，统筹合规管理和业务发展，把合规管理的规范要求嵌入到经营管理、业务流程等各领域、各环节和各岗位，实现合规建设和业务发展相辅相成、有机统一。

## 发挥桥梁纽带平台作用，服务能力显著增强

协会积极探索与企业、政府、行业、社会建立新的服务渠道模式，组建专业人才服务队伍，提升服务软实力，全面增强“四个服务”能力。在服务会员单位方面，切实帮助解决企业发展过程中遇到的突出问题和困难，维护会员企业合法权益；为会员单位提供相关政策信息，为企业决策提供依据。在服务行业发展方面，持续推进行业标准和团体标准的制定及宣贯，“全国通信行业用户满意企业”“企业管理现代化创新成果”“优秀质量管理小组”三项活动，行业信用评价工作，行业社会责任建设工作，助力行业规范化、健康可持续发展。在服务政府部门方面，全力支撑政府部门行业监管和服务，完成工信部、科技部等政府部门委托的行业课题研究，承接“企业管理提升专项行动”以及会议等其他支撑工作。在服务社会民生方面，积极开展社会公益活动，推进行业“家庭友好型企业”建设、发起“童心慈爱-99心”捐助活动、

开展“童悦工程”，积极采取不同形式向社会宣传网络安全相关知识。

## 紧跟行业发展方向优化业务结构，“两个效益”显著提升

在社会效益方面，扩大行业宣传，重塑行业价值。组织开展“信息通信行业工匠”推选活动，弘扬行业正能量。编辑出版《邮电部沿革史》《中国通信企业协会简史》《永远的丰碑——信息通信业劳模风采录》等图书，展示信息通信行业发展历史，弘扬行业精神。落实各项疫情防控措施，推进企业复工复产。在经济效益方面，不断培植本本业务，改善经营状况，提升管理水平，自我发展能力不断增强。深入开展行业培训、行业技能竞赛、行业服务能力评价等工作，推进行业人才培养和能力建设。搭建立体化对外合作平台，整合各方资源，推进协会高质量发展。通过十年不懈奋斗，协会收入和员工收入实现大幅提升，在有一定积累的情况下购买了办公场地，解决了员工的后顾之忧。

## 加强协会品牌建设，内外环境显著改善

近年来，协会举办了信息通信业发展高层论坛、5G应用创新论坛、两岸信息通信合作发展研讨会、数字化转型推动高质量发展论坛等规格高、内容新、质量高、关注广的专业会展。建设完善协会官网、微信公众号、抖音号、《通信世界》会刊以及企协简讯等媒体，发布行业政策及信息，提升协会影响力。开展行业热点研究、信息发布，提升协会在专业领域的话语权，在每年出版《中国信息通信行业发展分析报告》的基础上，近年来相继发布《中国通信行业季度发展报告》《信息通信行业十件大事》，影响力逐年提升。助力“一带一路”倡议，行业国际产能合

作取得成效，协会以中国通信行业国际产能合作企业联盟为依托，开展了出国考察、项目对接、国际人才培养等活动，帮助信息通信企业加快海外产业布局。

## 加强队伍建设，队伍整体面貌显著变化

不断完善协会干部管理体制和制度，基本建成了一支数量充足、德才兼备的高素质干部队伍。班子队伍在思想政治上更加成熟和坚强，政治意识、大局意识、忧患意识和责任意识明显增强，驾驭全局和处理复杂问题的能力进一步提高。干部队伍的结构、文化结构、专业结构日趋合理，秘书处人员平均年龄不到50岁，本科以上学历占97%，其中硕士研究生占32%、博士研究生占12%。协会全体员工努力开拓创新、拼搏奋进，展现出了良好风貌，形成了团结拼搏、合作创新、务实高效、担当奉献的协会精神。

过去的十年，是极不平凡的十年，是改革开放的十年，是砥砺奋进的十年，是发展最快的十年，也是成绩显著的十年。经过不懈努力，协会的规模和能力有了长足发展，已站在了新的起点上。回顾十年来艰苦奋斗、砥砺前行的历程，协会充分履行服务、协调、维权、自律、参谋、引导、监督、沟通八大职能，秉承带一流队伍、创一流业绩、展一流风貌、树一流形象的理念，探索出了性质社会化、运营市场化、机制流程化、业务多元化、管理数字化、建设法治化、服务差异化、行为规范化的协会发展新规律。协会发展取得的显著成就，也为今后发展积累了宝贵经验。

站在新的起点上，中国通信企业协会将坚决把党中央、国务院决策部署落到实处，加快制造强国、网络强国、数字中国建设步伐，助力信息通信行业高质量健康发展，为全面建设社会主义现代化国家作出新的贡献。CWW



## 价值经营 5G超级SIM卡任重道远

■ 赛立信通信研究部 曹先震

前不久，中国移动在“中国移动2022科技周暨移动信息产业链创新大会——号卡分论坛”上正式发布了《中国移动新一代超级SIM芯片技术白皮书》。该白皮书基于中国移动超级SIM卡的发展方向，以承载新一代中国移动超级SIM卡业务为目标，为规划设计可支撑新一代超级SIM卡的安全芯片相关技术提供了参考和指引。

中国移动希望联合合作伙伴探索高质量的SIM卡业务，提升SIM卡价值，推动SIM卡成为承载各类业务的高

安全性优质容器，在此基础上构建SIM卡业务生态体系，服务用户生活，为产业各方带来更为广阔的市场契机。

不断提升SIM卡服务内容和业务范畴是通信行业的发展趋势。一方面，运营商可以将SIM卡功能最大化，满足更多场景化服务需求；另一方面，SIM卡功能扩展后，也能为运营商带来更多增值服务收入，对提升用户整体价值有一定促进作用。虽然超级SIM卡对用户价值提升有所帮助，但受限于超级SIM卡的一些不足，运营商推广难度较

大，用户换卡热情不高，运营商仍需不断努力探索。

### 何谓“5G超级SIM卡”

所谓的“5G超级SIM卡”是由紫光国微推出的一款可以同时支持通信功能和大容量存储功能的新型SIM卡，全面兼容5G/4G/3G/2G网络，让“大容量+大流量”能够一卡兼得。同时，5G超级SIM卡具备超大容量、安全存储、一键换机等强大功能，开创了私人数据中心，为用户定义了安心自由的数字化

新生活。其主要特性如下。

**超大容量：**目前支持32GB、64GB、128GB。未来根据用户需求还可以支持256GB、512GB，甚至1TB以上，为用户提供额外的海量存储空间。

**安全存储：**存储空间由金融级安全芯片管控，该芯片具备银联安全、国密二级等安全资质，为用户资料存储构建起全方位的安全屏障，有效防止信息泄露与被盗。

**一键换机：**卡内预置与超级SIM卡配套的APP（超级SIM卡APP）安装包，可实现通讯录、短信、照片、应用等资料在不同手机间的灵活备份及恢复。与其他备份APP相比，超级SIM卡的资料备份和恢复均在本地进行，不消耗流量且不泄露资料内容。

**省钱便捷：**用户购卡费用低于手机机身存储差价，省钱实惠。此外，“卡”的形式也决定了5G超级SIM卡比机身存储具备更高的利用率，换机不换卡，可持续使用，更为绿色环保。

## 运营商超级SIM卡发展现状

运营商超级SIM卡早在2019年就已经进入市场，而最早开始规模推广的是中国移动北京公司（简称北京移动），当时北京移动推出了5G超级SIM卡的32GB/64GB/128GB版本，零售价分别为99元、199元和399元，此外，北京移动还为用户提供三大优惠升级政策，引导用户升级办理5G超级SIM卡。北京移动推出的5G超级SIM卡适配nano+nano/存储复合卡槽，可直接插在手机里使用。经过一段时期的推广和发展，目前中国移动超级SIM持卡用户规模已经突破4000万户。

中国电信紧跟中国移动步伐，推出天翼大容量云SIM卡（简称天翼云卡），该卡与中国移动5G超级SIM卡功能及技术基本一致。为了配合天翼云

卡的推广，中国电信还正式推出了自主手机品牌“天翼1号2022”，该机型于2022年正式开售，全面支持天翼大容量云SIM卡。

中国联通在2019年便推出了5G超级SIM卡，当时，广东联通和紫光国微联合发布了5G超级SIM卡，以超大容量、一键换机和安全存储为卖点吸引用户换卡。此外，广东联通营业厅还专门为用户开通了5G超级SIM卡的办理渠道，现场办理还可以享受首销期优惠政策，充话费即可升级获取5G超级SIM卡：充值120元，可升级32GB卡；充值240元，可升级64GB卡。该卡推出后，受到部分用户欢迎，成为广东联通拉动5G用户规模发展的重要手段之一。

三大运营商超级SIM卡已经陆续推出，但各个地方推广力度有所不同，要做到全国性的规模发展仍有一定难度。随着超级SIM卡技术的不断优化升级，以及运营商生态合作范围的不断扩大，相信超级SIM卡也会越来越受用户青睐，用户换卡的需求和意愿也会越来越高。

## 如何突破超级SIM卡发展困境

虽然5G超级SIM卡相比普通5G Nano卡有一定优势，但毕竟还存在很多不足，运营商想将移动用户全部转化为5G超级SIM卡用户是很难的，也不符合经济效益最大化的原则。因此，在一定渗透率范围内逐步提升5G超级SIM卡的持卡率，对运营商的用户价值经营有一定提升作用。

首先，影响5G超级SIM卡推广的最大阻力是5G超级SIM卡的适配卡槽问题。目前推出的5G超级SIM卡类似于传统的SD存储卡，但如今很多中高端手机都已经不再支持存储卡扩充，也就不符合安装5G超级SIM卡的要求，

致使很多用户无法进行5G超级SIM卡升级。要想解决这一难题，一方面运营商需联合芯片厂商，共同探索5G超级SIM卡卡型升级问题，尽可能适配大部分机型卡槽；另一方面，如果5G超级SIM卡卡型实在无法升级到普通Nano卡的尺寸，那么运营商只能与终端厂商合作，推出能适配5G超级SIM卡的终端版本，将其作为推广机型在运营商营业厅展示推广。

其次，普通用户升级5G超级SIM卡，必定会考虑价格问题，运营商需制定合适的升级优惠政策引导用户消除升级顾虑，否则大部分用户可能不愿意花过多的费用换卡升级，毕竟就目前阶段来说，5G超级SIM卡所能给予用户的增值服务仍然有限，而且吸引力也不足。

最后，不断丰富5G超级SIM卡生态体系。相比传统SIM卡，5G超级SIM卡除了能扩容手机内存外，其最主要的功用是能够满足用户更多场景化的需求。例如能够充当学校饭卡、交通卡、门禁卡、车钥匙、银行U盾、电子签名等，这些需求都需要运营商与对应的厂商、服务商达成合作协议，如此才能让5G超级SIM卡的功能成为现实。如中国移动已经与全国多个城市交通系统达成了合作，其5G超级SIM卡能够实现交通卡的功能，如此一来用户就不用每天带着交通卡出行了，而且用户也能享受交通卡所给予的所有优惠，还能进行线上充值，从此不必担心自己的交通卡遗失了（很多地方交通卡遗失是无法补办的）。

中国移动发布了关于新一代超级SIM卡芯片技术的白皮书，说明运营商对超级SIM卡的发展相当重视，推广力度也将逐步加大。这也是运营商对用户价值经营的深入挖掘和探索，虽然任重道远，但也是一次有益的尝试。



## 加快推进工业互联网平台创新发展

■ 中国工业互联网研究院院长 鲁春丛

工业互联网是以网络为基础、平台为中枢、数据为要素、安全为保障、产业为支撑、应用为牵引的生态体系。工业互联网平台是工业全要素、全产业链、全价值链全面连接、汇集和配置的枢纽，日益成为数字化转型的关键驱动

力量，对加快产业转型升级、促进实体经济高质量发展具有重要作用。

### 政策牵引作用持续增强

顶层设计不断完善。中央财经委员会第九次会议提出，“加速用工业互

联网平台改造提升传统产业、发展先进制造业”。国家“十四五”规划纲要提出，要“积极稳妥发展工业互联网和车联网”，“在重点行业和区域建设若干国际水准的工业互联网平台和数字化转型促进中心”。《政府工作报告》



连续5年对工业互联网作出部署,强调“发展工业互联网平台”以及“打造工业互联网平台,拓展‘智能+’”。工业和信息化部先后出台《工业互联网平台建设及推广指南》《工业互联网平台评价方法》《工业互联网创新发展行动计划(2021—2023年)》《“十四五”信息化和工业化深度融合发展规划》等多项政策,聚焦平台建设推广部署了重点行动和重点工程,加快工业互联网平台体系升级。

**地方政策发布实施。**各地立足实际、因地制宜出台工业互联网相关政策,坚持“建平台”“用平台”双轮驱动,

推动工业互联网平台建设量质并进。一手抓平台培育,“外引”和“内培”并举,推动综合型、特色型、专业型平台加速向各地深耕,江苏、湖南、重庆等地持续培育工业互联网平台,工业互联网服务商资源池不断优化,平台发展生态持续壮大。一手抓上云上平台,充分发挥省、市、区财政资金激励作用,分类分档给予资金补贴、云服务券等补助,引导制造企业上云上平台。江苏深入实施星级上云企业计划,安徽“皖企登云”、山东“云行齐鲁”等品牌活动不断涌现。截至今年6月,广东累计带动超过65万家中小企业“上云用云”。

### 平台基础能力快速突破

**多层次系统化平台体系初步构建。**

一是平台数量增长,全国已有超1000家工业互联网平台,具有一定行业和区域影响力的工业互联网平台超过150家,重点平台的连接设备超过7900万台(套),工业APP数量突破59万个。各地加速推进工业互联网平台建设,仅浙江和山东两省培育平台数量就分别达到285个和115个,为区域产业数字化转型提供了有力支撑。二是平台结构优化,综合型平台标杆引领效用显著,截至目前,28个跨行业跨领域平台纵向整合行业资源、横向跨界赋能,设备接入、知识沉淀、应用开发等能力持续增强,加速构建产业生态;105个特色型平台融合应用持续深化,面向重点行业加速沉淀知识经验,聚焦“块状经济”产业集聚区加速落地,规模化推动企业转型升级;专业型平台聚焦关键领域加速突破,推动前沿技术与工业机理模型融合创新,28个专业型平台已覆盖了数字孪生、工业智能、工业大数据分析、边缘计算、远程监控等多个特定领域。

**专业化差异化服务能力稳步提升。**

一是基础服务供给加快。华为、阿里、

腾讯等平台持续发挥基础设施优势,着力构建数字化转型的数字底座。如腾讯依托WeMake工业互联网平台,为三一重工、工业富联、美的等企业提供云技术,助力其打造工业互联网平台。二是专业服务能力增强。海尔、东方国信、宝信、蓝卓等平台,面向行业数字化转型需求,不断打造个性化、差异化的转型解决方案和高价值应用。三是通用服务创新突破,用友、金蝶、云道智造等平台,提供基于云的通用化管理软件、工业AI技术工具等。如云道智造推出了自主化仿真安卓平台,将企业设计流程、方法、参数等工业技术和知识固化为仿真APP,为广大中小企业提供SaaS化仿真技术应用。

