

# 通信世界

COMMUNICATIONS WORLD

总第940期 2024年3月25日 第6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

## 解锁千亿元市场 云电脑的创新与机遇

400G商用大幕开启

为新质生产力注入新运力/P6

量子信息技术产业发展概况及建议/P28

绿色算力技术创新发展态势分析/P39

ISSN 1009-1564



9 771009 156241



# 通信世界

COMMUNICATIONS WORLD

观察·研究·批评·推介

产业发展的**推动者**

## 寻产业足迹

## 探企业风云

## 瞰时代变迁



# 发展新质生产力 运营商突破口何在？

舒文琼

在刚刚落幕的全国两会上，“新质生产力”成为高频热词。《政府工作报告》提出，“大力推进现代化产业体系建设，加快发展新质生产力”。从政协委员提案到人大代表议案，新质生产力成为代表委员们热议的焦点。

当前，高质量发展已成为经济社会发展的主旋律，然而制约因素依旧大量存在。新质生产力具有高科技、高效能、高质量等特征，可以为高质量发展提供强劲支撑。因此，在高质量发展战略的指引下，发展新质生产力成为摆脱传统经济增长方式、实现高质量发展的必由之路。


全国两会举旗定向、凝聚共识，那么作为科技创新和数字化转型的“急先锋”，信息通信行业特别是电信运营商，如何纲举目张、积极作为，成为发展新质生产力的“主力军”？总结两会政策和观点，结合产业现状和特点，信息通信行业特别是运营商发展新质生产力有三大突破口。

发展新质生产力，要牵住科技创新“牛鼻子”。科技创新能够催生新业态、新模式、新动能，是发展新质生产力的核心要素。近年来，运营商纷纷从传统通信服务提供商向创新型科技公司转型。例如，中国电信构建了前瞻研究、云网融合、网信安全和数字化平台“四位一体”的科技布局；中国移动提出了“创世界一流信息服务科技公司”的定位，持续健全“一体四环”科技创新体系；中国联通坚持创新驱动，持续提升企业核心竞争力和可持续发展能力。未来，面对新质生产力发展的新需求，运营商需要继续彰显国企作为科技创新“排头兵”的担当，把科技创新摆在更加突出的位置，进一步加强科技创新，特别是原创性、颠覆性科技创新，加快实现高水平科技自立自强，打好关键核心技术

攻坚战，使原创性、颠覆性科技创新成果竞相涌现，培育发展新质生产力的新动能。

发展新质生产力，要占领战新产业“制高点”。作为引领产业升级和未来发展的新支柱、新赛道，战略性新兴产业具有创新活跃、技术密集、价值高端、前景广阔等特点，为新质生产力发展壮大提供了巨大空间。面对新一轮科技革命和产业变革，业界需要抢抓机遇，加大创新力度，培育壮大新兴产业，超前布局建设未来产业，完善现代化产业体系。5G-A、6G、AI、量子通信、算力、超大规模新型智算中心等都是部署战略性新兴产业的具体“着力点”。例如，加快5G-A研发部署，进一步满足多场景、多层次的用户需求；建设全国一体化算力“互联网”，破解区域布局、算力调度、资源配置等方面存在的难点堵点；推动“+AI”转向“AI+”，促进全要素生产率的全面提升，使能传统行业的数智化转型；布局量子通信和低空经济等领域，为产业发展注入新动能。

发展新质生产力，要建强产业链、供应链。产业链、供应链安全是构建新发展格局、推动产业高质量发展、保障实体经济稳定运行的重要支撑，也是国家经济安全的重要组成部分。以运营商为代表的信息通信产业要围绕发展新质生产力布局产业链、供应链，提升产业链、供应链的韧性和安全水平，保证产业体系自主可控、安全可靠；要构建龙头企业牵头、高校院所支撑、各创新主体相互协同的创新联合体，加快科技成果向现实生产力转化。

蓝图已经绘就，号角已经吹响。面对发展新质生产力的新机遇，运营商是时候击鼓催征，奋楫扬帆，担当新使命，展现新作为。 

# CONTENTS 目录

## 观察 Observation

- 04 AI芯片受限，海光信息DCU能否担起替代重任？
- 05 中国电信控股国盾量子，强强联合新突破

## 深度 Interpretation

- 06 400G商用大幕开启 为新质生产力注入新运力



## P25 揭开卫星互联网的“神秘面纱” 探讨未来发展趋势

### 广告目录

- 封二 通信世界形象广告
- 封底 加快数字赋能，建设美丽中国广告



## P42 全球5G-A产业发展最新动态 和展望

### 产业 Industry

- 08 解锁千亿元市场：云电脑的创新与机遇
- 11 中国移动云电脑：引领云端创新
- 13 发展正当时，中国联通云电脑具备四大优势
- 15 天翼云电脑：云上办公新选择
- 17 浪潮李幸福：云电脑加速迭代，需求旺盛、场景多元
- 18 数据资源的资产化及资本化研究
- 21 数据要素流通机制创新  
打破“数据孤岛”、释放数据价值
- 25 揭开卫星互联网的“神秘面纱”，探讨未来发展趋势
- 28 量子信息技术产业发展概况及建议
- 32 AI手机起步，运营商探索入局机会
- 34 生成式AI变革通信行业，国际运营商如何布局？
- 37 瑞典物联网发展洞察与启示

### 技术 Technology

- 39 绿色算力技术创新发展态势分析
- 42 全球5G-A产业发展最新动态和展望
- 45 5G-A 3CC网络部署及载波聚合能力分析
- 48 通信与AI融合加速推进，内生智能成为未来趋势



**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

**采编部：**王涛 甄清岚 梅雅鑫 王禹蓉 孙天  
程琳琳 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 郟勇志 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：**郟勇志 刘艳玲 胡锦明

**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：**2024年3月25日

**承印单位：**涿州市荣升新创印刷有限公司

**定价：**20.00元

## 编委会

### 编委会名誉主任

郭浩 中国通信企业协会会长

### 编委会主任

顾昶 中国工信出版传媒集团总经理

### 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

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。

# AI芯片受限 海光信息DCU能否担起替代重任？

孙永杰

众所周知，随着非市场因素的不断变化，中国相关产业和企业的发展AI的过程中，获得和使用英伟达AI芯片的限制越来越多。那么问题来了，除了英伟达之外，中国是否具备自主替代的能力？近日，媒体频频报道称，海光信息的DCU有望成为英伟达芯片最佳替代者。

事实真的如此吗？如果是，在替代的过程中，海光信息又面临怎样的机遇和挑战？

海光DCU系列产品以GPGPU架构为基础，兼容通用的“类CUDA”环境以及国际主流商业计算软件、人工智能软件，可广泛应用于大数据处理、人工智能、商业计算等领域。

值得一提的是，与目前全球主流人工智能企业都在使用的英伟达A100产品相比，海光信息DCU的第一代产品海光“深算一号”生产工艺同为7nm制程，内存频率和显存位宽与A100基本相当，显存容量、显存带宽和显存频率相当于A100的50%左右，差距比较大的是多卡协同的交互速率，只有A100的30%。总体来讲，海光“深算一号”的性能应该能达到英伟达A100的40%以上水平。

海光信息于2023年第三季度发布的“深算二号”性能相对于“深算一号”提升100%以上，据此估计，此款产品性能至少已达到A100的80%，等到正在研发中的“深算三号”上市，其赶上甚至超越A100应该没有太大问题。

虽然单纯从性能来看，最新的“深算三号”可以达到甚至超越A100的水平；但事实上，发展AI芯片不仅关乎硬件，还关乎软件生态。一类芯片可能无法支持所有现有的深度学习框架和算法，这将限制芯片的应用范围。

具体到GPU，由于当前全球主流深度学习框架均使用CUDA平台进行开发，国产GPU可以通过兼容CUDA的部分功能，快速打开市场，降低开发难度和用户移植成本。然而，CUDA本身涵盖功能非常广泛，且许多功能与英伟达

GPU硬件深度耦合，包含了许多英伟达GPU的专有特性，这些特性并不能在国产AI芯片上全部体现。

有观点认为，海光DCU并不适合做训练，尤其不适合做大模型的训练（因为浮点性能低和无法集群组网）。一方面是推理场景性价比低，大约为2022年主流专用推理芯片10%~15%的性能；另一方面由于海光DCU在最初得到Mi100授权时，把与训练有关的性能和关键特性做了裁剪，导致“高不成（训练）、低不就（推理）”。

而更大的挑战还在于，由于海光DCU始于兼容通用的“类CUDA”，英伟达可能禁止使用第三方硬件，也就是非英伟达的GPU通过使用模拟层运行CUDA软件，而之前英伟达只是在在线EULA用户协议中提出警告而已。虽然业内对此持有不同的看法，因为英伟达此前仅是警告，始终没有付诸行动；但在笔者看来，鉴于目前日益严峻的非市场环境因素，我们不应再抱有侥幸心理，而应未雨绸缪，即通过提升自身的软硬件实力，构筑属于自己的软硬件生态。

可喜的是，有报道称，百度、阿里等互联网企业已认证通过海光的DCU产品并推出联合方案，打造全国产软硬件一体全栈AI基础设施；此外，科大讯飞、商汤和云从等国内头部AI企业，已有大量模型移植并运行在海光DCU平台上。

而为了完善通用计算平台的国产生态，海光还发起成立了海光产业生态合作组织，联合了体制内外的高校、科研院所和产业链上下游企业，开展“产学研”相结合的协同攻关，为突破行业内关键共性技术提供助力。

所谓“万事开头难”，随着海光信息DCU产品的不断迭代以及其对生态建设的重视和推进，赶上甚至超越，直至替代英伟达的AI芯片，也许只是时间早晚的问题。（作者为ICT独立评论人）

# 中国电信控股国盾量子 强强联合新突破

程琳琳 包建羽

3月11日晚，科大国盾量子技术股份有限公司（以下简称“国盾量子”）在上交所发布公告称，拟以78.94元/股的价格向中国电信全资子公司中电信量子集团发行2411.2万股的股份，募资不超19.03亿元，全部用于补充流动资金。本次发行完成后，中电信量子集团将成为公司控股股东，国务院国资委将成为公司实际控制人。

量子通信为何受到中国电信的重视？从近年来国家对量子通信的定位可见端倪。

量子通信之所以重要，主要是因为它提供了一种理论上无法被破解的通信方式。通过量子中继和量子重复器技术，量子通信有潜力实现长距离的安全通信，这不仅对建立全球量子互联网尤为重要，还对提升网络安全、保护个人隐私和推动新一代通信技术的发展具有重要意义。量子计算、量子传感器等技术在未来可能对多个领域产生重大影响，如医药、材料科学、金融等领域。

基于量子通信的潜力，我国高度重视量子通信的发展。2024年《政府工作报告》明确提出“制定未来产业发展规划，开辟量子技术、生命科学等新赛道。”这是继2009年提出发展战略新兴产业之后的又一个颇具前瞻性的规划布局，通过培育未来产业，加强产业创新，完善产业生态。

作为建设网络强国和数字中国的主力军，中国电信贯彻党中央部署，加快发展量子通信。中电信量子集团控股国盾量子是强化其在量子通信领域综合实力的重要举措。作为国家信息化建设的主力军之一，中国电信近年来加速布局量子技术领域，于2023年5月26日在安徽省合肥市成立中电信量子集团，积极推动量子通信产业化、重点布局量子计算

新能力、战略关注量子测量领域、攻坚量子底层核心技术，并依托自身覆盖全国的云网资源、开发能力、服务渠道等优势，推动量子产业在国内规模推广。

中国电信于2020年、2023年相继启动“铸盾行动1.0”“铸盾行动2.0”，建成国内规模最大、用户最多、应用最全的合肥量子城域网，并发布量子计算云平台、量子密码密信、量子安全OTN等产品。目前，中电信量子集团聚焦量子科技攻关，将量子安全技术融入中国电信主营业务，形成“通话+量子”“网+量子”“云+量子”“平台+量子”四大业务方向，推出的量子科技产品已有20多个，应用范围涵盖政务、应急、工业、卫健、金融等10多个领域。

然而，在量子信息基础研究、技术积累等方面，中电信量子集团仍有不足。被收购的国盾量子作为“量子科技第一股”，是国内最早从事量子信息技术产业化的企业，主要业务分为量子保密通信产品及相关信息技术服务、量子计算及测量仪器设备两大板块，在关键核心技术攻关、科技成果转化等方面具有优势。国盾量子本次发行完成后，将充分发挥自身的核心技术优势以及中国电信在应用推广、市场拓展等方面的优势，助力双方实现“1+1>2”的协同效应。

双方还计划发挥中国电信集团在云计算方面的优势，进一步牵引量子计算等前沿领域的创新发展，作为云服务“国家队”引领量子计算或全产业链发展，支持量子信息领域核心元器件和仪器设备国产化、硬软件系统发展以及下游各领域的应用探索，赋能千行百业。（作者来自本刊编辑部）



# 400G商用大幕开启 为新质生产力注入新运力

■ 本刊编辑部 舒文琼

3月8日，中国移动重磅宣布其自主研发的全球首条400G全光省际（北京—内蒙古）骨干网正式商用，拉开了400G商用的帷幕。同时，中国移动宣布2024年中将全面实现“东数西算”八大枢纽间400G全光网高速互联，为“东数西算”夯实底座。

“400G全光省际骨干网在东西部之间构建了一条绿色节能、快速便捷的‘主动脉’，将传输‘单车道’变成‘四车道’。”谈起400G商用带来的变化，中国移动计划建设部副总经理丁宏庆表示。

更快的传输速度、更强的处理能力，400G的扬帆起航，将为算力发展“保驾护航”，为新质生产力注入新运力。

## 新质生产力呼唤一体化算力体系

“大力推进现代化产业体系建设，加快发展新质生产力”，在今年的《政府工作报告》中，加快发展新质生产力被列为首要政府工作任务。同时，“适度

超前建设数字基础设施，加快形成全国一体化算力体系”也被重点提及。

业界普遍认为，算力融合了信息算力、数据存储力、网络运载力，在推动科技进步、赋能产业转型升级、促进经济社会发展等方面发挥着重要作用，是新质生产力的重要组成之一。根据中国信通院测算，算力每投入1元，将带动3~4元的GDP增长。

2022年2月，我国启动“东数西算”工程，全面布局算力建设。之后，算力热潮席卷全国，算力中心如雨后春笋般不断涌现。据统计，截至2023年底我国算力总规模达到230EFlops，位居全球第二。

虽然总体规模快速增长，但是美中不足亦存在。“标准化、普惠化算力服务统一大市场尚未形成，存在整体算力供给紧张而部分算力未能被有效利用的矛盾，算力的新质生产力作用未充分释放。”中国信息通信研究院余晓晖院长认为。

打破“算力局域网”各自为战、推动形

成全国统一的算力大市场已经迫在眉睫。

因此，“加快形成全国一体化算力体系”已成为信息通信产业发展新质生产力的具体抓手之一。作为国资央企，以中国移动为代表的运营商走在了行业前列。

全球首条400G全光省际骨干网的商用，可谓正逢其时，恰逢其势。

## 400G筑牢算力一体化“承重墙”

众所周知，骨干传送网是综合承载各项业务的信息“大动脉”，是整个信息基础设施的“承重墙”。作为开启骨干网下一个周期的重大变革性代际技术，400G将极大地提升网络传输速度和数据处理能力，为算力发展“保驾护航”。

现网商用成熟的100G技术已历经10年发展，400G将开启下一代技术变革。与100G相比，400G的QPSK高性能编解码技术、“C6T+L6T”超宽频谱、饱和光功率动态均衡控制等关键技术的关键突破，将提供超大带宽、超低

时延、超高容量、超高安全、超高能效、超高智能互联等保障。

面对算力服务对传输网络大带宽、低时延的要求，性能优越的400G光网商用已成为大势所趋。为此，2023年10月，工信部等六部门联合印发《算力基础设施高质量发展行动计划》，提出“加快400G/800G高速光传输网络研发部署”。

中国移动副总经理李慧镝表示，中国移动不断强化新型信息基础设施建设，优化构建“4+N+31+X”算力体系，加强算力网络、AI等新一代信息技术融合创新，率先提出“九州”算力光网络演进体系。中国移动协同国内产业链，独立自主攻克400G三大技术难关，实现关键技术、核心器件全面独立自主，为算间智联打下了坚实基础，有力推进算力跨地域、跨层级发展。

“九州纵横算力通，千里算间毫秒还”。相比上一代干线网络，中国移动400G OTN省际骨干网的传输带宽提升4倍、网络容量超过30PB、枢纽间时延低于20ms、关键主用链路时延降幅达20%、单比特能耗降低65%、单比特成本下降20%，成为全球首例规模最大、能力最强、覆盖最广的P系列OTN网络，为“东数西算”强劲赋能。

## 运营商紧锣密鼓加紧布局

“更宽的路应该跑更好的车”，400G全光省际骨干网将承载哪些不一样的业务应用？

为赋能行业数智化转型升级，中国移动积极探索算力网络应用场景。400G全光运力京蒙快线正式开通，加载了“东数西存”、“东数西渲”、CDN、移动云、行业用户专线、智能计算等典型应用。

其中，“东数西存”的成功应用，

充分证明了400G全光运力网为海量数据传输提供了快速敏捷、稳定低时延、安全可靠的保障，为日志留存、云盘存储等带来重大发展机遇；“东数西渲”实现了算与网的融合应用，达成了资源的高效利用，助力影视、媒体等行业焕发新生机。得益于运力的加持，未来语音识别、智慧工厂、智慧家居、自动驾驶等应用将朝着更加高效、便捷的方向迈进。

当然，400G的能力“宝藏”值得深度挖掘。北京市通信管理局局长苏少林认为，未来需要积极推动全光运力网络与各行各业数字化、智能化需求的深度融合，探索全光运力在网络化制造、智慧城市、智慧医疗服务体系、智慧家居等多个领域的创新应用，实现算力资源和运力配置的高度协同与精准对接，有效提升对各行业的赋能效果和效率，最大限度地释放算力所带来的赋能潜力。

中国电信和中国联通也在紧锣密鼓地进行400G研发部署。

中国电信提出了CNEA (Cloud Network Enlighten Application) 架构蓝图，积极打造基于全光网的云网基础设施，加快落实云网融合3.0架构。目前中国电信已建成大湾区首张400G全光运力网，部署先进的全光交叉OXC、自动交换光网络ASON、iMaster NCE等解决方案；此外，在ChinaNet骨干网完成400GE “IP+光” 长途传输现网试点，横跨华东华南五省，传输距离超过2000km，拉开了400GE长距及超长距商用部署的序幕。

中国联通依托全光大网ROADM和OTN政企精品网构建全光底座，在山东、浙江、上海多地已建成400G试验网。中国联通研究院副院长唐雄燕表示，中国联通致力于在“东数西算”枢纽间通过OXC/ROADM构建全光互联，打造20ms枢纽间连接，网络可向400G

平滑演进；枢纽内通过OXC/ROADM构建算力全光互联，打造主要城市算力网关到枢纽内集群5ms时延圈，网络可持续向400G演进；城市内通过增加全光锚点覆盖，实现用户到算力网关的一跳接入，打造城市内1ms时延圈。

## 400G已商用，800G还会远吗？

技术演进的脚步永不停歇。在商用400G的同时，运营商面向“后400G”时代展开了新场景、新系统、新介质的多维度技术研究。

在标准方面，ITU和CCSA等正在加紧推进标准立项和制定工作，以促进产业链成熟。例如，CCSA推出了《城域网N×800Gbit/s光波分复用(WDM)系统技术要求》，启动了800G城域网的研究，另外还启动了800G城域网光模块标准化研究；ITU则正在制定OTN帧结构相关标准。

标准先行，产业跟进。中国联通已经开始前瞻性探索800G技术。中国联通研究院总工程师王光全表示，从2021年至今中国联通已经完成了多个800G现网试点测试，以推进“云光一体”，更好地建设高水平全光网络。王光全预测，800G将优先从城域网开始应用，并且将与400G长距离共用产业链。

张德朝表示，与400G相比，“后400G”技术难度、芯片器件要求进一步提升。中国移动目前的研究重点包括重用性技术、延长线技术和颠覆性技术，具体如面向数据中心互联场景的中短距800G、超高速多波段关键技术和空芯光纤及其传输系统等。

400G商用落地，800G研发已启，技术创新蕴含着澎湃动能，推动科技革命一浪高过一浪。100G应用10年后400G开始商用，那么800G的进程能否加速？让我们拭目以待。📡

## 编者按

云电脑既是算力落地的应用场景，又是行业应用的入口。作为推动变革的引擎，云电脑在提供高效的计算和存储能力的同时，也为千行百业带来了前所未有的灵活性、可扩展性和创新力。为了解云电脑产业现状、应对机遇与挑战，通信世界全媒体特组织本专题，与云服务商、业界专家共同探讨和分析这一具有千亿元价值的产业。



# 解锁千亿元市场 云电脑的创新与机遇

■ 本刊编辑部 孙天

云电脑（也称作云桌面）概念出现在十多年前，当时受网络、虚拟化技术、市场需求等诸多因素的限制，并未产生具体的产品或解决方案。

如今，我国网络基础设施不断完善，已经建成了全球规模最大、技术领先的5G网络，为云电脑的发展提供了必要条件；此外，算力的火爆、数字经济

的蓬勃发展、虚拟技术的日益成熟，助推了云电脑行业的兴起。当下，云电脑入局者众多，如中国移动、中国联通、中国电信、华为、中兴通讯、新华三、阿里

云、亚马逊等。云电脑在未来几年将成为一个新兴的“蓝海”市场，也将为用户和企业提供更加便利的服务。

## 云电脑作为新型云计算服务，广受用户青睐

云电脑作为近年来的新兴行业，与云计算、算力、IT技术的发展有着密切关系。总体而言，云电脑由云终端、传输协议与云端资源组成，是一种基于云计算的新型服务。它将传统个人电脑的硬件资源和软件环境迁移到云端，并通过虚拟化技术提供远程访问功能，使用户可以通过互联网连接到云端服务器上运行的虚拟机，从而实现跨平台的随时随地使用。

具体来说，云电脑是一种云端电脑，在本地没有CPU、内存和硬盘等硬件。用户只需一个云终端设备，连接键盘、鼠标、显示器和网络，就可以访问云端上的个人桌面、调用各种数据和应用，且使用体验与传统电脑并无太大差异。

云电脑由云服务提供商进行管理和维护，用户无需关注硬件设备的维护和升级，从而降低维护成本。同时，由于云电脑具有跨平台使用的特点，用户可以在任何设备上通过网络访问云电脑，无需在特定设备上安装软件或驱动程序。

