

通信世界

COMMUNICATIONS WORLD

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

总第938期 2024年2月25日 第4期

新春调研

“信号升格”开新局

搭起京津冀“算力高速”
让数据“跑”起来/P16

全球主要国家和地区6G
政策、产业进展及展望/P25

中国联通自智网络目标架构
与实践/P32

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



Sora来袭 央企需展现“头雁”担当

舒文琼

新年伊始，人工智能领域接连发生两大重要事件：一是2月16日凌晨，OpenAI发布了自己的首个文生视频大模型Sora，再度引爆人工智能话题，其热度持续发酵到现在；二是日前国务院国资委提出，中央企业要把加快发展新一代人工智能摆在更加突出的位置，带头抢抓人工智能赋能传统产业，加快建设一批智能算力中心。

看似偶然的背后存在着必然，两大事件的发生有着怎样的关系？

人工智能创新一浪高过一浪，而OpenAI的Sora无疑将人工智能的技术、应用和体验推向了新的高度。与现有的文生视频大模型相比，Sora不仅具有更长的时间、更精细的画质、多角度和多镜头切换中保持一致性的能力，而且还初步具备理解现实世界运行规律的能力，其生成的视频已经达到了很多消费级场景的使用要求，将为短视频创作产业带来繁荣。为此，英伟达人工智能研究院首席科学家Jim Fan称“这是视频生成领域的GPT-3时刻”；360公司董事长周鸿祎表示，“Sora意味着通用人工智能的实现将从10年缩短到1年”。

尽管OpenAI尚未透露Sora的商业化时间表，但是毫无疑问继ChatGPT之后又一风靡全球的AI杀手级应用已经闪亮登场。过去一年，由ChatGPT引爆的人工智能大模型浪潮席卷全球，成为科技竞争的战略制高点，而Sora的推出全面提升了人工智能大模型的能力，坚定了产业界对于通用人工智能的信心，强化了人工智能作为全球科技竞争制高点的战略地位。可以预见，全球人工智能产业竞争将愈演愈烈。

我国政府高度重视人工智能的发展，早在2017年国务院就制定了《新一代人工智能发展规划》，国资委、科技部、工信部等纷纷启动实施重大科技项目，致力于提升人工智能技术创新能力和产业水平。不过，作为技术密集型前沿领域，人工智能产业具有投资规模大、见效周期长的特点，对企业研发能力、人才储备和资金实力等提出了较高要求。目前，虽然众多互联网公

司和科创公司已经纷纷涌入，充分发挥自身体制机制灵活的优势，在人工智能细分领域做得有声有色；但需要注意的是，人工智能的产业特性决定了中央企业需要主动担当，义不容辞地发挥作为现代产业链“链长”的“头雁”作用，加大资金投入，加快科技创新，加强互动协作，从而带领产业振翅高飞。

以人工智能大模型训练所需的智能算力为例，众所周知，算力是数字经济时代的新生产力，智能算力是大模型训练的必备能力。随着模型的升级，完成模型训练所需的智能算力规模持续增长。例如，GPT-3单次训练的算力需求约为3640PFlops-day，GPT-4则需要249EFlops-day。而Sora实现了从文本、图像向视频的扩展，使用了大规模训练和超大数据集，其算力需求必将进一步提升到新的高度，这样的算力投入非普通企业可以承受。因此国资委提出，中央企业要把发展人工智能放在全局工作中统筹谋划，深入推进产业焕新，加快布局和发展人工智能产业；加快建设一批智能算力中心；开展“AI+”专项行动，强化需求牵引，加快重点行业赋能。

实际上，以三大运营商为代表的多家央企已经行动起来，开展人工智能生态布局，并取得一定的建树。

2023年8月，中国电信启动了80亿元的AI算力服务器集采；目前，已经在内蒙古、贵州、宁夏等地建设公共智算中心，近期宣布在上海启动全国最大运营商级智算中心建设。截至2023年上半年，中国移动智能算力已经达到5.8EFlops，自有算力总规模达9.4EFlops；中国移动透露，正在规划建设亚洲最大的智算中心。中国联通也紧随其后，正在青岛、芜湖等地建设智算中心，目前中国联通（青岛）智算中心已经启用。三大运营商已经成为我国智能算力的“领头羊”。

展望未来，大模型发展将一日千里，算力需求必然水涨船高。为此，以运营商为代表的国资央企还需进一步展现“头雁”担当，从全局工作的角度出发，加大资金投入，加强产业布局，破解关键技术难题，助力我国人工智能发展迈向新高度。

CONTENTS 目录

观察 Observation

- 04 Sora问世, 有望成为“世界模型”?
- 05 AI手机启航: 从模块智能到协同智能

深度 Interpretation

- 06 新春调研
“信号升格”开新局



P11 工业互联网标识解析创新 加速新型工业化

广告目录

- 封二 通信世界形象广告
- 封底 新型工业化广告



P36 6G空天地一体化网络架构 及其构建

产业 Industry

- 08 全球制造业发展特点及对我国的启示
- 11 工业互联网标识解析创新加速新型工业化
- 16 搭起京津冀“算力高速”, 让数据“跑”起来
- 18 展望2024年: 运营商多元价值要素迎来全面开花
- 21 卫星互联网产业链概况及风险隐患
- 25 全球主要国家和地区6G政策、产业进展及展望
- 28 关于数字技术与农村经济融合发展的建议

技术 Technology

- 32 中国联通自智网络目标架构与实践
- 36 6G空天地一体化网络架构及其构建
- 40 基于5G的化工园区安全风险智能管控方案研究
- 45 基于IPv6的新一代政务网络建设工程实践
- 47 基于小区负荷系数的节假日无线网络容量预测



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2月25日

承印单位：涿州市荣升新创印刷有限公司

定价：20.00元

编委会

编委会名誉主任

郭浩 中国通信企业协会会长

编委会主任

顾昶 中国工信出版传媒集团总经理

编委会副主任

赵中新 中国通信企业协会副会长兼秘书长

刘华鲁 中国工信出版传媒集团副总经理

编委会委员

蒋林涛 中国信息通信研究院科技委主任

余晓晖 中国信息通信研究院院长

鲁春丛 中国工业互联网研究院院长

李长海 中国工信出版传媒集团原总经理助理

沈少艾 中国电信科技创新部顾问

张成良 中国电信研究院院长

马红兵 中国联通科技创新部总经理

黄宇红 中国移动研究院院长

唐雄燕 中国联通研究院副院长

高鹏 中国移动设计院副院长兼总工程师

窦笠 中国铁塔股份有限公司技术部总经理

杨骅 TD产业联盟秘书长

吕廷杰 北京邮电大学教授

梁海滨 北京信通传媒有限责任公司副总经理

刘启诚 通信世界全媒体总编辑

陈山枝 中国信科集团副总经理

法律顾问：北京市蓝石律师事务所

发行范围：公开发行

国内发行：中国邮政集团公司北京市报刊发行局

订购处：全国各地邮局 **邮发代号：**82-659

国外发行：中国国际图书贸易集团有限公司（北京399信箱）

国外发行代号：T1663

广告发布登记：京东市监广登字20170149号

本刊声明

- 《通信世界》授权信通传媒旗下通信世界网为本刊唯一网络发布平台，本刊所有内容将在通信世界网上同时刊登，本刊文章可能由通信世界网向其他合作网站免费提供。向本刊投稿的作者，均应同意上述条件，如不同意请在来稿中特别注明。
- 本刊寄发给作者的稿酬，已含其作品发表在本刊网站及电子版上的稿酬。
- 向本刊投稿的作者应同意授权本刊可以依法维护其著作权等权利。
- 未经本刊书面同意，不得以任何形式转载、使用本刊所刊登的文章及图片。

Sora问世 有望成为“世界模型”？

王鹤迦

2月16日，OpenAI（美国开放人工智能研究中心）推出了首个视频生成模型“Sora”。与Runway Gen2、Pika等AI视频工具仍在努力提升短时连贯性不同，Sora通过接收文本指令，能够生成清晰度为1080P、时长60秒的短视频，同时也可以对现有视频进行前后延伸。而一年前，同一研究团队发布的AI语言模型ChatGPT，已使得文本创作、撰写以及代码审查等工作变得极为便捷。

Sora作为一个基于深度学习的视频生成模型，采用了扩散型变换器架构，并使用大量的视频数据进行训练，其强大之处在于生成的视频可以包含精细的画面场景、生动的角色表情以及复杂的镜头运动。这意味着，继文本、图像之后，OpenAI将其先进的AI技术拓展到了视频领域。Sora是首个能够理解和模拟现实世界的视频生成模型，这一能力的实现是AGI（通用人工智能）的重要里程碑。

在OpenAI发布的Sora视频实例中，其中一个视频展示了“海盗船在咖啡杯中缠斗”的场景。为呈现出理想的视觉效果，Sora需克服多个物理难题，如咖啡杯与海盗船的相对尺寸、咖啡液体的流动性对船体运动的影响（包括波浪、水花等），以及光线和阴影的处理等。尽管在视频中船体运动过程的效果仍存在明显的瑕疵，但Sora似乎具备一定程度的“物理”理解能力。因此，有人认为Sora具有“世界模型”的特点，这使其在逼真度方面更具优势。

“世界模型”即对现实物理世界进行模拟，使人工智能能够类似人类，对世界形成全面且精确的认识，这将有助于AI视频生成更为流畅、逻辑更加严密。例如，咬一口饼干，饼干上会留下齿痕，这一逻辑对于人类而言是非常简单的；然而，要让AI模型理解前后两帧画面之间的逻辑关联却非常困难，它需从海量数据中学习并掌握生成语言、图像及视频的相应方法，从而生成

“推理”结果。

事实上，当前的Sora也是如此，OpenAI在技术报告中公布了Sora的不成熟之处：Sora可能难以准确模拟复杂场景的物理原理，可能无法理解因果关系，可能混淆提示的空间细节，可能难以精确描述随着时间推移发生的事件，如遵循特定的相机轨迹等。笔者了解到，目前Sora对物理的理解是脆弱的，远非完美，仍会产生不符合常识的幻觉，还不能很好地掌握物体间的相互作用。

图灵奖得主杨立昆认为：“一个AI模型可以生成逼真的视频，这并不代表AI模型可以理解世界。”Sora目前的能力就像是人类做梦，虽然梦中场景很真实，但是逻辑上仍然存在一些问题。

尽管仍存在不少“Bug”，但不可否认的是，Sora的未来绝不仅是一款“人类造梦机”。360的创始人周鸿祎表示，Sora的面世意味着实现AGI的时间将从10年缩短到一两年。在他看来，Sora只是小试牛刀，它展现的不仅是视频制作能力，更是大模型对真实世界有了理解和模拟之后的新成果和新突破。

可以预见的是，Sora将被最先应用于短视频、广告、互娱、影视、媒体等领域。在这些领域运用多模态大模型能力，辅助人类生成视频，不仅能大幅提高生产效率，还可以提供全新的视觉冲击，能够帮助企业真正实现降本增效、提升用户体验。

目前，Sora还未对公众开放，其性能和可靠性还需进一步提高，当然Sora可能带来的社会和伦理问题也需要解决。

如今，生成式AI产品正在潜移默化地改变我们的生活方式，每个人都在思考此类产品如何助力自身的生活与工作。当然，要全面打开生成式AI的想象力，还是要依托多模态大模型。Sora的发布以及后续科技巨头的持续跟进，有望为AI产业带来新一轮爆发式的增长。（作者来自本刊编辑部）

AI手机启航 从模块智能到协同智能

金峰

2023年下半年以来，AI大模型浪潮席卷手机行业。在趋势层，高通和OPPO表达了2024年是“AI手机元年”的观点；在战略层，OPPO发布了AI战略和智能体生态，魅族则宣布停止传统手机研发，转向“All in AI”；在产品层，三星新机S24着重提及“AI手机”概念，而华为、小米、Google等其他厂商新机中亦强调AI功能。

手机厂商纷纷转向AI手机有两大原因。一方面，传统智能手机发展已经进入瓶颈期，依靠“性能堆积”，不仅导致用户换机周期从18个月延长到43个月，直接影响销量，还使得行业价值重心日益向产业链上游转移；另一方面，智能手机“红海化”特征显著，产品高度同质化，市场日益向头部厂商集中，亟需实现差异化的竞争方式。

研判未来发展，笔者认为AI手机将通过三个阶段达到成熟。第一阶段是模块智能。各手机厂商突出自有产品中的优势AI模块，开展差异化竞争，从而形成百花齐放的局面。具体而言，一是凸显芯片的AI属性，即在手机中搭载专门处理AI任务的芯片，例如搭载在华为和荣耀手机上的麒麟970芯片，除CPU和GPU外，还加入了NPU。二是凸显传感器（重点是摄像头）的AI能力，这是改变人机交互关系的基础，可实现精准化和主动化的感知。例如谷歌pixel2在硬件上加装针对图像的协同处理器，完成了动态模糊摄影等能力补偿。三是凸显AI算法能力，包括人机对话、数据分类、能耗优化等，它们嵌入在OS层面或者以单独应用的形式存在。

第二阶段是单机智能。各厂商殊途同归，从强调差异化AI、侧重营销层面，向完整的AI手机产品方向发展。在

单机智能阶段，AI手机将不断完善各类标准。

一是AI手机行业标准将制定发布，正式明确什么是AI手机，它的硬件、系统和软件等方面将有哪些具体要求。二是产业链上游将形成一套完整的AI手机解决方案，下游厂商仅需在上游方案中进行调整即可。三是从具体AI手机产品上来看，它将从人类的工具，变为人类的助手。OPPO发布的《AI手机白皮书》称，AI手机将具备四个特征，即拥有并能够高效利用云端、边端甚至周边其他设备的算力资源，能够主动且敏锐感知外部世界，具有主动和强大的自我学习能力，具有较为强大的创作能力。

第三阶段是协同智能。AI手机是庞大AI世界的一个末梢节点，能够实现协同效能。在应用层面，硬件基础设施加速新型AI应用生态的形成，使得AI手机的功能得以更好实现。在设备层面，AI手机不是单一存在的，它与其他各类终端设备密切交互，以实现环境信息的交互或者为人类提供更广泛的服务。

为了有效促进AI手机的纵深发展，产业界需要加强四方面工作，同时也可以借助新架构的建立进一步推动产业国产化的发展。一是促进AI手机标准体系的建立，包括制定手机硬件、操作系统、数据传输等方面的标准协议；二是促进AI手机生态建设，包括上游的芯片模组、传感器、操作系统等方面的生态，以及下游的应用生态等；三是促进AI手机基础资源建设，包括数据集的建设等；四是促进AI手机安全性的保障，包括对个人隐私数据应用边界的定义、终端间的数据直传方案设计等。（作者为ICT行业资深分析师）

新春调研 “信号升格”开新局

■ 本刊编辑部 孙天

近年来我国网络建设显著提速，网络覆盖范围得到极大提升。截至2023年底，全国移动通信基站总数达1162万个。目前阶段下，需在广覆盖的基础上“信号升格”。2023年12月27日，工业和信息化部等十一部门印发了《关于开展“信号升格”专项行动的通知》（以下简称《通知》），明确提出实现移动网络（4G和5G）信号显著增强，移动用户端到端业务感知明显提升，为广大用户提供信号好、体验优、能力强的高品质网络服务。

为精准感知全国各地区的网络情况，通信世界全媒体在春节期间特别组织了“新春信号感知测试”活动，三十余名调研员奔赴全国各地，测试了不同省市、不同场景下的4G和5G信号质量，用数据助力“信号升格”。

我国网络覆盖范围广，但部分场景信号需“升格”

我国幅员辽阔、人口分布不均匀、东西部发展不均衡等因素给网络全覆盖带来了一定难度。但在政府、运营商、产业界的协同努力下，通信设施持续改善，移动通信网络覆盖了更多的地区和场景。2021年，我国4G网络已经覆盖了98%的行政村；截至2022年底，我国累计建设开通了5G基站231万个，实现了“县县通5G”“村村通宽带”。