### 推动产业数字化水平跃升

**平台赋能模式业态创新活跃。**工业互联网平台将数字技术与行业特有的知识、经验、需求相结合,加速工业机理模型的汇聚沉淀,催生出平台化设计、智能化制造、网络化协同、个性化定制、服务化延伸、数字化管理六大新模式。截至目前,开展网络化协同和服务型制造的企业比例分别达到了39.5%和30.1%,有效促进实体经济降本、提质、增效。如红领集团打造的酷特云蓝平台,数据库成衣版型达3000多亿条,用户结合量体数据生成“一人一款,一人一版”订单,从进入生产流程到成衣完成,仅需7个工作日,设计成本减少90%以上,工厂效率提升30%以上。

**平台赋能行业领域加速转型。**近年来,工业互联网平台加速向重点行业、重点领域拓展延伸,有效支撑产业转型升级和高质量发展。在重点行业,工业互联网平台为企业提供基于行业的数字化转型解决方案,促进工业互联网行业应用的推广普及。如树根互联在

装备制造业打造从厂内数字化应用到厂外现场服务的解决方案,面向钢铁行业提供能源管控、铁运管理、安全管理等解决方案。在重点领域,平台对“双碳”、安全生产、产业链供应链的支撑服务能力不断强化。如海澜智云的工业互联网平台基于生产数据和智能分析,构建化工工艺、能源消耗等优化算法模型,使华昌化工厂区年节电3000万千瓦时,减少二氧化碳排放2.66万吨。

#### 平台赋能区域协同加快推进。

“平台+园区”“平台+基地”“平台+集群”等创新发展模式加速落地,平台赋能区域经济数字化转型路径日益清晰。产业集中度较高的地区,通过行业龙头企业引领,系统带动产业链上下游企业数字化转型,实现产业链上下游、大中小企业协同发展。如广东揭东日用塑料品产业集群,依托工业互联网平台打造“中央工厂”制造模式,推动中小微企业协同创新,实现生产成本降低25%、质量提升15%。产业集中度较低的地区,通过公共服务企业牵头,整合产业生态资源,着力提高中小企业数字化水平,探索区域协同创新模式。如常州天正牵头建设长三角区域一体化工业互联网特色服务平台,为区域中小企业提供数据管理、平台建设、人员培训和政策推广等全过程公共服务,帮

助近1000家企业上云上平台,研发工业机理模型80多项。

### 工业互联网平台创新发展前景广阔

我国工业互联网平台发展态势良好,需求充足、前景广阔。一方面,实体经济数字化转型需求旺盛。我国实体经济门类众多、应用场景复杂,数字化转型需求多样、差异性强,具备工业互联网平台发展的广阔市场空间。另一方面,平台融合应用水平有待提升。截至目前,我国仍存在大量处于工业2.0-3.0阶段的传统企业,工业云平台应用率为51.5%,基于平台的技术标准、深度应用、模式创新等方面尚处于探索阶段。工业互联网平台赋能千行百业的过程具有长期性,未来仍需保持战略定力,持续发力、久久为功。

**加强平台体系建设。**尽管我国工业互联网平台蓬勃发展,但与高度差异化、个性化的企业数字化转型需求相比,平台供给能力仍远远不足。要加快“综合型+特色型+专业型”平台体系建设,坚持分类分业协同推进,特别是大力发展面向垂直行业和细分领域的特色型、专业型工业互联网平台,鼓励平台企业走差异化发展道路。

**完善平台评价标准。**标准是经济

活动和社会发展的技术支撑,也是工业互联网平台高质量发展的重要技术基础。推动工业互联网平台建设推广,迫切需要进一步加强标准化工作。要强化标准完善和引领,引导平台企业研发重心“上移”、服务对象“下沉”,加大对工业机理优化、高价值工业APP和系统解决方案开发等的投入力度,把服务中小企业数字化转型摆在更加突出的位置。

**加快平台应用推广。**我国工业互联网平台发展持续走深向实,推动平台在行业规模化应用落地,对加快制造业数字化转型具有重要意义。鼓励地方因地制宜开展工业互联网平台推广,推动平台进基地、进园区、进集群,搭建供需对接交流合作平台。鼓励平台在产业集聚区落地,助力产业链上下游企业提升数字化、网络化、智能化发展水平。

**优化平台发展生态。**数字经济时代,产业生态日益成为国家和企业竞争的焦点,对工业互联网平台可持续发展至关重要。要健全工业互联网人才培养体系,加强工业互联网人才实训基地建设和“新工科”建设,培育多层次复合型人才。发挥工业互联网平台创新合作中心、公共服务平台等载体作用,深化产教融合、产融合作,推动关键核心技术突破和产业化发展。CWW



# 数字乡村发展中的 数字要素供给提升研究

■ 广东省电信规划设计院有限公司 殷涛 冯卫华

农业农村数字化是涉及农村领域及农业产业的一场深刻革命,是农业环境要素、生产要素、管理要素的一系列数字化转型。从国际上看,物联网、大数据、人工智能、云计算等新一代信息技术飞速发展并迅速普及应用,引发生活方式、经济格局和产业形态的深刻变革,各个国家和地区已形成重视发展数字经济的普遍共识。世界主要发达国家将数字农业作为重点战略发展方向,相继出台“农业技术战略”“农业发展4.0框架”等,力图构筑新一轮产业革命优势。从国内来看,党中央、国务院高度重视发展数字经济,大力推进数字乡村战略。2019年5月,中共中央办公厅、国务院办公厅印发《数字乡村发展战略纲要》,对数字乡村建设作了分阶段规划,

主要部署了加快乡村信息基础设施建设、发展农村数字经济、强化农业农村科技创新供给、建设智慧绿色乡村、繁荣发展乡村网络文化、推进乡村治理能力现代化、深化信息惠民服务、激发乡村振兴内生动力、推动网络扶贫向纵深发展、统筹推动城乡信息化融合发展等十项重点任务。自2020年7月《关于开展国家数字乡村试点工作的通知》下发以来,各地对数字乡村建设的响应非常积极,部分省(自治区、直辖市)结合通知要求推出相应省级试点,大力推动数字乡村建设。

数字乡村作为农业农村现代化和乡村振兴的重要实现路径定位已明确。以首批117个县级数字乡村建设为试点,探索我国农村在资源禀赋不均衡情况

下,各类数字乡村的建设模式,为数字乡村建设的全面推广提供路径参考和经验借鉴。

## 总体框架及关键应用

数字乡村是乡村振兴的实现路径,也是数字中国的重要内容。中央网信办、农业农村部、国家发展改革委、工业和信息化部、科技部、国家市场监督管理总局、国家乡村振兴局组织有关机构和地方编写了《数字乡村建设指南1.0》,提出了数字乡村建设的总体参考架构以及若干可参考的应用场景,供各地区数字乡村建设借鉴推广。数字乡村总体框架及部分关键应用如图1所示。

数字乡村的总体框架和关键应用

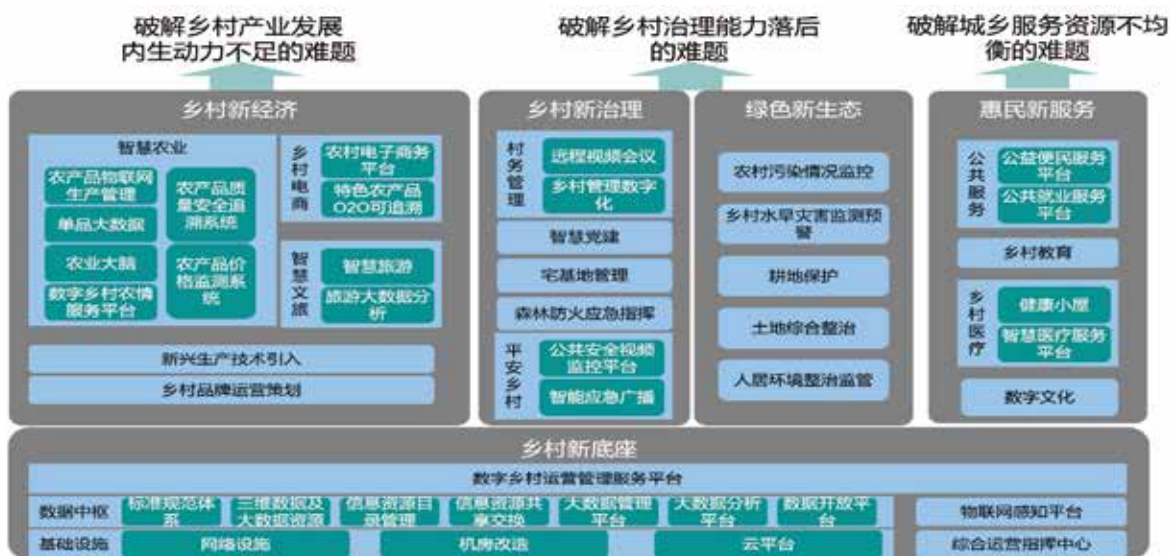


图1 数字乡村总体框架及部分关键应用



主要包含：乡村新底座工程，如乡村大数据平台、物联网平台等；乡村新经济工程，如智慧农业、农村电子商务、智慧乡村旅游等；乡村新治理工程，如智慧党建、乡村政务服务、智慧村务管理等；绿色新生态工程，如农业绿色生产、乡村绿色环境、耕地保护等；惠民新服务工程，如“互联网+教育”、“互联网+医疗健康”、智慧养老等。

### 数字乡村领域数字化要素供给存在的主要问题

#### 信息基础设施尚不完善，布局 and 建设的系统性不足

农村地区光纤及4G网络普及率虽然高，但存在网络信号不稳定、通信质量不佳等问题。物联网系统作为通信、连接、协作的基础应用，在大部分地区仍处于初级阶段，缺少完善的物联网基础设施和成熟的物联网系统，难以实现数据收集、传输和共享。数字乡村建设目前仍处于自下而上的各地自主探索

阶段，各类智慧应用还处于相互独立状态，没有进行系统性统筹，尚未形成统一的数字乡村规划设计。

#### 数据要素缺乏统一的标准规范，数据采集、共享、流通不畅

农业信息资源共享的基础和前提是农业信息资源标准化。目前农业信息仍缺乏统一的国家标准。农业农村相关信息化系统建设涉及部门较多，相关标准或技术规范缺乏统一的规划和协调，难以共享。涉农产业投资成本高、周期长、回报率低，导致数字乡村投资匮乏、企业支撑不足、人才资源紧缺等；数据采集过程面临巨大困难，利用数据指导生产更是无从谈起；物联网建设尚处于初级阶段，缺乏相应物联网平台。

#### 涉及信息技术发展滞后，数字技术与农业产业链融合不充分

当前从事“三农”相关信息服务及信息产品开发的企业较少，农业生产数字化研究明显滞后。自主研发的农业专

用传感器技术落后，总体数量偏少，且稳定性、抗逆性较差，智能感知系统灵敏度不高。在芯片、关键元器件、高精度传感器技术等方面，与国际水平相比差距较大。农业智能决策模型和应用控制阈值模型缺乏，导致难以实现多指标协同按需控制，辅助决策和控制系统的智能化程度还需

提高。智能化精准作业装备还处于起步阶段，自主研发的智能化、精细化农机设备较少，科技含量不高，作业质量较差，很难实现多功能、复式、实时监测等精细化作业。农业产业全链条信息化整合程度较低，农业生产分散、规模较小，生产、加工、销售等各个产业链环节衔接松散，缺乏有效的组织和连接。现代信息技术与农业生产、经营、管理和服务全产业链的“生态融合”程度较低。

#### 信息化人才短缺，数字化水平和能力不够

信息化“人才鸿沟”是数字乡村建设的主要制约因素。目前，数字乡村建设信息化人才短缺，表现为乡村领导干部对网络基础设施、新一代信息技术等认知不足，缺少培养本土信息化、数字化人才的内生动力，外部专业技术人才引进也存在对本地地理环境和产业发展不熟悉等问题。

## 数字乡村领域数字化要素供给的政策建议

### 出台乡村网络基础设施专项规划，大力完善物联网基础设施建设

乡村网络基础设施建设应规划先行，要衔接国家“十四五”规划和2035年远景目标，结合各地乡村的资源优势、产业基础，尽快出台乡村网络基础设施专项规划。针对基础设施建设成本高的问题，可参照“粤智助”模式，以整体政府理念破解“一个部门一类机、一项服务一种机”的难题，解决群众办事需要进多扇门、操作不同终端的问题，可大幅节约财政资金。同时要建立稳定的财政投入机制，设立网络基础设施建设补贴资金，明确扶持政策，采取以奖代补、先建后补、贷款贴息等方式鼓励社会资本投入。要把物联网平台作为物联网数据的共享交换核心，提到与农业农村大数据平台同等重要的地位。在物联网应用的接口、数据储存格式、接入与服务、产品设备等方面统一标准。建立全国统一的物联网综合服务软件平台，将农业物联网应用统一纳入该平台。推动乡村建立农业物联网平台，构建由政府部门、科技企业、高校、科研机构等相关部门共同协作的农业物联网科技创新合作机制。采取自主创新和引进消化吸收相结合的方式，在农业、水产、畜禽养殖等行业应用较为成熟集中的领域，力争在高精度传感器、智能检测设备、智能服务终端分析决策模型等核心技术上有所突破。

### 提高乡村数据要素供给水平，构建统一、共享的农业农村大数据平台

要将大数据视为重要的

生产要素，尽快建立全国统一的农业农村大数据平台，汇聚资源、主体、产品三类数据，提供权威统一的“查数据、看数据、用数据”工具。要联合社会各类主体，通过组建专家委员会、农业农村大数据联盟以及农业农村大数据实验室等方式提升大数据应用水平，打造农业农村大数据创新发展的良好生态。要依托大数据平台集成算法模型，打造一批农业农村大数据政务产品、公共产品和市场产品，推进政府、社会和市场三大类应用，提升数据资源利用水平。

### 构建数字农业技术创新体系，搭建数字乡村科研成果转化平台

要以企业为主体，加快构建“政产学研用”相结合的创新体系。统筹协调智慧农业技术研发、成果转化、产品生产等环节，调动高校、科研院所、农业科技龙头企业等，打造一批创新中心、实验室等创新载体，加大研发和协同创新力度。搭建数字乡村科研成果转化平台，支持企业与高校、科研机构对接合作，畅通科研成果转化渠道，推进产

需对接，有效统筹产业链上下游协同创新。要重点围绕农业传感器与信息采集系统、高端智能农机装备、农业机器人、农业大数据与计算智能、农业模型与算法等短板技术及薄弱环节，出台财政等扶持政策，鼓励布局并实施关键核心技术攻关项目。

### 制定长期数字化人才培养计划，引进培育数字化生产经营人才

要建立长期性、常态化农村数字人才培养计划，持续提升“三农”干部和农业生产经营主体的数字技术应用及管理水平。要出台数字人才下乡激励扶持政策，吸引一批年轻高素质大学生人才下基层、回乡村，提供源源不断的数字人才供给。要大力实施农业企业家数字化转型培育工程，提升农业龙头企业和农业生产经营主体对数字化的认识水平和技术应用能力，出台财政补贴等扶持政策，鼓励农业生产经营主体采纳智慧农业发展的新理念和新技术，带动农业生产数字化转型。CW