总的来说，云电脑是一种基于云计算技术的新型服务，具有灵活性高、成本低、安全可靠等特点，因此逐渐受到越来越多用户的青睐。

云电脑采用一种基于云计算技术的新型计算模式，其原理是通过云计算，使用户的智能终端设备（如手机、平板电脑、智能电视等）可以通过网络连接到云端的高性能服务器，从而让这些设备具备了与高性能电脑相近的功能。

首先，云电脑服务提供商在云端建立超大规模的数据中心，这些数据中心由高性能的专业服务器组成，形成了强大的计算资源池。用户可通过终端设备连接这些云端资源，按需使用其中的计算、存储和网络等资源。

其次，虚拟化技术是云电脑得以实现的关键。虚拟化技术将物理资源（如服务器、存储设备和网络设备等）抽象成云化资源，并在这些资源之上建立多个虚拟机，且每个虚拟机都可以运行独立的操作系统和应用程序。通过虚拟化技术，云电脑服务提供商可以灵活地分配和管理计算资源，以满足不同用户的需求。

最后，传输协议是终端连接数据中心的“加密桥梁”。用户的终端设备与云端虚拟机之间需要通过传输协议进行数据传输和控制指令的传输。这些协议应具备高效、稳定和安全性，以保障用户操作的流畅性和数据的安全性。常见的桌面传输协议有RDP（远程桌面协议）、VNC（虚拟网络计算）和SPICE（简单协议）等。

## 数字化进程加速云电脑发展

近年来，随着我国网络速率的快速提升以及受新冠肺炎疫情影响，移动办公、在线教育、远程医疗等需求不断增长，云电脑的市场规模不断扩大，并逐步向企业和个人用户普及推广。

中国信息通信研究院云计算与大数据研究所副所长栗蔚认为：“云电脑行业的兴起是数字化转型、技术创新和需求增加共同推动的结果。随着我国数字化转型的加速，企业和个人对于高效、供给灵活的计算资源的需求显著增长。云电脑提供了一种无需依赖本地硬件即可访问高性能计算资源的解决方案，极大地促进了各行各业的数字化

进程。”

此外，IT技术的不断发展也为云电脑的普及提供了必要条件。“云计算、虚拟化以及网络通信等技术的快速发展，为云电脑服务的提供构筑了技术基础。这些技术的成熟和应用，使云电脑服务变得更加高效、稳定和安全，满足了市场对于云电脑服务的基本要求。”栗蔚如是说。

从市场需求来看，移动办公和在线教育需求的激增进一步推动了云电脑行业的发展。云电脑服务为用户提供了灵活的远程办公和学习平台，保障了工作、教育活动的连续性和高效性。

总的来说，云电脑的兴起主要基于云计算技术的快速发展和普及，以及网络速率的提升和移动办公等需求的增长。随着技术的不断进步和应用场景的日益丰富，云电脑有望在未来得到更广泛的应用。

## 我国云电脑已形成多元化发展格局

我国云电脑的发展经历了从起步初期的徘徊不前到快速增长的过程，目前已形成了多元化、竞争激烈的市场格局。我国云电脑市场增长迅速，解决方案数量从2017年的131万个，增长至2021年的255万个，年复合增长率达18.12%，市场规模约151.9亿元。

在此背景下，国内的中国移动、中国电信、中国联通、华为、中兴通讯、升腾威讯、阿里云、深信服、锐捷网络、云端时代、麒麟信安、浪潮云等近百家企业纷纷进入云电脑行业（见表1），并且推出了各自的云电脑产品与解决方案。

2022年中国移动发布了云电脑产品，可跨平台、多终端实现多场景无界

表1 国内不同领域的云电脑企业

企业类型	企业名称
运营商	中国移动(移动云)、中国联通(联通云)、中国电信(天翼云)
电信设备厂商/服务器厂商/数据中心	华为、中兴通讯、新华三、浪潮、首都在线、摩尔线程
电脑厂商	联想、惠普、戴尔、华硕、升腾威讯
软件厂商/解决方案提供商	锐捷网络、深信服、创维数字技术有限公司、顺网科技、苏州云智谷显示科技有限公司、云端时代、麒麟信安、叠云股份、神云科技、机敏科技、蓝盾股份、华科云、华网信息、泰依云
互联网厂商	阿里云、腾讯云、京东云

办公，且与相同配置的传统个人电脑相比，总成本降低了三分之二；华为推出的云桌面采用HDP高清传输协议，保障4K/60帧高动态场景流畅，为用户带来高清视觉享受下的流畅办公体验……

从市场角度来看，云电脑逐渐迎来不同行业和领域的广泛需求。栗蔚表示，随着企业数字化转型的加速，云电脑在企业级市场的需求持续增长，尤其在远程办公、数据分析和云端协作等方面。同时，个人消费者对于云游戏、在线教育等服务的需求也不断上升，推动了云电脑服务向to C市场的拓展。此外，随着用户对服务质量要求的提高，市场竞争也越来越激烈，促使服务提供商不断创新，以提供更高质量、更加个性化的服务。

从行业多元化角度来看，云电脑的应用已深入到多个关键行业中，如教育、医疗、制造等，推动这些行业的数字化转型。同时，随着技术的进步和市场需求的变化，云电脑有望在更多新兴领域（如智慧城市、自动驾驶等）发挥作用，展现其在行业数字化升级中的巨大潜力。

### 云电脑具有显著经济性，但面临安全、标准挑战

在十余年的发展过程中，以云计算、人工智能等为代表的高新技术发展成果融入云电脑行业。云电脑作为新兴行业，虽然目前市场规模还远不如传统个人电脑，但却拥有显著优势。

栗蔚认为，云电脑与以往电子产品相比，有以下四点优势。

一是便捷性和灵活性。云电脑提供了无与伦比的使用便捷性，用户可以在任何有互联网的地方访问自己的云端桌面和应用程序，实现真正意义上的移动办公和学习。同时，根据需求的变化，云电脑允许用户随时增加或减少计算资源，展现出极高的灵活性。

二是经济性。云电脑帮助用户节省了高昂的硬件投资和运维成本，用户无需购买高端的物理设备，只要按需支付使用的云服务费用即可。这种按需付费模式极大地降低了IT成本，尤其适合预算有限的中小企业和个人用户。

三是安全性。云电脑通过将数据存储在相对安全的数据中心，加强了对数据的保护。相比于本地存储，云电脑受益于专业数据中心的物理和网络安全措施，有效降低了数据丢失、泄露的风险。同时，集中的管理和维护机制也确保了系统更新与安全策略的及时执行。

四是可靠性。云电脑背后的服务器集群提供了强大的计算能力，确保了即使是最复杂的应用程序也能高效运行。此外，云服务提供商通常承诺高达99.99%的服务可用性，为用户业务的连续性和稳定的使用体验提供了保障。

尽管云电脑与传统个人电脑相比具有明显的优势，但其未来发展也面临诸多挑战，需要在产品、场景、人才、安全等方面持续发力。

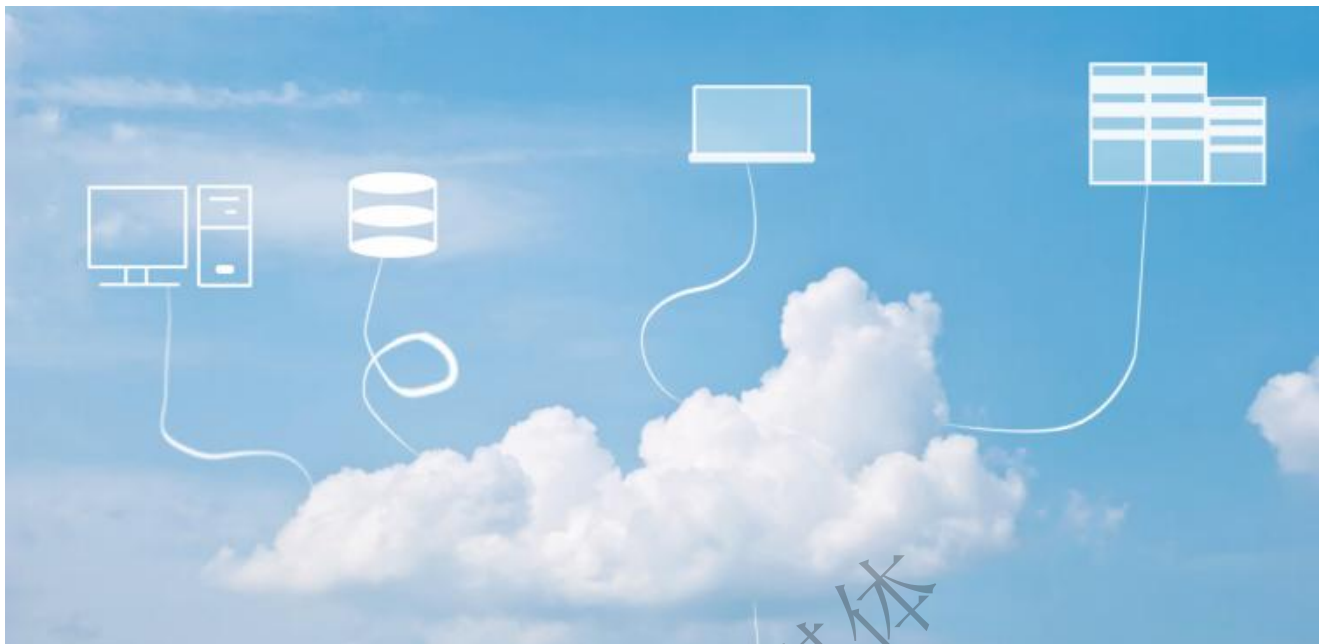
据栗蔚介绍，在产品上，尽管云电脑市场正在快速增长，但用户体验仍然受限于网络的稳定性和连接速率；在场景上，云电脑应用场景的广泛性和深入度还有待进一步提升，以满足更多行业和专业场景的需求，特别是在追求更高生产效率的企业环境中；在安全上，随着服务的扩展和应用的深入，应探索更加完善和可靠的数据存储与处理方式，以保护用户数据的安全，这是云电脑企业需要持续关注和解决的问题。这些挑战要求产业界不断开展技术创新，完善服务体系，加强与政府、行业组织的合作，建立灵活、可更新的云电脑技术标准体系，共同推动云电脑行业的健康发展。

### 云电脑将满足更多场景需求，向规范化发展

随着云服务的逐渐完善和技术的不断进步，云电脑行业将迎来新的增长，形成新的“蓝海”市场。未来，云电脑将能够提供更加高效、安全和灵活的计算服务，满足从个人到大型企业用户的多样化需求。

一方面，云计算、虚拟化以及网络传输技术的不断进步，使得云电脑能够提供高效、可扩展的计算资源，满足不同规模用户的需求；另一方面，5G网络和高速宽带技术的推广应用，显著降低了云电脑服务的延迟，改善了用户体验。这些技术进步为云电脑行业提供了强大的支撑，使其能够适应日益增长的市场需求和复杂的应用场景。

此外，云电脑行业的标准制定工作也在持续推进中。记者了解到，中国信通院积极响应行业需求，编制了《云桌面技术能力规范》等标准，并以此为依据对云电脑服务以及产品的性能等方面进行规范，从而推动云电脑行业向标准化、规范化方向发展。CW



# 中国移动云电脑 引领云端创新

■ 中移（杭州）信息技术有限公司 徐涛 余佩颖

数字化浪潮下,电脑行业迎来了一场前所未有的变革。随着5G和千兆家宽的普及,通过公有云方式向用户提供云电脑服务成为可能,基于算力网络构建的新型云电脑正成为变革电脑的蓬勃力量。在这场变革中,中国移动以其卓越的技术实力和创新能力,引领着云端创新的潮流,推动着电脑行业向更高层次发展。

## 云电脑的兴起是大势所趋

从技术演进趋势看,算力逐渐成为数字经济的新质生产力,生产工具“从端走向云”是一种必然趋势。伴随着算力和

网络共同步入“算网时代”,云计算成为了通用基础设施的关键一环,存储、计算逐渐上云,也使得终端形态逐步轻量化。云电脑依托高效的网络传输和虚拟化技术,将云端的计算、存储、网络能力以电脑桌面的形态呈现给终端用户。

从产品市场需求看,随着移动办公、远程办公等新型办公方式的兴起,用户对电脑设备的需求逐渐从传统的本地设备转向更加灵活、便携的云电脑。对于用户而言,使用云电脑无需购买昂贵的硬件设备,只要通过互联网连接到云服务器就可以获得强大的计算能力,在实

现高性能运算和图形渲染的同时也能够不同的设备上实现数据同步和共享,极大地提升了工作和生活的便利性。这使得云电脑在远程办公、在线教育、移动游戏等领域具有广阔的应用前景。

从资源配置效率看,传统电脑产业链包括硬件制造、软件开发、系统集成等多个环节,而云电脑则将这些环节整合在一起,通过云服务提供商统一管理和调度,实现资源的优化配置、协同调度和高效利用。

此外,云电脑在成本效益、安全性方面的优势也是其迅速兴起的重要原

因。云电脑通过集中化的资源管理和按需付费的模式，降低了企业的IT成本，提高了资源的利用效率。同时，云电脑将数据存储于云端，通过加密技术和访问控制等手段保障数据的安全。

## 把握机遇，携手并进

当下，如果能抓住电脑迭代换机以及增量市场的机会，云电脑将有可观的发展空间。云电脑的“云计算+终端”特性，使得云服务提供商、传统智能硬件商以及运营商各有优势。而中国移动作为全球最大的运营商之一，在产业链整合、安全性、运营渠道等方面的综合优势更为明显。

在产业链整合方面，中国移动与各行业紧密协同，聚合产业链、筑强创新链、用好资本链、带动供应链、构筑生态链、提升价值链，共同攻坚技术壁垒，打造解决方案。移动云电脑依托算网技术构建家庭信息化底座，聚合智能家居业务与能力，开放合作，携手业界各方，联合打造软硬件解耦的云电脑生态，为用户提供“终端+应用+内容”的“一揽子”云电脑服务。

在安全性方面，中国移动依托终端安全管控、网络威胁检测、内容安全管控、数据安全等，构建了云电脑“四位一体”安全监测与响应体系，保障云电脑安全平稳运行，为用户创造安全、健康、绿色的云电脑使用体验。

在运营渠道方面，中国移动目前拥有超2.6亿家宽用户，在家宽规模保持领先的同时，拥有10万名智慧家庭工程师的庞大队伍，全方位满足用户的信息服务需求，是发展云电脑业务强大的营销推广和售后服务资源保障。

## 中国移动云电脑加速落地

目前，中国移动已在国内31个省

(市、自治区)实现云电脑业务的全面、规模落地，这主要得益于算网资源、技术能力、产品体系三方面的支撑。

一是拥有遍布全国的算网资源。中国移动依托“4(热点区域)+N(中心节点)+31(省级节点)+X(边缘节点)”架构进行全国算力资源布局，凭借海量算力资源、分时段资源自适应调整技术和全网算力资源协同调度技术，实现资源的高效利用。

二是构建了全面自研的核心能力。中国移动攻关多终端SDK、远程推送、外设远程连接等云电脑核心能力，实现了云电脑核心技术的完全自主可控和正式商用，为用户带来更“丝滑”的沉浸式体验。

三是形成了完善的产品体系。中国移动充分发挥云电脑跨系统、终端、屏幕优势，融合AI、大数据等技术能力，打造云电脑业务基座，承载各类数智化业务。中国移动针对大众、政企用户需求，打造了大众型、娱乐型、设计型、企业型、办公型、行业型六大产品体系，全面覆盖个人办公、游戏娱乐、绘图设计、小微企业、大型集团、行业用户的场景需求。中国移动云电脑支持多形态的终端设备，在Windows、Android、iOS等软件客户端形态的基础上，引入一体机、卡片机、“瘦终端”等硬件终端，通过一号接入、全平台覆盖，打破了PC对终端产品形态的限制，为用户提供任意时间、地点、设备可用的全新体验。

此外，“九天”人工智能大模型等技术的融入，增强了云电脑的智能化水平，推进云电脑服务从“像电脑”向“超电脑”发展，最终实现“电脑泛在”，为用户提供设备不限、云端无限、智慧随行的泛在算力服务。

## 面向未来，打造“算网服务的第一入口”

为优化算力基础设施布局，我国相继出台了《数字中国建设整体布局规划》等政策措施，大力推进全国一体化算力网络国家枢纽节点建设。中国移动云电脑依托自身算网优势，将集中力量夯实技术底座、优化产品能力、优化资源布局。

一是夯实技术底座，内化核心能力。《“十四五”国家信息化规划》指出，构建释放数字生产力的创新发展体系，深入实施创新驱动发展战略，构建以技术创新和制度创新双轮驱动的发展体系，充分释放数字生产力。中国移动针对云电脑业务集中优势力量，长期坚持核心产品自研，攻关“卡脖子”技术，加快自研核心技术突破，助力我国信创安全与自主创新。

二是强化产品功能，提升产品体验。中国移动整合自身优势能力，通过和家人亲平台赋能“瘦终端”“胖终端”等硬件载体，融合“九天”人工智能大模型智算能力，开放业务接入、应用分发、XR等技术，打造更智能、更新奇、互动性更强的云电脑体验，为用户提供智能化、沉浸式、全场景服务，包括AR交互游戏、3D虚拟试衣镜，以及智能监控老人摔倒、监测宠物异常等。

三是云网深度融合，实现智能调度。移动云电脑通过云网融合、算力度量、算力路由算法、算力编排等技术创新，实现云网深度融合、资源统一调度，进而实现算力资源的智能化分配。此外，通过中心节点的增补及重点省份边缘云建设的方式实现超低时延接入。

面向未来，中国移动力争以云电脑构建产品核心能力和差异化竞争优势，打造“算网服务的第一入口”“新型基础设施建设算力龙头”，实现算力资源“一点接入、即取即用”的社会级服务愿景。CW

# 发展正当时 中国联通云电脑具备四大优势

■ 联通数字科技有限公司云计算事业部产品创新与管理部总经理 霍玉嵩

云电脑既是算力落地的应用场景，又是行业应用的重要入口。作为推动变革的引擎，云电脑在提供高效计算和存储能力的同时，也为千行百业带来了前所未有的灵活性、可扩展性和创新力。从企业数字化转型到个人远程办公，云电脑正成为“连接未来”的关键技术之一。

## 云电脑快速兴起，云厂商和运营商各具优势

云电脑作为近年来兴起的行业，其快速发展可归因于以下几个关键因素：一是技术成熟度的提高，二是远程工作和学习日益增长的需求，三是使用及维护的经济性，四是安全性和合规性的提高，五是行业数字化转型的需求推动，六是降低能耗的市场需求。

随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展，云电脑的市场前景日益广阔。以下三类企业相对容易入局云电脑行业。

一是云服务企业。已经在云服务市场有一定份额的“本土”企业，如阿里云等，已具备了必要的数据中心、云计算技术、用户基础和市场信誉，能够更容易地将其服务范围扩展到云电脑领域。

二是大型科技公司。拥有强大研发能力和资金支持的大型科技公司，如Apple、IBM和华为，这些公司具备进入新技术领域的能力，可以开发云电脑服务。

三是电信运营商。电信运营商拥有广泛的网络基础设施和大量的用户，他们可以提供云电脑所需的高速网络连接，保证服务的低延迟和高可靠性，从而提供给用户高质量的云电脑体验。

相比其他行业，云服务企业 and 电信运营商在云电脑领域具有五大优势。一是在基础设施层面，云服务企业 and 电信运营商已经拥有体量庞大的数据中心和网络基础设施。二是在技术经验方面，其在云计算、数据存储、网络安全等关键技术领域拥有丰富的经验。三是在市场渠道方面，他们已有的用户基础和市场渠道有助于更快地推广云电脑服务，减少市场进入的障碍。四是在合规与安全方面，由于这些企业通常已经符合多个行业标准和法规要求，因此可以更容易地满足云电脑服务的合规性和安全性要求。五是在品牌影响力方面，知名的云服务企业 and 电信运营商拥有较大的品牌影响力，有助于用户的信任和忠诚度的建立。

## 云电脑在to B和to C领域潜力巨大

云电脑行业在to B（企业用户）和to C（个人消费者）两个领域都有巨大的发展潜力，但由于各自市场的特性和需求差异，他们的主战场和用户增长策略会有所不同。

在to B领域，云电脑主要用于满足

企业的远程工作、数据安全、IT成本控制等需求，尤其对于有大量数据处理和高安全要求的领域，如金融、医疗、政务和教育等，云电脑提供了一个灵活、安全和高性价比的解决方案。面向to B领域要扩大市场规模可采用四种策略。一是针对不同规模的行业和企业，提供定制化云电脑解决方案，满足特定的业务需求并符合相应安全标准；二是与行业解决方案提供商合作，通过集成行业特定的应用和服务，提升云电脑在特定行业的适用性和吸引力；三是强化数据安全措施，增强安全性和合规性，确保云电脑满足各地区及行业关于数据保护法律法规的要求，增加企业用户的信任度；四是加大对企业决策者的赋能和营销力度，强化云电脑的成本效益、灵活性和安全性优势。

在to C领域，云电脑可以为个人及家庭提供在线学习、通用办公、家庭影音、在线游戏等场景的云计算服务，特别是对于高端游戏，云电脑能够提供不受PC硬件限制的体验。To C领域的市场扩大策略有四点。一是提供简洁的用户界面，降低用户的学习成本；二是采取灵活的定价策略，如免费试用、按需计费等，吸引更多的个人及家庭用户；三是与内容提供商合作构建内容和生态体系，丰富云电脑上的游戏、软件和教育等内容，打通产业链上下游，提高用户黏性；四是通过社交媒体、网络红

人和游戏社区等渠道开展市场营销,增加品牌的知名度。无论是to B还是to C市场,云电脑行业的发展都需要厂商为用户提供高质量的服务和精准的市场定位。随着技术的进步和市场需求的不断演变,云电脑行业预计将继续快速增长。

## 联通云电脑具备四大优势

联通云电脑基于联通云7.0将云端桌面投射到用户侧,实现就近资源站点连接,为用户提供高效、安全、便捷的虚拟化桌面服务。基于在网络、云计算方面的深厚积累,联通云电脑服务具有以下几个优势。

一是高灵活性和可访问性。用户无论身处何地,只要有互联网,就能轻松访问云电脑。这种地点无关性极大地提升了企业员工的工作灵活性,特别是对于经常出差或远程工作的员工而言,可以随时随地工作,无需担心地理位置的限制。

此外,联通云电脑即开即用的特性使得用户无需复杂的配置就可以快速启用。在设备兼容性方面,联通云电脑支持多种终端设备。

二是更低的成本。对于企业来说,通过使用云电脑,可以显著减少在硬件和基础设施上的前期投资。传统的PC部署和维护不仅成本高昂,而且效率低下。联通云电脑通过提供虚拟化的办公环境,降低了企业的硬件需求,从而节省了大量的资金。