从2013年我国政府发放4G牌照

到如今5G商用第5年，应该说，我国移动网络的覆盖范围在近些年有了极大提升。正是我国移动网络覆盖范围的提升，才能在此基础上实现“信号升格”。

“新春信号感知测试”活动涉及辽宁、河北、北京、湖南、福建、山东、山西、甘肃、黑龙江、内蒙古、河南、江西等二十余个省（区、市），涵盖了十多类场景，包括乡村、公园、地铁、酒店、商场、公路等。测试使用的软件为“全球网测APP”。移动设备大多为市面主流的支持5G的移动终端设备。具体测试数据如表1所示。

本次测试网络质量的主要指标是下行速率和时延。虽然我国东西部地区网络发展存在明显差异，但即便在网络覆盖远不如东部地区的甘肃省平凉市某广场，使用华为Mate 60 pro移动设备，运营商为中国联通（4G），测试数据为上行速率114.78Mbit/s，下行速率485.35Mbit/s，时延仅为27ms，在本次测速中上行速率名列前茅；时延最低，位居榜首。

在人口稀少的乡村地区，以湖南省耒阳市乡村为例，使用iPhone 14移动设备，运营商为中国移动（5G），测试结果为上行速率76.79Mbit/s，下行速率80.71Mbit/s，时延达到109ms。上下行速率、时延都不尽如人意，当然这其中不排除iPhone设备自身的原因，如基带芯片、天线设计等原因导致信号减弱。

在北京网络覆盖完善的地区，以

奥森公园为例，使用iPhone 15移动设备，运营商为中国移动（5G）。测试结果为上行速率92.66Mbit/s，下行速率550.37Mbit/s，时延为74ms。下行速率表现较突出，上行速率和时延表现一般；考虑到该场景下的人流量较大，网络还有待优化。

在人流较大的商场、市区场景下，以辽宁省锦州市古塔庙会为例，测试中国广电的网络质量，使用设备为荣耀10 Pro，运营商为中国广电，测试结果为上行速率19.34Mbit/s，下行速率217.53Mbit/s，时延为66ms，表现中规中矩。

在我国东西部地区网络存在差异的背景下，西部地区某些场景的网络已经得到一定的优化，但总的来看，我国网络还需在重点场所持续优化。《通知》的提出为东西部地区重点场所网络质量的提升带来了新契机，将带动更多消费产业的出现。

“信号升格”将提升消费体验，实现各方共赢

在信息通信技术高度普及的时代，数字消费已经深度融入人们的衣食住行中，改善通信网络将有助于打破各类消费场所的限制，提升数字消费体验，我国实施《通知》有其深远意义。

北京邮电大学经济管理学院教授曾剑秋认为，现阶段实施《通知》有两方面原因，一方面，近年来我国网络

的覆盖能力得到了大幅增强,尤其是4G/5G网络的覆盖,目前需要进一步提升网络质量,体现网络价值。工信部发布的《2023年通信业统计公报》显示,截至2023年底,全国4G基站629.5万个,5G基站337.7万个。在网络广覆盖的基础上,下一步要持续优化我国移动网络质量,发挥其连接的能力,赋能经济社会发展。另一方面,我国经济社会的发展正处于数字化转型的阶段,各类企业、用户对网络的需求不断增强。从国家层面来看,提升信号质量,有助于打造网络强国、数字中国。

《通知》中明确指出,要超过8万

个重点场所的移动网络深度覆盖,2.5万千米铁路和35万千米公路、150条地铁线路的移动网络连续覆盖。

其中重点场景主要分为11类,包括政务中心、文旅场景、医疗机构、高等学校、交通枢纽、城市地铁、公路铁路水路、文旅场景、住宅小区、商务楼宇及酒店、乡镇农村。在这11类场景中,文旅、商超、商务楼宇是用户密集且高频次的消费场所,改善该类场所的信号质量将极大提升用户的消费体验,也有助于打造新的商业模式。

对此,Omdia电信战略高级首席分析师杨光认为,重点场所和交通沿线的

优质移动宽带覆盖将提升消费者的使用体验,并为各相关行业开发新型服务或商业模式创造条件;且大多数数据连接均发生在室内环境,室内网络性能的改进也能为电信运营商创造增收的机会,进而使通信设备企业从中受益,有望实现各方共赢的局面。

满足多样化网络需求,为未来产业“筑基打桩”

近年来,我国大力推动5G网络建设,持续提升网络覆盖的广度和深度。

下一阶段,我国将在网络广覆盖的基础上提升通信质量,例如在文旅、商超、乡镇、地铁等重点场所优化通信网络,满足人民群众生产生活的多样化需求。

但在“信号升格”的过程中,也应注意实际的市场需求,避免资源的过度浪费。杨光在谈到具体方案的落实时表示:“移动网络的深度和广度覆盖,尤其是室内覆盖较为复杂耗时,成本较高,在部署过程中应充分考虑实际市场需求和投资回报预期。要根据具体的场景环境、用户使用行为特征以及流量密度等参数,选择经济适用的技术方案,既完成部署目标,又要避免盲目追求高指标,造成投资浪费。”

此外,曾剑秋介绍,信息网络的发展具有向下兼容的特性。网络性能、质量的提升,为网络应用新形态的出现提供了土壤。网络的逐步演进将进一步刺激新形态应用的出现,未来的移动网络能够支撑的绝不仅是发短信、浏览网页、刷视频、看电影、网络购物,还将有更大的想象空间。

从未来网络发展演进的角度来分析,我们不仅要看到5G/6G对我国经济社会发展的重要性,更要看到网络的发展与人工智能等高技术产业之间的紧密联系。未来,高技术产业的发展将更加需要以5G/6G为代表的先进的网络。CW

表1 2024年春节期间移动终端网速测试(仅选取具有代表性的地区)

场景	4G/5G网络	运营商	手机	测速结果 上行速率/下行速率/时延
甘肃省平凉市广场	4G	中国联通	华为Mate60 pro	上行速率: 114.78Mbit/s 下行速率: 485.35Mbit/s 时延: 27ms
山西省阳泉市区	4G	中国联通	iPhone	上行速率: 30.73Mbit/s 下行速率: 55.57Mbit/s 时延: 47ms
内蒙古自治区赤峰市万达广场	5G	中国联通	华为Mate40 pro	上行速率: 46.76Mbit/s 下行速率: 318.77Mbit/s 时延: 73ms
辽宁省北票市孤忙线	5G	中国电信	vivo iQOO 10	上行速率: 57.18Mbit/s 下行速率: 291.31Mbit/s 时延: 67ms
江西省安福县农贸市场	5G	中国电信	iPhone	上行速率: 62.78Mbit/s 下行速率: 122.22Mbit/s 时延: 72ms
山东省邹城社区公园	5G	中国电信	荣耀80	上行速率: 142.37Mbit/s 下行速率: 604.55Mbit/s 时延: 36ms
河北省定兴县高速路	4G	中国移动	iPhone	上行速率: 8.87Mbit/s 下行速率: 51.22Mbit/s 时延: 40ms
福建省厦门海边酒店	4G	中国移动	iPhone	上行速率: 81.22Mbit/s 下行速率: 768.08Mbit/s 时延: 35ms
北京市奥森公园	5G	中国移动	iPhone	上行速率: 92.66Mbit/s 下行速率: 550.37Mbit/s 时延: 74ms
湖南省耒阳市乡村	5G	中国移动	iPhone	上行速率: 76.79Mbit/s 下行速率: 80.71Mbit/s 时延: 109ms
辽宁省锦州市古塔庙会	5G	中国广电	荣耀10 pro	上行速率: 19.34Mbit/s 下行速率: 217.53Mbit/s 时延: 66ms



聚力新型工业化



全球制造业发展特点 及对我国的启示

■ 中国信息通信研究院 赵霞

统计数据显示，全球制造业在2022年实现了3.2%的增长，成为经济发展的重要驱动力，但也面临成本上升、需求疲软等多种挑战。我国制造业在全球工业经济体中的重要性稳步提升，下一步，仍需从全球视角把握创新与融合趋势，加速先进数字技术的应用，扎实推进新型工业化重点任务，进一步提升我国制造业在全球的竞争力。

目前，全球制造业稳步增长。联合国工业发展组织（UNIDO）近日发布《国际工业统计年鉴》，从发展态势、结构转型、贸易表现、就业与生产率、环境影响等五方面阐述全球工业领域的最新发展情况。统计显示，2022年全球制造业回归稳健的发展轨道，包括制造业、采矿业、电力、供水、废物管理和其他公用事业在内的全球工业部门

增加值实现了2.3%的增长。其中，制造业增加值增长3.2%。从各经济体的表现看，中国（大陆）在全球制造业增加值（MVA）中的占比已从1990年的3%增至2022年的30.7%，居全球首位。排名第二位的美国占全球制造业总增加值的16.1%；日本保持第三位，占6.0%；德国作为欧洲最大制造国排名第四，占4.8%；排名第五位的是韩国，占3.1%。



全球制造业发展呈现四个显著特点

全球制造业在经历新冠肺炎疫情冲击后逐步回稳增长，2022年的发展呈现出四个显著特点。

一是制造业增加值占GDP的比重稳步上升。按照2015年不变价格计算，2022年全球人均MVA达到1879美元，创历史新高，比2015年增长了14.2%。全球MVA占GDP的比例也从2015年的16.2%，稳步上升到2022年的16.8%。亚洲和大洋洲则成为全球制造业的重要分布地，占全球MVA的55%。

二是全球制造业出口大幅增长并创新高。2022年，全球制造业出口增至创纪录的19万亿美元。其中，由于中国（大陆）的积极参与，中等收入工业经济体对制造业出口的贡献实现

了从15%到32%的大幅增加。从区域看，亚洲和大洋洲的制造业出口占全球制造业总出口的比重已由2000年的34%跃升至2022年的48%，北美洲和欧洲则从2000年的60%下降到2022年的46%。从进口看，在2010—2022年期间，美国一直是世界上最大的制造业进口国，其次是中国（大陆）和德国。

三是制造业增长并未带动就业人数的同步增加。经济不稳定和新冠肺炎疫情对制造业就业冲击严重，尽管全球制造业增长，但其就业者占总就业人数的比例已从2015年的14.2%下降到2021年的13.6%。从绝对数量看，制造业就业人数从2015年的4.44亿下降到2021年的4.42亿。

四是二氧化碳排放在制造业生产增长情况下仍保持稳定。2000年至2021年期间，虽然MVA增长了超过一倍，但制造业产生的二氧化碳排放却仅增加了60%，且从2010年开始，制造业和二氧化碳排放之间的耦合同向增长关系就已停止。

中国保持全球竞争力十强前列

UNIDO自2013年以来一直使用CIP（竞争力绩效指数）衡量工业竞争力。CIP由生产和出口制成品的能力、技术的优化升级以及全球影响力三个维度的统计指标构成，用于评估一个国家的制造业在国内外市场上生产和销售商品，以及技术发展的相对成功程度。CIP综合得分介于0到1之间，数值越高表明产业竞争力越强。

UNIDO目前的统计涵盖了从1990年到2021年的153个经济体的数据。统计显示，2021年德国、中国（大陆）和爱尔兰是全球工业竞争力表现最强的三大经济体，之后是韩国、美国、中国台

湾、瑞士、日本、中国香港特别行政区和荷兰等国家和地区。与往年相比，2021年CIP前十名中唯一的变化是日本和中国台湾交换了位置：日本从第6位降至第8位，继续从1994年全球最具竞争力工业经济体的巅峰下滑；而中国台湾在排名上取得了显著进步，从1994年的第15位上升到目前的第6位。CIP三强排名中，德国和中国（大陆）分别自1990年、2014年开始处于全球前三位。爱尔兰于2020年开始取代美国，成为全球第三名。

研究结果表明，收入水平与产业竞争力之间存在显著的相关关系。CIP排名前十的国家和地区几乎都是高收入工业经济体，只有中国（大陆）是唯一的中等收入工业经济体。

全球制造业视角下的三大发展趋势

中高科技产业拉动制造业增长贡献巨大

技术升级和产品复杂度是提高国家工业竞争力的重要因素。过去二十年中，中高及高科技（MHT）产业的重要性逐渐增加，新冠肺炎疫情后更是以较快速度恢复并扩张。2021年，MHT产业在制造业高速增长过程中发挥了重要作用，全球制造业增加值的近50%来自于高科技产业。

从行业看，排名全球制造业增加值前五位的行业分别为计算机与电子产品（占12.0%）、食品（占10.6%）、化学品（占8.3%）、机器设备（占8.1%）和机动车（占7.6%）。其中，低技术含量的只有食品行业。

从区域看，亚洲和大洋洲、北美洲和欧洲两大区域的制造业出口中已有近60%是中高科技产品。

从贸易看，大多数出口制成品都是MHT产品。2010年至今，中国（大陆）、

德国、美国始终是全球制造业制成品出口的前三大经济体。2022年，MHT产品出口更是在疫情后攀升至历史新高的11.2万亿美元。MHT产品全球出口占比前五位的国家和地区分别为中国大陆（占18.5%）、德国（占9.5%）、美国（占8.2%）、日本（占4.6%）、中国香港特别行政区（占4.4%）。在进口方面，2022年全球最大的MHT进口国是美国（占15.0%），其次是中国（大陆）占10.6%、德国占6.3%，中国香港特别行政区（占4.2%）、荷兰（占3.3%）分列第四和第五。

产业转移将增加新兴工业经济体活力

新兴工业经济体（Emerging industrial economies）是UNIDO提出的一个特别经济群体，就工业绩效而言，由制造业最具活力的中低收入经济体组成，包括孟加拉国、埃塞俄比亚、老挝、坦桑尼亚、柬埔寨、印度、马来西亚、乌干达、中国（大陆）、印度尼西亚、缅甸和越南。在这12个经济体中，4个是在结构转型指标方面已经取得显著成果的中等收入工业经济体（Medium-income industrial economies），6个是被列为中等收入但工业化水平仍较低的中等收入工业化经济体（Medium-income industrializing economies）。受经济放缓的影响，新兴工业经济体在2022年的MVA仅为3.6%，而2021年这一数字曾高达9.2%。

当前，全球工业生产正快速向发展中经济体和新兴工业经济体转移，尤其是作为全球制造业集中地的亚洲。新兴工业经济体包含9个亚洲国家和地区，按2015年不变价格计算，2022年新兴工业经济体人均MVA达到1502美元。这种制造业的转移将引发贸易流动和全球价值链的重构。

产品和流程的创新影响制造业格局

新型工业化的最基本特征就是以数字化作为通用技术，新兴技术和先进的数字化生产流程是经济增长的决定因素。在绿色和数字化转型背景下，许多必要变革也取决于产品和流程创新。以下由生产方式和生产过程创新引发的变革尤其值得关注。

一是生产方式的数字化和自动化对制造业格局的改变。当前，技术创新和先进数字化制造技术的部署影响着制造业的所有领域。以生产过程中机器人的使用为例，作为一种新的生产方式，全球制造业的工业机器人密度在过去20年增长了4倍，2010年以来更是加速攀升。与此类似，其他数字技术的应用也在改变制造业格局，重塑企业和国家的竞争优势。

二是生产过程的绿色化将影响发展中经济体和新兴工业经济体在世界经济中的定位。全球范围内每单位MVA产生温室气体(GHG)排放量的下降，意味着工业生产导致环境退化不断加剧的趋势出现了转折，也印证了工业生产正在向绿色化转型。

对我国制造业创新发展的启示

对于2023年的情况机构普遍认为，由于成本上升、货币政策收紧、地缘政治紧张和全球供应链中断，制造业将放缓增长。而我国产业规模持续扩张，产业升级步伐加快，新型工业化正在各地大力推进。2022年10月至今，工信部及山东、四川、广东、浙江、上海、江苏等省市已制定多项行动计划和指南。国家统计局发布的数据也显示，2023年我国规模以上工业增加值比上年增长4.6%，其中，制造业增长5.0%，凸