# “物超人”时代来临 移动物联网迈入新阶段

■ 中国信息通信研究院无线电研究中心 从建勋

移动物联网是以蜂窝移动通信技术和网络为载体,通过多网协同实现万物互联、连接泛在的数字信息基础设施。移动物联网将引领信息产业的新一轮浪潮,成为未来社会发展进步和科技创新的重要基础设施,对我国走向智能社会、推动数字化转型和经济高质量发展都极具建设意义。目前,我国正加速构建NB-IoT(窄带物联网)、4G(含LTE-Cat1)及5G协同发展的移动物联网综合生态体系,在网络建设、用户规模、产业发展、行业应用等方面表现突出,引领全球移动物联网综合生态体系建设。

## “物联”超“人联” 开启万物智联时代

工业和信息化部发布的《2022年1—7月份通信业经济运行情况》显示,截至7月底,三大基础电信企业发展移动物联网终端用户16.67亿户(我国移动物联网终端用户情况如图1所示)。今年5—7月,我国移动电话用户规模与移动物联网终端用户数分别相差6751万、2949万、500万。估计8月,我国移动物联网连接规模超过移动电话用户规模,实现“物联”超“人联”,我国将步入“物超人”时代。

移动物联网实现“物超人”是万物智联时代来临的重要标志。“物超人”

意味着移动网络从过去的服务于人和信息消费,进一步发展到现在的服务于机器和数据生产,从“规模量变”走向“应用质变”,开启助力数字化发展的序幕,打造数字经济新优势;同时也意味着移动物联网融合大数据、云计算、人工智能等各类技术创新,完善智能生产和智慧生活新方式,助力产业升级和经济高质量发展,助推电信行业新旧动能转换,我国移动物联网将迎来爆发契机。

近年来,我国在政策层面加强扶持,积极培育移动物联网发展的沃土。工业和信息化部深入贯彻落实党中央、国务院关于加快5G、物联网等新型基础设施建设和应用的决策部署,2017年以来,在政策层面加强顶层设计,多措并举,相继出台《关于全面推进移动物联网(NB-IoT)建设发展的通知》《关于深入推进移动物联网全面发展的

通知》等系列政策,组织开展移动物联网应用优秀案例征集活动,构建移动物联网综合生态体系。

## 硕果累累,我国发展移动物联网成绩斐然

网络建设迈上新台阶。目前,我国已建成5G基站196.8万个,部署5G行业虚拟专网超6518个,4G、NB-IoT的基站数分别达到590万、70万以上,建成全球最大的5G/4G/NB-IoT移动物联网。

用户增长率全球领先。我国移动物联网终端呈高速增长态势,GSMA数据显示,我国移动物联网的连接数从2015年的0.9亿,快速发展到2021年的15亿,年复合增长率为60%,是同期海外移动物联增长率的3倍。

芯片模组终端优势凸显。全球移



图1 移动物联网终端用户情况(来源:工业和信息化部运行监测协调局)

物联网芯片生产排名前8的厂家中,有7家(除高通外)在中国。2022年,中国3家龙头企业移远通信、广和通和日海智能占全球移动物联网模组市场一半的份额。在终端领域涌现出三川智慧、金卡智能、宁波水表等龙头企业,除在国内取得成功之外,也规模出海带动全球移动物联网发展,向全球提供“中国方案”。

赋能行业应用走深向实。移动物联网与千行百业加速融合创新,赋能经济社会各个领域。NB-IoT满足行业低速场景需求,在水表、气表、烟感、追踪4类行业场景产生千万级应用。4G Cat1满足中低速率、低成本的需求,在低端可穿戴、共享经济、工业传感、共享单车等领域,价格和功耗优势明显。5G应用正从“试水试航”走向“扬帆远航”,向重点行业和领域逐步聚焦,5G+工业互联网、5G+车联网、5G+智慧物流、5G+智能采矿等有规模复制的应用场景初步形成。截至5月末,5G应用覆盖国民经济40个大类,在全国200余家智慧矿山、1000余家智慧工厂、180余个智慧电网、89个港口、超过600个三甲医院项目中得到广泛应用。

## 动能转换,我国移动物联网迈入新阶段

政府持续加大战略引领和政策支持。《“十四五”国家信息化规划》提出,到2025年,“以5G、物联网、云计算、工业互联网等为代表的数字基础设施能力达到国际先进水平”。工业和信息化部《“十四五”信息通信行业发展规划》提出,推进移动物联网全面发展,构建低中高速移动物联网协同发展综合生态体系,“十四五”末实现移动物联网终端连接数突破20亿。

前沿新技术赋能移动物联网发展。大数据、云计算、人工智能、增强现实/虚拟现实、区块链、北斗等前沿技术与移动物联网深度融合创新,促进相关技术在实际应用中持续迭代演进,加快技术创新和方案成熟,进而加速通信技术(CT)、信息技术(IT)、控制技术(OT)深度融合,推动通信与感知、计算、控制朝着深度耦合方向迈进,促进移动物联网发展,从而带动我国信息通信产业实力不断提升。

用户规模化发展促进产业链跃升。GSMA预计,到2025年全球移动物

网连接数将达40亿,是2021年的2倍。

“十四五”末,我国移动物联网连接数将达到20亿~30亿。规模量变将引起质变,良性产业闭环形成。移动物联网产业涉及系统、终端、芯片、软件等多个领域,规模化需求将有效带动集成电路、制造工艺、关键器件等产业短板创新突破,强链补链,将有效提升产业基础能力和产业链现代化水平,夯实产业竞争力,持续扩大我国移动物联网产业优势。

技术演进赋能行业应用迸发新动能。从窄带物联网到宽带物联网,NB-IoT满足大部分低速率场景需求,4G Cat1满足中等速率物联需求,5G RedCap满足中高速率场景需求,5G NR技术满足更高速率、更低时延联网需求。从满足燃气、水表、智能家居等互联需求,到逐步深入至工业制造、车联网、智慧城市等智联需求。移动物联网的发展,将为行业应用提供 stronger 的连接能力和更大的连接规模,加快数据高效感知、传递和处理,使能数据产生价值,促使万物互联向万物智联迈进,赋能数字经济高质量发展。📶



# 产业生态逐步完善 Wi-Fi 7时代渐行渐近

■ 本刊记者 孙天 刁兴玲

近年来,VR/AR、4K/8K视频等一大批新应用的兴起,推动了Wi-Fi等网络连接技术的不断升级。与此同时,随着终端品类的不断丰富,手机、平板电脑、笔记本电脑,甚至包括冰箱、电视、洗衣机等在内的家电,都有接入无线网络的需求,这对Wi-Fi的接入能力和覆盖范围提出了更高的要求。

2019年,首批支持Wi-Fi 6的手机上市,开启了Wi-Fi 6时代。此后几年,Wi-Fi 6应用逐步普及,网络连接技术也快速发展,Wi-Fi 7时代呼之欲出。

## 产业链企业积极布局Wi-Fi 7

Wi-Fi 7最突出的特点是强大的连接能力,包括多连接能力和自适应连接、高速连接。Wi-Fi 7拥有更快的连接速度、更低的时延,支持2.4GHz、5GHz、6GHz三个频段,频宽最高提升至320MHz。更大的带宽让传输时延更低、网速更快,系统整体性能也得到进一步提升。

未来,越来越多的新应用需要高速网络来支持。新的应用场景将层出不穷,小到个人消费,大到智能家居、智慧场馆、智慧城市等,它们对网络的要求也将越来越高,Wi-Fi 7将大有可为。通过连接Wi-Fi 7网络,人们可以流畅观看8K视频,也可以畅玩VR游戏……

产业链企业积极布局Wi-Fi 7,纷纷发布与之相关的产品及解决方案,仅2022年上半年就有:2月,高通推出了FastConnect 7800移动连接系统;该系统支持高达5.8Gbit/s的速率和低于2ms的持续低时延;3月,中兴通讯推出了集成了5G高速率和Wi-Fi 7高并发技术的5G CPE产品;4月,新华三发布了企业级智原生Wi-Fi 7 AP新品;5月,高通宣布推出第三代高通专业联网平台;同月,中兴通讯发布了业界首款支持50G PON和Wi-Fi 7的ONU原型机ZXHN F9746Q;6月,新华三发布首款Wi-Fi 7家用路由器—— Magic BE18000……产业链企业如此密集地发布新产品,意味着Wi-Fi 7时代渐行渐近。

## 持续打造完整生态,推动Wi-Fi 7商业化落地

要想为用户带来畅快的Wi-Fi 7网络体验,离不开长期的技术储备和完整的端到端Wi-Fi 7生态系统。以高通为例,自1998年以来,高通便一直是全球Wi-Fi领域的领军企业,长期参与并推动行业在频段划分、标准制定、技术革新与演进方面的工作。多年的投入让高通在无线连接领域拥有了深厚的技术积累,为适时并快速推出领先的无线连接产品、持续赋能产业链企业奠定了基础。

在终端侧,高通推出了FastConnect 7800移动连接系统;在路由网络侧,高通发布了第三代高通专业联网平台,该平台覆盖企业级产品、家用Mesh蜂窝联网平台以及运营商网关等,而面向不同用户群体的差异化需求,高通有1620、1220、820、620四大专业联网平台进行匹配。

高通打造的终端侧和路由网络侧的端到端Wi-Fi 7解决方案,推动了产业界加快Wi-Fi 7产品研发,带动了Wi-Fi 7生态不断完善,加速了Wi-Fi 7商用进程,让用户享受到了极致Wi-Fi 7体验。例如,新华三 Magic BE18000家用路由器便是基于第三代高通专业联网平台而打造的。

与此同时,高通已经与小米、OPPO、vivo、荣耀和中兴通讯等厂家建立了合作关系,与产业链企业共同打造丰富的物联网生态。高通专业联网平台已用于近300款产品设计,覆盖思科、新华三、网件、TP-Link、Linksys、小米等众多品牌。

总而言之,终端侧和路由网络侧产品的不断丰富加速了Wi-Fi 7商用的步伐,随着大带宽、低时延应用的层出不穷以及联网设备的升级迭代,Wi-Fi 7的高性能将愈发凸显,也将为用户带来更加美好的联网体验。CW

# “2022中国电信终端评测合作论坛”举办四大发布构建一流全品类终端评测

■ 本刊记者 梅雅鑫

当前,数字经济已成为改变全球竞争格局的关键力量,全场景、新需求催生新兴智能终端品类,智能终端正迎来前所未有的历史性机遇期。

近期,业界瞩目的“翼矩·洞察2022中国电信终端评测合作论坛”在线上召开,论坛由中国电信股份有限公司研究院主办、中国电信终端研究测试中心承办。中国电信在论坛上发布了2022年第1期CTTTC中国电信终端技术认证产品、3套业界领先的自主创新翼矩终端测试系统、《中国电信终端测试仪表需求白皮书2022版》和第17期《中国电信终端洞察报告》,并与产业链合作伙伴针对6G、Wi-Fi 7、车联网、卫星通信、元宇宙等新技术及产业热点问题,进行了评测标准、技术、方案与新趋势研讨。论坛在央视频移动网、新华现场云、通信世界等媒体同步线上直播,引起产业各方高度关注。

中国电信研究院副院长蔡康在致辞中指出,中国电信勇当原创技术的策源地和现代产业链的链长,积极推动“云网边端”关键核心技术攻关,推动科技创新成果落地,并针对终端评测领域的创新合作提出4点建议:一是标准先行,全品类终端价值升级亟需技术与标准领域的原创性创新合作;二是聚力攻坚,扎实推进“翼矩2030联创计划”,打造创新之尺;三是坚持专业评测



中国电信研究院副院长 蔡康

洞察,打造权威发布,推动终端产业新技术新体验迭代升级;四是面向未来,聚焦新兴技术领域,产业协同打造“云网端”一体化评测能力,共建开放型创新基础设施。

## 加强技术创新,持续推动全品类终端发展

中国电信市场部副总经理陆良军在论坛上发表主题演讲。他表示,中国电信坚持规模引领,持续推动移动终端、数字生活终端与产业数字化终端发展,持续深化全品类终端运营,与产业合作伙伴共拓新市场、共享新机遇。高度重视并持续推进终端技术创新,加大“0到1”的原创性技术/标准创新突破,注智全品类终端发展,通过“1到N”的规模定制实现全品类终端引领。将持续优化全品类终端测试,强化终端支撑业



中国电信市场部副总经理 陆良军

务,逐步推进集约统筹,构建全品类、全场景、全能力的一流评测体系。与产业链共同开展新技术演进合作提升终端能力,联合研发新业务终端提升业务体验,共同探索车联网、元宇宙等新领域布局未来市场,共享新技术发展商机。

## 终端技术认证发布,新增摄像头芯片与路由器芯片认证

中国电信于2021年面向产业合作伙伴推出终端技术认证体系——CTTTC。CTTTC受到业界广泛关注,已成为业内终端技术和测试系统领域的权威认证之一。今年,终端芯片认证从移动终端拓展到全品类终端,新增摄像头芯片与路由器芯片。

在论坛上,中国电信研究院评测中心主任王志中为通过技术认证的25款



芯片产品颁发CTTTC终端芯片技术认证证书,包括高通、联发科、三星半导体、紫光展锐等企业的6款手机芯片,星辰、君正、联咏、雄迈、晶视、富瀚微、瑞芯微、爱芯元智、亿智等企业的17款摄像头芯片组,以及联发科、达发的2款路由器芯片组。

在终端测试系统技术认证方面,大唐联仪、灿芯、罗德与施瓦茨的VoNR测试系统荣膺CTTTC终端测试系统技术认证证书。

王志中表示,中国电信将一如既往地支持产业合作伙伴打造高质量、高价值产品,助力产业链提升测试能力和产品质量,协同加速终端新技术创新与商用。

### 三大系列全新升级,翼矩终端测试系统再上新台阶

翼矩是中国电信自主创新终端测试系统,目前已形成翼矩蜂窝测试系统、翼矩短距测试系统、翼矩业务测试系统三大系列。今年,三大系列全新升级,再添新成员。

中国电信研究院评测中心副主任程贵锋表示,翼矩手机芯片AIT测试系统已成为业界权威的AI芯片性能评测软件,本次发布的自主研发的翼矩摄像头芯片AI算力测试系统是业界首套摄像头芯片AI算力通用评测工具,在业界首次统一了交互接口协议、AI测试基准、AI评价体系,目前已有瑞芯微、君正等6家主流芯片商支持。

在VoWiFi测试领域,翼矩VoWiFi测试系统在业界首先实现了溯源能力测试、支持VoNR/VoWiFi双向互操作测试、创新仿真家居干扰场景模型3项创新。未来,翼矩VoWiFi测试系统将广泛应用于手机评测、手机入库测试等多个领域,助力VoWiFi终端加速成熟。