此外,联通云电脑还减轻了企业的运维负担。通过集中管理和维护,企业IT团队可以更高效地处理软硬件升级、故障修复和安全管理等任务,从而进一步降低长期运营成本。

三是具有更好的可扩展性和灵活的资源管理能力。在传统的IT环境中,资源的扩展和缩减通常是一项耗时且复杂的

任务。联通云电脑则彻底改变了这一状况,其动态资源分配能力允许企业根据当前的业务需求,迅速调整计算资源。

联通云电脑在处理各种工作负载方面同样表现出色,尤其是在对高性能计算要求严格的应用场景,如图形设计、视频编辑、3D渲染等。联通云电脑提供的“GPU型”云电脑能够提供必要的计算能力,以满足这些应用的高性能要求。此外,联通云电脑的集中管理功能为IT团队的工作带来了巨大便利。

四是更高的安全性和合规性。中心化的数据管理减少了数据丢失或泄露的风险,尤其是在当前数据安全越来越受到重视的背景下,这一点显得尤为重要。联通云电脑采用的全链路数据加密传输、多重身份验证,以及支持桌面水印管理、多终端准入策略和外设映射策略等先进安全措施,进一步加强了数据安全性。

经过两年的积累,联通云电脑形成了深厚的技术沉淀,目前已广泛应用于移动办公、个人娱乐、连锁商超、远程教育、电子教室等多个场景。联通云电脑在众多场景中提供多样化的算力服务,加速了传统网络连接与云计算等数字经济的融合,为经济社会发展注入新动能。

## 云电脑和传统电脑互为补充

云电脑的兴起和发展对传统电脑行业产生了深远的影响,这些影响既包括挑战也包括机遇。云电脑和传统电脑之间的关系并非是完全对立的,而是更多地体现为相互补充。云电脑对传统电脑行业的影响有以下几个方面。

首先,通过云电脑提供的高性能计算能力,个人和企业用户可减少对高性能本地PC硬件的需求,尤其是在专业图形设计、视频编辑和高端游戏等应用领域,可能会影响传统电脑硬件销售,特别是在高端PC领域。

其次,云电脑倒逼传统电脑行业加

快创新步伐,促使硬件厂商提供更加丰富的产品和服务。例如,传统PC厂商可能会探索将硬件与AI云服务结合的解决方案,提供更具竞争力的服务。

最后,云电脑的发展还推动了从单纯的硬件销售向产品服务转变的趋势。传统PC企业需要考虑如何通过订阅服务和软件即服务等模式,为用户提供增值服务。

云电脑对传统电脑行业而言既是机遇也是挑战,为未来电脑的多形态发展指明了方向,云电脑与传统PC厂商可以通过创新和合作,寻找有利于双方的新增长点。

## 联通云电脑发展面临两大挑战

展望未来,联通云电脑的发展规划将集中在以下几个关键领域。

一是坚持技术创新与迭代优化。持续优化联通云电脑的性能,减少应用卡顿及视频延迟,并提升用户体验,为用户带来更加人性化的体验和更高的满意度。

二是筑牢产品安全之基。提升数据加密和产品安全防护能力,以应对日益复杂的网络威胁并保障用户数据安全。

三是增强市场拓展能力。扩大联通云电脑在重点行业的规模化应用,特别是在教育、医疗等领域,提供行业定制化解决方案以满足特定需求。

四是加大新技术赋能力度。通过运用大数据、AI等技术,深度赋能云电脑产品,为用户提供更加便捷、丰富的服务。

此外,联通云电脑发展还面临多种挑战,软件及硬件兼容性和标准化问题日益突出。中国联通将推动行业标准的制定和应用,与其他云电脑软硬件供应商合作,确保整个行业的共通与发展。通过持续深耕与努力,联通云电脑必将继续保持快速增长,并在未来几年内拓展新的领域和市场。CW

# 天翼云电脑 云上办公新选择

■ 中国电信天翼云端云平台事业部副总经理 许少泽

当下，数字经济深入发展，算力作为一种新型生产力在数字经济中发挥着越来越重要的作用。云电脑是算力的标志性成果，也是新质生产力的代表，作为一种新兴的数字化技术，它代表着科技与经济社会的高度融合和快速发展。

云电脑将计算、桌面、应用等资源全部汇集在云端，用户只需一个小巧的终端设备，就能随时随地访问个人桌面、数据和各种应用，这种新型的工作模式和娱乐方式，使得云电脑受到了越来越多用户的青睐。

## 云电脑是新质生产力的代表， 市场空间巨大

对于个人用户而言，云电脑既能够提供类似实体电脑的使用体验，又何必携带笨重的设备，随时随地连接网络即可使用，满足人们对娱乐多样化、工作效率提升、使用安全性和便利性等方面的需求。对于企业用户而言，云电脑可以降低企业的IT成本，企业只需要支付云端使用费用，无需购买并维护大量的高价硬件设备。云电脑还可以提高企业的数据安全性和灵活性，因为数据存储在云端，企业可以随时随地访问自己的数据，并且可以通过加密和权限控制等



技术手段保障数据的安全。

基于云电脑对个人用户和企业用户需求场景的全面覆盖，其市场发展空间巨大。据IDC预测，从2022年到2027年，中国DaaS(桌面即服务)的市场预计将以39.2%的年复合增长率增长，规模可达到35亿美元以上。考虑到主要供应商的持续发力、各行业数字化转型的加速以及绝大多数中小企业的成本效益和预算压力等因素，预计未来1到2年该市场将维持较高增速。其中，中国电信天翼云在2022年中国DaaS(桌面即服务)市场位列第一，同时在2023年上

半年的DaaS市场中也继续蝉联第一，领跑中国云桌面市场。

云电脑兴起的主要原因是技术的快速发展和市场需求的快速增长。一方面，云计算技术的发展为云电脑的出现提供了基础。云计算能够将大量的计算和存储资源虚拟化，根据需要提供快速、灵活的计算和存储服务。这使得云电脑成为可能，用户可以通过网络随时随地访问自己的数据和应用程序。另一方面，移动设备的普及和互联网的广泛覆盖，使得人们越来越依赖移动设备进行工作和娱乐。云电脑的出现，可以满

足人们随时随地工作的需求，提高了工作效率和便利性。

天翼云作为云服务“国家队”，通过自主研发和科技创新，为云电脑的发展提供了重要的技术支撑和保障。中国电信天翼云拥有庞大的用户基础和数据资源，并且拥有丰富的云服务经验和技術实力，能够提供稳定的云服务。依托全国一体化算力网络布局、全网算力资源协同调度，能够实现云电脑业务的即取即用、统一调度，更好地满足用户需求，提供个性化的服务，从而提高用户黏性。

## 天翼云电脑全场景覆盖，to B和to C战略并重

云电脑对市场的占领，势必会对传统电脑行业产生巨大的冲击，改变传统电脑的定位和使用方式。云电脑的出现改变了一人一台式电脑的办公形式，为用户提供了更低成本、更大空间的解决方案。它在传统桌面虚拟化模式上的重大突破和延伸，真正做到了终端管理“零维护”，因此拥有传统PC无法比拟的优势。传统电脑行业需要面对市场竞争加剧、用户需求变化等问题。与传统PC不同，云电脑用户获取的桌面并不与本地设备绑定，可以在任意智能终端间随意切换，从根本上解决了传统PC沉重、性能固定、安全风险高的难题。然而，云电脑也同样为传统电脑行业带来了转型和升级的机会。传统电脑行业可以通过与云服务企业或运营商合作，推出更加灵活、个性化的产品和服务，满足用户需求。

为了应对市场的激烈竞争和行业的瞬息万变，以及迎接云电脑前所未有的发展机遇，天翼云聚焦于两个主要“战场”——面向企业用户的to B市场和面向个人用户的to C市场。当前阶段，to B市场仍是云电脑的主战场，由于企业对数字化转型的需求尤为迫切，云电

脑将在企业办公、生产制造、智慧城市等领域得到广泛应用，为企业提供更加灵活、高效、安全的数字化解决方案。然而长期来看，to C市场具有巨大的潜力。随着5G、人工智能、物联网等技术的快速发展，云电脑在to C端的普及和应用将更加广泛。它将成为个人用户的一种新型数字化工具，满足用户在办公、娱乐、学习等方面的需求。

在to B市场，云电脑企业可以通过提供更加定制化、专业化、安全可靠的解决方案来扩大市场占有率。而在to C市场，需要通过加强品牌宣传、提高用户体验、推出更多创新产品等方式吸引更多的用户。为了扩大市场份额和提高用户数量，可采取以下三方面策略。

一是坚持技术创新，提高产品的用户体验和稳定性，以满足不同行业、不同规模企业的需求；二是加强与产业伙伴的合作，共同做大做强云电脑产品；三是开展市场营销活动，以提高品牌知名度和影响力。

## 技术持续升级，功能、安全、应用显著突破

天翼云持续打造核心技术，推出公众版、政企版云电脑，提供了丰富的应用场景和解决方案，助力众多公众、政企用户提升智慧生活体验。在提升灵活性和可靠性的同时，减少其他配套设备耗电，实现绿色节能、低碳发展，为用户提供不一样的云端体验。天翼云电脑主要特点有以下三方面。

一是安全可靠。天翼云电脑采用了多重安全防护措施，包括数据加密、身份认证、传输加密等，确保用户数据的安全性和隐私不被泄露。

二是灵活配置。天翼云电脑提供了多种配置方案，用户可以根据自己的需求选择合适的方案，实现资源的灵活配置和高效利用。

三是便捷易用。天翼云电脑提供了便捷的访问方式和多样化的使用场景，用户可以通过手机、笔记本电脑、平板电脑等多种终端设备随时随地使用云电脑，实现高效办公和数字化生活。

如今，天翼云电脑已广泛应用于政务、金融、教育等各领域，助力众多政企用户构建智慧办公模式。同时，天翼云通过与终端厂商的紧密合作，打造云端一体化产品，形成完整的云电脑生态链，有效带动我国芯片、终端制造产业的发展。

天翼云电脑不断加强技术研发和人才队伍建设。通过引进和培养专业技术人才，不断提高天翼云电脑的技术水平和创新能力，以满足用户不断增长的需求。此外，天翼云还通过提供优质的售后服务和技术支持，不断提升用户的使用体验和满意度。

## 发挥云网融合优势，多场景规模发展

未来几年，天翼云电脑将继续加强技术创新和产品研发，持续投入研发资源，推进关键技术研发和成果转化，提升云电脑产品的技术水平和竞争力，从而应对市场竞争和行业变化。

一是持续技术创新，加大技术研发投入，融合5G、AI、量子通信等前沿技术，提高云电脑的性能和安全性，保持技术领先地位。二是丰富产品形态，提升用户体验，在音视频传输、操作流畅性等方面达到业界先进水平，向用户提供优异的使用体验，提升天翼云电脑的用户满意度与口碑。三是加强合作与推广，加强与产业伙伴的沟通与合作，共同推广云电脑产品和应用解决方案。同时，天翼云也将积极拓宽市场营销渠道，提高品牌知名度和市场影响力。

天翼云电脑将继续致力于为数字化转型和高质量发展作出贡献，为数字经济发展和产业升级提供有力支撑。CW

# 浪潮李幸福：云电脑加速迭代 需求旺盛、场景多元

■ 本刊编辑部 孙天

新一代信息技术的加速演进推动了我 国数字经济的蓬勃发展，也引发了传统行业的变革。

如依托云计算、5G、人工智能等新技术的云电脑，将云计算技术应用到传统电脑领域中，实现了远程办公，让使用者摆脱了时间和空间的限制。

当下，云电脑处于快速发展阶段，市场竞争也日益激烈，为全面了解云电脑的产业发展现状，通信世界全媒体记者采访了浪潮通信技术智能网关产品部总经理李幸福，他认为：“目前云电脑to B市场相比to C市场需求更旺盛，云电脑前期‘主战场’集中在to B端的企业办公、教育、医疗、连锁实体等场景。to C端的发力还需要更多的应用整合，比如结合家庭云Nas、家庭教育、家庭办公、家庭娱乐等辅助功能。目前，要想增加市场份额以及云电脑用户数、提升用户活跃度，还需要针对不同场景，结合软硬一体化的服务，解决用户实质痛点。”

## 发展条件成熟，运营商优势显著

随着近几年网络基础设施的升级，4G/5G网络、千兆光网的加速普及，网络覆盖更广、网速更快，足以支撑云电脑的远程运行。

李幸福表示：“云桌面技术的不断成熟使得云电脑的用户体验进一步提升，云电脑在移动办公、数据安全、运营维护、

资源利用、标准化管理等多个方面的优势进一步显现，促进了云电脑的发展。”

相比其他企业，云计算服务提供商、传统的服务器制造商更容易入局云电脑行业。李幸福认为，云服务企业在搭建桌面云方面具备天然的资源优势以及技术储备，可以更好地兼容云电脑，提供面向行业的差异化云电脑解决方案。此外，运营商具备基础网络建设、公有云统建的能力，在云电脑公有云场景、网络优化、统一资源调配上更具优势。

李幸福认为，运营商在云电脑领域有三个优势。一是网络基础设施优势。运营商拥有广泛的网络基础设施，包括高速宽带和5G网络，这为云电脑服务提供了稳定、高速的数据传输通道。二是拥有广泛的市场渠道和用户基础。运营商具有庞大的用户基数和成熟的市场渠道，这使其能够快速推广云电脑服务，并根据用户需求提供定制化服务。三是具有综合服务能力。运营商能够提供包括网络接入、云计算、数据存储和安全服务等在内的一站式服务，这种综合服务能力，使得运营商能够为云电脑用户提供更为全面和便捷的解决方案，帮助用户简化IT管理，降低自身运营成本。

## 应用场景不断创新，多省份实现批量化出货

云电脑虽然是新兴行业，但国内多家巨头争先布局，如华为、中兴通讯、锐

捷网络等。

浪潮云作为首批国家机关云服务供应商，也是中国最早提供云服务的厂商之一，能够为用户提供“云网边端”融合、“云数智”融合、“建管运”融合的全栈云服务。

依靠稳定的云服务能力，浪潮提供云、网、端、管的整体解决方案，为用户提供极致的云电脑体验。李幸福表示：

“在云层面，公司不断创新云技术、云应用和全栈AI技术，提供稳定、高效的云电脑平台以及便捷、个性化的应用能力；在网络层面，浪潮通过协议网关保障云端与终端之间的网络质量和安全；在终端层面，公司围绕用户使用场景不断创新，提供美观、易用的终端产品。”

记者了解到，目前浪潮云电脑产品涵盖口袋机CD200A、“瘦终端”CD1000，信创“瘦终端”CD3000、MD1000-H、MD1024、MD1027等多款型号，以及云笔电NP1000、信创云笔电NP3000、5G云笔电NP5000、5G PAD PD5011等多个形态，其中口袋机已向四川、广东等省发售数万台，一体机MD1000在浙江、江苏、黑龙江、广东、山东等省份已实现批量化出货，浪潮云电脑持续满足用户需求，赋能运营商及行业用户。

未来，浪潮将持续创新，打造更优质的云电脑产品，为运营商、行业用户提供强有力的支持，与运营商及生态伙伴共同推动云电脑产业的繁荣发展。☞



## 数据资源的资产化 及资本化研究

■ 工业和信息化部通信清算中心 李芳馨  
中国交通信息科技集团有限公司 金京伟

2020年3月,《关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见》将数据定义为继土地、劳动力、资本、技术之后的第五大生产要素。2023年8月,《企业数据资源相关会计处理暂行规定》(即“数据入表”政策)发布,并自2024年1月起实施,由此正式拉开了数据资源的资产化和资本化序幕。

### “以进促稳,先立后破”精神的实践

根据《数据安全法》的定义,数据是指任何以电子或者其他方式对信息的记录。根据《数据资产评估指导意见》的定义,数据资源是指经过加工后,在现时或者未来具有经济价值的数据。数据资产和数据资本则分别对应会计实

务和金融领域的概念。数据资源的资产化及资本化是对“以进促稳,先立后破”精神的实践。

“先立后破”最初是中共中央政治局在2021年7月召开会议,谈及“纠正运动式‘减碳’”时提出来的。2023年12月中共中央政治局会议再提“先立后破”精神,并将应用领域扩展至各行各

业,乃至跨行业的整体经济领域。回顾2023年底密集出台的数据要素有关制度,可知该精神对2024年1月正式开展的数据资源资产化和资本化工作尤其具有指导意义。

“十四五”期间,我国经济增长仍面临较大压力,房地产行业从数量型发展转向品质型发展,固定资产增速放缓,在“房住不炒”政策理念下房地产的金融属性逐渐弱化,数据要素成为经济新动能,推动新旧动能转换有序开展,数据资产成为弥补整体资产增速放缓的有力抓手,数据资本有望成为金融机构锚定的下一个“黄金”和“石油”,助力中国经济稳步发展。

总的来说,数据资源的资产化和资本化有以下六个重要意义:一是从资产和资本角度反映数据资源的真实价值;二是有利于改善企业资产负债结构;三是为企业融资提供新的抵押资产,为企业增加新的盈利点,为企业提供新的投资工具;四是促进企业利用数据创造价值、实施精细化管理,同时鼓励企业积累高质量数据;五是有利于投资者更清晰地认识到企业的数据资源价值;六是激活数据要素市场内生动力,推动经济可持续发展。

## 数据资源的资产化及资本化发展现状

### 数据的分类分级

2021年6月人大通过的《数据安全法》提出,我国对数据实行分类分级保护,国家数据安全协调机制统筹协调有关部门制定重要数据目录。2022年10月,《国务院关于数字经济发展情况的报告》提出,下一步要推进公共数据、企业数据、个人数据分类分级确权授权使用。2024年1月,《关于加强数据资产管理的指导意见》进一步规定:对需要严格保护的数据,审慎推进数据资

产化;对可开发利用的数据,支持合规推进数据资产化。从安全和发展两个角度,对数据进行分类分级已经是政策共识,但具体的数据分类分级目录并未明确,对于是由政府进行“自上而下”的数据分类分级,还是由企业进行“自下而上”的数据分类分级尚未达成共识。

### 数据的确权

在做好数据的分类分级后,对于整理出来计划入表的数据资源要进行确权,这是后续入表和评估的前提。数据的无形性、多归属性、广泛流动性等特征,使得其不同主体之间的确权比较复杂。2022年12月,《关于构建数据基础制度更好发挥数据要素作用的意见》提出“数据三权分置”的原则,建立数据资源持有权、数据加工使用权、数据产品经营权等分置的产权运行机制,类似农村土地所有权、承包权、经营权三权分置,淡化数据资源所有权的概念。

根据数据三权分置原则,各地数据交易所、律师事务所、媒体机构(如人民数据)等纷纷探索开展数据确权业务,对数据资源持有权、数据加工使用权、数据产品经营权进行法律认定,并颁发数据产权证书或出具法律意见书,从而实现确权。

### 数据的入表

《企业数据资源相关会计处理暂行规定》将企业数据资源分为三类:第一类,符合资产定义且满足资产确认条件的数据资源,体现为无形资产或存货;第二类,符合资产定义,但尚不满足资产确认条件的数据资源,暂不入表但应当披露;第三类,其他数据资源。

在该政策出台前,对于外购的数据资产,约78%的企业参照无形资产的计量规则来进行账务处理,约14%的企业计入长期待摊费用,约8%的企业直接计入当期费用。对于生产经营中产生

的数据,绝大多数企业并未进行会计处理。该政策为企业数据资源的会计处理提供了具体指导意见,为企业实践数据入表增加了“库存商品”科目的选择,更准确体现了数据资源持续更新和迭代的价值。

### 数据的评估

紧随“数据入表”政策的是2023年9月发布的《数据资产评估指导意见》。该文件确定数据资产价值的评估方法包括收益法、成本法和市场法三种基本方法及其衍生方法。数据资产质量是数据资产评估的重要基础,因此该文件要求资产评估专业人员重点关注数据资产质量,数据质量评价采用的方法包括但不限于层次分析法、模糊综合评价法和德尔菲法等。评估机构可据此对数据资产的评估展开实践。

实践案例很多,如宁波海洋研究院联合浙江中企华资产评估有限公司、浙江大数据交易中心等机构于2024年1月完成了海洋数据资产的评估和入表。

经过确权、入表和评估后的数据资产具有权属明晰、价值明确的特点,为其后续金融属性的体现提供了基础。

### 数据资产的交易

根据公开信息整理,全国已经建立贵阳大数据交易所、北京国际大数据交易所、上海数据交易所、西部数据交易中心、郑州数据交易中心、福建大数据交易所、湖南大数据交易所、浙江大数据交易所、青岛大数据交易中心、青岛市公共数据运营平台、北部湾大数据交易中心、华东江苏大数据交易中心等40余个数据交易平台,整体格局与央企产权交易所类似。各交易所的数据交易类型不尽相同,聚焦于气象、交通、商品交易等不同领域的的数据。

此外,各地方政府通过构建城市底座、组建数据公司统筹地区的数据交换

和交易,大型集团企业内部也通过搭建数据底座、成立数据公司进行数据交换和交易。这些“数商”可以促进地区或集团内部数据资产流通,减少“数据孤岛”,避免重复建设,实现降本增效,促进垂直领域数据汇聚,有利于行业大数据模型建立,也将成为我国数据资产交易架构的重要组成部分,扮演着数据交易市场中的“投行”角色。

### 数据资产的担保融资

2022年10月,罗克佳华科技集团与北京银行合作的“双碳”数据质押贷款落地,开启了数据资产抵质押融资业务的探索实践。2023年以来该担保融资业务如雨后春笋、遍地生根,如盐城市大数据集团与江苏银行合作的数据使用权抵押贷款、邮储银行台州市分行与温岭市华驰机械有限公司合作的数据知识产权质押贷款等。

数据资产的资本化方式,除了担保融资、交易,还有投资入股、资产证券化等。在实践方面,北京公交集团早在2018年便用数据资产7年使用权投资启迪公交,成为第一个“吃螃蟹”的企业。

### 不足及建议

#### 数据资源分级分类目录尚未发布及存在数据安全风险

目前,公共数据、企业数据、个人数据的界限尚不明确。例如,滴滴出行2021年在美国上市,被认为危及国家公共安全,那么滴滴拥有的交通出行数据是企业数据还是公共数据?如何区分哪些数据是需要严格保护的,哪些数据是可开发利用的?对此目前业界还没有具体的数据分类分级目录和标准。

笔者建议企业“自下而上”地对企业数据进行分类分级,在生产经营过程中重视合同中数据的持有、使用和加工

授权,对于可能影响公共安全的数据或可能被认定为公共数据的,与上级政府主管部门积极沟通,争取数据持有、使用和加工的相关授权,探索个人数据收益分配方案,主动接受政府监管。另外,建立企业“自下而上”和政府“自上而下”对数据进行分类分级的沟通机制,建立互信机制,让数据资源的资产化和资本化时刻处在监管之下。