显了制造业的韧性和活力。不过也应看到，2024年我国工业经济的内外环境仍然严峻复杂，要保持制造业在占比稳定的基础上有所增长，需提升新型工业化的推进速度，加快制造业数字化赋能，并使之快于产能的外迁，从而在全球产业格局中进一步领先。

一是加快建设覆盖制造业所有重点领域的技术创新体系。引导企业加强尖端技术研发，增强技术的独立性和产业供应链的韧性。优化创新资源配置，促进企业充分利用全球科技成果和智力资源，支持有条件的企业参投成立产业创新方面的国际科技组织，力争国际标准制定中的话语权，以颠覆性前沿技术打造新产业、新模式和新动能。

二是优先发展优势领域，大力推进工业数字化、绿色化。重点加强优势产业和新能源汽车、锂离子电池、光伏等“新三样”产品的带动作用，将数字技术与工业领域的绿色发展实践相结合，加速推进工业互联网在装备制造、电子、化工、矿业、钢铁、能源等众多行业，以及在质量检测、智能仓储、质量追溯、精益生产、流程优化、设备故障诊断等多种工业场景的应用。提高能源和材料效率，加速生产过程的绿色化转型。

三是加强有利于新型工业化发展的基础设施和环境建设。强化金融、财税、贸易、投资等部门的政策协同，引导更多社会资本、技术、人才等要素向制造业流动，为企业在推进新型工业化过程中增强创新主体地位创造基础能力和条件。同时，扩大高水平对外开放，营造国际化、市场化、法治化的一流营商环境，在制造领域持续加大吸引外资力度，增强外商投资信心，并为其来华投资提供便利。🇨🇳



聚力新型工业化



工业互联网标识解析创新 加速新型工业化

■ 中国联合网络通信股份有限公司泉州分公司 黄钦泓
中国铁塔股份有限公司泉州市分公司 林斌高

2023年9月,习近平总书记就推进新型工业化作出重要指示:新时代新征程,以中国式现代化全面推进强国建设、民族复兴伟业,实现新型工业化是关键任务。

工信部深入贯彻习近平总书记重要指示精神,落实党中央、国务院决策部署,继续扎实做好“5G+工业互联网”各项工作,为推进新型工业化、建设现代化产业体系提供坚强支撑。坚持网络为基础、平台为中枢、安全为保障、标识为纽带、数据为要素,在推动技术创新、产业培育、融合应用等方面取得积极成效,“5G+工业互联网”体系化发展走在全球前列,为制造强国、网络强国和数字中国建设注

入了新动能。其中,工业互联网标识解析体系是新型工业化发展的战略性基础设施,是工业互联网体系的重要纽带,是实现数实深度融合的核心枢纽、增强产业链供应链韧性的关键抓手、数字化绿色化协同发展的重要底座,更是推动构建开放产业生态的基本路径。

那么,什么是工业互联网标识解析体系?它将如何改变工业生产?本文将为您揭开工业互联网标识解析体系的“神秘面纱”。

什么是工业互联网标识解析体系?

在工业互联网发展初期,由于缺乏

统一的标准和规范,不同厂商、不同设备之间无法实现互联互通,各企业编码体系、各产品编码体系、各设备编码体系均不相同,因此限制了工业互联网的应用和发展。由此,工业互联网标识解析体系应运而生,是较好解决上述问题的唯一国产自主可控方案,可实现万物之间的互联互通,并进行数据共享。工业互联网标识解析体系通过给每一个实体或虚拟对象赋予唯一的身份编码(企业身份标识、产品身份标识、设备身份标识),同时承载相关数据信息,实现实体和虚拟对象的定位、连接和对话,这个体系被认为是工业互联网“基础中的基础”,是支撑工业互联网互联互通的神经枢纽。

从国家新型基础设施建设看

工业互联网标识解析体系是我国自主筹划建设的核心基础设施,主要包括基础设施建设、标识解析节点建设、标识注册和解析服务、标识应用推广四个方面。

基础设施建设。包括但不限于工业互联网标识解析体系的基础网络建设、数据中心建设、安全防护体系建设等,是支撑工业互联网标识解析体系正常运行的基础。

工业互联网标识解析节点建设。包括但不限于国家顶级节点(根节点)、二级节点、递归节点和企业节点等的建设。这些节点是标识解析体系的关键组成部分,负责标识的注册、解析和转发等(如图1所示)。其中,武汉、广州、重庆、上海、北京5个国家顶级节点以及南京、成都2个灾备节点先后建成上线,“5+2”国家顶级节点已全面建成。二级节点则以产业链主、区域第三方服务龙头企业为主。

工业互联网标识注册和解析服务。通过建立统一的标识注册和解析服务,实现不同实体或虚拟对象之间的信息共享和交互,构建一套完整的标识注册和解析机制,确保标识的唯一性和准确性。

工业互联网标识解析应用推广。通过工业互联网标识在生产、管理和服务等“人机料法环测”各环节的应用,探索形成可落地、可推广、可复制的商业模式和实践路径,构建一套完整的标识应用推广机制(包括但不限于政策支持、技术培训和应用示范等)。

从工业互联网标识解析内涵看

工业互联网标识解析体系是工业互联网的重要组成部分,是工业数据要素的一种有效展现形式,它通过赋予物品唯一的身份编码,并承载相关数据信

息,实现实体与虚拟对象的定位、连接和对话等功能,为工业生产提供更高效、更智能的服务。

赋予物品唯一的身份编码。通过条形码、二维码、无线射频识别标签等方式赋予物品唯一的

身份编码,确保每个物品都有唯一的标识,方便企业对其进行追踪和管理。

承载相关数据信息。工业互联网标识解析体系不仅赋予物品唯一身份编码,还承载了与该物品相关的数据信息(生产日期、使用期限、来源地等),帮助用户对物品进行全面了解和精确管理。

实现实体和虚拟对象的定位、连接和对话。通过工业互联网标识解析体系,实现实体与虚拟对象之间的定位、连接和对话等功能。这意味着,无论是物理设备还是虚拟数据,都可以通过标识解析体系进行管理和交互,进而提高生产效率和智能化水平。

推动产业协同和创新发展。工业互联网标识解析体系有助于推动产业协同和创新发展。通过标识解析技术,不同企业、不同行业之间可实现信息共享和协同合作,促进产业链优化升级。同时,标识解析技术还将推动新技术、新模式的应用和发展。

从工业互联网标识外部展现形式看

工业互联网标识解析旨在采用统一的标准赋予制造业中每一个产品、零部件、设备等实体物体,以及工艺、算法等虚拟资产唯一的“数字身份证”。如此一来,原先的“哑”设备就能彼此

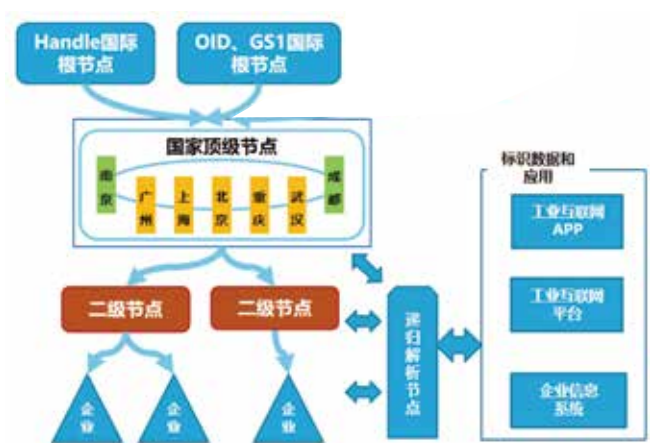


图1 工业互联网标识解析体系架构

“对话”,让数据“出得来”“用得好”。

从外部展现形式看,标识解析有四个分类方式:一是分为主动标识载体和被动标识载体;二是分为明码和暗码;三是分为条码、二维码、RFID等形式;四是按载体材质一般分为纸、塑料、金属、木材等。

从外部展示组成部分看,在软件方面,标识码生成和管理软件作为一个基础性的生码赋值软件,可通过构建工业互联网标识解析体系,打通应用标识注册、解析流程,实现异构数据融合,形成企业定制化或标准SaaS化产品,解决食品安全溯源、全生命周期管理、供应链管理、产品售后服务等行业痛点问题。在硬件方面,平台生成标识码之后,可以通过纸质打印、激光、喷码及RFID等形式,与标签打印机、激光打标机和RFID打印机等硬件设备进行对接,用户可通过微信端、Web端、PDA、手持扫码枪等方式,扫描产品上的标识来读取标识码信息。此外,企业节点一体机内置物联网及工业互联网标识服务,可实现“一体封装”“开机即用”(如图2所示)。

从工业互联网标识应用看

工业互联网标识解析体系不是独立运行的个体,需与5G、人工智能、大



图2 工业互联网标识解析应用架构图

数据等先进信息技术结合，才能发挥其数据要素的特性，助力企业实现智能化、自动化的生产和管理，进而推动工业生产的数字化、网络化、智能化升级。

从企业“人机料法环测”看。一是提升管理效率。企业通过工业互联网标识解析系统，对设备、物品进行统一的智能化监控、管理和调度，提高生产和管理效率。二是加强质量控制。企业可通过工业互联网标识解析系统追踪到每个设备、物品和系统的信息（历史记录、位置信息等），进而对生产过程进行实时监控和质量把控，保证产品符合相关标准和规定。三是降低运

营成本。工业互联网标识解析系统可以实现不同设备、不同系统之间的互联互通，减少重复投入，降低管理成本，提高企业运营效率。四是促进创新发展。工业互联网标识解析将促进工业互联网创新发展，推动工业数字化、网络化、智能化升级，助力新型工业化早日实现。

从纵向集成来看。通过工业互联网标识解析体系，打通产品、机器、车间和工厂的各个环节，实现底层标识数据规模采集、信息系统间数据共享，以及工业互联网标识数据分析应用。在纵向集成层面上，标识解析涉及企业管理方方面面的软件，如设备管理系统、人员管

理系统、现场管理系统、ERP、MES、WMS等。由此，工业互联网标识解析体系的应用需与各平台系统融为一体，相互协同。

从横向集成来看。通过工业互联网标识解析体系，大型企业可以横向连接自身的上下游企业，不是强制数据同步，而是利用标识解析按需查询数据；中小型企业可以横

向连成平台，利用标识解析按需共享数据。

从端到端集成看。通过工业互联网标识解析体系，可以打通设计、制造、物流各个环节，实现真正的全生命周期管理。在端到端集成层面上，主要采用区块链、物联网、云计算等技术，为每一个对象赋予唯一的国际通行的互联网标识解析“身份码”，与企业ERP、MES、CRM、WMS、PLM等“两化融合”管理系统进行实时数据对接，实现企业供应链系统和生产管理系统的信息共享，构建产品从原料采购到消费终端来源可查、去向可追、责任可究的生命周期管理体系（如图3所示）。

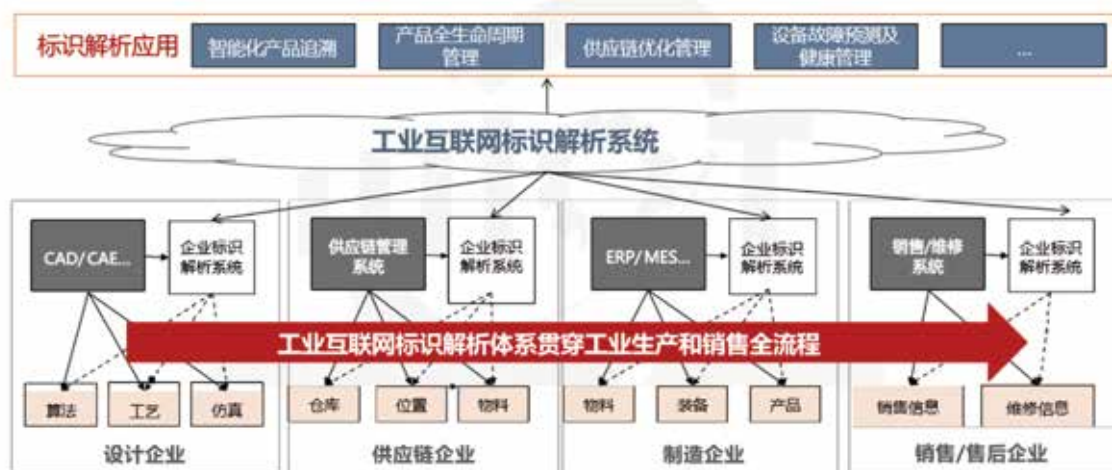


图3 标识解析体系助力实现全生命周期管理

工业互联网标识解析体系的新型工业化探索与实践之路

从2017年开始,中央部委先后发布《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》《工业互联网发展行动计划(2018—2020年)》《工业互联网创新发展行动计划(2021—2023年)》和《工业互联网标识管理办法》等涉及工业互联网标识解析体系的指导性文件,明确了工业互联网标识解析体系建设的目标、任务和时间表,提出了一系列具体的措施和要求,为体系建设提供了政策支持和指导。

我国在工业互联网标识体系的探索

经过六年多的建设,我国已初步建成工业互联网标识解析体系,建成工业互联网标识解析“5+2”国家顶级节点,上线二级节点332个,实现国内31个省、区、市全覆盖,为推进新型工业化打造了坚实的数字底座。

从行业应用看,完善编制细分行业应用指南。中国信息通信研究院依托工业互联网产业联盟,自2021年起面向垂直行业开展《工业互联网标识行业应用指南》编制工作,围绕细分行业分析数字化转型需求,提出标识解析实施路径,总结标识解析应用模式,为产业链相关参与方落地实施工业互联网标识应用提供参考。截至目前,已发布汽车、石化、服装、煤炭等15本应用指南白皮书,形成了一批行业级、标准化的工业互联网标识应用方法和建设模式。

从区域应用看,各地方政府加快建设工业互联网标识解析体系。例如,上海市通过建设工业互联网标识解析体系推动数字经济发展,助力上海加快推进新型工业化。上海节点作为全国五个国家顶级节点之一,已于2018年底正式上线,截至目前,已接入二级节点86个,接入企业17万家,应用覆盖20多个行

业及综合服务领域,累计标识注册量、解析量、企业节点数量等各项指标均居全国前列。目前,上海市共建设14个二级节点,涌现了华峰创享、国药控股、国网电力等优秀二级节点标杆企业。未来,上海将锻长板、补短板,加快推动标识技术与工业生产核心环节融合,提升产品质量和企业效益,带动工业互联网全链条规模推广。

从企业应用看,各工业企业逐步接纳工业互联网标识解析体系。截至2023年11月,我国工业互联网标识注册总量超过了4200亿个,服务企业超32万家,覆盖仪器仪表制造、汽车制造等45个国民经济行业。当前,工业互联网标识解析已全面融入工业企业研发、采购、生产、仓储、物流、销售等环节,在企业内外部产生价值,帮助工业企业提升产品质量、提高管理效率、促进模式创新,并通过高效汇聚生产数据与碳排放数据,为企业绿色生产提供精准参考,全面赋能工业企业数字化、网络化、智能化、绿色化发展。

工业互联网标识解析融合应用层出不穷

1. 农副产品行业:工业互联网标识解析赋能产品价值提升

通过工业互联网标识赋予单个农副产品唯一的“身份证”——追溯码,实现“一物一码”,对产品的生产、仓储、分销、物流运输和市场巡检等环节进行数据采集跟踪,实现产品生产环节、销售环节、流通环节、服务环节的全生命周期管理。

例如,在江苏东台金科森工业互联网标识解析中心,用户轻点农业板块数据屏,当日“东台西瓜”上市、市场动态、车辆运销等情况便可一目了然。与此同时,工业互联网标识码在“东台西瓜”上应用,实现“一瓜一