据了解,翼矩异网漫游测试系统在业界率先实现了异网互操作与紧急呼叫场景两项创新,支持九大测试能力,将大幅降低产业链异网漫游测试成本,提高测试效率。目前,翼矩异网漫游测试系统已与高通、联发科的芯片完成了联调,计划未来开展更多芯片及终端验证,加速推进异网漫游终端的商用成熟。

### 第17期《中国电信终端洞察报告》发布,新增终端信息无障碍评测

在本次论坛上,中国电信还发布了第17期《中国电信终端洞察报告》,对5G手机通信性能、5G芯片和终端信息无障碍等项目进行了深度评测。

5G手机通信性能评测发现,Wi-Fi吞吐量、北斗独立定位精度、游戏帧率等性能提升明显,综合5G、Wi-Fi、GNSS、游戏和续航5个方面,荣耀Magic4 Pro、荣耀Magic4、红米K50 Pro和OPPO K9s分居4个价位段第一。

5G芯片评测显示,旗舰芯片整体表现优秀,各项性能指标均有提升,其中语音呼叫时延、CPU性能、功耗3方

面提升明显。高通骁龙8+ Gen1在吞吐量性能、CPU性能方面表现优秀,联发科天玑9000在时延性能、功耗性能方面表现突出。

2021年,中国电信在业界首次开展手机适老化评测,全景量化展现手机适老化水平,今年全新开展终端信息无障碍评测。测评显示,华为P50 Pro在基础能力、生物识别、AI智慧视觉等方面表现优异;iPhone13、小米12 Pro、vivo X80Pro分别在AI智慧视觉、语音助手、翻译与AI字幕等场景表现突出。评测还发现,AI是提升信息无障碍水平的重要抓手,计算机视觉、自然语言处理技术能够有效克服用户视觉与听觉的障碍。

### 中国电信首次发布终端测试仪表需求白皮书,牵引新技术商用

本次论坛上,中国电信首次发布了终端测试仪表需求白皮书,聚焦蜂窝、短距、卫星、AI、云、物联网等全品类终端六大技术领域仪表需求,系统阐述了仪表现状、新技术需求、核心功能性能指标等关键要求,为仪表商新产品规划设计提供需求指引。

本次论坛主办方还邀请了高通、联发科、罗德与施瓦茨、思博伦、星河亮点、大唐联仪、灿芯、华力创通、Counterpoint等产业链合作伙伴,围绕Wi-Fi 7、6G、车联网、卫星通信、元宇宙等新技术的评测标准、评测技术、评测方案与新趋势进行了研讨。

面向未来,中国电信将一如既往地产业链合作伙伴进行深度协同创新合作,夯实一流的全品类终端评测体系,助推全品类终端新技术、新业务商用落地,共促全品类终端品质体验升级,与产业链共享数字经济发展新机遇! 

# 面向5G和算力的SPN 2.0发展

■ 中国移动通信研究院 韩柳燕 叶雯 王敏学 李晗

SPN作为原创性技术体系,已经在5G网络中全面应用。SPN技术架构实现了TDM和分组有机融合,支持L0到L3能力,契合5G无损、高效的承载需求,具备大带宽、低时延、网络切片、灵活连接、高精度同步和统一管控等技术优势,并且通过重用以太网产业链实现了降低组网综合投入和超大带宽,解决了面向5Gbit/s大颗粒的端到端高效无损硬隔离传送问题。

同时,作为由中国提出和设计的自主原创性技术,SPN已成功在ITU-T完成7个系列标准立项,以及四大核心标准的制定和发布,成为了继SDH、OTN之后的新一代传送网技术体系,为我国5G承载和应用打下坚实的技术基础。

随着5G垂直行业、政企业务、算力网络的蓬勃发展,SPN在切片颗粒度、业务感知、灵活连接、泛在接入、智能运维、绿色节能等方面的技术不断增强,SPN正在逐步迈入2.0时代。技术上的突破和发展,支撑SPN应用到更多的行业场景中。

## SPN 2.0的核心理念

SPN 2.0引入了面向综合承载的SPN小颗粒技术(FGU, Fine Granularity Unit)及提升网络覆盖和接入能力的小型化SPN设备,增强了面向用户的智能运维能力及面向“双碳”战略的节能机制等。如图1所示,SPN 2.0将致力于打造“高效、融合、智能、低碳”的新一代综合业务承载网。

**高效网络:** 精准满足用户业务承载需求,打造高效高质之网。灵活匹配各类业务带宽需求,实现带宽精细化;高效满足各类用户隔离要求,达到隔离精细化;高质保证99.999%可靠性,确保管理精细化;毫秒级时延和微秒级抖动,网络性能确定性高;在线无损带宽调整,需求调整灵活度高。

**融合网络:** 一网多业、网络开放,打造综合包容之网。通过丰富设备形态和灵活组网能力,实现无线基站、垂直行业、政企专线、家庭宽带、云网业务的综合承载;通过规范化接口模型和组网方式,实现边缘网络异厂家灵活组网;通过开放第三方接口,实现网络可视化与用户自助服务。

**智能网络:** 面向“规建维优营”需求,打造极简智能之网。基于对历史数据的搜集与分析 and 管控系统等,实现网络规划与仿真、业务快速创建、运维自动化等能力。

**低碳网络:** 面向“双碳”战略,打造绿色节能之网。通过网元级和网络级技术优化,实现SPN网络低碳运营;通过强化业务调度能力,助力数据中心降耗节能。

SPN 2.0以“切片粒度更精细、业务连接更丰富、设备组网更灵活、网络运维更智能、在线运营更低碳”为核心设计理念,通过构建SPN/MTN小颗粒技术,打造小型化接入SPN新型设备形态,引入随流检测、SDN、AI等技术,全方位、高质量实现SPN面向综合承载的精细化能力、面向算网融合的承载能力、面向泛在覆盖的组网能力、面向用户的运维能力和面向“双碳”战略的节能能力。

## 面向综合承载的精细化能力

5G垂直行业、政企专线的的应用以及SDH设备的逐渐退网,催生出大量具有小带宽、软硬隔离结合、确定性低时延、高安全性和高可靠性等承载需求的业务。作为面向未来的5G移动承载技术,MTN需要突破5Gbit/s颗粒度的硬切片单元,向Mbit/s级别硬隔离切片平滑演进。

SPN/MTN小颗粒技术聚焦构建端到端高效、无损、柔性带宽、灵活可靠的通道和承载方式,将硬切片的颗粒度从



图1 SPN 2.0的核心理念



图2 SPN/MTN小颗粒FGU的帧结构

5Gbit/s细化为Mbit/s级别, 以满足5G垂直行业应用和专线业务等场景中小带宽、高隔离性、高安全性等差异化业务承载需求。为了支持Mbit/s级别硬切片, MTN小颗粒技术需要具备以下特征和能力。

**带宽精细化:** 能够支持Mbit/s级别的带宽颗粒度, 从而实现灵活的任意 $N \times 10$ Mbit/s带宽划分。对于Mbit/s级别到Gbit/s级别的各类型业务带宽需求, 均可以匹配和高效承载。

**严格TDM刚性隔离:** 通过独享确定的时隙保证严格TDM特性, 通道沿途任一节点的出端口和入端口时隙通过管控层提前分配并固定。

**低时延和低抖动特性:** 网络的中间节点按照时隙数据到达的先后严格遵循TDM调度, 不感知用户信号层面的报文信息, 保证确定性低时延。

**独立和完善的OAM能力:** 每一条小颗粒MTN通道提供独立的OAM信息和检测。OAM码块随路插入每一条Mbit/s级别的MTN通道中, 提供该通道的连通性检测、故障和性能监测能力, 保证50 ms以内的保护倒换。

**业务无损的在线带宽调整能力:** 支持在保证用户业务正常传输的同时, 对Mbit/s级别MTN通道的带宽进行增大或者减小的在线调整, 使带宽和时隙资源分配更加灵活。

为了高效承载10Mbit/s小颗粒硬切片业务, SPN小颗粒技术构建了与以太网PCS兼容的“S+D+T”码块序列的10M容器。并以此为基础, 设计了FGU的帧格式, 如图2所示。小颗粒的时隙复用结构编码前由7 Byte开销与1560 Byte净荷组成, 编码后由1个起始码块、195个数据码块和1个结束码块构成; 业

务净荷在以66bit为长度的D码块中承载, S和T码块作为FGU的起始和结束标识; 当前复用结构和下一个复用结构之间可能会插入空闲码块; 复用结构中包含24个时隙的数据, 每个时隙的数据长度为65 Byte; 复用结构开销中承载了复用信息、时隙信息以及其他必要信息。在此复用结构下, 小颗粒信号可以穿越现有 $N \times 5$  Gbit/s MTN, 复用现有的空闲码块增删的速率调整方式。此外, FGU设计了容器开销和业务开销两层机制, FGU容器设计了7 Byte的公共开销, 用来进行带宽的无损调整和CRC校验; 与SPN 1.0一致支持随路OAM机制, 通过替换业务流IPG的IDLE码块, 能够在不占用业务带宽情况下, 为小颗粒业务提供OAM能力。

FGU小颗粒能力已经过了实验室测试和现网试点, 目前SPN现网设备已经逐步升级支持小颗粒处理能力, 为精细化承载奠定了基础。

## 面向算网融合的承载能力

未来算力位置将从中心向边缘发展, 大量用户从边缘接入算力, 城域网SPN将是承载边缘和泛在算力的主体。SPN 2.0支持算力服务化连接, 通过SPN管控系统实现算力连接服务化和虚拟化, 简化端到端算网连接的管控; 支持端到端敏捷发放、端到端业务可视、端到端运维能力; 支持灵活切片能力, 通过MTN/FGU/SR-TP等技术提供多样化连接功能。

为了实现算网一站式服务, 目前在算力终端、边缘算力和区域算力之间通过SRv6技术建立灵活连接。从端到端SRv6连接来看, SPN网络通过管控系统虚拟化为SRv6节点的一

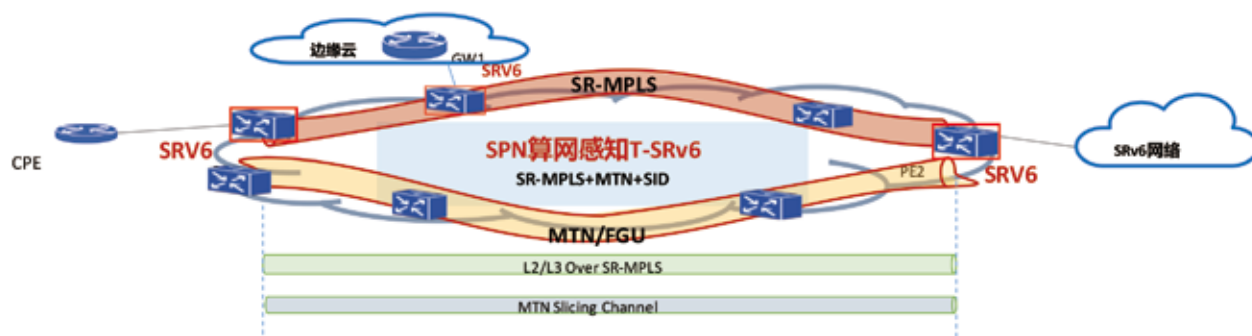


图3 面向算网的SPN感知方案T-SRv6

跳，即SPN网络从端到端SRv6编排角度可看作只关注SPN算网连接服务，而屏蔽SPN网络内部服务的细节。

在端到端算力网络中，SPN涉及跨域和云专网、用户侧的对接场景。为了保证能够感知算力需求并映射到对应的SPN软硬切片中，通过扩展SRv6 END定义，结合SPN自有通道优势，形成算网SPN感知方案T-SRv6（如图3所示）。新定义敏捷、透明和深度感知3种算网通道，支持多种算网业务按需选择SPN算力通道。敏捷感知通道是将SRv6的标签处理后映射到SPN已有的SR-MPLS隧道进行算网连接，透明感知通道是将SRv6的标签处理后映射到SPN的端到端时隙交叉连接能力的MTN/FGU硬管道连接，深度感知通道是SPN采用逐跳SRv6分组转发进行的算网连接。相对于Overlay连接，算网感知方案T-SRv6通过L1到L3层的高效转发、OAM保护和电信级管控能力，以及支持网络能力的开放和可编程，实现算网业务高品质、高效率的差异化连接。

### 面向泛在覆盖的组网能力

面向边缘覆盖接入，SPN 2.0引入了一种新的设备形态——小型化接入SPN。小型化接入SPN精准匹配用户末端接入需求，定义1U的设备尺寸、16Gbit/s交换容量，并在用户侧新增E1/FE/GE低速接口，在网络侧新增10GE以太网接口，既能将10Mbit/s小颗粒的硬切片由城域接入层延伸至行业用户侧，又能精准匹配用户小型化和节能减排的需求。

由于SPN边缘设备部署在用户侧，最贴近用户和业务，因此SPN边缘设备还可集成Sigma Lite轻量级算力能力，让数据不出园区即可完成实时采集和分析，满足算力网络和边缘计算需求，拓展了应用场景；通过定义SPN NNI互通技术要求和标准南向接口，实现SPN边缘接入设备与城域网SPN的Underlay+Overlay的端到端管理和解耦部署，既保障了生态的开放，又保障了网络端到端质量。

### 面向用户的运维能力

SPN网络的重要演进方向还包括打造高品质健康自愈智能型网络，通过引入AI新技术提升智能化能力。在面向用户的自服务能力方面，SPN设备已经基于telemetry的随流检测技术实现全网流级别、秒级的实时监测，并向运维人员和行业用户呈现业务质量、流量等信息。基于实时监测的大数据和AI技术，开展网络健康度、告警关联与根因分析等领域的研究，未来还将在管控层、设备层等更多领域引入AI，以实现网络智能规划与仿真、意图分析、智能排障等能力，全面提升SPN网络的智能化等级。

### 面向“双碳”战略的节能能力

近年来绿色节能成为全球热点。面对新形势、新挑战，中国移动提出SPN 2.0不断优化向节能减排目标迈进，提出单bit功耗比PTN降低65%的节能目标，并从芯片、设备、网络3个层级推进该目标实现。在芯片层级，推进动态节能技术应用，可根据流量负载等动态关闭或开启各模块；在设备层级，推进板卡、光模块、电源、风扇等单元的自动休眠技术应用；在网络层级，推进研发功耗可视化、流量和路径智能优化系统，让用户可随时关注属地各网点功耗情况，及时发现异常点，并为用户提供功耗优化方案。

### 小结

随着5G网络建设加快，示范性业务逐步开展，SPN作为5G移动回传网络的创新体系，有力支撑了5G业务的发展。未来，中国移动提出SPN 2.0将从5G承载网络向综合承载网络迈进，通过小颗粒技术FGU提供更为灵活精细的切片连接，并在高效、融合、智能、低碳方面提出一系列演进方案和目标，将SPN 2.0支持更为广泛和蓬勃发展的应用。

# 数据中心能耗现状分析与绿色发展探索

■ 中国信息通信研究院 罗丹 李颖萱

根据国际市场研究机构Markets and Markets发布的报告,到2026年,全球绿色数据中心市场规模将从2020年的492亿美元增至1403亿美元,年复合增长率达19.1%。数据中心的耗电量将不断刷新纪录,给全社会的用能和碳排放控制造成较大压力。