在此方面业界已经出现了标杆案例,例如北京市经信局2022年授权北京金融控股集团旗下的北京金融大数据公司建设金融公共数据专区,并承接公共数据托管和创新应用任务,落地全国首个公共数据授权运营模式,实现数据资产公开交易。

#### 数据资产确权机构和流程尚未明确

中国目前尚未建立标准的数据资产登记部门及流程。此外数据资产化和数据资本化业务涉及数据持有、使用权和加工中的一项或多项,目前还缺乏相关法律支撑。

对此,笔者建议有数据确权优势的行业龙头企业,根据自身特点积极开展细分领域数据确权业务。国家数据局和中国人民银行等要尽快出台数据资源资产化和资本化相关制度,产业主管部门也应积极探索垂直领域数据确权机构的选择和培育。

#### 数据资产可能造成报表失真

数据往往是伴随着生产活动而产生的,其成本常常难以准确计量,其价值也根据应用场景的不同而不同;在审计过程中,审计机构又难以获取企业的全部数据资产进行查验,且数据具有虚拟性、易复制性、非排他性、非均质性等特点。上述特点将造成企业资产负债表中的数据资产良莠不齐。此外,截至2024年1月,全国仅12家企业通过数据管理能力成熟度模型

DCMM5级认证,说明绝大多数企业的数管理能还有待提升。企业自身数据管理能力将直接影响其入表数据资产的质量。

笔者建议企业机构积极运用DCMM标准,提升组织的数据管理能力和应用水平;审计机构应提升自身大数据查验能力,积极储备大数据人才,建立合适的模型,升级技术手段,对数据资产进行有效查验;推进数据交易所发展,使评估机构拥有更多可获取的数据交易案例,以便开展数据资产评估。

#### 数据资本可能增加金融风险

数据具有易复制性、与日俱增的金融属性,并且类似钢铁、茶叶等具有同质性高、金融属性强等特点,而钢铁、茶叶等质押融资已经屡屡暴露金融风险。因此,在法律有待完善的情况下,政策尚未正式赋予数据资产的担保属性。此外,2013年中国人民银行等发布《关于防范比特币风险的通知》,随着数据资产的资本化发展,如何防范数据资本的“类货币”风险也是金融监管机构越来越迫切需要考虑的问题之一。金融监管机构还应注意防范金融机构借数据质押的名义,增加信用授信额度和其他抵押物的抵押率,从而增加金融行业系统性风险。

综上,数据资源的资产化和资本化应该围绕《“数据要素×”三年行动计划(2024—2026年)》,循序渐进实施,不能一蹴而就,可以探索尝试,避免操之过急。各地政府应根据地方特色产业,积极构建垂直领域的“数商”生态。企业应该严格按照以下步骤发展:第一阶段,整理、积累有价值的数资源,积极获取政府和个人授权;第二阶段,实现数据资源的确权、入表/披露和评估;第三阶段,随着数据资本化制度的完善,与金融机构共同探索数据资本化发展。🔗

# 数据要素流通机制创新 打破“数据孤岛”、释放数据价值

■ 福建省大数据集团泉州有限公司 陈明山

自2019年十九届四中全会首次提出把数据作为一种新的生产要素，数据就不再仅仅是储存于数据库中冰冷的数字，而是一种具有无限潜力的生产要素。此后国家层面陆续出台了一系列政策措施，以促进数据要素市场的健康发展。例如，《“十四五”大数据产业发展规划》明确提出，要深化数据要素市场化配置改革，促进数据要素有序流动。

《中共中央 国务院关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见》强调，要加快培育数据要素市场，提升社会数据资源价值。同时，在“数据二十条”的政策推动下，2023年数据要素顶层设计规划与配套措施日趋完善，为数据要素产业蓬勃发展带来了新机遇。

“数据二十条”对数据产权、流通交易、收益分配、安全治理四方面提出了规范性要求，旨在充分发挥数据作为数字时代战略资源的突出优势，激活数据要素潜能，释放数据要素价值，构建数据要素生态，促进数据要素产业良性发展。

## 数据要素流通面临的四大难题

要实现数据要素的高效流通，就不

得不正视当前存在的四大难题：数据标准的不统一，如同一道无形的“壁垒”，阻碍了数据流通的顺畅进行；全国统一数据流通市场制度的不完善，使得数据市场难以形成统一、高效的运行机制；数据合规风险和安全隐患的存在，导致场外交易频发，严重影响数据市场的健康发展；数据价值创新不足，更是削弱了数据流通的积极性和动力。这四大难题不仅影响了数据要素的高效配置，也制约了数字经济的持续发展。因此，解决这些难题，促进数据要素流通的创新与合规，成为了产业界目前最重要的任务之一。

### 难题一：数据标准不一，导致数据流通不畅

目前，不同部门、行业和企业之间的数据标准不统一是一个突出的问题。由于缺乏统一的数据标准和技术规范，不同部门、行业和企业之间的数据格式和质量存在差异，导致数据难以实现互通互操作，形成了“数据孤岛”现象，制约了数据的流通和利用，阻碍了数字经济的快速发展。例如，工业领域的数据总线大概有40余种，包括西门子的ProfiBus、PhoenixContact公司

的InterBus、罗克韦尔的DeviceNet和ControlNet等。

### 难题二：全国统一的数据流通市场制度不健全

近年来，广东、北京、上海、浙江、贵州、福建等地相继成立数据交易所，各地数据交易所在数据确权、数据定价、数据交易、数据安全、数据增值协作等方面的监管标准与操作规范存在诸多差异，导致地方数据交易“各自为战”，无法形成统一市场，未能最大限度发挥数据价值。全国统一的数据流通大市场制度尚未建立，全国数据要素流通的效率和效果必然受到影响，从而难以支撑数据要素驱动数字经济发展目标的实现。

### 难题三：数据合规和安全存在隐患，导致场外交易远超场内交易

数据的合规性和安全性是数据流通市场的基石，缺乏这些保障，市场将面临巨大风险。数据显示，2022年我国数据交易市场规模在1020亿元左右，其中，数据场内交易规模大约20亿元，数据场外交易规模在1000亿元左右。场外交易之所以远超场内交易，很大程度上是因为场外交易缺乏规范的管理



和监督，给一些不法分子提供了可乘之机。此外，一些机构或个人为了一己私利，滥用或泄露敏感数据，给用户带来了严重损失。要改变这一现状，需要政府、企业和相关机构共同努力，加强数据合规和安全标准的建设，提高数据交易的透明度和规范性，同时加强监管并加大惩罚力度，确保数据交易市场的健康发展。比如，数据流量的不断增长加速了数据“黑产”的规模扩张，专家估计数据“黑色交易”的市场规模已超过1500亿元。

#### 难题四：数据价值创新不足，导致数据流通意愿不强

目前数据的价值创新主要集中在金融征信授权、计算广告与推荐等能够

直接产生经济效益的领域，在公共数据、企业数据和个人数据方面的融合创新仍存在较大不足，使得数据持有者缺乏流通意愿，进一步限制了数据流通市场的发展。同时，由于缺乏有效的数据管理和保护机制，数据持有者对数据流通存在担忧和顾虑，害怕数据被泄露或滥用。为了激发数据持有者的数据流通意愿，业界需要加强数据价值创新的探索和研究，提高数据利用、加工的能力，建立完善的数据管理和保护机制，确保数据的安全、合规，进而推动数据交易市场的繁荣发展。例如，在福建省公共数据的开发探索中，省级平台进驻百余个项目，其中信用服务占比43%，财税金融占比36%，两者合计占

比79%，与《“数据要素×”三年行动计划（2024—2026年）》聚焦的12个行业和领域有一定差距，亟需业界拓展数据价值开发的范畴。

### 数据要素流通创新的“两手抓”策略

在推进数据要素流通的过程中，建议业内采取“两手抓”的策略。一方面，注重数据价值的创新，通过挖掘数据的深层含义和潜在价值，推动数据要素在各个领域的高效流通，为经济发展和社会进步注入新的活力。另一方面，强调数据要素的合规运营，确保数据在流通过程中的安全性、合法性和可控性，为数据市场的健康发展提供有力保障。这



种“双管齐下”、相互促进的做法，有助于产业更好地利用数据资源，发挥数据在生产生活中的重要作用，同时也为数字中国、智慧社会建设提供坚实支撑。

### 策略一：数据价值创新推动数据要素流通

数据要素流通的目的在于利用数据实现价值创新。创新是驱动发展的核心动力，数据价值创新旨在深度挖掘数据的内在价值，通过技术手段和思维模式的革新，将数据转化为具有市场竞争力和社会价值的资源。首先，数据价值创新需要对数据进行系统性的整理和分析，打破“数据孤岛”，实现数据的互联互通。其次，数据价值创新需要结合具体的应用场景，将数据与业务深度融合（如

上文提到的12个行业和领域），开发出具有实际应用价值的数据产品和服务。例如，在金融领域，可以通过数据分析评估信贷风险；在医疗领域，可以通过数据挖掘辅助疾病诊断和治疗。最后，政府、企业和社会各界应共同参与数据价值创新的过程（公共数据、企业数据和个人数据，三者融通可发挥数据的最大价值），建立健全数据管理和保护机制，确保数据的安全和合规流通。通过数据价值创新推动数据要素流通，将为经济发展和社会进步注入新的活力。

### 策略二：数据要素合规运营助力数据要素流通

数据要素合规运营是解决场外交易远超场内交易问题的关键所在。针对

当前数据交易市场存在的隐患，产业界应从“疏通”和“引导”两方面入手，逐步破解难题。首先，需要对数据交易市场进行“疏通”，规范场外交易行为。政府主管部门应加强对场外交易的监管，制定严格的数据交易规则和标准，明确数据交易双方的权利和义务。同时，要建立统一的数据要素流通平台，为数据交易提供合法、安全的环境，降低数据交易的风险和不确定性。其次，需要引导数据交易向场内转移。政府主管部门和数据交易所应加强宣传教育，提高数据所有者和交易者的合规意识，引导他们积极参与场内交易。最后，要建立激励机制，鼓励数据交易向场内转移，提高场内交易的规模和比例。通过“疏通”和“引导”策略，可以逐步破解数据场外交易远大于场内交易的难题，推动数据交易市场的健康发展。

## 打破“数据孤岛”、释放数据价值的四条措施

在数字经济蓬勃发展的当下，数据的价值日益凸显。但要充分实现这一价值，首要任务就是打破“数据孤岛”，形成数据融通创智。下面将从四个方面探讨如何打破“数据孤岛”、释放数据价值。

### 措施一：利用技术手段打破“数据孤岛”

技术手段是打破“数据孤岛”的关键。随着大数据、云计算、人工智能等技术的不断发展，数据集成、数据清洗、数据挖掘等技术手段日益成熟。通过不同技术组合实现不同来源、不同格式数据的整合与融合，搭建行业/企业的数字中台，从而打破“数据孤岛”，进一步释放数据价值。

### 措施二：促进不同部门、行业、企业间的数据融合与共享

众所周知，数据的价值在于数据的

衍生价值，非某一个数据背后的单一价值。数据往往存在于不同的部门、行业和企业，因此促进不同部门、行业、企业间的数据融合与共享是打破“数据孤岛”的重要途径。政府主管部门可以出台相关政策，鼓励政府机构、行业组织和企业之间进行数据共享，建立数据共享平台，实现数据的互通有无。同时，也可以通过数据交换、数据合作等方式，推动数据在不同部门、行业和企业间的流动与共享。

### 措施三：提升数据的可用性和可理解性，发挥数据价值

数据的可用性和可理解性是决定数据价值的关键因素。可通过数据可视化、数据分析和数据挖掘等手段，提升数据的可用性和可理解性，让更多的人理解和使用数据，从而发挥数据的价值。其中，可通过数据开放、数据竞赛等方式，激发社会对数据的关注和热情，推动数据价值释放。

### 措施四：以数据驱动创新，推动经济社会持续发展

打破“数据孤岛”、释放数据价值的最终目的，是要以数据驱动创新，进而推动经济社会的持续发展。可通过数据分析、数据挖掘等技术手段，发现数据的潜在价值，为经济社会的持续发展提供新动力；通过数据开放、数据共享等方式，推动创新创业，培育新的经济增长点。

## 优秀案例分析与实践经验总结

通过深入分析国内外优秀案例与总结实践经验，我们可以清晰地看到数据流通在提升政府治理效能、促进产业发展、增强社会福祉等方面发挥的积极作用。以下是一些国内外典型案例的分析。

## GDPR

GDPR（欧盟通用数据保护条例）是欧盟制定的数据安全和隐私保护法规，旨在确保个人数据的合法权益。通过实施GDPR，欧盟提高了数据安全和隐私保护的标准，加强了对数据主体的权利保护。这一法规为全球数据安全和隐私保护提供了参考和借鉴。

## 美国数据要素流通实践

美国将商业利益导向作为数据要素市场化的基本准则，提倡数据自由流动，以尽可能多地获取和掌控全球数据资源，扩大企业在技术和市场方面的先发优势，逐步形成“防止数据产权垄断、坚持公共数据开放、引导企业数据共享、兼顾个人隐私保护、布局全球数据规则、鼓励数据经纪发展”的数据要素市场化方式和路径。美国通过立法、司法等措施坚决防止数据产权垄断；通过法律法规等方式大力推动政府数据全方位开放；通过传统“反垄断法”引导企业增强数据互操作性和共享程度；通过分领域立法保护个人信息隐私；通过修改相关法律以及与其他国家签订合作框架，布局全球数据流动机制；通过分类监管推动数据经纪交易模式的发展。上述策略极大增强了美国本土数字企业的全球竞争力，推动了数据在全球范围内的广泛流动，促进了美国数字经济的快速发展，进一步巩固了美国数字经济在全球的领先地位。

## 国内优秀案例一：公共数据流通，以福建省“闽政通”APP为例

在数字化浪潮中，福建省的大数据实践走在了全国前列，其中“闽政通”APP整合全省各级政府部门的服务资源，为民众提供了统一的政务服务入口。“闽政通”APP的成功，得益于福建省在数据流通方面的创新与实践。首先，通过数据整合，打破部门间的数

据“壁垒”，实现数据的高效流通和共享。其次，通过服务创新，简化政务服务事项，提升民众使用体验。再次，通过严格的安全保障措施，维护民众的个人信息安全。

## 国内优秀案例二：行业数据流通，以“航旅纵横”APP为例

中国民航信息网络股份有限公司担任垂直领域数据管理部门的角色，将民航运行、旅客航空出行的数据统一授权给“航旅纵横”平台，“航旅纵横”则深入挖掘数据价值，对数据进行开发利用，为旅客提供机场、天气、航班等信息，以及电子登机、爱心通道、失物招领等服务。

## 数据要素流通创新未来展望

立足当下，展望未来，打造公共数据、企业数据和个人数据等多元融合的数据资源体系。强化数据治理，挖掘典型数据场景，深化数实融合的数据资源化应用；推动数据确权，促进数据价值变现，开展数据资产评估入表等试点工作；鼓励流通交易，推进数据跨境监管，探索数据股权化、证券化等数据资本化应用。完善标准规范、加强安全监督、创新保障机制，充分调动政府、企业和社会各方面的积极性和能动性，聚焦数据资源化、数据资产化、数据资本化的“三化”协同，释放数据要素价值，激活数据要素潜能，全面促进大数据产业和数字经济高质量发展。

未来，数据要素流通机制将朝着更加规范化、市场化和安全化的方向发展，为释放数据价值、推动数字经济持续发展提供有力支撑。在这一过程中，政府、企业和研究机构需要共同努力，加强合作与创新探索，不断完善数据要素流通机制，以适应不断变化的市场需求和社会环境。🔗



## 揭开卫星互联网的“神秘面纱” 探讨未来发展趋势

■ 中国信息通信研究院 郝也 罗丹

自20世纪80年代算起,卫星互联网已有近40年的发展历史。经历了与地面移动通信网络展开正面竞争的第一阶段,以及作为地面通信网络补充和备份

的第二阶段之后,卫星互联网将进入与地面通信网络融合发展的新阶段。相比传统的地面互联网,卫星互联网具有覆盖范围广、传输速率快、抗干扰能力强

等优势。它可以为偏远地区、海洋、航空、铁路等无法通过传统网络接入的区域提供高速稳定的互联网服务。

卫星互联网业务的发展对于推动

表1 卫星轨道分类

卫星轨道类型	轨道高度(单位: km)	主要用途
低地球轨道(LEO)	300~2000	对地观测、测地、通信等
中地球轨道(MEO)	2000~35786	导航
地球静止轨道(GEO)	35786	通信、导航、气象观测等

数字经济、促进信息化建设具有重要意义。它可以为农村地区提供电子商务、在线教育、医疗健康等服务,帮助农民增加收入、改善生活质量。同时,卫星互联网也可以为航空、航天、海洋作业等领域提供通信保障,提高其工作效率和安全性。此外,卫星互联网技术具有高带宽、低时延、广覆盖的特点,可以为宽带互联网接入服务的创新发展提供技术支撑。

## 卫星互联网的组成

卫星互联网是指基于卫星通信技术接入互联网,其业务可覆盖全球。通过一定数量卫星的规模组网,构建具备实时信息传输能力的星座系统,卫星互联网可向终端用户提供以宽带互联网接入为主的通信服务。

卫星互联网一般由空间段、地面段和用户段三部分组成。空间段主要是由若干颗通信卫星构成的星座系统,负责接收和转发卫星信号,为用户提供卫星信号覆盖。地面段包括卫星测控网络、关口站等,主要起到连接卫星互联网和地面通信网络的作用。用户段则包括用户使用的各类通信终端。

按照轨道高度,卫星主要分为低、中、高轨三大类,详见表1。其中,低轨卫星拥有传输时延小、链路损耗低、发射灵活等优势,非常适合卫星互联网业务的开展。

## 卫星互联网的应用场景

卫星互联网主要有以下四类应用场景。

一是盲点区域网络覆盖。卫星互联

网建成后,可以作为5G等地面通信网络的有效补充,为地理环境复杂的区域(如海洋、沙漠和偏远山区等)提供通信服务,以及对民航飞机的飞行空域进行互联网覆盖。

二是军事及外事通信领域。将卫星互联网用于外事保密通信,以及军事指挥、战场态势感知、空间电磁对抗等军事通信领域。

三是地广人稀区域的低成本覆盖。在地域范围广、应用密度低的区域使用卫星提供互联网服务,相比由光纤、移动通信基站构成的地面通信网络,其成本更低、建设更便捷。

四是重大灾害应急通信。在发生地震、海啸、火灾等重大灾害致使地面通信网络受损中断的情况下,通过卫星互联网可实现跨区域的网络应急通信。

## 卫星互联网的发展现状

### 国际发展现状

根据国际电信联盟(ITU)制定的《无线电规则》,卫星轨道和频谱资源具有排他性和时效性,因此卫星星座建设存在明显的“先发优势”。

### 1. 卫星轨道和频谱资源的排他性原则

地球静止轨道只有一条,各国之间需要公平协商分配;而其他轨道(低轨道、中轨道)则要按照各国“先登先占”的原则进行分配。根据赛迪公布的数据,地球近地轨道可以容纳的卫星数量约为6万颗,而仅考虑SpaceX的Starlink星链、亚马逊的Kuiper、韩国三星的太空互联网计划以及英国OneWeb,其总计规划的低轨道卫

星发射数量就已超过6万颗。此外,根据卫星工业协会(Satellite Industry Association)估计,在轨的商业航天器数量将在2029年超过10万个。无论是从经济还是从国家战略角度考虑,发展低轨道卫星已经刻不容缓。

### 2. 卫星组网的时效性原则

根据国际电信联盟规定,卫星运营商须在第一颗卫星投入使用的监管期结束后2年内发射10%的卫星,5年内发射50%的卫星,7年内全部部署完毕。若未按时达到要求,则被视为放弃相应的资源所有权。

近年来,世界各国相继发布卫星通信网络建设计划,以美国为代表的商业航天发展迅猛。在Google、Facebook等互联网巨头的推动和支持下,美国SpaceX、英国OneWeb等创新型企业纷纷启动建设由低轨小卫星组成的星座系统,积极抢占太空互联网接入新资源,引发全球性热潮。

据国际电信联盟网站公开信息,全球大约三分之一人口(约26亿人)仍处于未接入互联网的状态。尤其是在最不发达国家,仍有三分之二的人口(约7.2亿人)处于“离线”状态。面对如此广阔的市场,近年来国外空客、亚马逊、Google、Facebook、SpaceX等高科技企业纷纷投资卫星互联网领域,提出了Starlink、OneWeb等多个卫星互联网计划。截至2023年7月,Starlink已经发射4800余颗卫星。

### 国内发展现状

2017年以来,国内也相继启动了多个卫星星座计划,包括航天科技的“鸿雁星座”、航天科工的“虹云工程”、国电高科的“天启星座”等。我国于2021年4月成立中国卫星网络集团,整合卫星互联网、天地一体以及“虹云”“鸿雁”等系统,并牵头组织开展卫星互联

表2 我国发布的推动卫星互联网行业发展相关政策

政策名称	发布部门	发布时间	相关内容
《“十四五”国家应急体系规划》	国务院	2022年	应急通信和应急管理信息化建设：构建基于天通、北斗、卫星互联网等技术的卫星通信管理系统，实现应急通信卫星资源的统一调度和综合应用。 强化风险监测预警预报：充分利用物联网、工业互联网、遥感、视频识别、第五代移动通信（5G）等技术提高灾害事故监测感知能力，优化自然灾害监测站网布局，完善应急卫星观测星座，构建空、天、地、海一体化全域覆盖的灾害事故监测预警网络
《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》	国务院	2022年	构建设施设备信息交互网络，打造新一代轨道交通移动通信和航空通信系统，研究推动多层次轨道交通信号系统兼容互通
《“十四五”信息通信行业发展规划》	工信部	2021年	加快布局卫星通信。加强卫星通信顶层设计和统筹布局，推动高轨卫星与中低轨卫星协调发展。推进卫星通信系统与地面信息通信系统深度融合，初步形成覆盖全球、天地一体的信息网络，为“陆海空天”各类用户提供全球信息网络服务
《关于组建中国卫星网络集团有限公司的公告》	国资委	2021年	中国卫星网络集团有限公司由国务院国有资产监督管理委员会代表国务院履行出资人职责，公司的成立将有力地推动卫星互联网空间段原材料双边市场建设、卫星互联网地面段通信网络间融合运营、卫星互联网用户段“通导遥”数据共享，助力卫星互联网全面快速发展