码,严防假冒”,也让其品牌价值整体提升了15%。

2. 医疗行业:工业互联网标识解析实现设备价值提升

工业互联网标识解析技术可以为设备赋予唯一标识,实现设备的身份识别和信息关联。企业通过工业互联网标识解析技术,可以获取设备的生产日期、使用期限、来源地等信息,为设备管理提供全面、准确的数据支持,实现设备之间的信息共享和协同工作,提高设备的可靠性和可用性,促进设备的智能化管理和优化,为工业生产提供更高效、更智能的服务。

例如,上海至数企业发展有限公司(以下简称“上海至数”)通过对医疗设备进行主动标识,现已服务全国3000多家机构,在线管理医疗设备超过80万台,相关企业扫码即可实现对医疗器械的基础数据调用、快速准确上报等。由于解决了设备状态实时监测及实时定位的难题,上海至数还在疫情期间帮助上海第六人民医院精准对接呼吸机需求。

3. 通用行业:工业互联网标识解析助力企业实现“双碳”目标

利用工业互联网标识解析技术帮助用户掌握企业碳排放信息,替代传统手工抄表,手动汇总和手动上报的信息记录方式,系统可自动收集碳排放数据,传输打码、汇总上报,并进行数据分析和信息追溯,保证每一条数据都真实可信。与此同时,结算系统可自动汇总数据进行上报,生成的碳排放报告通过标识解析技术进行打码,并报送至监管机构,监管机构通过扫描标识解析码了解企业碳排放详情,帮助企业搭建工业互联网应用数据互联互通的基础。目前,中国信息通信研究院已牵头编制《工业互联网标识解析与企业“双碳”实施路径》白皮书,旨在解决企业在“双碳”实施过程中面临的难点痛点,

为企业低碳发展、提前实现碳达峰提供了一定的参考。

例如，中国汽车技术研究中心有限公司利用工业互联网标识技术支撑新能源汽车行业开展碳排放全生命周期管理，助力行业实现碳达峰、碳中和。目前中国汽车技术研究中心有限公司已完成标识解析企业节点的部署，通过接入工业互联网标识解析二级节点，解决了汽车行业在产品全生命周期碳排放数据管理体系缺乏条理、与相关企业信息不对称等方面的问题。

存在的问题和优化建议

存在的主要问题

近年来，在工业互联网标识解析应用奖补政策的推动下，部分行业和企业尝试将工业互联网标识解析技术融入到新型工业化进程中，取得了不错的试点示范应用效果，但与规模化应用仍存在较大差距。现从技术层面、行业层面、应用层面、企业层面逐一剖析为何企业不愿意大规模应用工业互联网标识解析技术，有什么顾虑。

从技术层面看，表面应用简单，实际应用复杂。一是技术标准和规范不统一。工业互联网标识解析技术虽然有统一的标准和规范，但不同行业、不同厂家、不同系统均构建了不同的编码体系，因此不同系统和应用之间存在兼容性和互操作性问题。二是数据安全和隐私保护不足。工业互联网标识解析涉及大量敏感数据，包括设备信息、生产数据等，数据安全和隐私保护已成为重大问题。三是网络可靠性和稳定性有待提高。工业互联网标识解析需要依托网络进行数据传输和交互，企业内外网的可靠性和稳定性对标识解析的效率和准确性具有重要影响。

从行业层面看，缺乏统一、强有力

的组织。一是行业认知度不足。部分企业对工业互联网标识解析的认知度不足，缺乏对其价值和作用的认识。二是行业标准和规范仍有缺失。目前工业互联网标识解析在部分行业标准和规范方面尚未完善，缺乏统一的标准和规范指导。三是行业合作和协同不够。工业互联网标识解析需要产业链上下游企业的合作和协同，但目前行业合作和协同程度不够。

从应用层面看，未形成“爆品”应用，行业标识贯通发展不足。一是应用场景和需求不明确。部分企业对工业互联网标识解析的应用场景和需求不够明确，缺乏具体的应用案例和实践经验。二是应用推广力度不够。目前工业互联网标识解析的应用主要依托地方工信部门推进，缺乏有效的宣传和推广措施。三是应用成本较高。新技术引入、设备改造、人员培训等方面成本较高，因此部分企业不愿意采用。

从企业层面看，面临成本高、难度大等诸多挑战。一是成本考虑。企业担心引入工业互联网标识技术需要较高的成本投入，包括技术研发、设备改造、人员培训等。二是安全担忧。企业担心引入工业互联网标识技术可能导致数据泄露或受到网络攻击。三是技术难度大。企业认为工业互联网标识技术难度较大，需要专业的技术团队进行研发和维护，增加了企业的技术负担。四是应用前景不明确。部分企业对工业互联网标识的应用前景不够明确，担心投入后无法实现预期的效果或回报。五是行业协作不足。企业担心在引入工业互联网标识技术后，缺乏与上下游企业的协作和支持，难以实现全产业链的协同和优化。六是试点应用集中于头部企业。受技术前景不明朗等因素影响，标识应用主要集中在大型的国有企业，民营企业和中小企业的参与度低。

下阶段优化措施和建议

工业互联网标识解析体系作为赋能千行百业数字化转型的重要抓手，需要“政产学研用”多方共同努力，高质量推进工业互联网标识解析体系建设和落地，地方政府政策性的引导、行业组织的推动和龙头企业的带动缺一不可。

加强地方政策性引导，鼓励企业参与。持续推进“工赋链主”和“工业互联网一体化进园区”行动，推动链主企业带领上下游中小企业加入标识解析体系；借助“工业互联网标识解析贯通行动计划”开展的契机，推动标识通过“大场景”走进千行百业，进而成为城市数字底座的有力支撑。

强化行业组织作用，打消企业疑虑，鼓励加大应用。充分发挥行业组织的影响力，积极引导推进工业互联网标识的行业应用场景研发和实践，打造工业互联网标识“样板间”，并逐步规模复制构建行业工业互联网标识应用的“商品房”，形成“星星之火可以燎原”的态势。

构建工业互联网标识贯通生态，推动企业规模复制。建议各地方工信管理部门联合“产学研用”各方形成工业互联网标识生态合力，打造具有特色的标识解析贯通新生态和“服务队”，积极引导各行业龙头企业先行先试，归纳总结行业工业互联网标识“爆款”场景应用，逐步带动中小企业上行下效，推动新型工业化高质量发展。

工业互联网已成为实现新型工业化和信息化的必由之路，成为建设现代经济体系的重要内容和关键支撑。工业互联网标识解析体系作为工业互联网体系的重要组成部分，是“数据要素”在工业互联网领域的一种表现形式，将对工业企业的数字化、绿色化、智能化发展起到重要作用。



本刊编辑部 梅雅鑫

车路协同云平台

在“东数西算”战略的引领下，京津冀大地渐成数字经济发展的“高地”。京津冀地区作为全国一体化算力网络国家枢纽节点之一，是我国算力市场的重要板块。两年来，京津冀三地不断夯实算力基础设施建设，用数字化、智能化逐步绘就了波澜壮阔的画卷，在“京津冀协同发展国家战略”启动十周年之际交出了一份令人满意的答卷。

目前，京津冀地区已经形成了以北京为核心、天津为支撑、河北为承接的协同发展功能格局，为三地数据中心产业集群的发展提供了有力支撑。近日，通信世界全媒体记者随北京市通信管理局、天津市通信管理局、河北省通信管理局联合主办的“京津冀智算云联”媒体行活动，深入京津冀三地，走进雍和壹中心联通大数据公司、中国中铁京雄高速项目一工区、天津武清区中国电信京津冀智能算力中心、中国移动京津冀（天津）西青数据中心、中国联通（怀柔）大数据创新产业园调研参观，充分感受京津冀智能算力一体化的服务能力如何发挥协同互联价值。

北京：算力需求激增，加速促进算力互联互通

互联网时代，社交、视频等应用改变了人民的日常生活娱乐，如今算力互联网也将走进千行百业，赋能大模型、云渲染、云游戏等多种“杀手级”算力应用服务。

“春节期间的抢红包、看直播、刷视频等都是大算力时代的典型应用场景，最近Sora的横空出世，让我们每个人都可以成为专业的视频创作者，而Sora背后其实是强大的AI算力在支撑。”中国信息通信研究院云计算与大数据研究所副总工陈屹力表示，“从算力供需方面看，京津冀处于国内第一梯队，是我国算力产业发展的重点区域。”

数据显示，截至2023年10月，国内已发布大模型238个，其中北京数量占比接近一半，对算力资源的需求也呈现爆发性增长态势。为推动京津冀算力产业协同发展，形成优势互补、互利共赢的格局，北京市通信管理局牵头，联合中国信通院积极开展算力互联互通体系研究，

建设了北京算力互联互通验证平台，并基于统一的算力标识，完成了通用计算、超级计算、智能计算等异构算力资源的注册感知和汇聚互联。同时，北京市通信管理局协同天津、河北、内蒙古、山西等地，开展算力互联互通联合试验。

下一步，为更好地服务京津冀人工智能产业发展，北京将持续推进算力互联互通和运行服务平台建设，形成层级跨域管理、异构算力调度、智能资源匹配的核心枢纽，建设更加开放协同的算力市场环境。

在智算浪潮下，北京联通深入贯彻落实《中国联通人工智能行动方案》，组建专业团队，探索构建自主可控的信创化智算能力体系，加强绿色低碳技术引领，完善运维运营服务标准，高质量承建北京“京西智谷”人工智能计算中心，获批“国智牌照”，使其成为国家新一代人工智能公共算力开放创新平台，并纳入中国联通“1+N+X”智算能力梯度布局中的N节点。夯实“全光加IPv6+”底座，以网强算，申请加入国家（北京）新型互联网交换中心试点，打

造北京市“一点接入、即取即用”的算力网络。

在京津冀“三地一张网”、互联互通算力资源供给体系的支撑下,京雄高速成为国内5G专网全覆盖和实现全线车路协同的智慧高速公路。北京移动将数智技术渗透融入轨道交通场景,构筑起“5G专网全覆盖以及融合5G专网+北斗高精度定位+国产化服务器”的新时代示范性智慧高速。

天津: 践行绿色发展理念 让数据中心“变绿、瘦身”

天津的地理位置决定了其具有不可比拟的区位优势,从天津数据中心的建设类型来看,独特的区位优势吸引了众多金融、互联网、高新技术企业入驻。

位于天津市武清区的中国电信京津冀智能算力中心(以下简称“京津冀智算中心”),是北京电信“1+1+X+C”算力布局中的重要一环。京津冀智算中心通过先进的国产AI技术以及自主可控的计算设备、网络设备和存储设备,外加多云互联和算力调度平台,实现了全国区域间的算力协同对接,促进通算、智算和超算协同发展,打造了高速互联、高效调度、安全可靠的智算体系。

据园区的工作人员介绍,京津冀智算中心正全力推进国内首个“真万卡”液冷算力池建设,预计2024年6月底园区将具备近5000PFlops智算能力。除加大天津先进算力供给外,通过北京电信打造的“京内1ms”“环京2ms”“京津冀3ms”低时延、大带宽、高可靠智能算力生态体系,为京津冀地区的人工智能企业提供开放、共享、普惠、低成本的算力服务,满足京津冀人工智能企业的算力需求。

位于天津市西青区的中国移动京津冀(天津)西青数据中心是按照中国移动最高标准建设的天津地区最大规

模的数据中心,承载能力超1.4万架。天津移动基于“算网融合统一”算力发展原则,通过优化通用算力和智算结构,将中国移动京津冀(天津)西青数据中心打造成云网融合、算网一体的算力调度平台。通过建设京津冀地区高速直达OTN 400G直联光传输网络,推动数据中心互联网络全光交换节点(OXC)占比达到100%,打造“京津冀核心城区2ms、全市1ms、城区0.5ms”低时延圈,为构建“北京研发—天津制造”创新格局提供超强算网支撑。

借助一系列创新技术,算力产业正走出一条低碳、高效的绿色发展之路。北京电信在京津冀智能算力中心采用多种“黑科技”并部署AI智控平台,实现机房的最优配置;借助自然冷源降低制冷能耗,创新供电方式,推动算力中心节能降耗。同样,为减少资源浪费,中国移动京津冀(天津)西青数据中心利用现有2台水源热泵机组(1主1备)将IT负载产生的热量进行回收,并将回收的余热用于满足数据中心园区2万平方米办公用房的市政供暖。

河北: 超大带宽、超低时延 打造“身临北京”网络体验

土地资源、风冷资源充足以及地理位置环京的巨大优势,使得河北省成为京津冀地区数据中心选址的关键区域。河北省怀来县自然条件优越,电力资源丰富,积极谋划数据中心产业园区,对落户的数据中心项目给予电价优惠,吸引了众多企业落户数据中心产业园区。

本次参观的中国联通(怀来)大数据创新产业园是支撑网络强国、数字中国、智慧社会建设的国家级新型数字基础设施项目,也是全国两大“东数西算”调度平台之一。2022年,“算力高效调度示范”项目落户产业园,从算力供给、

算力输送、算网调度和算网融合四方面构建面向国家“东数西算”工程的云网边一体的算网智能化编排调度体系,为用户提供“联接、感知、计算、智能”的算网一体化服务。

据了解,中国联通(怀来)大数据创新产业园总建筑面积约35万平方米,共规划了8.5万架标准机柜能力,可提供2200PFlops算力服务,是京津冀数据中心集群内目前在建面积最大、建设等级最高、机架规模最大以及供电、环评、节能手续最齐全的核心级数据中心,可满足大中型互联网企业、云服务商以及金融、医疗、教育等行业企业在网络、计算、存储、灾备等方面的多元化、定制化需求。目前,项目一期已交付3800架5kW机柜,为处理数据提供强大的算力支撑。

要让算力发挥最大效用、对GDP产生直接作用,除了要解决算力调度这个技术难题外,还需要提供超大宽带、超低时延的网络直连。

中国联通(怀来)大数据创新产业园打造基于算网融合设计的服务型算力网络,园区接入包括智能城域网、泛在接入网、光传送网等在内的算力承载网络,实现区域间、区域内各城市间高速全光互通互访,筑牢面向算力网络的大带宽、低时延、高可靠、高安全、灵活调度的全光传送底座,保障东西算力互访质量。

号角声声,蹄疾步稳,数据中心产业是京津冀协同发展中最具特色、最有成效的产业。在京津冀通信业的共同努力下,网络与算力资源的互通互联、轨道交通成果的共建共享,重新定义了京津冀之间的时空距离,实现区域内的资源流动、优势互补。面向未来,相信京津冀信息通信行业将继续聚焦京津冀协同发展一体化建设,构建京津冀一体化算力资源格局,推动算力供需平衡,为形成新质生产力提供强大的产业基础,不断续写京津冀协同发展的通信新篇章。CW

展望2024年 运营商多元价值要素迎来全面开花

■ 赛立信通信研究部 邱欢欢

回顾2023年，运营商持续稳固传统业务，发力新兴业务，总体表现亮眼。展望2024年，在数字经济发展势头强劲的背景下，运营商“网、云、数、算”等价值要素将迎来新的“变现”机会。

回眸2023年：总体表现亮眼

回顾2023年，运营商加快从通信网络运营商转型为科技创新公司，在传统业务“维稳提值”的同时，通过在新兴业务生态合作、能力体系、建设投入等方面积极变革，创造了新的收入增长动力，收获了新的价值要素，总体表现亮眼。

个人/移动业务：行业竞争趋于理性化，存量用户价值深耕成主攻方向

过去几年，通信行业政策导向和发展重心已经有了明显调整，聚焦点从“提速降费”转向高质量发展，三大运营商的战略核心也由争夺市场份额转变为推动用户价值提升。2023年，在消费级5G应用尚未实现突破性创新的情况下，运营商坚持利用内容合约、会员权益等手段，不断探索提升个人用户价值的途径，有效拉升了用户ARPU。数据显示，2023年前三季度，三大运营商