当前,数据中心行业能耗问题再次受到社会各界广泛关注。国网能源研究院的测算显示:2020年,我国数据中心用电量突破2000亿千瓦时,约占用电总量的2.7%。2021年以来国家相关部门相继出台了《国家发展改革委等部门关于严格能效约束推动重点领域节能降碳的若干意见》《2030年前碳达峰行动方案》等多项政策,首次把数据中心列为与传统八大“双高”行业并列的第九类行业,并要求到2023年底,新建大型及以上数据中心PUE降到1.3以下。硬指标与时间表的设定,进一步加快了绿色数据中心的发展。

## 数据中心发展现状

### 数据中心政策环境

2021年10月26日,国务院印发的《2030年前碳达峰行动方案》提出,加强新型基础设施节能降碳和用能管理,将年综合能耗超过1万吨标准煤的数据中心全部纳入重点用能单位能耗在线监测系统,开展能源计量审查。随着我国“碳达峰、碳中和”战略的深入推进,国家层面出台多项政策促进数据中心绿色低碳发展。

目前,我国数据中心主要集中在京津冀、长三角、粤港澳大湾区等经济发达地区,但这些地区同时面临算力资源需求的爆发式增长和能源指标紧张的双重困境。因此,整合优化和提高能效成为东部经济发达地区数据中心绿色高质量发展的重点。

与此同时,我国西部地区清洁能源丰富、地质

条件稳定、气候环境适宜,成为大型、超大型绿色数据中心建设的理想选择地区。依靠数据中心对可再生能源的消纳,以及西部地区干燥凉爽气候条件带来的数据中心散热能耗下降,每年可大量降低碳排放。因此,科学规划布局、可再生能源利用成为西部地区发展高质量数据中心的重点。

### 数据中心市场规模

2018年以来,受益于5G技术的日益成熟与普及、互联网行业的持续高速发展等,国内IDC行业保持30%左右的年增速。随着各地区、各行业数字化转型的深入推进,我国数据中心市场收入将保持增长态势,如图1所示。

### 数据中心机架数量

中国信通院发布的数据表明,我国数据中心机架规模持续稳步增长,大型以上数据中心规模增长迅速。近年来,我国数据中心机架规模稳步增长,按照标准机架2.5kW统计,截止到2021年年底,我国在用数据中心机架规模达到520万架,预估到2022年达到670万架。其中,大型以上数据中心机架规模增长更为迅速,按照标准机架2.5kW统计,2021年比2019年几乎翻了一倍。如图2所示。

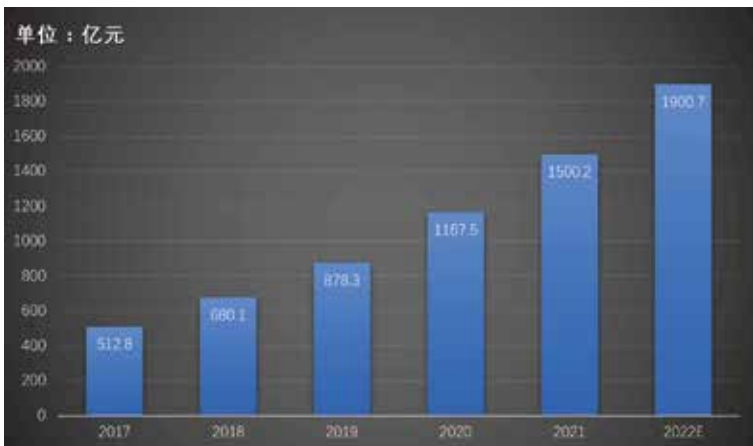


图1 中国数据中心市场规模

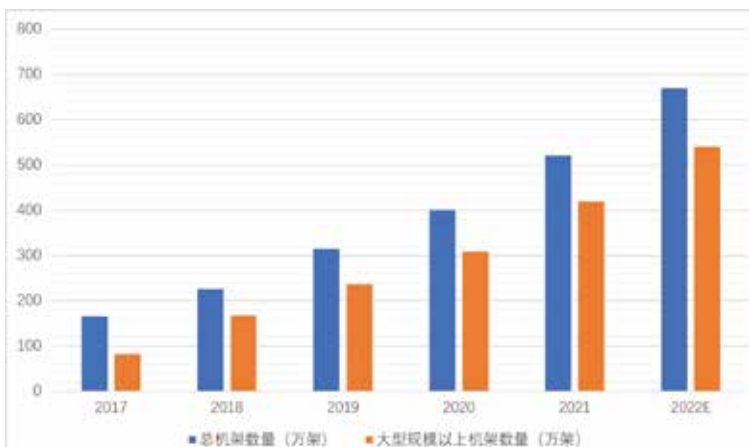


图2 中国数据中心机架规模

## 绿色数据中心发展趋势

近几年,我国各级政府纷纷出台推动数据中心绿色发展的相关政策,为“十四五”乃至更长时期的数据经济发展奠定坚实的基础,助力实现“双碳”目标。

### 政策驱动

自2021年以来,国家高度重视数据中心产业的产业布局及未来发展。工业和信息化部、国家发展和改革委员会等部门先后出台《新型数据中心发展三年行动计划(2021—2023年)》《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》等政策文件,有效规范了我国数据中心产业发展并正式提出“东数西算”工程。尤其是在2022年上半年,已有超过20项相关政策出台。

自2021年5月底发布《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》以来,“东数西算”工程受到社会各界广泛关注。2022年2月,国家发展改革委、中央网信办、工业和信息化部、国家能源局联合印发通知,同意在京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝、内蒙古、贵州、甘肃、宁夏等8地启动建设国家算力枢纽节点,并规划了10个国家数据中心集群,奠定了数据中心绿色发展的主基调。

从地方政策层面来看,2021—2022年各省市均提出鼓励推荐大数据中心的建设,政策支持适度超前布局新型基础设施,并下达了具体的量化目标。

### 市场需求

近年来各领域依托互联网实现万物互联,各大企业对数据资源高度重视,越来越多的数据处理和托管依托于数据中心。

在数字经济的带动下,IDC行业市场规模有望持续扩大。如图3所示,2021年,中国IDC业务市场总体规模突破3000亿元,达到3012.7亿元,同比增长34.6%,与2020年

相比,增速有所放缓;未来的市场规模将进一步攀升,预计到2024年将达到6122.5亿元。

### 技术创新

从数据中心的生命周期的视角,可以从设计、建设、使用和维护这4个阶段探讨绿色数据中心的科技发展。

#### ●设计阶段

由于数据中心投入大,建设周期长,同时要考虑绿色节能的相关技术,可以使用数字孪生技术模拟系统和设备运行状态;由于数据中心对数据处理和存储能力要求较高,为应对数据不断增长的需要,数据中心的设计还需要考虑扩容性。

#### ●建设阶段

信息技术快速迭代、建筑环保、数据中心交付工期缩短等,使得数据中心建设模式趋向预制模块化。各模块均在工厂预制、预调测,在现场同步搭建。交付时,预制功能模块从工厂运输到施工现场,无需进行大规模土建,只要进行简单吊装及“乐高式”搭建,即可完成数据中心快速建设,相比传统建设方式工期缩短一半,并有效减少建设过程中的建筑垃圾、施工用水,同时在生命周期结束后材料回收率高于80%,具有全生命周期绿色低碳的优势。

#### ●使用阶段

数据中心在使用过程中采用多种节能技术,下面分别从IT设备、制冷系统和供配电系统等方面进行分析。

首先,数据中心的IT设备以路由器、交换机和服务器为主,虚拟化技术可以对多台IT设备进行资源复用,有效利用CPU和带宽。

数据中心的路由器和交换机以框式设备居多,对板卡和设备进行虚拟化可以有效增加逻辑接口,提升服务质量,减少碳排放。

为了减轻机体重量、减少占用空间、提升电源和散热系统的利用率、降低数据中心成本,越来越多的服务器厂商开始研发高密度的服务器。高密度服务器的电源和风扇多以共享方式进行设计,位于同一机箱内的多台服务器节点可以共享电源和风扇。

其次,在数据中心总体能耗中,冷却系统能耗占比仅次于IT设备。数据中心制冷系统是为了保证IT设备运行所需温、湿度环境而建立的配套设施。

高功率密度数据中心将逐渐替代低功率密度数据中心。随着电子信息机房IT设备和供配电系统的高度集成化,传统散热设计将面临瓶颈,液冷技术为数据中心节能提供了新的解决方案。

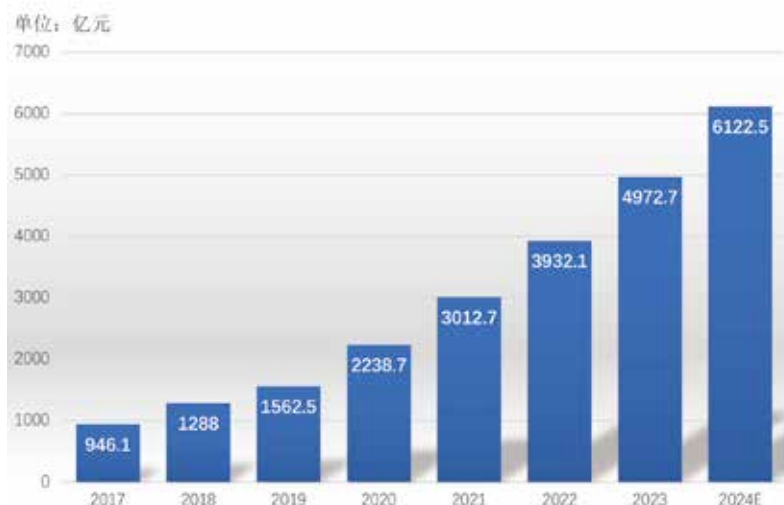


图3 2017—2024年中国整体IDC业务市场规模及预测

最后,数据中心供电配电系统用于提供满足设备使用的电压和电流,并保证供电的安全性和可靠性。随着我国信息化进程的不断加快,国家先后出台了一系列引导和鼓励数据中心利用可再生能源的政策。同时,随着我国电力市场化交易机制的完善,企业可以通过绿色电力交易或认购可再生能源绿色电力证书等方式提高可再生能源利用比例。数据中心最大化利用可再生能源赋能数据中心发展,将是数据中心行业可持续发展的重要方向。

#### ●维护阶段

通过智能运维可以有效提高数据中心运维的流程化和标准化,提升管理效率,缩短响应时间,降低人力成本。智能运维以数据为基础、以算法为支撑、以场景为导向,为运维管理提供了智能化解决方案,实现问题的实时分析和处理,并能够对故障及其成因进行分析。

## 绿色数据中心发展建议

### 政策层面

从宏观层面,用政策规范和引导绿色数据中心的发展,提高新建数据中心的能效标准,完善绿色奖励制度,推动东数西算降低数据中心发展的不平衡。

同时推进对存量数据中心的关停改造。《北京市数据中心统筹发展实施方案(2021—2023)》已明确提出,要按照“四个一批”的总体思路推进数据中心的存量优化和新增前瞻布局。

### 产业层面

《Uptime全球数据中心报告2021》指出,除了用电效率(PUE)、制冷负载系数(CLF)、配电负载系数(PLF)和可再生能源利用率(RER),用水效率(WUE)、资源效率

(GUE)、环保效率(CUE)等指标也至关重要,将成为衡量数据中心能耗综合管理能力及绿色程度的崭新评价体系。

可以看出业界数据中心评估标准系统指标各异,亟需完善数据中心能效标准体系和监测体系。2021年5月发布的《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》提出,要完善数据中心综合节能评价标准体系,不仅包括传统的电能使用效率标准,还包括算力使用效率和可再生能源利用率等多项指标,多维度提高数据中心能效利用率。明确数据中心产业链上下游环节及相关产业,发挥产业链联动效应,打造数据中心绿色产业生态体系。

### 技术层面

根据中国电子节能技术协会的统计数据:2020年全国数据中心总耗电量超过1600亿千瓦时。典型数据中心能耗排名前三的是IT设备、制冷系统和供配电系统,分别采用技术创新推进绿色数据中心健康发展,达到1+1+1>3的效果。

针对IT设备,云计算、AI等技术将数据中心资源池化、虚拟化,大幅提高相同能耗水平下服务器的利用率,优化数据中心空间布局。

针对制冷系统,间接蒸发冷却、液冷等新技术已逐渐成熟,可根据需要在数据中心进行大规模部署。通过神经网络算法,采集和分析数据中心温度、湿度等各项数据,自动优化调节制冷系统、供配电系统等,进一步实现数据中心绿色低碳。

针对供配电系统,模块化UPS、高压直流供电、市电直供等技术的有效应用,将降低供配电系统的电能损耗。结合人工智能技术优化运营管控(例如:中国移动信息港采用机器人室内运维和无人机户外巡检),可有效降低数据中心能耗。数据中心与可再生能源深度融合,将进一步推动绿色数据中心的可持续发展。

在数字经济时代,随着云计算、人工智能、区块链等新一代数字技术应用的广泛普及,数据中心的地位正在从信息基础设施的边缘迈向核心,并成为承载和牵动技术革新的重要底座。未来3~5年,仍将是数据中心的高速发展期。

在碳中和目标和新基建政策的驱动下,绿色数据中心成为必然趋势,可以看出我国数据中心行业在时代的背景下处于挑战与机遇并存的局面,我国绿色数据中心将迎来更大的技术变革,市场规模仍保持持续增长。CW

# 5G核心网异网漫游安全风险及安全防护策略

■ 中国联通研究院 王蕴实 张曼君 徐雷 葛然

**5G**网络建设是我国新型基础设施建设的重要组成部分，党中央多次作出重要指示，提出要加快5G网络等新型基础设施建设。工信部在《关于促进网络开放共享 推动5G异网漫游的实施意见》中指出：“坚持科学实用、适度超前、厉行节约，引导电信企业建立健全异网漫游合作机制，合理制定5G网络规划，避免重复建设。”

5G异网漫游可以最大限度地利用已建成的5G网络为更广泛的用户群体提供服务，对贯彻落实党中央关于加快我国5G新型基础设施建设，促进5G网络开放共享，减少5G网络重复建设，集约高效地实现5G网络覆盖和业务发展具有重要意义。5G异网漫游安全是5G异网漫游业务顺利开展的重要保障，本文首先介绍了5G异网漫游组网架构、漫游互通接口及安全防护边界代理SEPP安全功能，然后分析了5G异网漫游安全风险，最后从部署实施层面提出了相应的安全防护对策与建议。

## 5G核心网异网漫游架构

5G核心网漫游是指在独立组网（SA）方式下，在漫游区域内，归属网络方用户通过接入拜访网络方5G网络的方式使用5G业务。5G核心网漫游运营商双方的5G接入网、核心网独立建设和管理，用户独立管理。5G核心网漫游主要有两种组网方式，即归属地路由（HR，Home Routed）和漫游地路由（LBO，Local Breakout）。归属地路由方案如图1所示，用户面业务流回到归属地UPF接入DN。漫游地路由方案如图2所示，用户面业务流通过漫游地UPF接入DN，不需要归属