网系统的建设与运营，目前正处于系统技术论证和测试验证阶段。此外，民企银河航天已成功发射7颗宽带卫星，平均单星容量为40Gbit/s，正开展通信技术体制测试验证工作。预计到2029年全球近地轨道将部署约5.7万颗低轨卫星，其中美国预计占据80%以上的卫星数量，而我国低轨卫星数量将位列全球第二。

近年来，国家相关部门出台多项关于卫星互联网发展的支持政策（见表2）。2020年4月，国家发展改革委首次明确新型基础设施包括信息基础设施、融合基础设施和创新基础设施，其中信息基础设施又分为通信网络基础设施、新技术基础设施和算力基础设施等。而卫星互联网与5G、物联网、工业互联网一同成为通信网络基础设施的代表。

卫星互联网在我国虽然起步较晚，但2020年被纳入“新基建”范畴并成为国家战略性工程后，发展势头强劲。多个卫星星座计划相继启动，“鸿雁”“虹云”“G60”等卫星星座计划将分别发射多颗低轨通信卫星以组建卫星互联

网，组网建设投资规模有望超过300亿元。根据SIA发布的数据，卫星组网费用占整个卫星产业链产值的8.1%左右，据此测算，预计我国卫星互联网产业规模将达到3600亿元左右。

由于成本降低、网络提速且稳定性增强，目前卫星互联网技术已广泛应用于电力、石油、采掘、运输、农林各个领域。

### 卫星互联网发展趋势

卫星通信是太空经济的核心，卫星互联网的发展将呈现以下趋势。

#### 1. 卫星互联网建设上升为国家战略

卫星互联网以日益凸显的国家战略地位、潜在的市场经济价值、稀缺的空间频轨资源成为全球关注的焦点，世界各国纷纷将建设卫星互联网列为重大国家发展战略，相继发布卫星通信网络建设规划。

#### 2. 技术进步推动卫星互联网建设成本下降


在卫星研制方面，由非标准化向标准化、由定制化向模块化发展，研制成

本得到有效降低；在卫星发射方面，火箭发射和回收技术推陈出新，发射成本得到有效控制；在卫星通信方面，随着卫星通信带宽从百Mbit/s提升至Gbit/s，网络承载能力大幅提升。

#### 3. 频率和轨道等空中资源争夺愈加激烈

当前国际规则中对轨道和频率资源的主要分配形式为“先登先占”和“公平规划”两种，面对有限的频轨资源和动辄上千颗卫星的星座部署，各国竞相布局卫星互联网生态圈，借卫星互联网建设的契机抢占天空资源高地。

#### 4. 卫星互联网与地面网络融合是必然趋势

卫星互联网相对于传统地面通信网络具有覆盖面积广、遇自然灾害时系统鲁棒性强等优点，因此成为现阶段发展热点。但由于与地面通信网络（如5G网络）相比，卫星互联网存在通信时延高、服务费用高等弊端，卫星互联网在短期内难以取代地面通信网络。从目前技术发展趋势来看，卫星互联网与地面通信网络的融合是未来移动通信网络的重要发展方向之一。 

# 量子信息技术产业 发展概况及建议

■ 中国信息通信研究院 王敬

量子信息技术是量子科技的重要组成部分，它以量子力学原理为基础，通过对微观量子系统中物理状态的制备、调控和测量，实现信息感知、计算和传输。量子信息技术主要包括量子计算、量子通信和量子测量三大领域，在提升运算处理能力、加强信息安全保护能力、提高传感测量精度等方面，具备超越经典信息技术的潜力。未来，量子信息技术有望在前沿科学、信息通信和数字经济等诸多领域引发颠覆性的技术创新和改变游戏规则的革命性应用。

## 发展量子信息技术是未来 产业发展的重要方向

量子信息技术是量子科技的重要组成部分，也是培育未来产业、构建新质生产力、推动高质量发展的重要技术手段之一。经过四十余年的发展，量子信息技术已走过仅有学术界关注的基础科学研究和前沿技术探索阶段，逐步迈向产业界共同参与的应用研究阶段。当前量子信息三大领域的科研成果不断涌现，技术成熟度持续提升，应用探索加速发展，进入科技攻关、应用探索和产业培育一体化推进的新发展阶段。

以量子信息技术为代表的量子科技，已成为未来产业布局和发展的重点之一。国家“十四五”规划提出，在量子信息等前沿科技和产业变革领域，组织实施“未来产业孵化与加速计划”，谋划布局一批未来产业。2023年9月8日，习近平总书记在黑龙江考察时强调，整合科技创新资源，引领发展战略性新兴产业和未来产业，加快形成新质生产力。工信部高度重视量子科技发展，推动量子科技等前沿领域研究，鼓励各地先行先试，加快布局未来产业。2023年12月，全国工业和信息化工作会议提出，出台未来产业发展行动计划，瞄准人形机器人、量子信息等产业，着力突破关键技术、培育重点产品、拓展场景应用。2023年12月，中央经济工作会议也提出开辟量子 and 生命科学等未来产业新“赛道”。近年来，多地陆续发布科技和信息产业规划，支持量子信息技术领域发展。2023年，北京市发布《北京市促进未来产业创新发展实施方案》，部署量子物态科学、量子通信、量子计算、量子网络、量子传感等方向的核心技术攻关、行业应用拓展、产业生态建设和用户群体培育等工作。2023年合肥市政府工作报告提出，合肥国家实验室已入轨运行，量子信息未来产业科技

园入列首批国家试点。下一步，合肥市将加快建设量子信息未来产业科技园，打造“世界量子中心”。湖北省设立20亿元量子科技产业投资基金，发布《湖北省加快发展量子科技产业三年行动方案（2023—2025年）》，致力于打造全国量子科技产业高地。

## 量子计算产业生态已具雏形

随着近年来量子计算原型机研制、软件研发、应用探索和云平台服务的快速发展，以及国内外各类型量子计算初创企业的大量涌现、量子应用企业的不断加入，量子计算领域的产业生态已具雏形（如图1所示）。目前全球量子计算相关企业数量已超过250家，欧美企业聚集度最高，各环节参与者逐步增多，产业生态蓬勃发展。

量子计算产业生态上游主要包括环境支撑系统、测控系统以及各类光电器件、线缆连接器等设备组件的提供商，这些企业是支持量子信息各大技术路线开展原型机研制的基础保障。目前，量子计算多种技术路线并行发展，对于上游供应链的需求各不相同，例如稀释制冷机主要用于超导和硅半导体路线，真空系统主要用于



图1 量子计算产业生态与国内外代表企业

离子阱和中性原子路线，高性能激光器和单光子探测器主要用于光量子路线。供应链需求的多元化和碎片化是当前量子计算产业发展的显著特征，在一定程度上限制了上游供应链企业的技术攻关和规模化发展。

量子计算产业生态中游主要由硬件和软件研发企业构成，量子计算原型机研制是产业生态的核心环节。目前，超导、离子阱、光量子、硅半导体和中性原子是产业界关注的主要技术路线，其中超导路线受到热捧，国内外科技企业和初创企业集中布局这一路线，硅半导体和拓扑技术路线也得到了英特尔和微软等科技企业的支持，离子阱、中性原子和光量子技术路线则主要由初创企业推动。近年来，量子计算领域涌现出大量初创企业，成为推动量子计算生态建设和应用场景探索的重要力量。

量子计算产业生态下游包括面

向用户提供服务的量子计算云平台企业，以及在各领域开展量子应用探索的行业企业。目前，IBM、亚马逊、微软等科技企业的量子计算云平台，在硬件丰富程度、软件框架完备性、商业模式成熟度等方面形成了较大的优势，已成为业界标杆。未来量子计算云平台的重要发展方向是构建多种技术路线的硬件支撑能力，实现编译指令、中间表示和编程框架等层面的互联互通。当前量子计算的潜在算力优势受到金融、航空航天、汽车、制药等领域欧美领军企业的高度重视，行业企业与量子计算企业联合开展应用探索已蔚然成风。

### 量子保密通信领域产业化进程持续推进

基于QKD（量子密钥分发）、QSDC（量子安全直接通信）、QRNG（量子随机数发生器）等技术的量子保

密通信，需要通信和信息安全领域的企业、用户联合开展产品研发和应用探索。只有明确系统融合方案和加密应用场景，才能为有高安全性需求的用户提供切实有效且成本收益合理的解决方案，进而带动技术产品规模化部署和产业化发展。量子保密通信领域产业总体架构如图2所示。

近年来，量子保密通信企业与运营商合作开展技术验证和应用探索已渐成趋势，双方在企业合作和网络建设方面取得一定进展。例如，中国移动与国科量子联合组建了信通数智量子科技有限公司，中国电信与国盾量子联合组建了中电信量子科技有限公司。合肥市已经建成包含8个核心节点和159个接入节点，总长度达1147千米的量子保密通信城域网，可为市、区两级党政机关的电子政务网络提供量子安全接入和数据传输加密服务。2023年中国电信投资30亿元在安徽成立了中电信量子信



图2 量子保密通信产业总体架构

息科技集团有限公司, 全面推动量子通信产业化, 并提高量子计算和量子测量等领域的开发能力。在“欧洲量子通信基础设施(EuroQCI)计划”的资金支持下, 欧洲多个国家启动了量子通信基础设施建设。西班牙Madrid Quantum项目将建设覆盖马德里大都市区的量子通信城域网, 法国、爱尔兰和丹麦等国开始建设量子通信试验网络并开展相关技术产品测试。

QKD、QSDC等技术与不同类型ICT系统及网络的融合应用研究持续开展。中国电信联合华为、烽火通信和国盾量子等企业开展了QKD与OTN(光传送网)设备融合组网的原型产品开发和测试验证, 推出了量子保密传送网和OTN融量子加密专线等概念方案。2023年, 基于FMF(少模光纤)和分离光放系统, 中国电信联合团队完成了QKD与经典光通信系统共纤传输的实验, 在100.96千米FMF和经典光通信带宽1Tbit/s的条件下, 实现了2.7 kbit/s密钥成码率。华夏银行联合北京量子信息科学研究院开展QSDC在银行关键数据加密传输方面的应用探

索。日本东芝和软银合作, 在英国建立量子技术中心, 开发兼容QKD接口的VPN(虚拟专用网)路由器产品, 完成基于IPSec协议的量子加密VPN通信技术实验。英国Bristol大学称, 通过将QKD设备与5G天线后端前传网络设施结合, 验证了在5G前传光信道中使用量子加密技术的可行性。意大利电信集团与QTI公司合作开展工业网络中的QKD应用演示, 可为工控交换机和边缘云计算节点的数据传输提供加密保护服务。

总而言之, 量子保密通信在系统、网络架构和安全性等方面的标准化研究已取得阶段性进展, 但仍有较大提升空间, 产业发展也面临诸多挑战, 未来产业界应大力推动技术标准实施验证和产品测评认证。

### 量子测量产业链形成, 规模化商用仍存挑战

在量子信息三大领域中, 量子测量具有技术方向多元、应用场景丰富、产业前景明确等特点。量子测量各技术方向的发展成熟度有较大差异, 既有原子

钟、原子重力仪等成熟的商用产品, 也有量子磁力计、光子量子雷达和量子陀螺等处于工程化研发和应用探索阶段的样机产品, 还有量子关联成像、里德堡原子天线等尚处于技术攻关阶段的原型机产品。近年来, 国内外量子测量领域的初创企业不断涌现, 传统企业也在不同技术方向加大布局力度, 由上游材料供应、中游样机产品研发和下游多领域行业应用组成的产业链基本形成(如图3所示)。

量子测量产业链上游主要指系统研发所需基础材料、元器件和支撑系统的提供商。基础材料包括高纯度同位素材料、金刚石、惰性气体等; 元器件主要包括激光器、原子气室、光学系统元器件、电子元器件、线缆等; 支撑系统主要包括磁屏蔽、真空、低温、隔振等环境保障。量子测量上游厂商主要集中在欧美地区。目前量子测量技术路线多元, 所需上游材料、器件差异性较大, 给上游企业整合优化带来了挑战。未来, 供应链发展需要“产学研”加大合作、产业链上下游协同创新, 通过共同研发、技术转让、联合生产等方式, 逐步实现上游供应链的整合和优化。此外, 建立行业标准和规范也是推动量子测量供应链发展的重要手段, 通过制定技术标准和建立检测体系, 推动上游材料和器件的标准化, 可降低供应链企业的成本和风险。

量子测量产业链中游包含各种技术路线的系统设备提供商。目前可以商用的量子测量设备包括量子时钟、量子重力仪、量子磁力计及其衍生产品、光子量子雷达等。冷原子钟多用于计量、授时、基础科研等场景, 其设备结构复杂、体积庞大, 产业化程度较低。热原子钟已经广泛应用于通信、电力、卫星导航等领域, 商业化成熟度最高。近年来, 芯片级的热原子钟成为产

业界关注的热点,该产品也逐步实现样机向商用产品的迭代演进,如果成本进一步降低,则有望替代现有高精度晶振并改变现有时频网络的体系架构。分子钟是近年来提出的一种新型量子时钟,其利用惰性气体的振动谱特

性,有望实现千秒稳 $10^{-13}\sim 10^{-11}$ 量级,且由纯电学元件驱动,无需光学器件和恒温加热系统,对磁场也不敏感,易实现芯片化,未来应用前景广阔。量子重力仪目前已实现集成化、可移动、自动化控制,未来还需要实现小型化并降低成本。量子磁力计近年来发展迅速,也随之衍生出一系列新型测量传感设备,如脑磁图仪、心磁图仪、量子扫描显微镜、量子电流互感器等,商业成熟度快速提升。量子雷达主要分为两种,一种是基于单光子探测的光量子雷达,另一种是基于量子纠缠、压缩等原理的量子干涉雷达、量子照明雷达和量子增强雷达。前者已经实现商用,后者仍处于原理验证阶段。光量子雷达在环境监测、道路交通、气象测绘等诸多领域具有广阔的应用前景,市场驱动力较大。量子惯性导航系统和原子天线等其他量子测量产品,在国防军工等领域有重要的战略价值,但产品成熟度还有待提升。

量子测量产业下游涉及基础科研、国防军工、生物医疗、能源开发、工业制造、资源勘探、环境监测等诸多领



图3 量子测量产业链与代表性企业

域。当前量子测量技术已经成为传统传感测量技术的有效补充,未来随着样机产品性能指标、工程化水平和体积成本的进一步优化,有望成为超越现有传感测量手段的下一代技术演进方向。但也应看到,大多量子测量技术仍处于实验室研发和原型机攻关阶段,产品如何从“实验室”走到“应用场”、样机整体能力指标如何全方位满足实际应用场景需求,仍是产业界和学术界需要协同解决的瓶颈问题。当前,量子测量技术的商业价值尚未完全显现,社会资本的投入力度有限,主要依靠公共研发资金支持。因此,加大对量子测量领域创新创业的支持力度,是未来推动量子测量技术商业化应用的必要条件。

### 培育量子信息未来产业需多方共同支持

量子信息技术是挑战人类调控微观世界能力极限的“世纪系统工程”,目前总体处于从基础研究向应用研究转换的发展关键期,近年来该领域

科研成果不断涌现、应用探索广泛开展、产业生态方兴未艾,已成为国家培育未来产业、构建新质生产力的焦点之一。

加快量子信息技术发展,推动创新成果应用,构建供应链、人才队伍和未来产业竞争力,已成为全球主要国家战略布局和政策规划的基本共识。新兴技术和未来产业的培育发展,需要政府战略规划和政策引导、公共研发资金投入、科研攻关突破、产业创新推动、行业应用转化等多方要素的共同支持。

面对全球量子信息技术快速发展的形势和日趋白热化的国际竞争态势,我国不进则退、慢进亦退。同时,我国量子信息领域在全方位体系布局、核心技术攻关、产业基础能力支撑、“产学研”协同合作和人才体系建设等方面,也存在一些短板和瓶颈。未来,产业界仍需在完善政策体系布局、强化战略科技力量、加快关键技术攻关、保障自主供给能力、加强“产学研用”协同等方面,进一步聚力加快发展,取得更多技术、应用与产业化成果。



## AI手机起步 运营商探索入局机会

■ 赛立信通信研究部 张敏研

2023年, ChatGPT在全球范围内引发了广泛关注和热议, 其在众多工作环境中的应用成果标志着AIGC(生成式人工智能)技术进入了一个崭新的发展阶段。2024年初, 在世界移动通信大会上, 多家手机厂商明确表达了对AI技

术的战略聚焦, 并表示2024年AI手机将成为其业务拓展的关键方向。

IDC和OPPO联合发布的《AI手机白皮书》显示, 当前AI技术全方位推动产业升级, 对各行各业的赋能效应日益凸显, 而智能手机作为广大用户日常生活

中不可缺少的移动终端, 其与AI的结合正迎来一次用户体验的革命性升级。AI手机将打造全新的高效使用场景与交互模式, 为用户提供更为智能化、个性化的服务。IDC预计, 到2027年中国市场AI手机的占比将由5.5%提升至51.9%。

## AI手机“赛道”火热

2024年才过去3个多月,已有多家手机厂商竞相发布旗下新款AI手机,以期在激烈的市场竞争中抢占先机,牢牢把握新的增长动力源。

1月8日,OPPO发布搭载70亿参数大模型的AI手机——Find X7系列,这款手机的AI应用主要聚焦在图片处理、智能通话和文章摘要生成等。其中,图片处理主要体现在AIGC消除功能,即对图片进行智能分析和编辑,帮助用户快速优化图片,使图片达到理想效果。智能通话能够实时对通话内容进行深度学习提炼,极大提升沟通效率和用户体验。

1月18日,三星发布搭载Galaxy AI的Galaxy S24系列手机, Galaxy AI融合了三星自研AI产品Samsung Gauss大模型和多项专有小模型。该系列手机突出的AI功能有两个,一是通话实时翻译,用户在通话过程中可使用实时语音翻译功能,且这项功能可以完全基于手机端的AI能力实现,通话信息也将保留在手机上,进一步保障用户的隐私安全。二是“即圈即搜”,只要用户圈定手机上的内容就可以显示搜索结果,该过程无需跳出APP。Galaxy S24系列手机发售以后,市场反馈热烈。据报道, Galaxy S24系列上市仅28天,在韩国市场的销量就达到了百万部,成为当地最快破百万销量的Galaxy S系列手机。

2月18日,魅族宣布“ALL in AI”计划,并表示集团将停止传统智能手机的新研发项目,转而全力投入AI终端的创新研发。2月末,魅族正式发布魅族21 PRO开放式AI终端。魅族21 PRO的亮点在于对所有软件开发者、大模型平台开放,这意味着开发者们将拥有前所未有的广阔空间来探索并实现AI功能创

新,目前这款产品的AI能力主要聚焦于语音助手、图像处理和文本辅助输入等功能。

## AI手机面临三大挑战

目前业界对于AI手机的定义尚无明确共识,荣耀CEO赵明曾表示:“能够提供AIGC能力的手机并不等于AI手机,甚至相去甚远,真正的AI手机是可以发展、进化的,它搭载的是个性化的操作系统,它真正懂用户,而且每个人的AI手机都能提供‘千人千面’的不同体验”。当前阶段, AI手机产业正处于起步探索的关键时期,面临的挑战繁多且复杂。

挑战一:从技术层面上讲,“合格”的AI手机需要实现多模式交互,能高效调用资源,甚至能够预判用户行为,为用户带来更加智能化、个性化的体验。因此,如何持续优化和完善AI算法成为首要难题,尽管现有的AI芯片已经具备强大的计算能力,但在有限的硬件资源下,实现更加高效、更低能耗的AI运算仍是一项艰巨任务。此外,如何将复杂的AI技术应用到移动端并保持实时响应,避免时延过高影响用户体验,也是业内亟待解决的难题。

挑战二:在数据安全与隐私保护方面, AI能力的调用必定是以庞大的用户数据、行为数据作为基础,也离不开对采集的数据进行分析。而如何在利用数据驱动AI功能提升的同时,确保用户数据的安全和隐私权不受侵犯,成为业内推动AI手机健康发展必须破解的难题。

挑战三:对于手机厂商而言,面对市场日益激烈的竞争态势,如何精确把握市场定位并研发出切实满足不同消费者需求的AI手机产品,是一项艰巨的任务。例如,手机的使用者既可以是追求

全面智能化的“创新者”,也可以是坚守传统使用习惯、高度重视个人隐私保护的“保守者”,而终端厂商需要在手机功能创新上找准两者需求之间的平衡点,即在推动技术创新的同时,兼顾不同用户群体对于便捷性、个性化及隐私安全的多重诉求。

## 找准定位,运营商入局AI手机

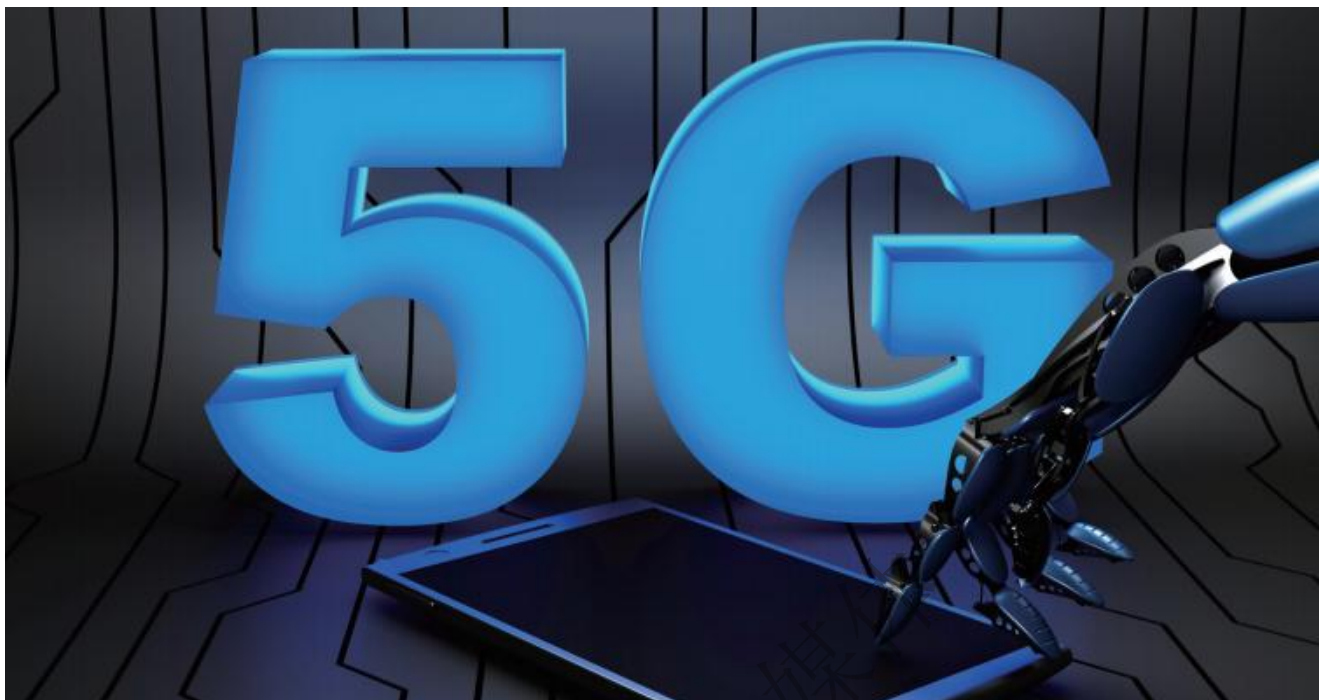
2024年毫无疑问是AI手机的商用元年,那在这样一个“蓝海赛道”中,通信运营商是否能找准自身定位并发挥关键作用呢?笔者有以下几个观点。