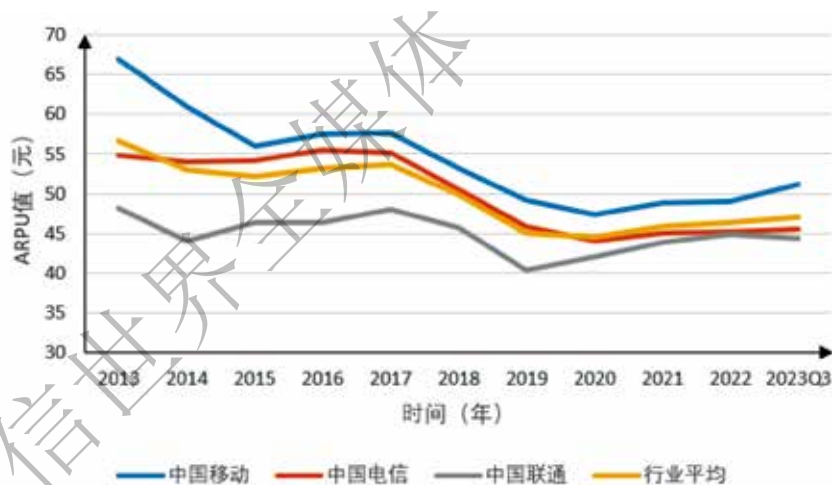


图1 2013—2023年三大运营商移动业务ARPU走势

的平均用户ARPU为47元，超过2019年的45.1元，为近五年最高。在移动业务ARPU提升的带动下，三大运营商的移动业务营收迎来增长拐点并保持向好态势（如图1所示）。

家庭/固网业务：千兆网络与智慧家庭双驱动，固网价值潜力初步彰显

2023年，我国千兆网络升级步入加速期。工信部数据显示，截至10月，我国千兆以上固网用户规模达1.5亿户，同比增长84.1%，占总用户数的23.7%。同时，在高速率用户持续增长的拉动下，家庭用户均接入带宽达440.3Mbit/s，同比增长24.6%。这些

亮眼数据背后，运营商的千兆“光改”策略功不可没。从2022年下半年起，三大运营商将宽带主推策略切换为千兆融合，同时不断推动存量用户升级迁移，使得千兆宽带快速普及。运营商本身也从千兆升级中受益匪浅，依托千兆网络基础，通过提供组网、安防、云应用等智慧家庭服务，不断拓展家庭市场的业务边界，实现收入增长。2023年上半年，中国移动和中国电信的智慧家庭业务收入分别达到173亿元和93亿元，增幅分别达到21.4%和15.7%；中国联通的智家业务付费用户超9500万户，收入同比增长49%。在智慧家庭业务的

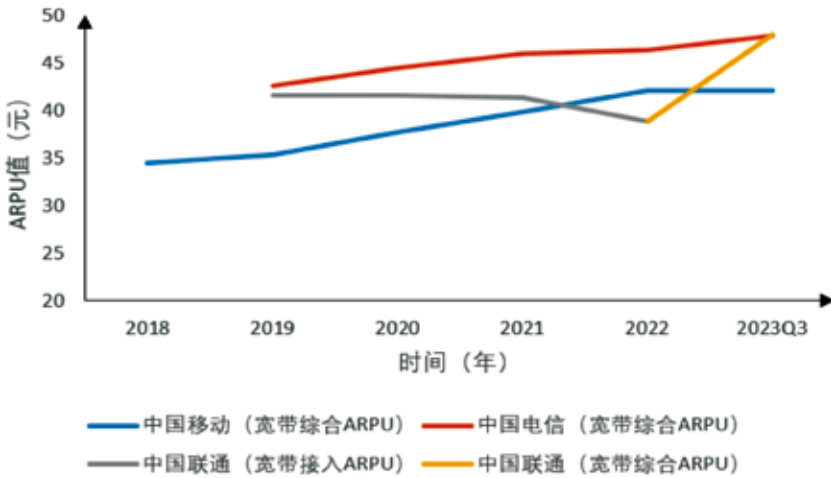


图2 2018—2023年三大运营商宽带综合ARPU走势

推动下，三大运营商的宽带综合ARPU不断提升（如图2所示）。

政企/产数业务：收入增长新引擎，未来发展空间广阔

数字经济、数字中国战略为运营商数字化转型带来利好。作为科技央企，近几年运营商顺应数字经济发展趋势，不再局限于通信“管道”商的角色定位，逐步向“网、云、数、算”综合信息服务提供商迈进。这种战略定位既符合国家对数字中国建设的要求，也有利于运营商提升自身的竞争力和影响力。这种转变形成的优势在运营商的收入端逐步显现，包括IDC、云计算、大数据、物联网等在内的产业数字化业务持续快速增长。2023年前三季度，三大运营商的产业数字化相关业务收入均强劲增长，在主营收入中的占比持续提升，预计在未来较长时间内，产业数字化业务作为运营商收入增长主要驱动力的地位将愈发稳固，且数实融合的持续深化也不断赋予运营商新的价值属性。

展望2024年：多元价值要素全面开花

展望2024年，高质量发展、价值经营仍将是运营商的发展主线。新的一

年，大环境延续复苏态势，数字经济发展势头依然强劲，新的价值场景不断涌现，“夯实基础、加快创新、拓宽边界”将成为运营商共同的战略要点。运营商前期储备的“网、云、数、算”价值要素，将以新连接、新动能的形式，在2024年迎来新的“变现”机会。

在新连接方面，2024年运营商将在以“连接”为中心的新一轮技术革命中受益，传统通信业务将获得更多发展空间。

有线网络加快发展，“万兆元年”开启新一轮升级

有线网络的提速脚步仍将加快。从技术和部署角度看，全球宽带正从千兆迈向万兆时代。过去几年，作为全球数千家网络运营商的首选接入技术，10G PON在全球蓬勃发展，千兆光纤到户的宽带服务兴起，带动一波千兆提速热潮。如今，随着新兴技术的涌现，家庭、产业等场景对带宽的需求不断增长，支持万兆网络的50G PON正成为演进焦点。

Omdia的研究显示，包括中国三大运营商在内的全球众多运营商已经完成了50G PON技术验证，部分运营商启动了试点项目，计划2024年实现商用部署。在我国，已有城市和地区发布“万兆之城”的建设规划，明确了

万兆演进方向。如2023年9月，北京市发布《“光网之都，万兆之城”行动计划（2023—2025年）》，在全国率先以政策规划的形式推动通信基础设施向万兆光网演进升级；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）》，计划到2026年底初步建成以5G-A和万兆光网为标志的“双万兆城市”。

赛立信认为，2024年，运营商或将在“万兆元年”的带动下解锁新机遇。不过，这种机遇将更多体现在产业场景，如万兆智慧城市、“双万兆城市”、智慧园区、50G PON智慧数字工厂等。在家庭场景，超千兆宽带套餐升级依然是主流，运营商或将围绕2000Mbit/s及以上带宽开展新一轮升级活动，受此带动的FTTR、家庭云应用、智慧家庭等业务的价值空间将被进一步打开。

无线网络向“空天地”延展，“人联、物联、车联”场景边界不断拓宽

2024年，随着5G-A逐步商用，移动网络向“空天地一体”的融合通信迈进，无线连接的应用场景和商业机会有望得到突破。

2023年中，华为宣布将于2024年推出面向商用的5G-A全套网络设备。5G-A或将10倍的网络性能提升“兑现”5G未能实现的变革承诺，其强调的万兆体验、千亿连接、内生智能，以及高性能的终端感知和高精度定位等能力，为海量物联场景的实现重新注入信心。

其中，作为5G-A的重头戏，RedCap的商用将极大地助力5G-A实现千亿连接。2023年10月，工信部发布《关于推进5G轻量化（RedCap）技术演进和应用创新发展的通知》，提出到2025年，5G RedCap产业综合能力显著提升，新产品、新模式不断涌现，融合应用规模上量。Counterpoint报

告显示, 5G RedCap预计于2024年上半年实现商用, 将在未来几年爆发出强劲的市场潜力。作为轻量化的5G标准, RedCap可为不需要超低时延和超高速率的物联网设备, 提供低成本、低复杂度以及中高速率的联网支持, 如工业无线传感器、视频监控、可穿戴设备等。

此外, 卫星互联网进入高速发展期, 将加快推动运营商的网络覆盖走向“空天地一体化”。随着“手机直连卫星”持续发酵、终端应用不断升级, 卫星互联网应用边界将进一步拓展。2023年9月, 华为发布的Mate60手机在Mate50的北斗短报文功能基础上进一步升级, 实现了卫星通话。除华为外, OPPO宣布下一代Find旗舰产品将支持卫星通信技术。除了手机之外, 卫星通信在智能汽车、可穿戴设备、无人机等智能终端上也将实现商业应用场景的拓展。2023年9月, 极氪宣布卫星通信技术全球首次“量产上车”, 将在新车型“极氪001FR”上提供双向卫星消息、卫星通话等功能。这些都将成为运营商扩大无线网络应用场景提供丰富的想象空间。

在新动能方面, 2024年产业数字化仍是运营商业收入持续增长的核心动能。在数字化、智能化的浪潮推动下, 运营商拥有的多种产数价值要素将迎来更多的“变现”机会, 其中, AI算力和数据要素的挖潜空间备受瞩目。

AI加速迭代, 智能算力需求将被引爆

自2023年ChatGPT引领大语言模型和生成式AI的创新浪潮以来, 全球各大模型厂商纷纷以GPT-3.5和GPT-4为目标, 不断提升底座模型的参数规模和能力范围。从发展趋势上看, 大模型的演进将遵循“语言大模型—多模态大模型—具身大模型”的路径。目前, 大模型的“涌现”主要集中在语言领域, 谷歌、Meta、Anthropic 等海外

领先厂商的产品在2023年底相继达到或接近GPT-4水平, 国内厂商也有望于2024年缩小差距。届时, 图像、视频、语音、3D等多模态的“涌现”, 将成为各厂商争夺的下一个战略高地。

回顾GPT的发展历程, 为了实现模型的持续优化, 模型训练所需的数据集不断扩充和深化, 对于智能算力的需求也呈现指数级增长。据OpenAI测算, 2012年至2018年, 训练AI模型所需算力约3~4个月提升一倍, 总共增长了30万倍, 每年头部模型训练所需算力增长幅度则高达10倍。

在 market 需求的推动下, 2024年及未来, 中国智能算力规模有望高速增长。IDC数据显示, 2022年我国智能算力规模达260EFlops, 预计到2027年有望突破1117EFlops, 年复合增长率将高达33.9%, 同期通用算力规模年复合增长率为16.6%。

对于运营商而言, AI大模型的日渐成熟将不断催生新的产业场景落地, 如视频分析、自动驾驶等, 运营商有望在产业数字化“赛道”中通过加载各类创新应用获得价值回报。在AI浪潮下, 智能算力规模和需求的爆发将直接促进运营商IDC、云计算等算力相关业务的增长, 目前三大运营商已经做好充分准备来对接市场需求。2023年以来, 中国电信和中国联通已相继在贵州、福建、广东等多个省份布局智算项目, 中国移动在2023年8月底对外宣布要建设亚洲最大的单体智算中心。截至2023年6月底, 中国移动智能算力规模达5.8EFlops, 中国电信智能算力规模也达到了4.7EFlops, 为运营商在未来抢占新的价值高地奠定了坚实基础。

数据要素产业空间打开, 数据资产价值进一步释放

2023年2月出台的《数字中国建设

整体布局规划》指出, 畅通数据资源大循环是数字中国建设的两大基础之一, 要构建国家数据管理体制机制, 健全各级数据统筹管理机构, 推动公共数据汇聚利用, 释放商业数据价值潜能。2023年10月, 国家数据局正式挂牌成立。随着数据要素市场顶层设计逐渐完善, 数据要素行业基础制度建设、数据资源整合流通等将加速推进, 数据要素市场规模有望迎来高速发展。2023年8月, 上海出台《立足数字经济新赛道推动数据要素产业创新发展行动方案(2023—2025年)》, 提出力争到2025年实现数据产业规模达5000亿元, 数据产业年均复合增长率达15%。

运营商作为数据要素市场的核心参与者, 拥有数据规模大、价值高、增速快等优势, 将极大受益于数据要素产业发展。此前, 三大运营商主要围绕大数据业务进行价值变现, 大数据收入在过去几年得到快速增长。当前, 运营商在加强数据能力建设、探索新商业模式方面已有积极动作, 如中国联通规划到2025年构建数据要素型企业底座能力体系, 通过“数智链”融通发展, 实现PB级数据日加工能力和万亿级数据实时分析能力; 中国移动规划构建以“数联网”为核心的下一代数据要素流通基础设施, 加快数据要素市场化进程; 中国电信打造了数据要素服务平台“灵泽”, 并率先在海南建设运营“数据产品超市”标杆项目。下阶段, 随着数据要素市场建设持续完善, 数据确权、定价等逐步落地, 运营商数据资产价值有望得到进一步释放。

总而言之, 展望2024年, 运营商将在“新连接、新动能”的驱动下, 迎来新的增长机遇。面对新机遇, 运营商需要在坚定转型升级方向的同时, 勇于创新, 在传统业务上实现提质增效, 在产数业务上抢占“新赛道”, 方能在数字经济大潮中赢得长足进步。📊



卫星互联网产业链 概况及风险隐患

■ 中国信通院博鼎实华 金舰 郑艺 季红妍

近年来，卫星通信进入了高速发展的阶段。传统卫星运营商推出的地球同步轨道（GEO）高通量卫星通信，采用更高通信频段、更先进卫星平台、更多转发器、更强天线技术，实现了比传统卫星通信更强大的带宽能力，为用户提供更好的网络体验。与此同时，以美国SpaceX公司Starlink项目为代表的低轨（LEO）卫星已经成为无线通信领域

的“新赛道”和新焦点，低轨卫星工作在距离地面500~2000km的轨道上，虽然覆盖范围不如高轨和中轨卫星，但可以通过增加数量弥补覆盖面积的不足，提供更大容量、更低时延、更高网络速率的卫星通信能力。

一场由技术革新和商业资本驱动的天地通信技术融合发展浪潮快速席卷全球，各主要国家纷纷将卫星互联网

列为重点发展战略，加紧开展全球卫星互联网布局，构建天地一体化网络，抢占发展先机。

在政策方面，为打造覆盖全球的立体化、多层次、全方位和全天候的信息网络，推动我国天地融合信息网络建设发展，自“十三五”规划开始，天地一体化信息网络就被列入了国家“科技创新2030重大项目”。随后卫星互联网被纳

入“新基建”范畴，同时《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》提出，建设高速泛在、空地一体、集成互联、安全高效的信息基础设施，进一步推动了我国天地一体化信息网络的建设工作。由此可见，随着全球空间信息网络的快速发展，以及“一带一路”建设的深入推进，基于国家发展战略需求及国家安全需要，建设天地一体化信息网络已是大势所趋。

卫星互联网相关设备

卫星互联网由空间段、地面段及用户段三个部分构成：空间段以通信卫星为主体，接收和转发卫星信号，提供用户链路承载功能；地面段以卫星信关站、控制中心为主体，提供馈电链路，连接地面核心网，实现卫星互联网与公共通信网的业务交互；用户段由各类用户设备组成，包括搭载在车、船、飞机上的卫星地球站以及手持/非手持终端等。

按照当前电信设备目录划分，卫星互联网相关设备主要分为以下三类。

一是卫星互联网设备，分为卫星空间分系统、卫星地面分系统。卫星空间分系统以通信卫星为主，按照轨道高低不同大致分为高轨卫星、低轨卫星等。卫星地面分系统以卫星信关站、控制中心为主，大致分为高轨卫星信关站、低轨卫星信关站、卫星测控中心等。