地网络协助处理。漫游地路由方式虽然具备用户数据传输路径短的优点，但是无法进行拜访地和归属地之间的计费对账，并且归属地无法了解漫游用户状况。

5G核心网异网漫游优选归属地路由方式，漫游用户的业务数据回到归属网络，用户业务由归属网络处理，向用户提供业务。拜访运营商和归属运营商在各自信令面网络边界部署SEPP，实现信令面数据转发等功能，媒体面通过UPF进行互通，实现用户面数据转发功能。漫游互通设备SEPP和UPF之间可以通过边界网关（BG）进行对接，拜访运营商和归属运营商可在网络边缘部署防火墙设备。

## 5G核心网异网漫游互通接口

归属地hSEPP与漫游地vSEPP通过N32接口连接，

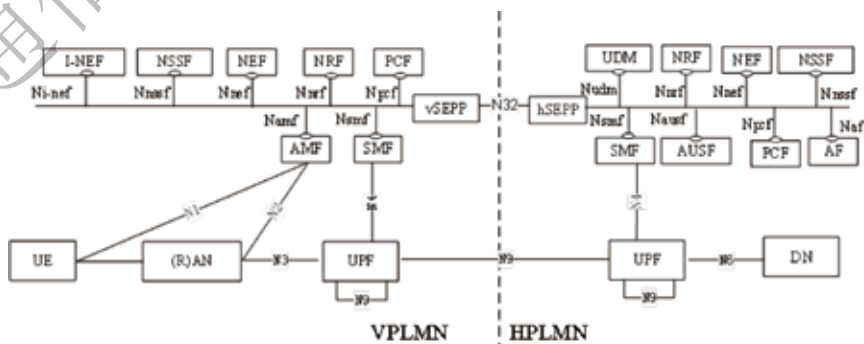


图1 归属地路由组网架构

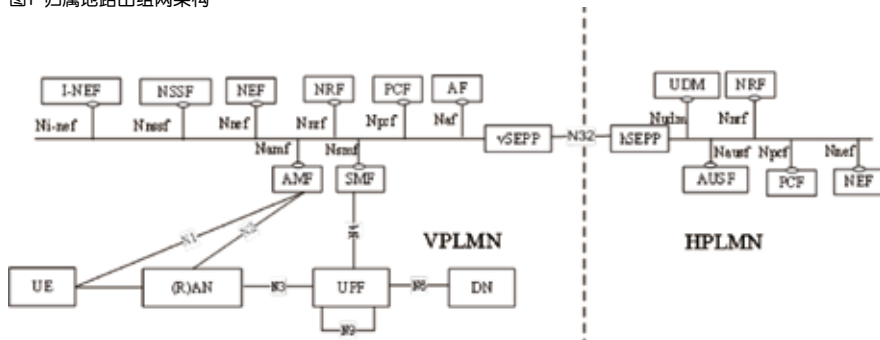


图2 漫游地路由组网架构

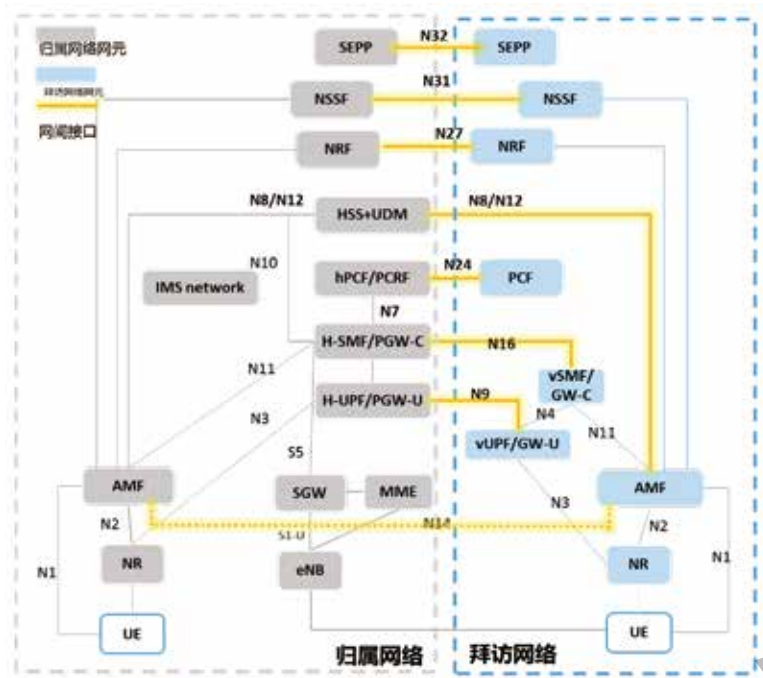


图3 5G核心网异网漫游互通接口

N32接口分为N32-c接口和N32-f接口。N32-c为SEPP之间的控制面接口，主要完成SEPP之间的握手通信，包括能力协商和安全参数交换。N32-f作为SEPP之间的应用接口，主要完成跨PLMN的NF之间消息加密/解密和转发，包含IPX的加密信息转发和解密。AMF与归属地UDM通过N8接口连接，主要完成获取接入签约信息。AMF与归属地AUSF通过N12接口连接，主要进行接入鉴权。漫游地vSMF与归属地hSMF通过N16接口连接，主要进行会话消息传递。漫游地vPCF与归属地hPCF通过N24接口连接，主要获取用户策略。漫游地vNRF与归属地hNRF通过N27接口连接，主要进行跨PLMN的服务发现、订阅、通知等。归属地hNSSF与漫游地vNSSF通过N31接口连接，用于接收来自归属地的网络切片规则。归属地UPF与漫游地UPF通过N9接口互通，业务流量通过N9接口由归属地UPF进入DN。5G核心网异网漫游互通接口如图3所示，接口列表如表1所示。

表1 5G核心网异网漫游互通接口要求

| 接口类型 | 接口位置          | 接口          | 接口要求           |
|------|---------------|-------------|----------------|
| 信令面  | vSEPP - hSEPP | N32-c N32-f | 3GPP TS 29.573 |
|      | AMF - UDM     | N8          | 3GPP TS 29.503 |
|      | AMF - AUSF    | N12         | 3GPP TS 29.509 |
|      | vSMF - hSMF   | N16         | 3GPP TS 29.502 |
|      | vPCF - hPCF   | N24         | 3GPP TS 29.513 |
|      | vNRF - hNRF   | N27         | 3GPP TS 29.510 |
|      | vNSSF - hNSSF | N31         | 3GPP TS 29.531 |
| 用户面  | vUPF - hUPF   | N9          | 3GPP TS 29.281 |

## 基于SEPP的安全机制

SEPP即安全边界防护代理，是5G漫游安全架构的重要组成部分，是运营商核心网控制面之间的边界网关。SEPP是一个非透明代理，可以实现跨运营商网络中网络功能服务消费者与网络功能服务提供者之间的安全通信，负责运营商之间控制平面接口上的消息过滤和策略管理，提供了网络运营商网间信令的端到端保护，防范外界获取运营商网间的敏感数据。基于SEPP的安全机制主要包括消息过滤、访问控制和拓扑隐藏。

消息过滤：在5G漫游过程中，运营商需要在其SEPP上对来访的协议消息进行过滤和控制。

访问控制：SEPP需要实现对通信对端运营商数据的校验，包括判断消息来源的真实性、所请求的信息是否只限于对端运营用户和本网运营用户等。

拓扑隐藏：漫游场景涉及跨PLMN之间的NF通信，在通信过程中，为避免对端PLMN基于FQDN信息，获取本端的拓扑信息，需要SEPP将所有发往其他PLMN消息中的本端NF的FQDN进行拓扑隐藏。

## 六大安全风险及安全防护策略

5G核心网异网漫游存在的安全问题主要包括漫游传输安全问题、跨网网元互访安全问题、互联互通接口安全问题、核心网络安全问题、信令面安全问题、用户面数据安全问题等。下面将对各种安全问题进行详细分析及阐述。

### 漫游传输安全问题

归属网络与拜访网络间建立漫游连接时，若缺乏有效的端到端防护，攻击者可借此实施中间人攻击，通过伪造、篡改、窃取连接信令，实现获取运营商网间的敏感数据、盗用漫游用户身份使用业务、更改用户的漫游状态、破坏漫游业务连续性等。

针对漫游传输安全风险，应部署有效的安全传输措施。拜访网络方的SEPP与归属网络方的SEPP间需要采用TLS传输层加密，SEPP间直接建立端到端TLS连接进行信令转发，保证传输过程的完整性和机密性。

### 跨网网元互访安全问题

5G采用基于服务化的SBA架构。在服务化架构

中, 用网络功能NF代替了原来的网元NE, 使得每个网络功能可以对外呈现通用的服务化接口, 这一机制促使5G网络功能可以以非常灵活的方式在网络中进行部署和管理, 但这一机制也带来了新的安全问题。如果网络中存在非法的NF向特定NF请求敏感数据, 或者利用合法的网络功能实体去获取原本不应当获取的数据, 均会出现信息泄露, 使得原有的安全机制无法对这种攻击方式进行有效防护。

针对跨网网元互访安全风险, 建议部署必要的安全认证及网络隔离措施。

一是网内设备与网外设备之间连接时支持相互安全认证功能。

二是通过物理或逻辑隔离的方式, 对5G异网漫游网络系统的管理、业务和存储等平面进行隔离。

三是信令面网络边界部署SEPP实现内外网隔离, 并逻辑隔离不同的漫游伙伴。

四是部署网间互通防火墙, 避免在不同安全域间跳转带来的安全风险。

### 互联互通接口安全问题

5G核心网异网漫游互联互通接口信令面主要为N32接口, 用户面主要为N9接口。N32接口实现不同运营商间信令路由转发, 若N32接口未采用有效的访问控制机制, 将面临接口异常访问或权限滥用等风险, 攻击者可调用该接口发送非漫游信令占用接口或者非法请求漫游签约信息。N9接口主要传输用户面数据, 也需要必要的安全措施, 避免被攻击者利用对网络进行流量攻击。

针对漫游互联互通接口安全风险, 建议部署必要的访问控制措施。

一是漫游互联互通N32接口采用访问控制机制, 通过异常调用限制和权限控制, 避免接口异常访问或权限滥用等风险。

二是SEPP开启协议控制功能, 选择允许/不允许哪些协议的报文进入5GC网络, 以保证5GC网络的安全。

三是SEPP、UPF、BG开启ACL过滤功能, 可拦截配置的网络地址和端口。

### 核心网安全问题

5G异网漫游时, 归属网络方的用户在漫游服务区域内接入拜访网络方的5G网络, 由拜访网络核心网为漫游用户提供5G服务。漫游用户在漫游共享5G区域内进行注册、移动、业务更新时, 都涉及大量信令交互。若信令交互过程中缺乏有效的安全认证、频率控制等安全机制, 攻击者通过伪

造虚假漫游请求消息、漫游设备频繁上下线等方式, 对拜访网络核心网开展DDoS攻击, 将恶意消耗核心网网络资源, 破坏漫游业务甚至影响拜访网络自身网络服务的正常运行。

针对核心网安全风险, 建议对漫游注册、去注册、加密、认证等信令传输实施速率限制功能, 避免产生信令风暴, 造成合法信令交互延迟甚至无法交互, 影响漫游服务正常运行。

### 信令安全问题

5G核心网异网漫游网间信令主要面临敏感信息泄露、信令欺诈等安全风险。运营商的部署通常是敏感的, 不愿意暴露给其他人。由于网间信令中携带全局唯一域名FQDN信息、号段、IP地址等重要的网络信息, 若未采用加密、混淆等方式进行信息转换、修改或替换, 网络内部拓扑等敏感信息将可能暴露给对方运营商。因此, 跨运营商的消息传输还需要考虑对拓扑等信息更加严密地隐藏。攻击者可利用安全漏洞, 通过伪造虚假漫游信令攻击拜访网络, 造成漫游服务异常中断。

针对5G核心网异网漫游网间信令安全风险, 建议部署如下安全措施。

一是拜访网络与归属网络应部署安全边缘保护代理SEPP等信令保护机制, 以提供异网漫游信令面数据互通安全保护验证。

二是信令面网络边界部署SEPP实现拓扑隐藏, 避免全局唯一域名FQDN信息、号段、IP地址等重要的网络信息暴露。

三是对漫游握手等重要过程提供信令验证机制, 可丢弃格式错误或信息不匹配的信令消息。

四是提供信令反欺诈机制, 基于SEPP局向归属的PLMN, 与业务信令中携带的FQDN、PLMN ID等联合检查是否一致。

### 用户面数据安全问题

在5G核心网异网漫游中, N9接口传输的用户面数据基本为GTP-U数据。由于GTP本身存在安全漏洞问题, 而GTP安全问题会随着5G网间流量的增长而增加, 因此需要增加额外的安全措施, 以保障在N9接口上传输的用户面消息的安全, 保护其网络免受无效的PLMN间N9流量的影响。

对于5G核心网异网漫游用户面数据的安全问题, 建议在网络边界部署支持用户面安全网关功能的UPF, 保护PLMN间用户面消息, 在漫游地网络的UPF与归属地网络的UPF之间的N9接口实施GTP-U安全。用户面安全网关功能具体安全措施包括: 用户面安全网关必须仅转发属于有效PDU会话的F-TEID的GTP-U数据包, 并丢弃其他数据包; 用户面安全网关必须丢弃错误的GTP-U消息。CW

# 自智网络能力评估与建设实践

■ 中国移动通信有限公司研究院 邓灵莉 刘凯曦 袁向阳 金锦 邓超  
中国移动通信集团公司 姚远

目前,产业界已经就自智网络的发展愿景、目标架构、代际特征等达成初步共识,但对于未来向高阶自智网络进一步演进,产业共识度仍然不足,缺乏统一的分级评估方法和明确的演进路径,缺少权威的测评规范以衡量并推动商业价值转化。

中国移动作为全球最大的电信运营商,在业界首创并积极探索“能力与成效双向驱动”的自智网络评估方法与建设实践,在增强运维效率、降低运营成本、提升网络质量方面取得显著成效。在此基础上,中国移动联合产业界共同探索,从标准、开源、算法、数据、应用等方面推动自智网络的发展。

## 网络自智目标愿景

作为通信网络运维数智化转型目标,自智网络面向消费者和垂直行业用户提供“零等待”“零接触”“零故障”的创新网络服务与ICT业务,打造自配置、自修复、自优化的通信网络。

一方面,从用户视角实现“三零”数字化体验:开通“零等

待”,通过对资源的精准掌控,实现业务的实时开通、即购即用;业务“零故障”,通过对网络的端到端监控,先于用户投诉识别隐患,先于用户感知恢复故障;服务“零接触”,通过网络数据与能力开放,支撑用户自助服务,通过线上数字化方式快速响应用户需求。

另一方面,从运维视角推进“三自”数字化转型:自配置,网络扩容、升级配置自动化,无感知操作,实现网络变更后的自动拨测与机器值守;自修复,敏锐感知网络故障与“亚健康”状态,基于动态负载均衡、多级容灾等技术,实现业务的保障;自优化,基于大数据和AI技术,实现业务质差的精准感知和识别,实现调优策略的动态生成和闭环控制,确保用户对业务的优质体验。