首先,在基础设施层面,通信运营商是推动5G/6G等新一代移动通信技术发展的主力军,可通过构建高速、低时延、高容量的网络环境,为AI手机提供强大的数据传输能力和实时交互支持,确保基于云端的AI应用能够流畅运行,以此推动整个产业生态的繁荣发展。

其次,通信运营商在保护用户隐私和数据安全方面肩负重任,可通过加强自身系统的安全性建设、严格遵守法规政策,为用户提供可靠的数据保护措施,使得用户在享受AI手机带来便利的同时,无需担心隐私泄露的麻烦。

最后,在生态构建上,通信运营商可以深化与终端厂商、互联网企业的合作,共同构建开放且互联互通的AI生态,吸引广大开发者利用其提供的API接口与服务资源,创造更多的AI应用,丰富AI手机的内容生态。

当前业界普遍认为, AI手机是智能手机行业的新“蓝海”市场,是连接万物、洞察人性的综合载体。在这一发展进程中,相关企业需找准定位,把握机遇,积极融入产业链各环节,助力AI手机产业迈向更高层次的发展阶段。CW



## 生成式AI变革通信行业 国际运营商如何布局？

■ 中国联通研究院 胡萌珊

Gartner发布的2023年新兴技术成熟度曲线显示，生成式AI目前处于期望膨胀期，预计将在二到五年内产生巨大效益，催生全新的创新机会。运营商网络每天都产生丰富的数据，生成式AI使运营商能够高效处理这些数据，识别模式并生成创新解决方案，从而提高运营效率，扩展收入来源。因此运营商将生成式AI视为创造增量价值的一种手段，已在多个业务和领域中测试，并在测试过程中探索生成式AI的潜力。面

对这一重要趋势，国际运营商采用了怎样的生成式AI发展策略，实践了哪些应用，又面临怎样的挑战？

### 运营商生成式AI发展策略

目前生成式AI处于早期发展阶段，运营商在该领域布局的最大区别在于选择从头开发基础模型（激进派）还是使用现成的模型（保守派）。其中，使用现成模型的运营商占大多数，这类运营商会使用专有的内部数据来训练模型，

使其更贴合自身在客服、运营和网络等方面的需求。

### 激进派：开发为运营商定制的大语言模型

以韩国SKT和德国电信等为代表的运营商在生成式AI布局方面较为激进，采用联盟的形式从头开发电信行业专属的大语言模型（LLM）。

在“MWC2024”上，SKT、德国电信、e&Group、新加坡电信和软银宣布成立全球电信人工智能联盟（GTAA），

部署创新人工智能应用程序的工作，开发专门针对电信公司需求的大语言模型。生成式AI依赖于大语言模型，该模型需要在特定语言的数据语料库中进行训练。一方面，由于语言障碍，亚太、中东地区应用生成式AI的进程滞后。大多数领先的大语言模型处理非英语语言的能力有限，尤其是亚洲语言。例如，ChatGPT在泰语中应用的效果不如英语，部分国家或地区的运营商可能需要自行训练部分语言模型才能获得相同的效果。另一方面，通用大模型的训练数据很少涉及通信行业特有的套餐、合约和特殊硬件（如路由器）等信息，因此运营商需要针对电信行业特定问题，利用自身的数据微调模型，并根据特定语言进行优化，但这降低了生成式AI的部署效率。而为电信行业量身定制大语言模型将使运营商能够更快速、高效地部署高质量的生成式AI，加速电信业务和服务的人工智能转型。

### 保守派：利用现成模型优化运营

与SKT等激进派相比，大多数运营商在生成式AI方面的布局相对保守，主要聚焦在利用现成的模型加快生成式AI的应用，对自身的网络和运营进行优化、改善用户体验、赋能员工等方面。少数具有强大数据处理能力的运营商，则探索利用生成式AI创造新的收入来源。

#### 1. 增强服务

基于生成式AI的用户服务聊天机器人是最重要且较为成熟的应用。该应用能够了解用户意图，快速理解、总结和回应用户的具体问题，在为用户提供个性化服务的同时减少呼叫量，使客服人员能够腾出时间处理更复杂的问题。IBM的研究表明，公司将呼叫中心平均呼叫处理时间每缩短一秒，每年可节省100万美元成本。聊天机器人可将平均查询处理成本从5~12美元降低到1美

元。从长远来看，生成式AI可以在提供信息的基础上，为用户提供套餐变更、升级或续签合同等服务，而无需人工干预。

例如，印度尼西亚电信公司Telkomsel推出的虚拟助手Veronika使用了一系列植根于自然语言处理（NLP）和机器学习的编程语言，这使其能够在服务用户时提供更自然、直观的交互。机器学习技术的优势使Veronika能够更深入地了解用户的服务需求，从而能够以更具体的方式，针对每位用户的要求和使用情况提供量身定制的解决方案。例如，根据用户需求推荐合适的产品及相关信息，从而提供更个性化的服务。

#### 2. 赋能员工

与用于用户服务的生成式AI类似，赋能员工的生成式AI同样以“助理”的形态呈现，帮助员工更高效、更出色地完成工作。

沃达丰使用生成式AI技术编写代码，在大约250名开发人员参与的试验中，生产率提高了30%~45%。AT&T推出了基于ChatGPT的生成式AI平台“Ask AT&T”，让员工专注于更复杂、更高价值的任务。Ask AT&T能够使用生成式AI将遗留代码转换为现代代码，或授权员工完成常见的人力资源任务，例如更改预扣税、在保险计划中添加家属或为新员工申请计算机。员工可以向Ask AT&T询问问题或向其发出命令，该平台就会替员工把问题或命令发送给适当的人员。也许不久以后，运营商还可以利用用户互动的数据，为客服人员提供辅导和绩效提升指导，或使用人工智能工具进行实时销售指导，继续释放生成式AI的力量。

#### 3. 网络优化

网络是运营商的核心资产和主要成本所在。通过应用生成式AI技术，运

营商可主动追踪并研究其网络及其他数据参数，优化网络规划和管理，在降本增效的同时为用户提供更高效、更可靠的服务。但网络数据的敏感性是这方面应用发展的限制因素之一。

根据从网络性能、流量和用户行为等方面收集的数据，Three UK利用Azure Operator Insights优化网络配置、策略和参数。随着相关技术的深入部署，生成式AI可以从现有的网络设置中学习并生成新的网络设置，从而提高网络的效率、可靠性和安全性，帮助运营商针对不同应用和用户设计并部署最佳网络切片方案，或调整网络参数以应对不断变化的需求。同时生成式AI可以根据网络状态生成并执行适当的操作，从而帮助自动化网络管理任务，例如故障检测、诊断和排除。此外，生成式AI还可以使用自然语言处理，实现运营商和网络系统之间更加人性化的交互，如使用语音来控制网络功能、接收网络状态及其存在问题的自然语言解释。

当然，生成式AI还可以在网络生命周期的各个阶段发挥关键作用。例如工程师在安装网络元件时通常依赖手册和记录，而生成式AI可以学习这些数据并提供交互式指导和提示，以简化安装任务，加快安装速度。生成式AI还可以根据网络拓扑和配置数据对基础模型进行训练，用以推荐网络元素的配置。此外，当网络出现故障时，生成式AI还可以向工程师推荐排除故障的操作和程序。

#### 4. 创造新的收入来源

少数具有强大数据处理能力的运营商将利用生成式AI创造新的收入来源。例如，Orange宣布将在体育市场上使用生成式AI创造新产品，同时尝试探索生成式AI在媒体环境中的货币化途径。SKT则开发了一款以消费者为中心

的应用程序，使用户能够与之交互，进行诸如听音乐、发送短信、支付以及管理日程安排等操作。

除以上用例外，运营商还可以尝试使用基于AI的工具理解和分析用户数据，并利用生成式AI通过个性化消息推送和精准营销来提升业绩。例如，根据目标受众的兴趣和行为，使用生成式AI创建线上内容的标题、摘要、关键字和内容，提升内容对用户的吸引力。生成式AI还可以使用网络分析、用户关系管理平台及社交媒体等各种来源的数据，根据用户的属性、愿望、偏好和行为对用户进行细分，然后相应地制定个性化优惠措施，或根据用户之前的购买记录、网络历史记录和反馈等数据，向用户推荐合适的个性化产品和服务。例如，根据每个用户的预算、需求和使用习惯，运营商可以利用生成式AI为其提供最佳套餐配置或服务建议。生成式AI还可以使用第三方数据库、社交媒体等各种来源的数据，挖掘并联系与理想用户资料匹配的潜在用户，帮助销售团队创造机会。例如，使用生成式AI识别并联系正在搜索类似服务、具有明显意图并符合决策者标准的潜在用户，为运营商的业务解决方案创造销售机会。

## 问题与挑战

随着运营商深入部署生成式AI，其面临的问题和挑战也逐渐显现。

一是数据治理问题。生成式AI效果的好坏取决于训练它所用数据的质量。运营商虽然拥有丰富的数据，但多数情况下这些数据都存在以下问题。首先是碎片化，数据由不同的系统收集和存储，没有一个统一的数据库可供人工智能系统访问；其次是非结构化，数据存储为大量未分类数据，没有任何上下文或对其相关内容的解释，这对于人工

智能算法来说价值较低；最后是不完整，运营商常常丢失数据，而不完整的数据可能会导致人工智能系统的学习不一致或出现错误。例如 Verizon虽然拥有大量数据，但这些数据存在于2.9万个不同的数据源中，在很多方面都是碎片化的，没有统一的分类方法。因此，Verizon正在将所有数据整合到通用平台并转化为通用的治理和分类结构。由此可见，运营商的数据处理能力将对其采用生成式AI的进程产生重大影响。在生成式AI应用方面处于领先地位的、具有强大数据处理能力的运营商在组织上具有以下共同特征：设有专门的AI卓越中心、普遍使用高级数据分析（在整个组织中使用高级分析，而不仅限于某些业务领域）以及具备现代数据基础设施（例如云计算设施）。

二是安全合规问题。利用生成式AI需要大量的专有数据，运营商数据涉及敏感的用户信息，需要遵循严格的数据保护法规，确保数据安全合规（包括知识产权）是重大挑战。

三是缺乏实施和管理生成式AI的内部专业知识。运营商内部的人工智能人才通常有限，很难找到同时精通数据科学、机器学习和人工智能算法的专业人士，招聘和留住人才对运营商而言都有一定挑战性。而对现有员工进行人工智能培训可能既耗时又耗成本，建立内部人工智能团队更需要大量时间，且可能收效甚微。在深入研究和开发关键应用之前，需要确保团队具备相应技能并熟悉他们需要的工具。这对于运营商使用生成式AI来说极为重要，因为相关工具以及使用它们所需的技能都在快速变化。

四是遗留系统集成。运营商在处理过时的技术系统（即遗留系统）时仍然面临重大障碍。技术债（企业不解决影响未来的问题时产生的隐含成本）和复杂集成的负担导致通信运营商的现代

化步伐比其他行业慢。Gartner预测，到2025年技术债将消耗运营商当前IT预算的40%以上。难以将新的生成式AI工具集成到旧的遗留系统中是人工智能集成失败最常见的原因之一。同时，将人工智能解决方案与遗留系统、应用程序和网络集成可能导致兼容性问题。仔细规划方案并确保与遗留系统的兼容，这对于人工智能的成功集成至关重要。

五是组织内部沟通协调问题。在组织中，运营商在采用生成式AI时需要引导多个利益相关者积极参与，其中业务和IT利益相关者对于评估和实施生成式AI尤为关键。一方面，业务部门（例如用户服务、营销和网络等）的领导者需要参与生成式AI的构思过程，并与其他利益相关者一起进行概念验证。另一方面，IT部门虽然在评估中的作用较小，但在生成式AI应用中起关键作用。这两方关键利益相关者共同决定生成式AI是否在组织中被采用，以及如何被采用，因此沟通和协调双方的合作是一大挑战。

## 未来展望

生成式AI使运营商能够处理大量数据、识别模式并生成新颖的解决方案，有望改变传统做法并促进全行业创新。AWS的一项研究预计，运营商对生成式AI的投资将持续增加。目前已经采用生成式AI的运营商仅将其总技术支出的不到1%用于这些功能，但45%受访的运营商表示未来两年用于生成式AI的支出预计将激增至总技术支出的2%~6%。这表明随着运营商扩大应用规模并探索新的应用领域，其在生成式AI上的支出在不久的将来可能增长六倍之多。为了推动行业蓬勃发展，运营商必须直面众多挑战，立足长远，将生成式AI融入自身运营结构中，释放生成式AI的真正力量。CW

# 瑞典物联网 发展洞察与启示

■ 中国信息通信研究院 林鹏

物联网既是实现人、机、物泛在连接的载体，又是提供信息感知、信息传输、信息处理等服务的数字信息基础设施，目前物联网正加速与经济社会深度融合，在推动数字经济发展、赋能传统产业转型升级方面发挥着重要作用。GSMA统计数据显示：2019年，瑞典蜂窝物联网连接数超过了移动终端用户数，实现了“物超人”的突破；截至2023年9月，瑞典蜂窝物联网连接数是移动终端用户数的1.8倍。作为当前“物超人”比例最高的国家，瑞典全面发展物联网的举措对于我国具有重要的借鉴意义。

## 具有“瑞典特色”的物联网发展之路

### 把握移动通信技术发展机遇，持续出台政策推动物联网发展

瑞典政府重视移动通信技术标准的演进，持续发布政策措施推动物联网发展。2010年出台《移动网络覆盖计划》，提出在全国范围内提供高质量的移动通信网络覆盖，解决城市和农村地区网络覆盖不均衡的问题，推动4G网络建设和升级。2016年发布的《基建瑞典2030战略》明确提出，推

动数字化基础设施建设，培育物联网、5G通信等新技术应用，支持智慧城市、智能制造和智慧交通等领域的发展。2017年发布的《2025年之前的宽带战略》强调，到2025年完成全国光纤、移动4G/5G、有线电视、广播、卫星通信等基础设施建设，满足民众通信和数字消费的需求。2019年推出《瑞典5G行动计划》，旨在加快5G网络基础设施建设，为5G网络建设提供政策和资金支持，提高各领域数字化水平和国际竞争力，推动瑞典成为全球5G的领导者。一系列相关战略、政策措施的出台，在为瑞典物联网发展指明方向和目标的同时，也提供了政策保障，持续推动瑞典物联网的高质量发展。

### 多措并举推进网络建设，夯实基础设施底座

瑞典重视网络基础设施建设，采取了多种措施提升网络覆盖能力，打造高速、稳定和可靠的物联网网络。瑞典PTS（邮政和电信管理局）明确网络覆盖责任，要求通信运营商满足基本的移动宽带连接要求，确保农村和偏远地区实现普遍覆盖，并在颁发频谱许可时，根据区域特点对通信运营商提出网络覆盖要求。政府开放邮政网点、学校、医院

等公共设施供运营商建设网络，运营商通过站址、基站、网络共建共享降低建设成本，例如Tele2和Telenor合资成立Net4Mobility，推动频段共享、基建共建。政府为农村和偏远地区网络覆盖提供建设资金补助，从2017年到2020年，瑞典政府共拨付了41亿瑞典克朗（约合28亿元人民币）用于上述地区高速宽带网络的建设。PTS定期对通信运营商网络覆盖水平进行监测和评估，及时发现问题并监督整改。在政府和通信运营商的共同努力下，瑞典形成了“3G/4G覆盖农村及偏远地区、4G/5G覆盖城市区域”的网络格局，网络质量在欧洲国家中名列前茅，坚实的网络基础为物联网发展提供了泛在的网络接入能力。

### 加快物联网应用融合与推广，培育物联网应用生态

瑞典政府为产业各方探索物联网在垂直行业的应用创造良好条件。瑞典政府开放应用场景，协调政府、学术界、产业界和研究机构共同开展应用研究、试验和合作，并给予项目资金支持，推动物联网技术与行业应用融合发展。政府设立了瑞典物联网创新中心、瑞典皇家理工学院物联网创新中心等

多家专业机构，服务于物联网技术的研发和应用，推动物联网技术在各个行业领域的应用和发展。瑞典“战略创新计划”支持物联网等17个具备战略意义领域的创新，通过增加物联网在公共部门的使用来创造价值，如智慧交通、工业自动化和信息化、“2030可持续生产”、健康生活、活力城市等领域的物联网应用相当普遍。此外，“创新伙伴关系计划”支持下一代交通、智慧城市、工业制造等多个领域物联网项目的应用研究；“智慧城市计划”推动物联网在智慧城市建设中的应用，提升智慧交通、智能能源、公共服务等领域的智能化水平。

瑞典重视物联网应用的展示和推广，打造了国家物联网创新中心物联网示范区、斯德哥尔摩物联网示范区等，通过应用实例展示物联网技术在不同领域的应用效果，提高公众对物联网技术的认知，为行业和企业提供可借鉴的经验和解决方案。瑞典政府大力支持物联网应用的普及，促进新技术与传统行业融合发展，为物联网应用落地创造了有利条件。

### 面向全球输出产品和服务，强化物联网全球竞争优势

瑞典积极引导企业将物联网技术应用于传统领域，推进物联网赋能行业数字化转型和绿色低碳发展，支持企业深耕各自专业领域，提升物联网产品和服务的国际竞争力。瑞典研发经费支出占GDP比重连续20多年超过3%，远超世界平均水平（约2%），在2023年全球创新指数（GII）排名中，瑞典名列第二，其物联网领域创新尤为活跃。瑞典物联网产业在全球占有重要地位，涵盖了多个领域，5G设备全球市场份额接近30%、工业物联网设备全球市场份额超15%、智能家

居产品在欧洲的市场份额约20%。此外，瑞典在智慧交通、智慧城市、医疗健康等领域的物联网应用都具有领先优势。瑞典政府和企业积极参与国际物联网合作和交流，共同推动其他国家和地区物联网技术的发展和應用，通过多种计划和基金为企业提供项目支持，面向全球提供物联网解决方案和服务，以此提升自身在全球物联网领域的影响力。

### 瑞典物联网发展带给我们的启示

瑞典的物联网络实现了农村和偏远地区广泛覆盖，产业各方探索融合应用并在诸多领域形成领先优势，企业面向全球提供物联网产品和服务。可以说，瑞典物联网的发展走在了国际前列。瑞典在物联网领域的成功经验带给我们以下启示。

#### 统筹规划，推进物联网基础设施建设


与瑞典相比，我国幅员辽阔、地势复杂，物联网络覆盖难度大、建设成本高，需统筹规划，给予网络建设更多政策、资金、税收等方面支持，充分引导运营商共建共享，降低网络建设和运营成本。在此基础上，开展物联网络覆盖监测与评估，推动物联网络由热点区域普遍覆盖，向区域深度覆盖、区域之间连续覆盖递进。我国物联网2G/3G/4G/5G/NB-IoT五张网络并存，需制定计划逐步实现2G/3G退网，以提高频谱利用率并降低运营成本；同时构建4G/5G协同发展的极简网络模式，夯实万物互联、连接泛在的物联网基础底座。

#### 融合发展，培育物联网应用

我国拥有完整的国民经济体系，应用场景十分丰富，企业数字化转型和绿

色低碳发展需求迫切。截至2023年9月，我国蜂窝物联网连接数全球占比超过75%。面向to C领域，我国蜂窝物联网在公共服务、车联网、智慧零售、智能家居等领域的应用规模达到亿级，而在应用规模上量的同时也应充分发挥连接的价值；面向to B、to G领域，物联网连接价值有待进一步挖掘。借鉴瑞典应用培育模式，行业主管部门应为物联网融合应用探索提供试验场，打破垂直行业之间的壁垒，支持物联网在各行各业的应用创新，协调政府、学术界、产业界和研究机构共同开展行业融合应用研究，由高校、企业联合打造物联网创新中心，从行业应用需求出发，开展技术研发和应用试点，提升物联网在垂直行业的应用深度。

#### 面向海外复制推广，推动物联网“出海远航”

瑞典积极推动数字化转型，帮助企业采用先进的技术和解决方案提高产品竞争力，积极构建对外沟通的桥梁，面向全球市场输出解决方案。我国物联网应用经过多年的探索和培育，在产业数字化、治理智能化、生活智慧化等诸多领域形成了一批较为成熟的产品和服务，尤其是在钢铁、港口、矿山、电站等领域，5G物联网应用已较为成熟，具备向外输出产品和解决方案的能力。因此，应组织研究机构为“出海”企业提供物联网国际市场咨询，帮助企业了解全球市场需求和发展趋势；与其他国家建立物联网合作机制，共同开展物联网研究和项目合作，分享技术和市场资源，提高物联网的整体应用水平；搭建对外沟通交流的平台，为企业产品“出海”提供支持，通过跨国企业、行业协会加强与国外行业组织及企业的沟通，帮助企业在全球范围内销售产品和推广解决方案，提升我国物联网产品及服务的国际影响力。 

# 绿色算力技术创新发展态势分析

■ 中国信息通信研究院云计算与大数据研究所 李洁 王月

自我国正式提出“双碳”战略目标以来，绿色低碳、节能环保成为各产业布局的底层逻辑。工业和信息化部等六部门发布《算力基础设施高质量发展行动计划》，提出“提升资源利用和算力碳效水平”“引导市场应用绿色低碳算力”“算力赋能行业绿色低碳转型”等多项要求。中国信息通信研究院（以下简称“中国信通院”）云计算与大数据研究所数据中心部在深入研究算力行业技术发展与创新趋势，总结绿色算力在新技术、新产品、新解决方案落地应用上的积极进展之后，编制了《绿色算力技术创新研究报告（2024年）》，以期为我国算力产业绿色高质量发展提供有益参考。

## 绿色算力发展态势

绿色算力是算力基础设施实现绿色、低碳、可持续发展的一种算力形式，把自然资源、环境资源作为算力发展需要考虑的关键，把经济效益、环境保护、社会责任有机融合，可实现算力的低碳清洁、高效利用与科学配置，达成算力设施、算力设备、算力平台和算力赋能的“四位一体”绿色发展共识。