二是卫星通信地球站，目前主要分为抛物面、相控阵天线等。根据传输速率的高低，抛物面的等效口径主要分为0.45m、0.6m、0.9m、1.2m、2.4m等；相控阵天线的等效口径为0.3m、0.45m、0.6m等。卫星通信地球站工作在Ku、Ka频段等，适用于固定、便携、车载、船载等多种应用场景。与卫星的通信连接方式分为两种，其一是连接高轨

卫星，例如中国卫通的卫星地球站设备主要连接中星26号、亚太6D等通信卫星，支持卫星通信、互联网接入服务、音视频应用、专网接入服务等多种业务；其二是连接低轨卫星，例如SpaceX的卫星地球站设备主要连接Starlink星座系统，支持军事应用、机载/船载话音服务、互联网接入服务等多种业务。

三是卫星移动终端，目前主要分为通用类手持/非手持终端以及专用导航类终端，工作频段包括S波段、L波段等，适用于物联网、手持、便携、车载、船载等多种应用场景。以天通手机为代表的卫星移动终端于2017年被正式纳入工信部进网设备管理目录，而随着卫星移动终端通用标准的进一步完善，国外以铱星、海事等为主的卫星移动终端也将被纳入工信部进网管理范畴。随着通信技术的不断发展，移动通信技术与卫星通信技术逐渐融合，传统消费类终端与卫星通信功能结合成为当前的主要趋势，如华为Mate 50系列手机引入低速率卫星通信功能，支持北斗短报文，以及华为Mate 60 Pro+系列可以直接通过卫星进行语音通话。

卫星互联网产业情况

产业链上游

产业链上游包括卫星互联网设备-卫星空间分系统、卫星互联网设备-地面分系统、卫星地球站和卫星移动终端。

1. 卫星互联网设备-卫星空间分系统

卫星制造、发射服务等一般由传统的航天通信企业负责。以传统高轨卫星为例，中国卫通运营的中星26号卫星制造、发射工作主要由中国航天科技集团中国空间技术研究院（中国航天科技集团公司五院）负责，该院是我国主要的空间技术及产品研制基地，主要从事外

层空间技术的研究、探索和开发利用，参与制定国家空间事业发展规划，研制各类航天器及地面设备等。该院通常按照相关指标要求出具卫星测试合格报告并发射卫星，中国卫通统一进行验收及后期卫星运营。在低轨卫星领域，我国以中国星网公司为代表的卫星运营商，也同样采用自研的方式完成卫星设计、制造、发射、运营等。

随着卫星发射制造成本的降低、卫星通信关键技术的不断发展，低轨卫星凭借小型化、低成本，以及支持透明转发、星上处理等关键技术优势，吸引了国内除传统航天通信企业外的商业航天企业加入。例如，以银河航天为代表的商业航天企业崭露头角，该公司致力于通过敏捷开发、快速迭代模式，规模化研制低成本、高性能的低轨宽带通信卫星，目前已与中国星网达成战略合作，为后期部署中国星网的低轨卫星星座奠定基础。

2. 卫星互联网设备-地面分系统

信关站、测控中心、应用服务平台等由卫星运营商自主研发并建设。传统高轨卫星信关站体积大、数量少，由传统航天通信企业（如中国空间技术研究院）开展信关站的研制、生产、建设等，保障卫星通信链路正常工作；低轨卫星信关站有着小型化、数量多等特点，以新兴商业航天通信企业美国SpaceX公司为例，星链系统已经在全球部署150个信关站，主要分布在南北美洲、大洋洲及欧洲，未来也将在日韩等亚洲国家部署对应的信关站。

基于卫星信关站建设的卫星测控中心、应用服务平台等，主要由卫星运营商自主研发设计。以中国卫通为例，其自主研发的多种业务支撑及行业应用平台，可提供透明测控通道等测控资源服务、托管式卫星测控管理等卫星测控服

务,以及互联网服务、数据和视频回传、视频监控、会议等多种业务服务。该平台主要统一控制调度卫星资源、保障卫星与地面设备互联互通等,监管方需要进一步关注其应用安全可能存在的风险。

3. 卫星地球站

卫星地球站设备研制生产主要分为生产企业自主研制、生产企业联合运营商协同研制两种方式。

生产企业自主研制一般由卫星通信领域的设备生产企业自主开展软件设计、算法设计、硬件设计等核心技术研制,联合集成商、模块厂商、原材料厂商等开展设备量产。以南京星盛拓为例,其设备产品包括船载站、车载站、便携站等,主营业务方向包括为垂直行业提供卫星地球站设备、与卫星通信运营商合作建设卫星通信网络等,其自有的研发团队负责软件开发、算法设计及硬件图纸设计等核心技术开发工作,并与原材料厂商合作按照技术要求量产其卫星地球站设备,以及统一验收采购。

生产企业联合运营商协同研制一般由卫星运营商按照用户需求,向卫星地球站设备生产企业提出合作,共同研制卫星通信设备。以南京控维为例,其与中国卫通联合开发Ka频段卫星地球站和LTE基站集成一体化的通信设备,南京控维负责提供部分关键元件,再结合中国卫通指定企业生产的设备器件(如调制解调器、收发机等),组装调试后完成整机生产。

4. 卫星移动终端

卫星移动终端主要包括传统卫星通信领域的终端产品、新型卫星通信与消费类移动终端相结合的终端产品。

在传统卫星通信领域,以天通一号终端为例,根据中国电信卫星公司发布的报告,厂商主要包括星联天通、乐众信息、神舟卫通、云天智能、华力创通等

主流企业。以华力创通为例,该公司主营业务覆盖了卫星应用、仿真测试、雷达信号处理、无人系统、轨道交通等国家战略新兴产业领域,具备包括基带芯片、模块、终端、测试在内的天通卫星解决方案完整产业链,自主研制的卫星终端支持天通一号卫星通信、语音服务、数据传输等多种业务。

在新型卫星通信领域,目前华为的Mate系列手机已经实现“手机直连卫星”的通话及短消息功能。以华为Mate 50为例,其主要是在传统消费类移动终端产品的基础上,与北斗应用发展研究院合作推出支持北斗卫星短报文功能的新型卫星终端,由传统终端厂商负责软硬件研制生产工作,涉及关键卫星芯片的研制需与北斗应用发展研究院合作,传统终端设备搭载卫星芯片后即可支持对应的卫星通信功能。除此形式以外,随着卫星通信技术发展,未来将有5G NTN直连、复用地面移动通信频段等多种卫星通信方式出现。

产业链中游

卫星网络运营服务主要分为卫星运营商独立运营、卫星通信与地面运营商融合服务两种方式。独立运营服务主要由各卫星通信运营商采用私有的卫星通信体制自主进行,融合运营服务主要由卫星通信运营商与地面移动运营商联合开展。

1. 卫星独立运营服务

以中国卫通为例,作为传统卫星通信运营商,中国卫通依托自主研发的业务支撑及行业应用平台,面向接入其高轨卫星资源的机载、船载、便携等多种类型卫星地球站,提供定制化卫星网络服务。具体来看包括以下服务:为运输航空、通用航空和飞行管控提供智慧连接,实现机上购物、视频、音乐、新闻等信息服务;为航海运输、渔业等提供海

上流媒体服务、船舶位置定位、船舶轨迹展示、语音通话、气象预报等多种业务服务;为应急救援无人机、直升机、应急通信车等组建应急救援系统,保障应急指挥及灾情处理。

以SpaceX为例,作为国外主流卫星通信运营商,该公司的Starlink星座系统通过低轨卫星提供低成本高速互联网服务。截至2024年1月,发射卫星总量高达5289颗。面向接入其低轨卫星资源的家庭版、商业版、移动版、海事版等多版本卫星地球站,SpaceX收取固定业务订阅费用,提供覆盖全球的高速互联网接入服务。同时更新“星盾”计划,专门面向政府和国防部门,提供全球部署的卫星遥感、加密通信、军用平台模块化托管等卫星网络服务。

2. 卫星与地面通信融合服务

按照卫星通信设备连接星上资源的方式划分,卫星通信与地面运营商融合服务主要分为5G NTN(非地面网络)直连、复用地面通信频段直连。

5G NTN直连技术在3GPP R17阶段提出,是5G通信系统面向卫星通信和低空通信等新应用场景的重要技术,分为透明转发和星上处理两大典型场景,与5G通信系统结合对空、天、地、海多场景提供统一服务。目前联发科、中国移动研究院、中兴通讯等多家企业,共同开展运营商5G NTN技术研究以及短消息、语音对讲等多种卫星网络服务的提供。

在复用地面通信频段直连技术方面,卫星通信设备通过该技术可继续复用地面通信频率直连卫星,直接享受卫星通信网络服务,目前主要由美国SpaceX、Lynk Global等公司主导推进。2024年1月11日,SpaceX发布公告称:“美国当地时间1月8日,基于6天前入轨的首批6颗具有‘手机直连卫星’

能力的试验卫星,复用T-Mobile的地面通信频率,为用户普通手机提供基于星链卫星的直连通信网络服务,发送并接收了短消息。”

产业链下游

卫星应用服务主要面向行业内用户使用、采购需求的个人用户或企业用户,使用方式主要分为个人用户使用、企业用户使用。

1. 个人用户使用

个人用户使用渠道分为两种,一是直接向卫星运营商及其子公司购买,二是向设备生产企业及其代理商购买。

直接向卫星运营商及其子公司购买,以中国卫通为例,个人用户可登录官方网站查询联系方式,联系卫星通信运营商咨询购买或联系其子公司(如鑫诺卫星通信公司)购买,运营商可为用户提供船载通信、机载通信、应急通信、互联网接入等多种业务服务。

直接向设备生产企业及其代理商购买,以南京星盛拓生产的动中通地球站为例,其主要销售给沿海渔民,搭载在船舶上使用,通常由南京星盛拓直销给用户,或者由用户通过星盛拓在沿海城市的代理商购买,可为用户提供船舶定位、轨迹溯源、数据通信等多种业务服务。

2. 企业用户使用

卫星运营商主要为特殊行业用户(如应急通信保障中心、消防局等政府机构)、垂直行业用户(如渔业、畜牧业、电力、水利等企业用户)提供卫星网络应用服务。

企业用户采购渠道分为两种,一是直接与卫星通信运营商合作定制专用网络应用服务,二是公开招标采购设备生产企业的卫星通信设备,再由设备生产企业与卫星运营商协调,远程开通卫星网络应用服务。

直接与卫星运营商合作定制专用网络应用服务,以特殊行业用户(如应急通信保障中心等政府机构)为例,可直接与以中国卫通为代表的卫星运营商合作定制专用的应急通信网络、基础卫星通信网络等卫星网络应用服务。

公开招标采购设备生产企业的卫星通信设备,再由设备生产企业与卫星运营商协调远程开通卫星网络应用服务。以渔业、畜牧业、电力、水利等垂直行业用户为例,其采购南京星盛拓、南京控维等设备生产企业的卫星地球站,由设备生产企业搭建卫星通信网络后,再与运营商联系远程开通卫星网络,为企业用户提供应急通信、互联网接入、视频回传等卫星应用服务。

卫星互联网潜在的风险隐患

私连国外卫星风险

在国内外卫星互联网产业飞速发展的当下,由于卫星覆盖范围广、通信距离远,卫星设备用户有可能通过未经批准在我国境内开展业务的境外卫星通信公司及其信关站等实现境内或跨境通信,并且绕开我国互联网监管直接接入国际互联网。例如,与中国接壤的其他国家部署了国外卫星通信系统,由于其信关站不在中国境内架设,如果其卫星信号能够覆盖中国领土,非法带入中国境内的卫星设备则可以接入国外卫星通信网络,并可能为违法犯罪活动提供便利,造成威胁信息安全、威胁国土安全、泄露保密信息等严重问题。

相关问题解决方法建议

加强国家行政审批流程管理。目前国家行政审批主要分为检测前中后三个阶段。检测前针对厂家申请资料(包括关键信息、工作体制、产品外观等)、专家评审等加强审核,针对生产厂家背景、设备用途、应用范围等展开调研并

记录,严格把控产品要求;检测过程中严格把关技术指标,要求企业出具盖章自声明或承诺书,声明获证设备不得私连国外卫星通信系统等;检测完成后,针对前期调研记录、进网合格报告、设备申请信息等资料,进行严格的审查批准。对每份发放的行政审批合格证书要严格把控、认真负责,再结合企业自声明,实现监管部门与生产企业双方协同把控产品安全,以此规范行业发展。

开展检测技术研究。以软硬件结合的方式,从系统端、应用端、接口端等方面开展检测技术研究。软件方面以卫星通信应用软件为主,仔细核查软件应用模式,确认是否有选项可支持国外卫星功能,避免卫星设备私连国外卫星的可能性;硬件方面以卫星通信设备的模组、天线、芯片、整机等为主,对芯片、模组等静态检查是否支持国外卫星通信体制的硬件基础,再结合频谱仪、无线电检测、黑盒测试等手段,动态检查其发射信号是否存在声明支持的卫星通信制式以外的其他卫星信号。通过动静结合检查的方式,确认在不需要配置相关卫星通信体制关键信息时,卫星通信设备不具备连接国外卫星网络的可能性。

产业链部门协同合作。卫星通信运营商与监管部门建立合作机制,保障信息互通,加强设备监管;监管部门与各大卫星通信运营商进一步加强合作,调研了解其卫星工作体制、卫星设备形态设计以及企业标准研制进度等,深度了解卫星通信信号的原理,为检测技术研究奠定基础;监管部门联合各大卫星通信运营商,促进行业内卫星通信设备配合进网测试提供技术支撑等;国家无线电管理委员会加强型号核准管理,了解市场上合规的卫星运营频段,从信号传输发射角度,对卫星通信信号进行监督、管理、追踪和溯源。CW

全球主要国家和地区 6G政策、产业进展及展望

■ 中国信息通信研究院数据研究中心 贺璐婷

从1G到5G，移动通信网络基本保持了每十年更新一代的节奏。当前，5G网络的建设日渐完善，已成为全球数字经济发展的支柱。作为下一代移动通信标准，6G将成为地面无线与卫星通信集成的全连接网络，弥合数字世界与物理世界之间的鸿沟。当前，全球6G竞速全面拉开帷幕，未来5年将将是6G移动通信网络技术研发和标准完善的关键时期。本文梳理了全球主要国家和地区6G政策和产业的最新进展，并对今后全球6G发展作出展望。

世界主要国家和地区6G政策部署情况

美国：启动6G战略规划，为6G预留频谱资源

美国为6G发展预留频谱资源，为太赫兹实验开放专用频段。2023年11月，美国发布国家频谱战略，确定将超过2700MHz带宽的无线频谱用于私营部门和政府机构创新的新用途，包括5G和6G。其中，包括3GHz频段、7GHz频段、18GHz频

段和37GHz频段在内的频谱资源，可用于从无线宽带到卫星运营再到无人机管理的商业用途。早在2019年3月，美国联邦通信委员会（FCC）就在全球率先宣布开放太赫兹频段（95GHz—3THz）用于6G技术实验。

美国启动6G战略规划，把握6G主动权。2023年4月，白宫与美企业、政府技术官员和学术专家会晤，着手制定6G通信技术的目标和战略，旨在吸取5G技术发展的教训，重新确立美国及其盟友在电信领域的领导地位。美国众议院建议FCC成立6G工作组，以统筹6G标准制定和6G应用案例的验证工作。

美国联合盟友加强国际6G技术与标准合作（如表1所示）。2023年美国先后与欧盟、韩国、英国、日本、印度、芬兰等国家和地区就6G合作发表联合声明或签署合作协议。2023年10月，英、澳、日、美等五国宣布成立全球电信联盟（GCOT），该联盟将围绕6G和未来电信标准的制定加强成员国内部的信息共享和联合研究。同月，美国与欧盟发布联合声明称，双方将制定6G无线通信系统研发共同愿景和行业路线图。