## 自智网络核心能力

如图1所示,自智网络在传统的通信网络分层分域管理架

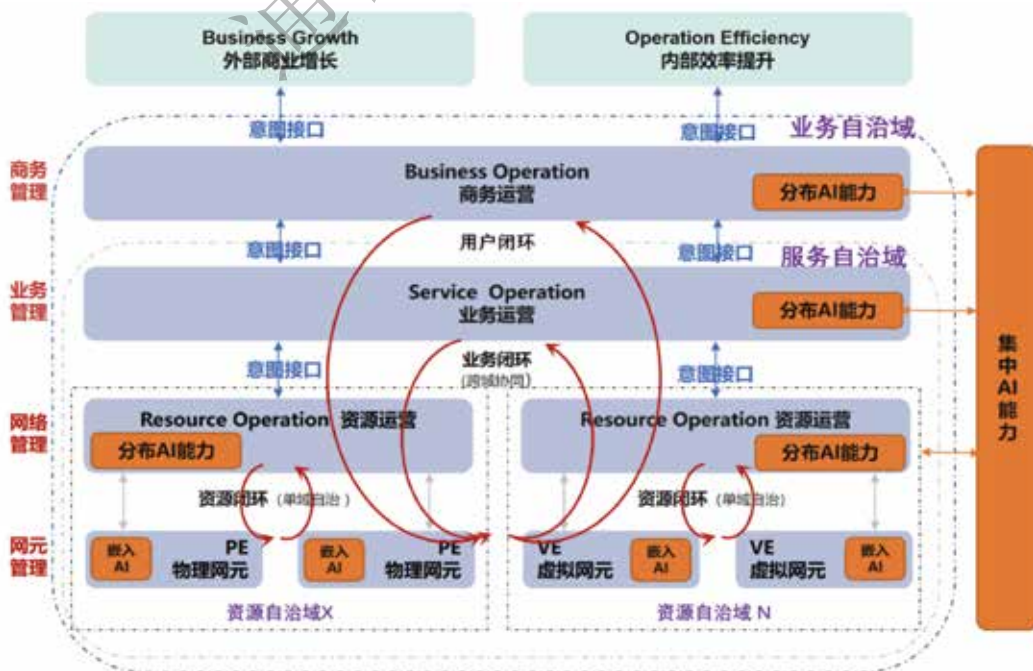


图1 自智网络体系架构



图2 自智网络认知能力体系

构基础上，引入自动闭环、自治域与AI能力，通过构建人机协同的认知能力体系，逐步提升网络自智水平。

### 自动闭环

作为实现自动化的基础，闭环是一个反馈驱动的过程，通过感知、分析、决策、执行4个环节，寻求实现显式设定的意图目标或维持自动执行确定的规则/策略指令。

根据自智网络各层不同应用场景下对闭环处理时效性的要求，可以分别应用自治域内的快速闭环和涉及跨层交互协同的慢速闭环。

### 自治域

通过与人协作或完全自主驱动，执行一个或多个完整闭环的系统，称为一个“自治域”。作为自智网络的最小组成单位，每个自治域按照业务目标以自运营的方式运行，对自治域的用户隐藏域的实现、操作，以及域元素的功能细节。多个自治域实例可以通过闭环管理接口与上层业务操作协同，完成网络/ICT业务的生命周期。

### 认知体系

在自治域内闭环执行过程中，系统自智级别（即人与系统的分工界面），取决于系统对闭环执行逻辑与所处环境及其演变规律的认知能力。参考知识管理的基础模型DIKW体系（数据、信息、知识、智慧的金字塔形层次体系），从L1到L5分级逐步提升系统认知能力：从L0 “know nothing”，L1 “know what”，L3 “know how”，L4 “know why” 到L5 “know All”，最终实现完全自治。

如图2所示，认知能力取决于系统中所处级别，自治域通过静态规则（L2）、动态策略（L3）、目标意图（L4）来开放相关自动闭环的管理接口。

### AI能力

自智网络的高级认知能力构建离不开人工智能技术。考虑到网络和管理系统的层次化特点，以及AI应用各阶段（知识获取、训练、推理）对IT资源的需求差异，需要在网络中构建分布式AI能力：对内支持每一层AI驱动的自动闭环，实现不同场景的智能化，最终实现网络完全自治；对外赋能各行各业网络、服务、市场、安全和管理等场景的人工智能规模化应用需求。

在自智网络中，AI能力将体现为3类形态：集中能力，作为训练平台、知识中心，提供模型训练服务、数字化知识，支撑慢速闭环的在线推理；分布能力，实现具体领域模型和推理应用、本地知识优化，支撑自治域内快速闭环；内嵌能力，指设备内置的AI能力，支持设备本地的AI计算。

## 自智网络分级方法

### 整体框架与设计原则

2019年，TM Forum率先提出基于认知闭环的分级评估框架，以及商业价值与技术成熟度组合的能力建设应用“漏斗”模型，为探索自智网络能力建设的分级路径提供了重要参考。

以此为基础，面向现网应用的自智网络能力评级方案或制定总体上遵循两个原则。

一是目标驱动原则。能力评级的最终目的是推动并指导自智网络建设和部署，以评促建，从提升运维效率、提升用户体验两个角度出发，评级服务于提升技术投入的最终成效。

二是实践驱动原则。自智网络的建设部署是在现网基础上进行分级分域的能力演进，而不是推倒重建一套全新的网络网管。因此，能力评级方法的确认和迭代均应以实践为准，将实际系统能力作为评估对象得出能力评定结果，用于后

续指导能力提升的参考。

面向价值的成效指标

依据目标驱动原则，以提升用户体验感知、运维生产效率为牵引，以“三无、三自”和闭环表格为基本框架，遵循正相关、客观性原则，建立覆盖网络全生命周期且易从系统直接获取的成效指标体系，用于端到端地衡量AN实际部署成效，帮助运营商从OAM、用户及业务角度衡量系统自动化升级后带来的好处。

正相关:指标正向引导自智网络能力的提升，即自智网络的提升能够有效支撑效能指标的提升。

客观性:成效指标的结果基本不受人为主观因素的影响，或者主观影响是可控的或可识别的。

面向系统的能力评估

●第一步: 确定评估对象

根据成效指标所涉及的业务类型与网络基础设施，结合运营商现有网络生命周期管理全流程梳理提炼出核心能力，以核心能力作为评估对象，每个评估对象对应且仅对应一个IT系统/管理责任主体。再将每项核心能力分别结合运营业务类型和网络专业技术形成细分场景，细分场景是具备特定上下文的评估对象，是评估的最小打分单元。

运营商可以根据自己的专业和业务需求设计场景，场景设置要牵引走向自动化、智能化，与L0~L5的演进方向保持一致。优先选取正在发展的网元和业务，避免不发展或者退网的网元和业务。场景的划分应该聚焦在专业/业务的重点场景，而不是覆盖所有场景。

●第二步: 制定技术规范

针对评估对象所涉及具体软硬件实现系统，根据现网实际状况分专业、分系统制定相关技术规范，推动网元设备、网管系统、通用能力平台等相关提供商的软硬件系统产品实现协同规划与协同交付，确保端到端成效指标和基础能力提升的实现。

●第三步: 明确代际特征

从指导系统实现角度出发，参考DIKW体系，针对系统认

知能力逐步构建，定义通用代际特征。以此为基础，结合评估对象具体细分场景上下文给出各级别要求的清晰、无歧义、可操作的详细定义，如表1所示。

●第四步: 执行量化评估

依据第二步中定义的技术成熟度原则对每个细分场景进行定性评估后，计算每个核心能力包含的所有细分场景的平均等级，作为该核心能力的得分。被评估网络的等级是按其全部核心能力的平均得分划分的。

●第五步: 识别能力短板

结合成效指标，根据量化评估结果进行短板分析，确定系统核心能力与闭环中的短板。由于每个核心能力明确对应管理责任主体，由管理责任主体负责该能力的后续改进和提升。

自智网络建设实践

作为世界上最庞大、最复杂的通信网络运营者，中国移动运维成本高企，对内提质降本，对外赋能增收的运维数智化转型需求迫切，并为此设定2025年全网达到L4高级自智的整体目标。

为快速实现大规模复杂网络的能力提升，中国移动践行“分而治之”的整体方法论。在空间维度上，从跨域网络运维层次切入拉通上下层，实现资源、业务和用户管理3个闭环，协同网元、网络、业务、商务4个层次的自智能力。在时间维度上，以年为周期，通过产业推进、顶层设计、能力建设和评估分析4个步骤的循环，驱动能力建设的闭环迭代。

为了进行体系化能力建设，中国移动参考业界先进的“中台”理念，定义新一代网管系统架构，制定详细的系统功能规范，指导31个省公司进行全面大规模能力建设；引入AI技术中台，提供通用的算力、算法和数据集，围绕图像识别、复杂计算、大数据分析等3类运维场景，构建感知、诊断、预测、控制4类共性AI能力，推进跨省共享，加速复制推广。

在实操层面，应用上述“面向流程的场景化分级模型”作为核心工具，从网络专业、业务类型和运营流程3个维度建立评估模型，明确数字化、自动化、智能化的分阶段能力提升路径，二者结合后映射到实际现网运维流程中，梳理出11个核心

场景、37项核心自智能力，再对应到五大专业、10余种业务，综合得到1300余个子场景，作为自智能力的评估与建设对象。

以此为基础，2021年中国移动启动业界首个自智网络的

表1 自智网络级别特征

| 能力特征    | 具体描述                     |
|---------|--------------------------|
| L0—人工运维 | 人工执行所有任务                 |
| L1—线上记录 | 线下人工执行，线上记录，可支撑自动分析      |
| L2—固化规则 | 固化专家规则，系统自动执行，规则与功能不解耦   |
| L3—规则解耦 | 规则与功能解耦，系统提供规则引擎，可灵活配置规则 |
| L4—规则注智 | 结合专家经验和AI学习能力生成规则，加速规则迭代 |
| L5—自动演进 | 基于AI深度学习实现规则全自动迭代，无需专家参与 |

大规模现网实践: 3月组织全网能力评测, 针对所识别的云网开通等短板, 4月完成网管系统规范的针对性补充与修订; 同时联合部分省份开展网络智能化平台试点, 通过自研“九天”平台, 向各省级子网提供通用AI能力。

截至2021年底, 中国移动全面提升网元、OMC、网管系统的数智化运维能力, 全网自智网络水平提升至L2.1, 真正实现以评促建, 并在以下方面取得突出进展。

#### ●无线运维能力持续加强

推动全网基站支持4G/5G载波关断、通道关断、符号关断等基础节能原子能力, 能效优化能力快速提升。推动OMC具备MR/CHR数据的实时采集和上报, 支撑网络精准优化。梳理完善自动化运维规则, 无线运维工作台不断强化自动分析、自动配置能力。

#### ●政企业务开通能力大幅提升

全网建设业务编排系统, 实现重点业务开通流程的自动编排、全程可视、审核环节简化, 5G专网业务开通时长从1个月缩减到2周, 云互联业务实现分钟级开通。

#### ●AI技术在关键运维场景“破冰”

基于集中化AI平台推动全网AI能力集中共享, 在入网验收、装维质检、哑资源维护等场景取得应用突破。技术中台AI领域已成功部署175项网络域AI能力, 覆盖网络全生命周期的“规建维优营资”核心场景, 包括5G基站智能验收、网络隐患预防预测、端到端业务质量智能优化、网络哑资源智能识别等, 日均调用量超过60亿次。持续推动AI能力赋能政务等垂直领域, 大幅降低省公司重复研发成本, 加速应用成熟。

## 面向未来新展望

中国移动自智网络建设相关实践虽已进入体系化部署

阶段, 但比照全面建设高级自智网络的目标, 仍有不小的差距。特别是如何与演进中的5G-Advanced网络能力相结合, 支撑算力网络等新兴业务场景方面, 尚缺乏明确的产业引导。

2021年4月, 第一批5G-Advanced相关项目在3GPP获批。Release 18 是 5G-Advanced 的第一个版本, 标志着5G-A时代即将到来。融合通信与感知技术、确定性传输技术、支持新兴XR业务的跨层网管、5G+AI、算力网络等, 已成为赋能5G-A愿景和把握新市场机遇的最有潜力的技术。

首先, 演进中的网络能力给自智网络运维智能化带来了新的机遇与挑战: 一方面, 通感一体化技术增强网络对外部环境的感知能力, 为自智网络的内部效率提升和外部业务赋能提供了挖掘新数据价值的潜在应用场景; 另一方面, 确定性网络能力等网络增强不仅为自智网络资源调度提供了更大的灵活性, 也增加了复杂度, 需要进一步提升面向业务意图调度资源保障体验的智能化水平。

其次, 网络能力增强需要进一步促进自智网络在网元层次与AI技术的深度融合, AI for 5G需要面向运维智能化, 还要面向网络自身智能化提供AI能力规模运营的能力, 当前的5G技术创新和自智网络应用实践聚焦的方向。而算力网络进一步将5G+云 for AI作为其核心业务场景, 对自智网络提出了综合网络中分布式AI算力资源与网络连接资源进行统一管理、智能调度与标准开放的新需求。

面向未来, 中国移动将继续发挥在国际标准、开源社区和产业协作中的影响力, 结合中国移动网络运营体系改革、运维自动化能力提升积累的经验, 为网络运营商、设备厂商、解决方案提供商的自智网络联合创新和应用实践, 搭建开放创新平台。CW



# DPU技术在算力网络中的思考与实践

■ 中国移动通信有限公司研究院 班有容 王锦涛 王鹏 王升 陈佳媛 刘景磊 张昊

产业数字化转型带动了数字经济飞速发展，算力正在逐步成为新时代的核心生产力，算力发展同步带动了网络变革，为了达到极致的数据处理效率，出现了多种以数据为中心的新型计算架构，其中DPU作为软硬融合的新型计算架构代表，成为行业主流发展方向。DPU是算力网络创新技术之一，统筹虚拟化、数据安全、运维管理等领域，是构建高性能、高可靠云化平台的关键技术，因此应大力推动DPU技术发展生态成熟。

## DPU技术概述

DPU概念存在多种解读方式，如数据处理器（Data Processing Unit）、数据中心处理器（Datacenter Processing Unit）以及以数据为中心的处理单元（Data-centric Processing Unit）。无论以何种维度解读，DPU从本质上看，是一种围绕数据处理提供网络、存储、安全、管理等数据中心基础设施虚拟化服务的专用处理器，是由ARM/x86等架构的CPU与ASIC（Application Specific Integrated Circuit）/FPGA（Field Programmable Gate Array）等专用硬件加速引擎形成的提供虚拟化功能的实体。DPU的出现源于业务发展给云计算领域带来的诸多难题。

一是资源争抢限制。同一计算节点上的云主机实例与虚拟化软件共享计算资源，随着资源需求的增多，资源争抢容易

造成服务质量不稳定，尤其在大负载、大流量时I/O性能容易出现严重抖动，无法保障稳定的SLA体验。

二是计算特性损失。云计算技术的核心是Intel VT等硬件辅助虚拟化技术和KVM等主流虚拟化系统软件，通过这些技术为用户提供类似物理服务器资源的虚拟机。但是，一方面，虚拟机相比物理机存在一定的性能损失；另一方面，用户无法在虚拟机中再次部署虚拟化系统，导致私有云无法更好地利用公有云弹性云主机资源，限制了云主机的使用场景。