绿色算力技术是保障绿色算力发展的技术体系，主要包括材料创新、产品创新、工艺创新和手段创新等，涉及底层硬件、平台软件、核心算法等多个方面，并需要考虑碳排放、水资源、废弃物、土地、生态系统等多种资源。



在政策方面，从《关于数据中心建设布局的指导意见》提出充分考虑资源环境条件，到《新型数据中心发展三年行动计划（2021—2023年）》引导数据中心向新能源发电侧建设，再到《算力基础设施高质量发展行动计划》提出要推进算力应用全产业链节能减排，可以看出我国算力绿色发展的侧重点，正逐步从数据中心布局绿色转向全产业链条绿色。

在产业方面，随着算力应用场景不断拓展，算力需求愈发旺盛，据中国信通院与开放数据中心委员会最新测算，截至2023年底，全国在用数据中心机架总规模达到810万架，我国算力总规模达到230EFlops。此外，我国算力市场具有产业链条长、参与主体多、应用范围广等特性，企业在面对效益和成本的现实需求时，纷纷转向绿色技术和管理创新，追求节约资源和提高能效。

1996年以来，绿色算力经历了初级阶段、起步阶段和

发展阶段。当前,我国及部分先进国家正处于发展阶段,算效(CE)、算力碳效(CEPS)等性能评价指标被相继提出,企业已经将绿色意识与业务发展深度结合。未来,绿色算力将进入成熟阶段,绿色算力技术也将全面普及并赋能千行百业。

全局性、先导性以及长期性是绿色算力具有的属性特征。算力与绿色发展的深度融合,既需要产业外各相关体系协同联动,又需要产业内各领域间汇聚合力。绿色算力产业关联系数大,技术连带功能强,可有效带动数字经济发展。此外,算力实现全面绿色发展是一项长期的综合性任务,需要稳扎稳打、循序渐进。

近年来,我国发布的多项推动数据中心发展政策都将“数据中心绿色低碳等级4A”作为标准。为了更好地推进我国算力基础设施绿色低碳高质量发展,中国信通院联合多家企事业单位编制了《互联网数据中心(IDC)技术和分级要求》(GB/T 43331-2023)国家标准,规定了IDC在绿色、可用性、安全性、服务能力、算力算效、低碳等六大方面的技术及分级要求。同时,开放数据中心委员会联合中国信通院积极开展“数据中心绿色等级认证”“数据中心低碳等级认证”等DC-TECH等级系列认证,其含金量和公信力已受到业界的广泛认可。

## 绿色算力设施层技术创新

算力设施为IT及网络设备提供基础的动力来源、能源配送和可靠性保障,供电系统、储能系统、制冷散热系统是算力设施绿色创新技术发展的关键。

数据中心主要依赖电力驱动,因此,稳步提升太阳能、风能、水能等可再生能源电力在数据中心的应用是算力绿色发展的关键。一方面,可以从源头上将数据中心所需的驱动电力替换为可再生能源电力,不断扩大可再生能源的消纳比例和规模,探索“源网荷储”模式,逐步实现“碳中和”或者“零碳”。另一方面,通过创新供电模式减少传输损耗,缩短电力传输路径,节能增效。例如,“一路市电+一路高压直流”相结合的模式,可以使供电效率提升,在负荷侧就近建立电源供电,有效缩短“源”“荷”距离,减少传输损耗。

储能技术是推动算力在设施层实现绿色转型的重要因素。储能可分为数据中心级储能和数据中心内储能,不同的储能部署方式可满足数据中心多样储能需求。储能介质以及储能材料在绿色低碳产业趋势下,也要具备安全可靠、性价比高、环境友好、循环寿命长等优点。但是目前寿命短、能量密度低、可造成环境污染的铅酸电池仍是提供短暂供电的主要后备电源,因此锂电池储能成为数据中心主要探索的方向。

制冷系统是数据中心除IT系统外最大的耗能单元,是影响数据中心高效节能的重要因素。数据中心运营方应根据数据中心环境情况以及自身规模充分利用自然冷源制冷,减少和避免使用机械制冷。同时,液冷作为数据中心新兴制冷技术,实现了服务器高效散热,能够有效满足发热量大的元件及高功率密度机柜的散热需求,大幅减少数据中心能耗。除此之外,余热回收作为有效的能源节约手段,也有着广泛的应用前景。

针对基础设施绿色技术创新,中国信通院依托开放数据中心委员会的“冰河”项目组,牵头制定了我国数据中心液冷领域首批通信行业标准,涵盖冷板式、浸没式等主要液冷方式的设计、实施、运营等环节技术要求和测试方法,有效填补了数据中心液冷领域的标准空白,对于企业应用液冷技术及我国液冷行业的有序建设具有重要指导意义。

## 绿色算力设备层技术创新

算力设备是算力产生的源头,包含了计算、存储等IT和网络设备,以服务器、芯片为核心部件,实现对数据的处理与输出。针对算力设备的绿色技术包括服务器计算高效、存储先进、网络传输无损等。

服务器承载数据处理和结果输出的功能,是算力供给的核心装备,也是数据中心最主要的耗能设备。从指令集架构、产品形态等维度对服务器进行工艺和产品创新,可以实现高效节能。

存储设备随着数据产生量的激增也面临着巨大挑战,高性能、低能耗的存储需求逐渐攀升。数据分级、冷热数据分治、优化存储设计成为降低单位容量数据成本和功耗、提升数据存储效率和密度的有效方式;存算分离架构、高密度设计以及风液冷融合设计都可以大幅降低能耗;数据融合技术、软件编码技术和数据重删技术也是业界研究的绿色技术方向。

打造无损高效的网络运载服务能力,是保障算力的传输和供给、实现绿色低碳的重要部分。部署超低损耗光纤、实现全光接入网络覆盖是降低损耗、提升网络传输效率的关键。此外,通过网络动态适配技术和网络弹性智能技术,可优化网络资源利用,减少能源消耗。

对于算力设备层的绿色技术,中国信通院具有完备的测试能力。

针对产品级测试,中国信通院依托开放数据中心委员会和国家市场监管重点实验室联合发起“算力强基行动”。“算力强基行动”涵盖“计算、存储、网络、其他”四大方向,构建起目前业界完整权威的产品测试体系。针对数据中心级的能力认

证,中国信通院联合开放数据中心委员会积极开展了“数据中心算力等级认证”“数据中心存力等级认证”“数据中心智能化运行等级认证”,推动算力、存力与智能化水平协调发展。

中国信通院在2022—2023年先后发布了《中国算力白皮书》《中国存力白皮书》和《中国运力白皮书》,分别聚焦算力、存力和运力的技术发展和产业趋势,为我国算力发展规划提供了重要参考。

## 绿色算力平台层技术创新

算力平台是以算力设备为基础,集成了操作系统、应用程序、算法等多样化工具和软件,为业务提供算力的平台。可通过全局资源调度优化技术提高算力利用效率,结合产品开发简化和资源监测评估智能化等技术,实现算力平台层面的绿色低碳发展。

新型计算架构提供了一种可扩展和适应不断变化的硬件、软件环境的方案,通过屏蔽异构硬件差异,减少用户跨架构编程的重编译和迁移代价;提供统一异构硬件开发工具,以及便捷化业务开发和部署方式,如无服务器与人工智能工具可帮助简化产品开发,实现算力资源高效利用。

算力平台的能效监测与评估功能用于监测、管理能源消耗和碳排放,旨在保障数据中心及算力设备的资源利用效率,同时降低碳排放,实现绿色、低碳、可持续的运营效果。其中,资源和碳排放监测是实现低碳运营的基础,能效分析和人工智能调优是实现低碳运营的关键,在综合分析数据中心的能源效率和性能情况的基础上,利用人工智能技术作出更优的资源分配和调度决策。

目前,中国信通院正在编制算力应用平台的计算效用提升评价标准及CPU利用效率指标评价方法,以期在软件层面建立算力利用效率评价体系。

## 绿色算力技术赋能经济社会发展

随着经济社会对算力的需求与日俱增,能耗和环境压力也随之而来,亟需采用绿色算力创新技术以降低成本、提高效率,实现经济社会高质量发展和绿色转型同步进行。

随着AI的蓬勃发展,信息通信行业对算力和能源提出了更高的要求,建立兼顾性能和能耗的绿色算法度量标准,构建绿色集约的大模型成为行业绿色高质量发展的必然要求。此外,工业、智慧城市等也成了重要的应用场景。绿色算力技术和工业互联网平台融合协同,一方面可以助力工业提质增效;另一方面,绿色随算力流动,融入全产业链,为降低产业

能耗和碳排放提供新思路。智慧城市建设也成为多地的重点工作,智慧交通、智慧水务、智慧旅游等场景的应用离不开绿色算力的支持。

在算力赋能方面,中国信通院也拥有相应的“算力赋能等级认证”。该认证针对数据中心的服务品质评价、服务支持评价及赋能的实际成效等维度,对数据中心自身在对外赋能时的能力与价值进行分级认证,以期助推算力赋能千行百业转型升级。

## 对绿色算力发展的展望与建议

为实现绿色算力的高效发展,政策引导与技术创新缺一不可,前瞻性政策为绿色算力发展明确方向并提供有力保障,技术的不断创新为绿色算力的实现提供强大动力。

### 加强绿色算力政策保障

构建高效协同的绿色算力技术产业生态,支持算力企业提升自主创新水平,加大研发投入,提升核心技术竞争力。要建立和完善绿色算力标准体系,推进标准在算力基础设施等相关重点企业和重点领域中的应用。

### 夯实绿色能源底座支撑

全面夯实绿色算力底层基础,引领算力能源供给侧关键核心技术创新,支持数据中心等用能主体加快提升新能源用电比例,加快以数据中心为负荷的“源网荷储”一体化研究和实践探索。


### 巩固绿色设备技术创新

继续巩固算力设备绿色化发展基础,鼓励绿色新技术研发和实际应用,支持深度应用冷板式、浸没式液冷服务器,推动研发高性能的AI芯片,使用先进闪存介质,探索存算分离架构及高密存储,降低设备层面的能源消耗。

### 聚焦绿色平台能力建设

关注软件和平台技术,充分激发硬件的性能,结合人工智能技术实现算力在时间和空间上的可调可控,进一步优化平台算法策略和参数设置,降低代码运行能耗。

深入挖掘应用场景价值。继续拓展算力在数字经济、数字社会上的赋能范围,促使产业上游供给绿色算力以满足业务需求,引导应用方和消费者在日常生活中选择绿色算力以促进生产,从而在全产业链实现绿色低碳。

中国信通院云计算与大数据研究所数据中心部将继续在政策支撑、标准制定、技术研究、能力测试、生态构建和产业推进等方面开拓进取,向着既定目标迈出坚实步伐,推动绿色算力产业高质量发展! 

# 全球5G-A产业发展最新动态和展望

■ 中国信息通信研究院数据研究中心 贺璐婷

随着全球5G网络大规模商用，产业界开启了5G下一阶段技术演进的研究和探索。3GPP于R18版本启动相关标准研究，标志着全球5G发展进入5G-A（5G-Advanced）新阶段。5G-A在峰值速率、连接密度、定位精度以及比特能效等方面都将比5G有大幅提升，并将为6G网络部署奠定良好基础。以亚洲为代表的部分国家和地区正加速推进5G-A技术试点及网络部署，预计2024年将成为全球5G-A商用元年。

## 全球主要国家和地区政策进展

美国已经发布国家频谱战略及实施计划。2023年11月，美国发布《国家频谱战略》，宣布释放总计2786MHz的无线频谱以满足国内无线需求，其中，7.125GHz—8.4GHz频谱将用于无线宽带。2024年3月，美国国家电信与信息管理局（NTIA）发布《国家频谱战略实施计划》，制定了频谱工作完成时间表。2023年12月，美国总统拜登签署《5G频谱管理局许可证强制执行（销售）法案》，授予联邦通信委员会（FCC）一次性发放许可证临时授权，保证美国农村地区5G覆盖。频谱政策为扩大5G覆盖范围、向5G-A升级提供了保证。

韩国将5G-A确定为国家关键技术。2022年12月，韩国政府发布“在技术霸权竞争中必须确保”的12项国家战略技术，其中一项关键战略技术为“下一代通信”技术，包括5G-A、6G、Open RAN、5G/6G通信部件以及5G/6G卫星通信。

中东地区抢先提出建设万兆网络城市目标。沙特阿拉伯早在2016年的“2030愿景”转型目标中就提出，2025年沙特阿拉伯Top5城市将建成万兆网络。2022年，阿联酋电信管理局发布《关于5G在阿联酋工业数字化中的作用白皮书》提出，2026年，阿联酋拟建成边缘速率达到Gbit/s级的高质量

网络。中东地区多国发布积极的频谱政策，预计未来三年该地区将发放15个新频谱，2025年发放毫米波频谱。万兆网、毫米波都是推动5G-A发展的典型因素。

我国稳步推进5G-A标准制定和网络部署工作。2023年8月，工业和信息化部、科技部、国家能源局、国家标准化管理委员会编制《新产业标准化领航工程实施方案（2023—2035年）》，提出研制面向垂直行业的非地面网络、新型无源物联、通信感知一体化等5G演进（5G-A）技术标准。2024年2月，工业和信息化部副部长张云明在全球移动通信大会上提出，加大5G-A、万兆光网研发建设。2023年7月，新版《中华人民共和国无线电频率划分规定》率先在全球将6GHz频段划分用于5G系统，为5G发展保证中频段频率资源。2023年8月，工业和信息化部许可中国电信将800MHz频段频率重耕用于5G公众移动通信系统，有利于乡镇、农村及偏远地区人民群众享受高质量5G通信服务。

我国地方政府也在全力推进5G-A应用示范建设。2023年10月，上海市发布《上海市进一步推进新型基础设施建设行动方案（2023—2026年）》，提出2026年初步建成以5G-A和万兆光网为标志的全球“双万兆”城市。2023年12月，广东省印发的《关于推动广东省信息通信业高质量发展的指导意见》指出，打造10个5G-A创新应用示范场景，为6G发展奠定坚实基础。2023年12月，深圳市印发《深圳市支持低空经济高质量发展的若干措施》，推进5G-A应用示范。

## 国际组织、机构推动技术和标准研发

2023年12月，在2023年世界无线电通信大会上，国际电信联盟（ITU）同意修订《无线电规则》，制定到2030年代末的频谱规划，这对扩大宽带连接和开发5G、6G至关重要。该新频谱包括各个国家和地区的3300MHz—3400MHz、

3600MHz—3800MHz、4800MHz—4990MHz和6425MHz—7125MHz频段。

3GPP预计2024年上半年完成R18 5G-A标准冻结。2021年4月，3GPP正式将5G-Advanced确定为5G下一阶段演进的官方名称，并计划通过R18、R19、R20三个版本定义5G-A具体技术规范。2021年12月，5G-A首版技术标准R18正式立项，预计2024年上半年完成R18标准冻结。R18将研究重点技术领域，如定义基站能耗模型、评估方法和关键性能指标等。这标志着5G-A的技术规范和性能要求将得以明确，为后续的商用部署奠定基础。

全球移动通信协会（GSMA）持续推进5G-A产业发展。2023年，中国电信、中国移动、中国联通、香港电讯、澳门电讯、沙特电信和科威特Zain等9家运营商加入由GSMA发起的“先锋运营商计划（5G-Advanced First Adopters）”，承诺在5G-A标准冻结后，加速实现5G-A商用。2023年2月，GSMA成立“5G Futures Community”，19家运营商和产业伙伴加入其中，共同推进5G-A关键技术研发。2022年9月，GSMA发布《推进5G时代——5G-Advanced的优势和机遇》白皮书，总结5G-A的行业价值、技术进展和社会责任。

我国IMT-2020(5G)推进组陆续发布多份研究文件。2023年，IMT-2020(5G)推进组发布《面向5G-A的移动算力网络需求及潜在关键技术白皮书》，分析了移动算力网络的逻辑架构和潜在关键技术；发布《5G-Advanced核心网演进白皮书》提出核心网发展愿景及网络架构展望；发布《5G-Advanced通感融合场景需求研究报告（第二版）》，分析了基于通信基础设施智能感知业务的潜能，以及对场景下的感知业务性能指标要求。

## 产业界推进技术、场景、网络和终端开发

### 国内外大型企业开展关键技术测试

国内外企业完成多项5G-A关键技术测试。2023年，高通与诺基亚贝尔验证上下行超宽带Sub-6GHz和毫米波频段组合关键技术；联发科与诺基亚贝尔验证上下行超宽带Sub-6GHz频段上行三载波2Tx Switching关键技术，以及宽带实时交互基于L4S的端到端协同关键技术。2023年8月，阿联酋电信和数字政府监管局宣布完成“5G-A”第二阶段试验项目，使用6GHz频段的宽带频谱实现了高达10Gbit/s的传输速率。2023年10月，巴林STC成功实现5G 3CC（三载波聚合技术）试运行。

目前，国内企业完成多项技术测试工作。中国移动规划了

三期5G-A技术试验，从2022年6月到2023年6月已完成一期试验，自2023年9月启动二期试验，计划2024年6月完成，随后再启动第三期试验。2023年10月，华为宣布完成5G-A全部功能测试，在5G-A上下行超宽带技术、容量和时延方面取得关键进展，并首次将端到端跨层协同技术应用在5G-A宽带实时交互上。

### 亚洲企业积极开展场景验证

中东地区的电信运营商完成物联、智能家居等场景验证。2023年7月，沙特Zain宣布完成P-IoT仓库场景验证，率先布局物联领域——沙特Zain正与华为合作推进“5.5G City”联合创新项目。2023年10月，阿联酋du发布全球首个“5G-A智能家居”示范别墅，通过10Gbit/s网速提供裸眼3D和XR等应用丰富的智能家居体验。

我国已经启动物联、车联、港口、通感等多样化5G-A试点项目。2023年，四川移动与华为通过5G-A通感一体技术成功对道路人员和车辆完成实时定位、速度感知和轨迹感知，验证了5G-A通感一体技术在智能车联领域应用的技术可行性。中兴通讯完成了5G-A通感融合演示验证测试，验证场景包括无人机、交通、入侵检测、呼吸检测等多种通感融合典型应用场景。2024年，天津联通携手华为在天津港完成了全国首个港口场景通感一体能力验证。

运营商优先采用5G-A技术推动广播和组播业务网络转型。2024年2月，GSMA发布的调查结果显示，在利用5G-A推动网络转型的优先用例中，5G广播和组播业务排在第一位，其次是低成本物联网支持、加强与卫星资源的整合、加强与无人机资源的整合、提高设备定位精度以及改进AR/VR支持。5G-A推动网络转型的优先用例排名如图1所示。



图1 5G-A推动网络转型的优先用例排名（来源：GSMA）

### 运营商开展网络测试和部署工作

运营商积极开展5G-A网络测试工作。2023年,美国T-Mobile推出5G-A网络解决方案,并在多个行业探索开发5G-A服务。Zain、du等中东运营商联合设备商针对下行万兆、XR、P-IoT等关键能力与场景完成网络能力验证。诺基亚与阿联酋du完成阿联酋首个5G-A RedCap商用网络试验。浙江移动在杭州建成5G-A万兆网络示范路线,无线网络峰值速率超过10Gbit/s,移动状态下速率超过5Gbit/s。2024年2月,华为发布5.5G智能核心网解决方案,完成5.5G全部功能测试以及技术性测试。

运营商加快推进5G-A网络商用部署。2023年10月,阿联酋du、阿曼电信、沙特Zain、科威特Zain、科威特Ooredoo等运营商发布全球首批5G-A网络,标志5G-A从技术验证阶段步入商用部署阶段。GSMA调查显示,超过一半的运营商预计在标准发布后一年内部署5G-A,98%的运营商预计在标准发布后两年内部署5G-A。从地区分布来看,欧洲95%、北美90%、亚太地区85%、拉美80%、中东和非洲40%的运营商均有部署规划。2024年2月,国内运营商中国移动宣布启动5G-A商用计划,年内将在超过300个城市启动全球规模最大的5G-A商用部署。

### 设备制造商加快终端产品开发

芯片厂商和设备制造商推出支持新频谱的5G-A芯片、物联网模组和终端产品。高通、联发科等芯片厂商已相继发布支持5G-A标准的芯片。美格于2024年发布具备5G-A功能的CPE。苹果、华为、OPPO、vivo等手机厂商在手机中引入

3CC,预计到2024年下半年越来越多的手机将支持5G-A的新能力。NReal AIR、华为等终端厂家公布支持8K分辨率的VR眼镜,以支持8K的混合现实(MR)类业务需求。

### 未来展望

5G-A是运营商实现5G变现的关键。2024年1月,市场研究公司Juniper Research预测,2024年,运营商将从5G网络中取得4000亿美元的服务收入,并且从2023年起每年增长32%。随着5G渗透率在消费者中趋于饱和,运营商必须通过推出5G-A和5G RedCap网络,为物联网企业用户提供价值服务,以实现5G商业变现。

5G-A在智能交通、远程医疗、虚拟现实、增强现实、工业互联网等领域拓展了新场景与新业态。5G-A提高了上行传输速率,可以提升制造业中的视频监控和机器视觉应用效果,为质量控制、生产监控以及后续的数据分析提供支持。5G-A具有极低时延、高可靠性的特点,为实现更高级别的工业自动化和数字化转型铺平道路。5G-A通感一体将率先在道路/桥梁监测、通行引导、路况分析、低空管制、海域船只监测等交通相关领域迎来推广普及。

“5G-A×AI”是发展的必经之路。5G-A与AI结合,可以构建两者融合的立体智慧网络,催生更多网络应用新场景。AI将实现海量数据自动上传与标注、大模型拟人化感知和预测,5G-A网络将支撑AI云端训练和边缘侧推理。在AI的加持下,5G-A网络能实现智能感知业务、智能调度能力、智能运营维护,为产业发展带来更广阔的价值空间。📡



# 5G-A 3CC网络部署 及载波聚合能力分析

■ 中国移动通信集团设计院有限公司 刁兆坤 杨丽 王振章

众所周知, 5G-A (5G-Advanced或5.5G) 技术是在5G基础上进行功能和性能增强的先进技术, 它通过引入新技术和提升网络性能, 为未来的数字化社会提供强大的基础设施支持。

在网络性能方面, 5G-A实现了显著的提升。与5G相比, 5G-A在时延控制能力和连接速率方面提升了10倍左右。在5G-A的第一阶段, 下行速率、上行速率和时延分别可达到5Gbit/s、500Mbit/s和4ms。这样的性能提升使得高清视频、云游戏、VR/AR等高带宽应用可以更好地运行, 从而显著提升了用户体验。