欧洲：6G项目进入系统研究阶段，各国加大政策资金支持力度

欧盟开展6G频谱需求咨询工

表1 2023年世界主要国家和地区政府间有关6G的合作声明

时间	国家和地区	合作内容
2023年1月	美国、印度	启动美印关键和新兴技术倡议，推进6G研发合作
2023年3月	美国、日本	召开互联网经济政策合作对话，加强6G研发和国际标准合作
2023年4月	美国、韩国	开发开放、透明、安全的6G网络设备和架构
2023年5月	美国、欧盟	合作制定6G无线通信系统研发的共同愿景和行业路线图。确定了6G关键主题：技术挑战和研究合作、安全性和弹性、可持续性和能源效率、开放性和互操作性、高效的无线电频谱使用以及标准化过程等
2023年6月	美国、芬兰	探索创建6G通信和传感应用联合研发生态系统
2023年6月	美国、英国	制定共同愿景，推进联合研发项目，创新6G解决方案
2023年6月	美国、印度	认可印度6G愿景，包括标准合作、促进系统开发芯片组的获取、建立联合研究项目
2023年6月	韩国、芬兰	在6G和超高性能计算机领域开展合作
2023年7月	欧盟、日本	共同建设开放、安全、创新和弹性通信基础设施
2023年9月	美国、韩国	基于《关于电信供应商多元化的布拉格提案》，探索6G研发合作
2023年10月	美国、欧盟	合作制定6G无线通信系统研发共同愿景和行业路线图
2023年10月	美国、英国、澳大利亚、加拿大、日本	成立全球电信联盟，关注6G、未来电信以及电信标准制定的协调方法

作，计划2024年出台6G频谱路线图。2023年6月，欧盟无线电频谱政策小组（RSPG）就6G频谱需求开展早期识别工作，评估了欧洲5G发展时期700MHz、3.6GHz和26GHz三个频段的应用情况，为6G发展提供参考，并考虑在不同地面移动宽带网络和其他类型网络之间建立动态共享频谱的机制，以促进6G广泛应用，这为2024年RSPG正式出台6G频谱路线图打下了坚实基础。

目前，欧盟6G项目均已进入系统研究阶段。2023年1月，欧盟6G旗舰项目Hexa-X第二阶段正式启动，合作伙伴数量扩大到44个组织，旨在设计6G系统蓝图。2023年10月，欧盟“智能网络和服务联合伙伴（SNS JU）”项目工作组宣布27个新项目，正式启动SNS路线图的第二阶段“6G细节设计和系统优化”，并拨出1.29亿欧元的公共资金推动工作进展。2023年2月，欧洲“单一天空计划”（SESAR）研究项目架构工作组发布《6G架构愿景——欧洲展望》白皮书，该白皮书描绘了6G架构的高级视图，并突出了6G关键技术的使能因素。

欧洲各国通过战略制定、资金支持、项目研发等形式推动6G研究。2023年4月，英国发布的《无线基础设施战略》提出，英国6G战略包括愿景、研发、专利与标准、频谱、国际联盟和路线图六大支柱，英国政府作出了为6G研发提供1亿英镑资金的承诺。2023年7月，法国启动“未来网络”研究计划，召集该国公共研究机构参与10个针对未来网络技术的大型研究项目，并推出“法国6G”平台，便于该国协调6G标准制定工作。2023年7月，荷兰宣布通过国家增长基金投资2.03亿欧元用于6G开发。2023年12月，西班牙将总计6200万欧元的国家资金分配给43个项目，用于促进6G研究进步。

韩国：抢跑6G战略布局，推动6G商业化进程

韩国政府发布多项战略，推动6G商业化进程。2023年2月，韩国发布“K-Network2030”战略，将原计划2026年启动的6G商业化项目提前到2024年实施，并鼓励本土公司在国内生产制造用于6G的材料、零部件和设备等，拟投入超6000亿韩元用于6G商用技术、Open RAN、国际化、人才培养等方面，其知识产权目标是将6G专利全球占比提高到30%以上。2023年11月，韩国发布6G研发推进战略，重点推进中高频段（7GHz—24GHz）技术、扩大覆盖范围技术、以软件为中心的网络、节能和供应链安全强化5个关键技术领域。未来6G实现商用后，韩国还将创建城市空中交通（UAM）和虚拟现实等多种6G融合服务。

印度：发布6G愿景，系统规划6G发展

印度发布6G愿景，成立Bharat 6G联盟（B6GA），系统规划6G发展。2023年3月，印度电信局发布印度6G愿景，包含多平台下一代网络、多学科创新解决方案、6G频谱、6G设备、国家标准贡献和研发资金6方面工作规划。同时，愿景还提出为印度6G发展制定为

期9年的国家任务，并建立专注于新突破性技术的“横向卓越中心”，以及专注于6G实施用例的“垂直卓越中心”。印度政府将在未来4年投入800亿至1600亿卢比（1亿至20亿美元）资金支持6G发展。2023年7月，印度电子和信息部牵头成立Bharat 6G联盟，这是一个由公共和私营公司、学术界、研究机构和标准开发组织组成的协作平台，目标是开发印度6G电信解决方案，该联盟目前已与美国Next G联盟签署谅解备忘录，共同推动Open RAN和5G/6G技术研发。

国际组织和产业联盟6G技术标准进展

国际电联：正式发布6G频率和系统标准指导文件

国际电联发布文件指导6G频谱分配。2023年12月，世界无线电通信大会达成协议，为6G网络开放新的6GHz频段。全球大部分国家重新划分了6425MHz—7125MHz共700MHz带宽的中频段6G频谱资源，设立了“手机直连卫星”和S频段非地面网络频谱使用议题，以满足6G天地一体化国际移动通信的发展需求。

国际电联发布文件指导6G系统标

表2 2023年Next G联盟产出的成果

发布时间	报告名称	关注点
2023年2月	数字世界体验频率范围术语	频谱
2023年3月	6G中的多感官扩展现实（XR）	扩展现实
2023年3月	可持续6G连接：行善的有力手段	应用场景
2023年3月	6G可持续性KPI评估介绍和差距分析	性能指标
2023年4月	AI 原生无线网络	AI
2023年5月	垂直行业的6G路线图	应用
2023年5月	网络机器人和自主系统	AI
2023年5月	6G——创新与投资的下一个前沿	投资
2023年6月	用于广域云演进的6G技术	云技术
2023年8月	超越速度：通过6G及其他技术促进社会经济发展	应用场景
2023年8月	6G频谱注意事项	频谱
2023年10月	塑造明天：通过6G技术实现个性化数字体验的演变	应用场景
2023年11月	6G无线电技术第一部分：基本无线电技术	无线电技术
2023年12月	分布式通信和感知	通感

准和技术开发。2023年12月,国际电联发布6G系统标准和空口技术开发框架,这是未来6G标准工作的指导性文件。框架提出6G系统应实现包容性、泛在连接、可持续性、创新、标准化和互操作性、互通性,以及加强安全性和韧性七大目标。6G的六大使用场景包括沉浸式用户体验,超可靠和低时延通信,用于农村和偏远地区的增强型连接,应用于智慧城市、智能交通以及健康、农业、能源和环境监测等领域的大规模通信,人工智能,集成通信功能的传感器。6G技术的15个能力指标包括峰值速率、用户体验速率、频谱效率、区域流量密度、连接数密度、移动性、时延、可靠性、安全隐私弹性、覆盖能力、感知相关指标、AI相关指标、可持续性、互操作性、定位精度。

Next G联盟: 产出成果丰富,为美国6G标准奠定基础

Next G联盟产出成果丰富,为美国6G标准奠定了研究基础。2022年1月,美国电信产业解决方案联盟(ATIS)组建的Next G联盟发布了《6G路线图:构建北美6G领导力基础》,提出了北美6G发展的六大愿景。2023年是Next G联盟成果产出非常密集的一年(如表2所示),全年共发布了13份6G相关报告或白皮书,重点关注6G频谱、性能指标、应用场景,以及AI、无线电、云和通感等技术在6G网络中的应用。

其他组织和联盟: 开启6G标准研究工作

其他重要国际组织或产业联盟开启6G标准研究工作。2023年12月,国际标准化组织3GPP正式宣布将开发全球6G通信标准。3GPP表示,其合作伙伴中国CCSA、欧洲ETSI、日本ARIB、美国ATIS、印度TSDSI和韩国TTA都已做好准备,开始规划6G标准研究。

中国6G政策和技术进展

工业和信息化部: 加强6G前瞻布局,率先将6GHz频段划分用于6G

工业和信息化部在多个场合强调加强6G前瞻布局。2023年12月,工业和信息化部表示,超前培育6G应用生态十分必要,要推动信息通信企业与垂直行业企业密切沟通、协同合作,共同参与6G需求研究、技术研发、标准制定等全流程工作,携手构建6G繁荣的应用生态。

工业和信息化部在全球率先将6GHz频段划分用于5G/6G系统。2023年6月,工业和信息化部发布新版《中华人民共和国无线电频率划分规定》,将6425MHz—7125MHz共700MHz频谱全部或部分划分用于IMT(国际移动通信,含5G-A/6G)应用。同时,工业和信息化部发布的《关于微波通信系统频率使用规划调整及无线电管理有关事项的通知》强调,对我国微波通信系统频率使用规划进行优化调整,为我国未来6G发展预留频谱资源。

联盟组织: 6G推进组统筹协调,“产学研”通力合作

IMT-2030(6G)推进组出台多份指导性文件。2019年,在工业和信息化部等部委指导下6G推进组正式成立,超过70家国内外企业、高校及科研机构参与其中,积极推进6G愿景需求研究、关键技术研发、标准研制、国际合作交流及社会经济影响研究等各项工作。2023年,6G推进组相继发布《6G AI即服务(AIaaS)需求研究》《6G感知的需求和应用场景研究报告》《6G网络架构展望》《6G无线系统设计原则和典型特征》等多份报告,这些报告是6G推进组的阶段性研究成果,为6G技术研究和系统设计提供了参考。

“产学研”通力合作完成多项技术

标准测试。在6G推进组的统筹协调下,我国多家企业在2023年完成了6G技术测试工作。中兴通讯参与了无线AI、通信感知一体化、智能超表面、太赫兹通信、移动算力网络、数据服务六大关键技术的实验测试。中信科移动完成了6G智能超表面技术原型样机、6G通信感知一体化关键技术原型样机、6G无线AI关键技术原型样机三项无线关键技术的测试验证。维沃移动通信有限公司(vivo)完成了6G无线AI原型样机和6G移动算力网络原型样机两项测试工作。

全球6G产业未来展望

全球6G发展即将进入国际化阶段。2020年至今,国际组织和产业联盟陆续进行6G愿景及概念的探讨工作,并提出了围绕6G关键核心技术的能力指标,这为6G国际标准的形成奠定了研究基础。未来,各国组织和机构将围绕6G标准开展研讨,形成统一的国际标准,为6G产业研发、商用提供重要支撑。

智能化将成为6G研究的重要领域。随着生成式人工智能技术的成熟,全球主要产业组织更加关注6G技术的智能化研究。预计未来产业界将重点加强6G网络创新,利用AI赋能网络效率提升,既服务于消费端用户,也充分满足垂直行业用户的发展需求。

全球6G发展国际竞合形势严峻。以美国为首的西方国家希望把握机会,掌握全球6G发展主导权。美国通过拉拢盟友、产业合作、人员交流等多种形式,与欧盟、日韩等国家和地区建立合作,试图在全球标准的制定过程中压制中国。但我国在5G时代能够引领全球移动通信发展,主要得益于我国提出的技术路线获得了国际认可。面向6G,我国只要坚持技术合理、逻辑正确的研究,仍将获得成功。📡



关于数字技术与农村经济 融合发展的建议

■ 董海峰 熊炜焯

产业兴则农村旺、农民富，产业兴旺是解决农村一切问题的前提。2024年，“中央一号文件”把促进农村一二三产业融合发展作为重中之重，坚持产业兴农、质量兴农、绿色兴农，要求加快构建“农文旅”融合的现代乡村产业体系，把农业建成现代化大产业。我国应充分发挥海量数据和丰富应用场景优

势，促进数字技术与实体经济深度融合，赋能传统产业转型升级，催生新产业、新业态、新模式。同时，我国也应充分把握新一轮科技革命和产业变革机遇，以数字技术推动乡村产业转型升级、促进城乡资源要素双向流通、延长农业产业链条，从而提高农业产业的收益和农民收入。

数字技术不断渗透至农村产业经济领域，加速了现代产业要素与乡村传统产业的融合，有助于乡村新产业、新业态、新模式的培育与发展，引领乡村产业转型升级。目前，乡村产业与数字技术的融合仍面临诸多挑战。在数字技术层面，乡村的网络质量、信息服务与终端供给水平等有待提升，农业



专用传感器、智能感知系统、终端远程控制系統、智能化精准作业装备仍较为落后，很难实现多功能、复式、实时监测等精细化作业；在乡村产业层面，发展方式仍较为粗放，创新能力不强，农产品加工转化率低，乡村产业发展所需的资金、人才、技术等资源要素的瓶颈问题依然存在，城乡资源要素流动仍然存在障碍，资金稳定投入机制、资本下乡监管机制、人才培养与引进机制、科技下乡长效机制等有待建立与完善。

数字技术与农村经济融合发展存在的问题

数字应用性技术创新不足，难以满足农业产业实际需求

当前从事“三农”相关信息服务及

信息产品开发的企业较少，农业生产领域数字化研究应用明显滞后。国内有很多高校和科研机构从事农业信息化农具技术研究，但概念性产品多，实际产业化率不高，信息化新农具产品的精确性、稳定性等指标往往不能满足实际需求。自主研发的农业传感器稳定性较差，智能感知系统灵敏度不高，在芯片、关键元器件、高精度传感器等方面与国际水平差距明显。终端远程控制系統和执行控制指令系統精确性不足。农业智能决策模型和应用控制阈值模型目前主要是时序控制、单一指标控制，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要提高。智能化精准作业装备还处于起步阶段，高端智能化农机设备主要依赖进口，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。

数字技术与农业产业融合不充分，“数字红利”未能充分释放

某些农业产业问题的解决仅停留在技术本身，“数字农业”还不能充分释放“数字红利”，农业信息化的效率、效果和效益与工业和服务業数字化转型相比存在一定差距。《中国数字经济经济发展研究报告（2023年）》数据显示，2022年我国数字经济规模达到50.2万亿元，三二一产业数字经济渗透率分别为44.7%、24.0%和10.5%，农业数字经济占比远低于工业和服务業。中国现有的农业产业全链条信息化整合程度还较低，农业生产规模小，生产、加工、运输、销售等各个产业链环节衔接松散，缺乏有效的组织，阻碍了中国农业的产业升级和现代化发展。如何充分利用数字技术，促进其与农业生产、经营、管理和服务全产业链

“生态融合”，从产前、产中、产后等环节迭代升级传统农业产业链、提高效率、优化产业结构等方面还有待深入研究。

数字农业投入维护成本高，大规模推广使用尚待时日

数字农业相关的数字化设备及信息化平台的研发生产和维护成本较高，无论是生产所需的传感设备、控制设备等硬件设备的安装，还是软件平台的开发及运维都需要投入大量的资金。于农业效益而言，农业数字化的成本普通农户无法承担。另外，农业的生产基础条件可控性较差，在一定程度上降低了信息化农具所实现的效果。农业生产环境较为恶劣，生产现场安装部署信息设备使用寿命降低，进一步加大了诸如农业物联网的维护成本。区别于工业、制造业，农业生产数字化一定程度上提高了农业生产率，但其在前期投入成本较大，尤其是在经济收益较低的农业产业，产出难以预测，成本和效益难以兼顾，数字农业相关的信息化农具投入使用、大面积推广十分艰难。