三是裸金属管理问题。裸金属可以解决虚拟化带来的计算特性损失问题，但是裸金属CPU资源需要全部提供给用户，因此无法在主机CPU上运行云平台管理组件，需要通过带外管理流程完成裸金属实例的部署、交付和运维，整个流程与虚拟化场景差异较大，不符合云计算弹性、灵活的原则。此外，裸金属实例在对接远端分布式存储时，由于存储客户端需要运行在属于用户的CPU上，因此存储网络暴露存在安全风险。

四是随着人工智能的普及，越来越多的云上AI计算任务对网络和存储I/O的时延性能提出了更极致的需求；而RDMA（Remote Direct Memory Access）和NVMe（NVM Express）等高性能网络和存储协议在传统网卡架构下，难以满足云计算多租户场景的灵活需求。

如图1所示，DPU在云计算场景实现全卸载，作为主机的数据出入口，DPU在具备标准网卡能力的同时，利用专用硬



图1 DPU在云计算场景实现全卸载

表1 业界主流DPU厂商软硬件生态

| 厂家       | 硬件路线          | 软件栈       |
|----------|---------------|-----------|
| NVIDIA   | ASIC+CPU      | DOCA      |
| Intel    | ASIC+CPU      |           |
| FPGA+CPU | IPDK          |           |
| AWS      | ASIC+CPU      | 自研        |
| 阿里云      | FPGA+CPU      | 飞天OS      |
| 华为       | -             | DPDK      |
| 中兴       | FPGA/DSA+CPU  | ZDOSA     |
| 芯启源      | NP+CPU        | -         |
| 大禹智芯     | FPGA+SoC      | DAYU RMOS |
| 益思芯      | FPGA/DSA+CPU  | RDK       |
| 云豹       | FPGA/ASIC+CPU | -         |

件完成网络和存储I/O，在释放主机CPU算力资源的同时提升I/O性能。业务（主机CPU）与虚拟化软件（DPU）的硬件载体分离，使得业务与云平台的隔离性以及主机的安全性进一步提高。运行在DPU中的管理软件可提供裸金属的云化管理能力，提升裸机业务灵活性，降低运维难度。

## DPU技术面临的挑战

DPU作为一种软硬融合的虚拟化架构，一方面需要与虚拟化软件栈对接，另一方面其硬件的特殊设计导致卡与服务器之间存在更多的适配对接需求，因此，DPU产业发展与软硬件市场的配合存在强关联。充分理解行业需求并拉通软硬件形成完整解决方案，成为DPU发展与落地的关键。

在业界主流DPU方案中，由于对硬件路线选择不同，DPU卡的硬件设计存在较大差异；同时，各厂家均开始布局自有配套软件生态，并呈现出各自为营的态势。业界主流DPU厂商软硬件生态如表1所示。

纵观处理器芯片几十年的发展历程，定制产品总是逐渐

走向硬件形态的标准化和软件生态的通用化，最终形成专用与通用并存的格局。DPU作为继CPU、GPU之后的第三颗数据中心核心处理器，基于自身虚拟化需求定制软硬耦合DPU产品，固然能够最大化发挥DPU产品优势，但是随着更多的数据中心提出DPU需求，这种方式的技术门槛和引入成本过高，难以复制。而商业DPU产品由于各自发展软件栈生态，也出现了软件与DPU适配对接成本较高的问题。同时，DPU与服务器整机的生态也不可忽视。从物理关系上看，DPU是挂载在服务器主CPU下的PCIe子设备，但从顶层云管逻辑来看，DPU是服务器的管理员，是提供数据加速、存储加速、安全管控及云管的云底座。因此，不同于传统网卡、GPU等标准PCIe设备，主从关系的倒换使得DPU对传统服务器硬件设计提出了特殊要求。

## 基于DPU的算力基础设施架构

如图2所示，基于DPU的算力基础设施架构由服务器硬件层、DPU软硬融合层、平台应用层组成，包含管理、网络、存储、计算、安全五大系统，可支持弹性裸金属、无损网络、高性能存储等功能，实现虚拟机、容器、裸金属的统一承载和管理。基于DPU的算力基础设施按需对网络、存储系统进行卸载加速，可以更高性价比实现性能提升。

### DPU软件标准化推进建议

与CPU和GPU之类先有硬件再有软件生态的发展路径不同，DPU承载的虚拟化软件已经较为成熟，DPU在此基础上实现功能和性能的提升，因此对于业界云平台以及DPU厂商来说，DPU能否规模部署取决于DPU配套软件是否“能用”且“好用”。

DPU软件系统标准化如图3所示，结合典型DPU应用场景



图2 基于DPU的算力基础设施架构

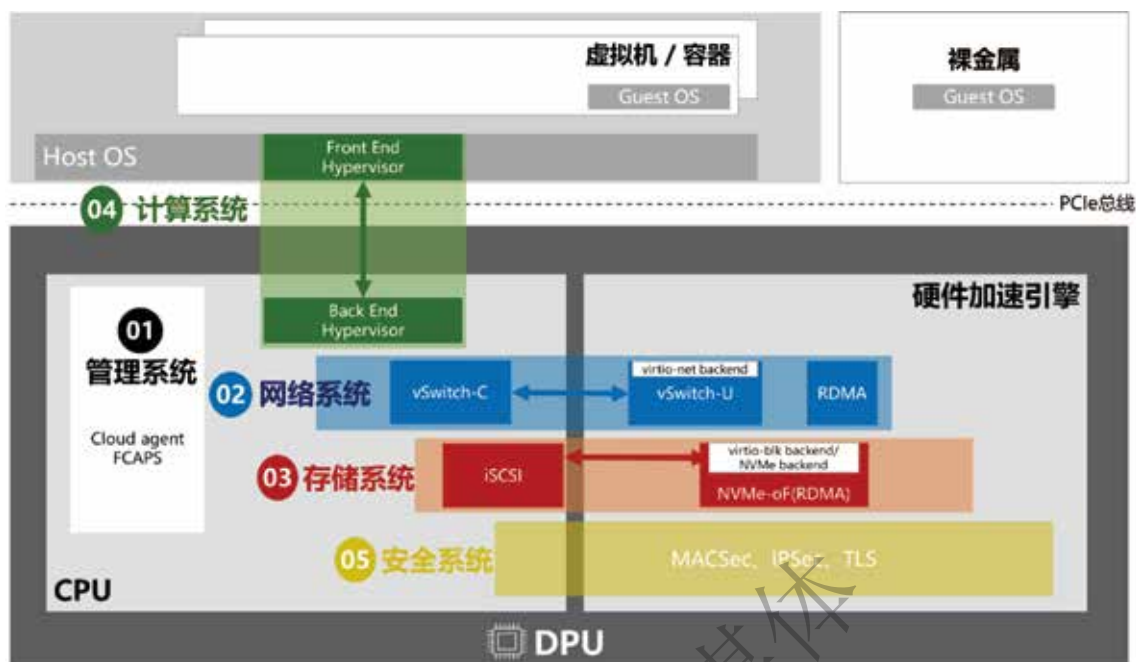


图3 DPU软件系统标准化

需求、DPU软件部署方式、开源社区方案成熟情况，在此给出DPU管理、网络、存储、计算和安全五大系统软件标准化建议。

### 管理系统

管理系统主要负责裸金属、虚拟机、容器实例的生命周期管理，并完成网络和云盘的配置操作。引入DPU后，计算节点上的管理系统软件（如OpenStack等）安装位置从主机侧CPU调整到DPU侧CPU上。DPU需支持管理系统软件的编译、安装，可以通过DPU OS和Host OS互通或者融合的方式，实现传统云平台管理软件在DPU上的无缝迁移部署和无感卸载，降低适配开发成本。

### 网络系统

业务的发展对虚拟化网络的带宽和时延要求不断提高，通过硬件卸载虚拟化网络成为主流。虚拟化网络硬件卸载主要包含两大部分——虚拟交换机（vSwitch）和虚拟网络接口。虚拟交换机是云计算环境中Overlay网络的重要组成部分，将该部分卸载到DPU上，可以大幅释放网络转发处理占用的宿主机CPU开销，同时利用DPU专用加速引擎提升转发效率。随着虚拟交换机下沉到DPU处理，标准虚拟网络接口virtio也要从CPU下沉到DPU硬件，实现更高的网络转发性能。

vSwitch控制面运行在DPU侧CPU上对接SDN控制器；转发面以及virtio后端运行在DPU的硬件加速引擎上，负责流表匹配逻辑的硬件实现，并为虚拟机、容器或裸金属提供标准

的virtio，标准化建议如下。

一是采用DPDK标准rte\_flow接口完成流表从控制面到转发面的下发，以及bond模式、MTU值等参数的配置。对于NFV业务在与终端用户或基站通信时产生大规模流表瓶颈、影响转发性能的问题，需制定流表收敛方案，降低业务倒换场景下流表下发通道阻塞的风险。

二是增强运维灵活性，网络数据全部在硬件加速引擎完成接收与发送，因此数据在硬件加速引擎的生命周期流程中需要增加入口与出口的运维统计能力，便于故障分析定位，保证端到端可靠性。

三是网络接口采用用户态vDPA框架，同一站点资源池内需统一要求virtio支持的特性，以实现在部署不同厂商DPU的计算节点之间的热迁移功能，保证云主机弹性。

为了满足HPC/AI、高速存储介质等需求场景下的网络高性能转发，DPU需要支持低时延RDMA技术，使用内核旁路和零拷贝技术，使能网卡和应用之间的直接数据读写，消除传统TCP/IP协议栈的上下文切换和数据拷贝开销，提供端到端微秒级以及低CPU开销的低时延网络通信。

### 存储系统

与虚拟化网络卸载原理类似，通过存储卸载可以提供灵活、高性能的弹性存储设备，存储系统卸载主要包括存储接口卸载和存储网络协议栈加速。存储接口包含NVMe和virtio-blk两种主流实现方式，在DPU上提供设备接口给云主机，云

主机中加载标准virtio-blk或NVMe驱动实现块存储的读写，无需厂商专用驱动。同时，在DPU上完成iSCSI、NVMe-oF等存储协议栈的卸载和终结，为上层云主机实例提供云盘挂载、云盘启动能力。

### 计算系统

计算系统主要是指虚拟化场景下KVM-QEMU架构的Hypervisor系统。传统Hypervisor需要预留10%~20%的CPU计算资源，通过将Hypervisor分成前后端架构，前端运行在主机侧，但只保留一些必要的内存标脏功能以及逻辑CPU的上下文同步等功能，后端卸载到DPU，可实现Hypervisor预留计算资源降低到接近“零”，并且可以减少VM-Exit产生的VM抖动对业务性能的影响。Hypervisor前后端对接应标准化，同时需要对操作系统内核进行深度剪裁和修改，目前业界尚无参考模型，需要业界共同探索。

### 安全系统

主流虚拟化技术（如KVM、XEN、VMware等）中虚拟化漏洞广泛存在，Hypervisor作为虚拟机的运行底座，一旦存在漏洞将危及运行其上的所有虚拟机，甚至影响宿主机的安全。基于安全需求，各云厂商在宿主机上部署安全功能产品，而安全功能串行在网络转发中，产品的转发性能对整体网络的吞吐量和时延有较大影响。伴随网络、存储卸载，将安全功能从主机上剥离，卸载到DPU上是必然趋势。安全系统的卸载可以实现虚拟化的安全隔离和网络数据加解密卸载。

针对以上五大系统在DPU上的卸载，OpenStack、DPDK、SPDK等与云计算虚拟化相关的主流开源技术框架，已经逐步实现在DPU环境下的部署与应用，当前在裸金属管理和虚拟交换网络卸载两类功能需求下已经有较为成熟的技术方案。

中国移动计划分两个阶段推进DPU软件标准化。第一阶段将聚焦于管理系统卸载、虚拟交换网络卸载、iSCSI存储网络协议栈卸载，主要解决核心网网络带宽升级导致的CPU处理瓶颈和满足弹性裸金属云化管理需求，利用开源技术方案，并增强平台端到端可靠性，制定技术方案，形成企业标准，实施现网试点验证。

第二阶段将聚焦于RDMA技术及接口标准化、NVMe-oF高性能存储网络协议卸载、Hypervisor卸载、安全功能卸载等方面，满足AI训练场景低时延网络、大数据高性能存储读写、虚拟机“零抖动”、“零信任”安全等场景下更为极致的性能需求，这些领域在业界尚无规范性商用案例和成熟技术方案，需要业界共同探索和推进。

## DPU硬件标准化推进建议

当前DPU内除专用硬件加速引擎外，还包含轻量级处理器芯片（或集成在其他芯片内的处理器内核）及带外管理芯片，该部件可看作在服务器整机内部的另一个小型服务器。在硬件标准化设计时，应遵循最小影响原则做通用增强，梳理绝对必要项，约束服务器整机为DPU提供的最大能力。

针对DPU引入，建议以“四个统一”为方向推进服务器硬件标准化。

统一服务器结构及供电最大能力：约束服务器可支持卡的最大规格，避免异形卡及特殊机构件，减少机构适配工作量，减小应力可靠性风险。在槽位供电及辅助供电方面，约束服务器可支持卡在服务器未开机状态启动，满足裸金属场景云底座管理诉求，同时高度关注DPU因业务需要不断增长的功耗，谨慎讨论并确定功耗门限。

统一散热能力：约束服务器支持未开机状态对DPU卡进行散热及调速。

统一硬件边带信号定义及带外管理功能边界：对于PCIe标准形态的DPU卡，在PCIe标准连接器定义基础上，约束服务器能够提供给DPU的辅助边带信号，落实信号类型、信号方向、电平、连接器选型、Pin定义等细节，逐步引导行业做归一化设计。同时逐步收敛带外管理设备的交互框架，定义DPU BMC（或其他带外管理模块）应具备的最小管理功能，例如：卡内信息抓取、远程IPMI、Redfish支持，以及功耗监控、保活（“看门狗”）等。

统一运维策略：由于DPU上存在CPU核，因此可以看作服务器整机的第二系统，这种架构的变化也导致服务器的硬件管理方式产生了变化，需要定义裸金属场景上下电、复位、固件升级、异常下电、故障处理等场景的开关机流程及处理策略。

服务器整机硬件层面的标准化可让通用服务器与各厂家DPU具备适配前提，扫清新生态发展中的技术障碍。在这一过程中，需共同探讨DPU带外管理系统与服务器整机带外管理系统关系，明确DPU BMC应具备的核心功能，逐步收敛双BMC控制信息的交互框架，最终做到边界清晰。同时，中国移动倡议各行业终端用户关注因引入裸金属服务引发的组网方式变革，立足自身业务特征探讨网络业务平面、存储平面、带内管理平面、带外BMC管理平面的处理方式，明确DPU需提供的带内带外网口规格及数量，为DPU厂商提供产品路标。

奋进新征程 建功新时代

非凡十年