在技术创新方面, 5G-A标准中包含了上行超宽带、通感一体、内生智能以及无源物联等全新的革命性技术。其中, 5G-A上行超宽带大幅提升现有通信网络的上行传输性能, 实现高清视频上传等业务, 宽带实时交互支持更大带宽以及更低时延通信, 大幅改善了沉浸式互动业务体验。

通感一体技术使得5G-A通感基站具有通信和感知两大功能, 这种技术不依赖GPS信号上报, 而是通过接收物体的反射信号, 获取其位置、速度、轨迹等信息。这种能力使得5G-A网络能够提供更广泛的物联网应用, 从智能家居到工业制造, 从医疗保健到智慧城市, 物联网技术将在各个领域发挥重要作用。

此外, 5G-A的低成本千亿物联能力将推动物联网的广泛应用, 将5G现有的三大业务场景进一步扩展到六大业务场景, 以应对更多行业的业务场景和通信连接需求, 从支撑万物互联到使能万物智联, 使得物联网设备能够更广泛地连接和交互。这将有助于提高生产效率、改善生活质量, 并推动各行业的数字化转型。

## 3CC在5G-A网络中的角色和作用

5G-A作为5G向6G演进的关键技术, 一方面将持续发展

5G网络能力, 另一方面, 5G-A将探索未来6G的演进技术, 可大力支撑关键信息化技术升级, 使能千行百业数字化转型, 真正实现通信感知一体化、万物互联智能化以及智能制造柔性化。因此, 5G-A的发展对于未来网络技术进步和产业发展具有重要意义。

3CC (三载波聚合) 和5G-A之间存在密切的关系, 3CC是5G-A的关键技术之一, 3CC网络也是其基础体验网络。

一方面, 5G-A作为5G网络的演进和增强, 连接速率更高、网络时延更低, 这种性能的提升在很大程度上得益于3CC等关键技术的支持; 另一方面, 作为5G-A的重要技术, 3CC通过三载波组网方案, 结合确定性体验保障等技术, 能够进一步提升网络质量与用户体验。它利用高低频资源的有效融合, 为用户提供高质量的极致体验。

总的来说, 3CC在5G-A中发挥着至关重要的作用, 它是实现5G-A网络性能提升和高质量用户体验的关键技术之一。通过3CC的应用, 5G-A能够为用户提供更加快速、稳定和可靠的网络服务。

## 3CC的关键技术和网络部署需要考虑的要素

3CC是一种在5G网络中使用的关键技术, 它通过将多个载波 (频段) 的资源进行聚合, 从而提供更高的数据传输速率和更好的网络性能。这种技术对于满足日益增长的数据传输需求和高带宽应用至关重要。

在3CC中, 关键要素包括载波聚合技术、频谱资源分配、网络架构优化。

载波聚合是实现3CC的基础, 通过聚合三个载波 (频段), 可以显著提高数据传输的带宽和容量。这使得网络能够支持更多的用户和设备, 并提供更高的数据传输速率。

在3CC中, 需要合理地分配和管理各个载波的频谱资

源, 涉及频谱的规划、分配和优化, 以确保网络的高效运行和最佳性能的实现。

为了支持3CC, 需要对网络架构进行优化, 包括基站的布局、传输网络的构建、核心网的升级等方面。通过优化网络架构, 可以确保3CC技术的顺利实施和网络的稳定运行。

3CC通过2.6GHz和4.9GHz频段进行三载波组网, 实现260MHz可用超大带宽, 基于不同频段特点进行深度融合, 进一步“增加网络厚度, 拓展覆盖深度, 提供极致性能”, 更快的速度和更低的时延可满足智能应用日益增长的需求, 打造优质网络使用体验。

在网络部署方面, 3CC的引入需要考虑现有网络基础设施的兼容性和升级需求, 涉及基站硬件的升级、传输设备的更新以及网络管理系统的改造等方面。通过合理的网络规划和部署, 可以确保3CC技术在现有网络中的顺利实施, 并为用户提供更好的网络体验。

综上所述, 在实施3CC时, 需要考虑到载波聚合技术、频谱资源分配以及网络架构优化等关键要素, 并进行合理的网络部署和规划。这将有助于实现5G网络的高效运行, 为用户提供更好的网络体验。

## 为什么5G还需要载波聚合?

从网络规划的角度考虑, 要提升网速或者容量, 业界通常有以下3种解决方案。

### 建设更多基站

基站数量多了, 同一个基站下人均无线资源就多了, 从而提高了网络速度。但网络通常分期投资建设, 每一期基站建设不可能满足所有需求。

### 提升无线频谱效率

为了提升无线频谱效率, 需要在有限的频谱资源下采用先进的无线通信技术, 同时考虑复杂多变的无线环境和多样化的业务需求。这需要不断的研究和创新, 以实现可持续的无线通信发展。在实际操作中, 提升无线频谱效率的难度是多方面的, 主要集中在以下几个方面。

一是频谱资源的有限性。无线频谱是一种有限的自然资源, 而无线通信的需求却在不断增长。随着各种无线通信技术的快速发展, 频谱资源变得越来越紧张。因此, 在有限的频谱资源下实现高效的频谱利用是一个巨大的挑战。

二是复杂多变的无线环境。无线通信环境通常具有复杂多变的特点, 包括干扰、多径传播、信号衰减等。这些因素会对无线信号的传输造成很大的影响, 使得提高频谱效率变得非常困难。

三是技术实现的复杂性。提高频谱效率需要采用先进的无线通信技术, 如载波聚合、多天线、CR(认知无线电)等。这些技术的实现需要复杂的算法和硬件支持, 增加了技术实现的难度和成本。

四是业务需求的多样性。不同的无线通信业务对频谱效率的需求不同, 例如, 高清视频传输需要更高的频谱效率, 而物联网应用可能更注重低功耗和低成本。因此, 在满足不同业务需求的同时, 提高频谱效率也是一个挑战。

## 增加频谱带宽

由于频谱资源有限且稀缺, 增加带宽意味着更多的资源投入, 不过这是最容易实现网速提升的手段。从2G、3G、4G到5G网络, 单载波带宽从200kHz、5MHz、20MHz增大到FR1的100MHz和FR2的400MHz。尽管5G单载波带宽是3G的20倍, 但仍然无法满足巨大的无线空口流量通信需求。针对如此激增的带宽需求, 4G将2G和3G的频段进行频谱重耕再使用, 5G主要采用扩展新频段的方法进行带宽扩展。

尽管通过扩展方法增加了5G频谱, 但是单载波的带宽却已经由3GPP协议制定规范, 在不能改变单载波带宽的情况下, 载波聚合技术又被重新引入, 一个载波容量不够, 那就再加一个, 再不够就继续增加载波。5G自然是继承了4G的“衣钵”, 把载波聚合作为提升容量的利器。

## 5G载波聚合能力分析

相比4G, 5G载波聚合技术更复杂一些。5G载波聚合是一种强大的技术, 它可以显著提高网络的数据容量和性能。通过灵活配置和使用不同的载波, 运营商可以优化网络以满足不同的需求。然而, 要充分利用这种技术的潜力, 需要仔细规划和设计网络, 以确保最佳的性能和最高的效率。5G载波聚合的一些主要特点如下。

一是可聚合的载波数量。在5G网络中, 最多可以聚合16个载波, 无论是连续的还是不连续的。这种灵活性使得运营商可以根据其频谱资源的可用性来优化网络性能。

二是载波参数。5G载波聚合支持使用不同的参数集, 这意味着不同的载波可以有不同的配置, 以适应不同的网络环境。

三是传输块映射。在5G载波聚合中, 传输块是按照单载波映射的, 这有助于简化信号处理过程, 提高数据传输效率。

四是调度和反馈。5G载波聚合支持跨载波调度和联合反馈, 这有助于优化网络资源的分配和使用, 提高网络的整体性能。

在3GPP标准中5G的频段分为两类, 即FR1(Sub6)低频段和FR2(mmWave)高频段。以下详细分析FR1载波聚

表1 5G FR1频段

载波聚合等级	聚合的信道带宽	连续载波数
A	$BW_{\text{Channel}} \leq BW_{\text{Channel,max}}$	1
B	$20 \text{ MHz} \leq BW_{\text{Channel,CA}} \leq 100 \text{ MHz}$	2
C	$100 \text{ MHz} < BW_{\text{Channel,CA}} \leq 2 \times BW_{\text{Channel,max}}$	2
D	$200 \text{ MHz} < BW_{\text{Channel,CA}} \leq 3 \times BW_{\text{Channel,max}}$	3
E	$300 \text{ MHz} < BW_{\text{Channel,CA}} \leq 4 \times BW_{\text{Channel,max}}$	4
G	$100 \text{ MHz} < BW_{\text{Channel,CA}} \leq 150 \text{ MHz}$	3
H	$150 \text{ MHz} < BW_{\text{Channel,CA}} \leq 200 \text{ MHz}$	4
I	$200 \text{ MHz} < BW_{\text{Channel,CA}} \leq 250 \text{ MHz}$	5
J	$250 \text{ MHz} < BW_{\text{Channel,CA}} \leq 300 \text{ MHz}$	6
K	$300 \text{ MHz} < BW_{\text{Channel,CA}} \leq 350 \text{ MHz}$	7
L	$350 \text{ MHz} < BW_{\text{Channel,CA}} \leq 400 \text{ MHz}$	8

合能力、FR2载波聚合能力以及综合聚合能力。

FR1包含了FDD和TDD两种模式。FR1频段具体见表1。从聚合能力来看，FR1包含FDD带内连续载波聚合、TDD带内连续载波聚合、“FDD+FDD”频段间的载波聚合、“TDD+TDD”频段间的载波聚合以及“FDD+TDD”频段间的载波聚合五种聚合方式。为此，3GPP标准协议中相应定义了多种聚合等级，如表2所示。

根据标准定义，FR2属于毫米波频段，是TDD双工模式，对应于不同的聚合带宽和连续载波数，3GPP标准协议中为FR2频段定义了带内连续的多种聚合等级。

根据上述FR1和FR2载波聚合的定义，除了在FR1频段内和频段间进行载波聚合，还能与FR2进行聚合，单载波带宽和载波数量都可以不同，而且可以有不同的排列组合。

例如，“CA\_n90A-n257K”这个组合，就代表n90（2.6GHz）与n257（毫米波26GHz）两个频段间的聚合，其中n90A为单载波，n257聚合等级为K（6个载波且总带宽小于600MHz）。

在5G网络中，3CC是一种常见的配置，能够提供更高速的数据传输和更好的网络性能。通过聚合三个连续或不连续的载波，运营商可以充分利用其频谱资源，提供更可靠和高

表2 3GPP标准协议定义的5G FR1带内连续载波聚合等级

频段	上行范围		下行范围		双工方式
n257	26500 MHz	— 29500 MHz	26500 MHz	— 29500 MHz	TDD
n258	24250 MHz	— 27500 MHz	24250 MHz	— 27500 MHz	TDD
n259	39500 MHz	— 43500 MHz	39500 MHz	— 43500 MHz	TDD
n260	37000 MHz	— 40000 MHz	37000 MHz	— 40000 MHz	TDD
n261	27500 MHz	— 28350 MHz	27500 MHz	— 28350 MHz	TDD

效的网络服务，载波聚合的具体配置可能因不同的运营商和设备而异。因此，在实际应用中，具体的载波聚合组合及配置可能会根据具体的需求进行调整。

### 3CC网络试点情况分析

3CC作为5G-A的关键技术之一，正在逐步推进商用试点，并有望在未来实现更广泛的商业应用。随着技术的不断进步和应用场景的拓展，3CC将为5G-A网络带来更高的性能和更丰富的应用场景。

以吉林移动与中兴通讯的合作为例，基于MTK芯片M80终端，完成了5G-A三载波聚合试点。实测下行速率达到理论峰值4.25Gbit/s，相比2.6GHz单载波速率提升2.5倍。

此外，山东移动通过在现网2.6GHz站点基础上增加4.9GHz宏站部署，实现260MHz可用超大带宽，并携手华为在青岛、威海完成5G-A 3CC试点验证，试点选址青岛五四广场、威海火炬八街两大热门旅游景区，实测数据显示，青岛、威海两地下行峰值速率分别可达4.15Gbit/s和4.12Gbit/s，相较传统5G网络提升显著。

### 总结与展望

3CC作为5G-A网络中的一项重要技术，具有广阔的发展前景。随着5G网络的不断演进和升级，3CC将在提高网络速度、优化网络性能、满足不断增长的数据需求等方面发挥更加重要的作用。

首先，随着5G网络覆盖范围的扩大和用户数量的增加，用户对网络速度和性能的要求也在不断提高。3CC通过将三个分量载波进行聚合，可以显著提高网络带宽和数据传输速率，从而满足用户对高速网络的需求。

其次，近年来随着物联网、大数据、云计算等技术的快速发展，网络需要处理的数据量也在快速增长。3CC可以提供更大的网络容量和更高的数据吞吐量，从而支持更多的接入设备和更高的数据传输需求。

再次，随着5G网络技术的不断演进，3CC也将不断完善和优化。未来可能出现更高效的载波聚合算法、更灵活的载波配置方式以及更先进的信号处理技术等，进一步提高网络性能和用户体验。

最后，在5G网络的发展过程中，还需要综合考虑频谱资源、网络架构、设备兼容性等多个因素。因此，3CC的发展和应用，需要运营商、设备厂商和监管机构等多方合作和共同努力。

# 通信与AI融合加速推进 内生智能成为未来趋势

■ 中国信息通信研究院无线电研究中心 申晓峰

当前，如何通过AI技术构建新能力、新模式成为全球通信行业面临的重要研究课题。对于通信行业而言，AI被认为是最具颠覆性的技术之一，将提高通信网络的效率、可靠性和性能，为通信行业生产力带来革命性提升。在刚刚结束的2024年世界移动通信大会（MWC2024）上，通信与AI的融合发展成为大会探讨的话题之一。

## 通信与AI技术融合是必然趋势

随着通信业务生态日益多样化，通信网络基础设施和业务系统所面对的复杂场景也越来越多，依靠传统的处理和执行能力已无法满足新的需求，唯有自动化、智能化的工具与系统才能保障通信网络的持续运行与发展。为此，国际电信联盟ITU-R WP5D将AI技术融合列入6G的六大使用场景，这意味着下一代移动通信技术将实现智能的泛在普惠，而AI将赋能未来网络智能自智，二者将“双向驱动”。

一方面，AI是满足下一代移动通信新指标的关键路径，赋能提升网络运行效率、降低运维成本、增强用户体验；另一方面，下一代移动通信网络作为实现AI泛在普惠的基础平台，使能AI成为泛在化的社会级服务，进而形成新一轮产业升级的核心驱动力。有理由相信，AI将助力电信运营商加快实现自动化、智能化目标，与此同时，通信将成为智能化技术的巨大潜力市场。

## AI技术赋能通信生产力提升路径

经过探索，近年来AI赋能通信行业已显现出技术价值与潜力，产业方向明确，且部分场景初步具备商用条件，主要体现在3个方面。

一是AI赋能RAN无线接入，提高频谱利用和连接接入效率，包括无线空口的定位、节能、波束移动性管理等。放眼国外，高通发布了基于芯片实现的FastConnect

7900、骁龙X80调制解调器，充分挖掘Wi-Fi、5G-A等连接能力上的AI潜力，包括进一步优化覆盖范围和定位精度，以及根据特定用例和环境进行优化以降低延迟和功耗等。在国内，电信运营商也开始规划在无线接入网RAN节点部署低算力智能推理模型，通过智能编排、调度和资源管理，减少无线接入拥塞，进而提高频谱利用率、降低能耗。

二是AI赋能通信网络，提升基础设施运行效率，推动网络自身性能优化和管理运维自动化。在此过程中，AI将通信系统作为一个整体模型进行分析与优化，不断提升网络运行管理的自动化、智能化水平。如华为发布的通信行业大模型提供两类应用方向，即面向不同角色的智能语言交互能力和不同网络运维场景的智能体应用，此模型集合了华为在数据通信领域500多亿条语料和1万多名网络专家的经验，支持知识问答、交互式业务分析和辅助决策，为优化通信网络性能、提升运维效率、智能调度资源等提供必要的智能技术资源。

三是AI赋能通信业务，注入云端训练及边缘侧推理等智慧化能力，催生新应用、新场景。面向个人用户，开展用户行为的分析和预测，通过智能推荐、智能交互等功能，为用户提供全新的通信体验。如中国移动在2023年完成全国5000万线新通话网络部署，利用网络侧算力和带宽资源，通过叠加AI技术，为用户提供基于运营商互通网络的普适性智能通话体验，助力企业降本增效。再如面向行业用户，在提供定制化网络服务和行业一体化解决方案时，电信运营商通过在边缘侧部署AI服务，可提供高阶自动驾驶、智慧低空等多种新服务。

## 产业界加速推进通信与AI融合

现阶段，推动通信与AI融合的主力军仍是通信企业，如中国移动、华为、高通、爱立信等通信巨头。为不断提升5G乃至5G-A通信网络的生产能力，华为发布了基于AI的通信

行业大模型，通过引入AI技术实现自动化管理频段和流量、实时分析用户数据和网络负载、预测网络状态等新管理模式。华为在5G-A智能核心网解决方案中提出将通过内生业务智能、网络智能和运维智能三大方式，使能5G-A网络商业价值变现。现如今，华为推出的“新通话-A”通过将多模态通信的智能能力和数据通道DC交互能力升级，实现在欧洲、拉美、中东、亚太等地区广泛验证。

此外，刚刚成立的AI-RAN联盟的使命是引领技术创新、推动人工智能与RAN融合，进一步提高移动网络效率、降低功耗并改造现有基础设施，为电信运营商在5G与6G的助力下利用AI释放新商机奠定基础。该联盟以英伟达、软银领衔，广泛联合亚马逊云科技、Arm、DeepSig、爱立信、微软、诺基亚、美国东北大学、三星电子、T-Mobile等，囊括全球顶尖的AI算力芯片厂商、AI无线软件解决方案商、云服务商，由此可见，AI产业界看好通信与AI未来融合潜力。

据悉，成立AI-RAN联盟是软银集团旗下电信业务子公司和英伟达合作计划的一部分。2023年8月，软银集团和英伟达曾宣布正在合作建设一个针对生成式人工智能和5G/6G应用的平台，该平台将基于英伟达的GH200芯片，软银则将在日本全国范围内推出全新的AI数据传输服务。当前，软银集团在日本运营约20万个通信基站，期望通过AI技术实现基站运营的自动化，使基站自动适应数据量变化，推动降低网络延迟，全面提升移动通信服务质量。

### 内生智能将加速推动通信与AI融合

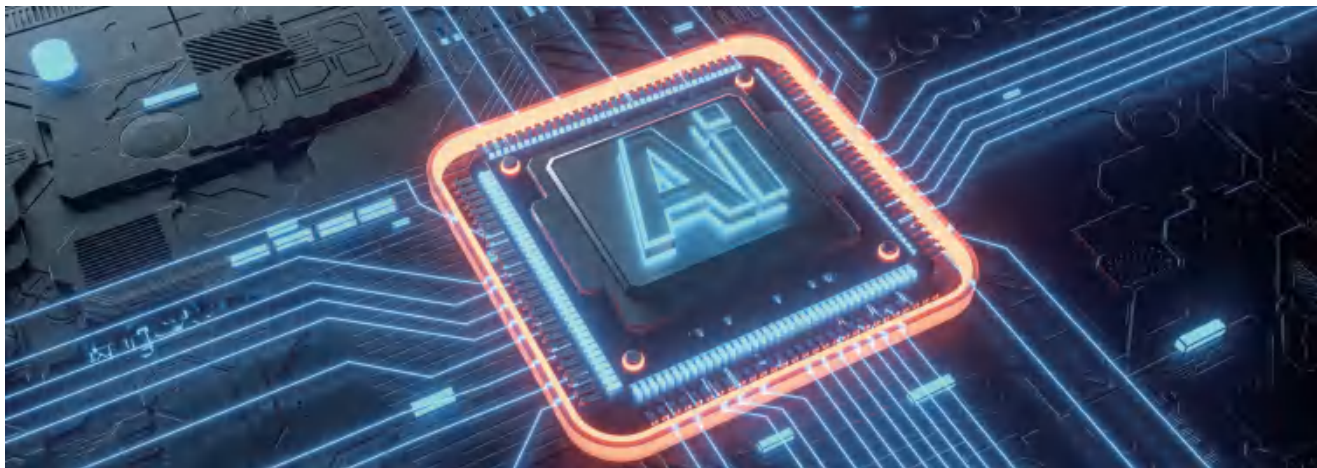
通信与AI的融合是一个持续探索、研究与完善的过程。国际电信联盟、3GPP等国际标准组织从5G R15版本开始在无线网和核心网侧，逐步引入基于AI、ML（机器学习）、DL（深度学习）的相关设计，以实现5G通信网络系统

提质增效的目标。只是受技术成熟度、安全性、系统运维复杂度等条件制约，现有AI与5G通信系统的融合用例通常针对已识别且特定的通信类问题（如切片质量保障、用户QoE优化等），采取功能叠加、补丁、外挂等方式来进行。

未来为全面推进与AI深度融合，国际电信联盟、3GPP等国际标准组织在探索6G新系统时，将从一开始就研究内生智能如何更好地适配未来新场景、新用例，如何带来新业态与新价值等。内生智能将成为6G核心特征之一，包括强化6G通信系统与AI算力、AI算法、AI数据等资源的耦合，依托6G通信系统专门的“数据面”和“智能面”等逻辑功能，实现更高效灵活的数据流转和共享，以更贴近数据源、任务源和终端用户的AI算智类操作，实现无线空口动态状况的高效适配，快速而精准地根据用户的动态环境进行策略调整和趋势预测，并构建智能且自适应的网络安全体系，不断提升优化6G通信系统各种资源的集成复用率、利用效率、综合性能等。

可以预见，未来6G内生智能将使得AI资源、功能、服务，更广泛、更均衡、更灵活地按需部署在6G“端-边-网-云-安”各种基础设施节点之中。但6G内生智能融合发展也面临着诸多挑战，一方面是技术瓶颈，包括如何匹配高度差异化的智能服务质量需求、解决边缘节点设备上的算力和存力瓶颈问题、实现安全可信的网络自治与自智、智能感知终端数据和算力资源等；另一方面是治理问题，涉及内容风险管理、数据隐私保护、科技伦理规范等。

作为下一代移动通信技术，6G的内生智能将成为通信行业与人工智能深度融合的产物，不仅将提升通信网络性能，也将推动新模式、新业态的出现。因此，我们有理由相信，随着内生AI不断发展，AI将带来一个更加智能、高效的6G通信时代，为未来的通信行业带来革命性的改变。📡



# 加快数字赋能 建设美丽中国