高素质劳动力匮乏，数字技术应用受限

基于大数据、云计算、物联网等新一代信息技术开发的农业智能化装备及综合应用服务系统的使用，对应用者的文化水平要求较高。目前农业经营者和农村劳动力总体素质不高，青壮年劳动力务农内生动力不足，大部分劳动力的受教育程度较低，农业生产主要依靠传统经验传承，对农业生产的新理念和新技术接受程度较低。同时，缺乏农业生产经营管理和数字信息化的复合型人才，缺乏对农民的相关职业技术培训，这些都成为制约数字农业发展、数字化技术推广应用的突出短板。

数字技术与农村经济融合发展的建议

加大资金扶持力度, 畅通科研成果转化渠道

构建财政、金融、保险同步协作的农业支持新体系, 深化数字农业重点难点领域改革创新, 加大技术改造专项资金投入, 突出财政资金向数字农业重点区域、重点领域倾斜, 支持产业核心关键技术研发和产业化, 对核心关键领域重大项目给予重点支持, 推进重点产品示范应用。增强政府对数字农业融资的引导与管理职能, 加强信贷政策与产业政策相融合、项目开发与配套政策相融合、风险防范与金融创新相融合的金融体系建设, 优化相关产业融资环境。加快实施数字农业产业科技发展重点专项, 加强产业链配套, 带动相关产业创

新发展。

以企业为主体, 加快构建“政产学研用”结合的创新体系。统筹衔接数字农业相关技术研发、成果转化、产品制造、应用部署等环节工作, 充分调动各类创新资源, 打造一批面向行业的创新中心、重点实验室等融合创新载体, 加强研发布局和协同创新。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, 有效整合产业链上下游协同创新。

加强数字农业核心技术研发支持, 推动产业应用技术实现突破

农业领域物联网技术需在全面感知、安全传递、智能处理阶段进行重点研究与突破, 要加大对该领域研究的支持鼓励力度, 推动农业大数据智能水平提升。开展高精度、低成本、低功耗、

恶劣条件下高可靠、高耐用性的传感器研究, 通过互联网、近距离无线通信、4G/5G无线网络、低功耗广域网、异构网络融合等网络技术, 实现感知数据信息的可靠传递、有效交互。通过数据存储、数据挖掘、云计算、智能分析和决策等数据处理技术, 实现农业信息数据的智能处理。开展农业动植物知识模型、核心算法与支持决策系统等共性关键技术研究。

加强智能农机装备“卡脖子”技术协同攻关, 依托各地现代农业装备与技术协同创新中心等创新平台, 协同国际国内顶端创新理论联合开展攻关, 重点研发基于人工智能的作物在线识别与测量、设施空间感知与导航, 研制适应恶劣农业生产环境、满足严苛工况要求、低成本、易组装的各类智能农机控制传感器、



直流大扭矩低速电机及其驱动器等核心部件。推进农业机器人行走、感知、作业的整机架构与通信协议的标准化,以及机械臂与末端执行器等核心部件构型与关节/控制器的标准化、设计流程与精密制造工艺的标准化。促进物联网、大数据、移动互联网、智能控制、卫星定位等信息技术的服务组件在农机装备制造和作业上的应用,提升智能化制造水平和质量管控能力。编制高端农机装备技术路线图,引导智能高效农机装备加快发展。支持优势企业对接重点用户,形成研发生产与推广应用相互促进机制,实现智能化、绿色化、服务化转型。

整合产业链信息资源,打造数字服务共享平台

鼓励龙头企业应用数字技术,整合产业链上中下游的信息资源,打造产业互联网等生产性服务共享平台,带动上中下游各类主体协同发展,实现产业链整体转型提升。引导有条件的龙头企业建设乡村产业数字中心,加强对生产、加工、流通和服务等全链条的数字化改造,提高乡村产业全链条信息化、智能化水平。以信息技术打造供应链,充分对接终端市场,以市场需求为导向,促进农户生产、企业加工、客户营销和终端消费连成一体、协同运作,增强供给侧对需求侧的适应性和灵活性。

聚焦地方农业特色优势产业,运用现代信息技术加速推动其特色优势产业在生产、加工、销售环节的数字化改造,构建生产技术、产业发展分析、市场监测预警、质量安全追溯等全方位、全过程信息服务网络。完善适应农产品网络销售的供应链体系、运营服务体系 and 支撑保障体系。同时通过优势农产品全产业链的数据资源整合,逐步实现从“以产定销”到“以销定产”的转变,促进农业提质增效。



制定涉农经营主体优惠政策,建立差异化的数字农业补贴机制

鉴于农业的社会公益性、生态区域性、高度分散和个性化特点,应尽快制定面向涉农经营主体(尤其是家庭农场、种植大户、合作社等新型农业经营主体)数字农业技术及产品投入的补贴、投资、金融、信贷、税收、项目建设等各种优惠政策。要将农业物联网成套设备、智能农机配套测控终端纳入农机购置补贴范畴,适度提高智能化高端农机购置补贴标准。

针对区域和产业差异性,建立支持各类规模农户应用数字技术的差异化补贴机制:为小规模农户提供智能移动终端补贴与网络接入费用减免;按照生产规模给予适度规模经营主体以定额补贴或比例补贴,按照服务面积给予智能作业服务主体以托管服务补贴。针对生猪、奶牛、家禽养殖大县实施智慧畜禽养殖试点补贴方案;针对大田粮食、露地蔬菜等的智能动力设备和专用作业装备,给予购置补贴与作业服务补贴。以设施蔬菜标准园、水产健康养殖

示范场为重点,探索农业物联网成套设备与解决方案补贴办法。

培育高素质的农业农村人才队伍,推进农民职业化经营

为契合数字乡村、数字农业发展对劳动力素质方面的较高要求,需要着力打造职业化、高素质的农业、农村人才队伍,建立起农民的职业发展通道,激励农民参与到农业发展新理念、新技术的学习和运用中。实施新型职业农民培育工程,建立农民职业培训基地,强化在线培训服务,设计合理的培训方式与内容,扎根县乡专注于培养掌握扎实专业务农技能、具备经营数字农业能力的高素质实干型与复合型人才,切实提高农民的数字化水平和能力。培养符合数字农业发展要求的“新农人”,促使传统农民先向职业农民转型,再向“新农人”转变,鼓励农村中青年回农村工作,带动农业和农村经济的现代化发展。发掘和培养农业企业家,在这些致富带头人的影响下,引导小规模农户采纳数字农业发展的新理念和新技术。CCTV

申领记者证公示

《通信世界》已对申领记者证人员的资格进行严格审核,现将我单位拟申领新闻记者证人员名单进行公示,公示时间:2024年2月25日—2024年3月10日,举报电话:010-52266521。

拟申领新闻记者证名单:梅雅鑫、朱文凤、孙天、包建羽、王鹤迦。



中国联通自智网络目标架构与实践

■ 中国联通智网创新中心 高允翔 任飞 冯毅 马又良

随着通信技术（CT）与信息技术（IT）不断融合，通信产业数字化转型进入“快车道”，实现从“弱连接”到“广连接”进一步迈向“智连接”的跃变，业务和网络运营对网络自动化、ICT基础设施智能化、敏捷运营、全场景服务提出了更高的要求，自智网络应运而生。从当前产业发展节奏来看，自智网络产业已经从理念阶段迈入实践阶段。大部分运营商有望在未来3年达到中级水平（L3—L4），一部分领先运营商已经发布了自智网络战略及业务目标，并且开展了体系化的实践，其余大部分运营商也认同迈向高阶自智网络的时间表。可以预计，未来3~5年运营商在网络自动化、智能化的投资占比将显著提升。

中国联通作为自智网络理念的重要参与者和贡献者，不断汲取先进的理论方法，并结合自身的集约化优势，逐步迭代，实现自智网络理念在本企业的有效落地。自2019年起，中国联通联合产业伙伴启动自智网络探索，通过构建具有中国联通特色的集约化、平台化运营架构，并依托数字化手段

逐步解决现阶段重点领域高价值高优先级的问题。中国联通在公司战略规划体系中明确提出：以自智网络为牵引，打造“规建维优营”全流程运营支撑体系，实现作业数字化、场景智能化、服务敏捷化。2025年，自智网络价值场景达到L4级的先进水平。

中国联通自智网络目标架构

中国联通参考TM Forum自智网络框架，基于市场需求和技术发展趋势，提出自智网络“三化三层三闭环”的目标架构。该架构围绕“网络层-业务层-商业层”，构建“数字化、智能化、敏捷化”的能力，通过“知识闭环、任务闭环、意图闭环”牵引中国联通自智网络演进，推动网络高质量发展。中国联通自智网络目标架构如图1所示。

商业层：通过业务意图向业务层下达需求，并获取来自业务层和网络层的执行反馈。在自智网络的三层架构中，售

前、售中和售后的需求均通过商业层与下层进行交互，商业层直接面对市场和用户，将网业协同的市场营销需求、开通/调速的客户服务需求等以意图API方式实现分层交互。中国联通持续深耕BO协同，实现了BO数据、调度开通流程拉通，在政企双线、5G专网/切片等业务的自动开通和自动调优等方面展开了积极探索，大幅提升用户业务开通效率和网业一致性。

业务层: 对商业层的业务意图进行翻译、解析、协商及评估，聚合网络数据、资源、AI要素，提供网络运营、敏捷交付、精准管控能力。业务层包含网络数字孪生和业务运营两个部分。网络数字孪生通过聚合网络数据、资源要素及指令集成能力，实现基于孪生数据的实时感知，强化网络“历史可溯、现实可视、未来可规”的管理能力，为业务运营提供强大的基础支撑。中国联通打造全国集约、架构先进、治理专业的网络数据平台，实现全网全专业数据一点汇集、全国网络数据服务一点提供；构建空间、物理、逻辑、业务四维一体的网络资源体系，实现物理逻辑资源的纳管可视；打造安全、可信、智能、连接广泛的可信指令中心，一点对接全国网元和网管。

业务运营的核心是智慧运营和创新产品。中国联通围绕网络运营全流程、全场景，打造全国集中的无线、宽带、数据等专业数字化应用，以数字化作业、智能化场景、敏捷化服务为着力点，开发网络运营核心场景应用，赋能网络智慧运营；聚焦产品创新，打造新形态专线、5G专网、智能Wi-Fi等网络创新产品，加速网络价值显性化，敏捷响应市场需求，为用户

提供高品质服务；以网络AI平台为载体，以AI模型训练为基础，提供灵活的AI算力和AI服务能力，为智慧运营、创新产品进行AI注智，实现业务运营智能化。

网络层: 为业务层和商业层提供网络基础能力支撑。专业管控单元和网元组成网络自治域，通过网络AI、融合感知、内生安全、意图驱动等网络内生能力，对内实现域内业务准实时/实时闭环，提供网络资源、能力的实时感知和灵活控制；对外开放自治域级管控协同能力，支持上层完成业务、服务的生命周期管理。通过单域自治、内生智能打造高自智水平的基础网络。

中国联通持续关注网络数字世界的建设，初步实现了全国网络大数据和网络资源的数字化可视，以及网元和网管管控指令可信安全的数字化交互，对智慧运营和产品创新起到了重要的支撑作用。中国联通将生产过程与大数据、人工智能相结合，以全方位智能化能力支撑运营管理决策及外部业务发展，显著提升工作效率。在网络运营、创新业务的高价值场景中，按照“感知-分析-决策-执行”构建端到端的智能化能力，为网络运营提供智能监控、智能排障、智能巡检等智能化手段。中国联通致力于打造网络编排、能力编排、业务编排等多层次的敏捷化能力，屏蔽网络能力差异，促进了创新生态体系形成，更好服务市场、用户及合作伙伴。在政企业务实践中，多层次的协同编排能力支撑了算网产品的自动开通，提升了用户的满意度，增加了业务收入。

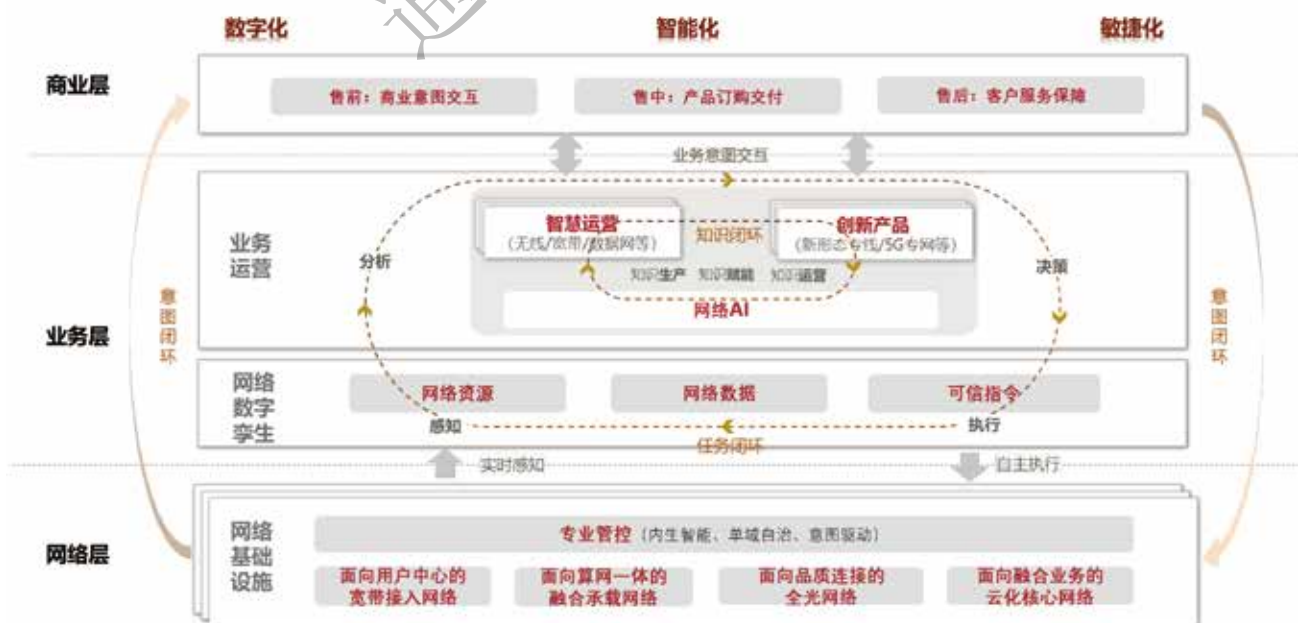


图1 中国联通自智网络目标架构



图2 中国联通自动路测智能评估方案流程

中国联通自智网络闭环体系

中国联通自智网络在网络层、业务层、商业层的基础上，构建以网络AI为核心能力的知识闭环、以网络数字孪生为必要手段的任务闭环，以及贯穿上述三层、驱动自智网络快速响应商业需求的意图闭环。

任务闭环：在业务层构筑闭环能力，逐步让人退出控制过程，形成“感知-分析-决策-执行”的任务闭环。其中感知包括对资源、业务及周边环境的感知能力；分析与决策重点在“AI+知识库”的能力构建；执行关注可信任问题，让执行前的分析和决策逻辑可解释，再配合实时仿真能力，让决策过程可追溯，决策结果可验证。中国联通在资源调配、故障消除、专线调速等核心高价值领域承接业务意图进行转义，通过构建数字孪生体，提升对网络态势实时感知的能力；通过AI预测和案例库进行方案仿真，实现适应性决策并输出执行方案；通过RPA等自动化操作执行手段，调用集中化的指令中心进行方案执行，最终实现完整任务闭环。

知识闭环：网络运营经验知识化是构建泛在智能的基础，自智网络不断从智慧运营和创新产品的实践中提取数据信息，在AI平台中萃取知识，注回运营平台及创新产品中，形成以知识生产、知识赋能、知识运营三者为核心的知识闭环。引入知识建模、知识推理、知识系统化等技术构建网络知识图谱，保证自智网络智能化水平持续提升。中国联通将从建设自智网络知识中心及运营知识库开始，结合生产流程的重塑推动知识治理，实现行业知识、专家经验、日常作业知识数字化，面向自智网络各运营系统提供知识推理赋能，构筑运营商企业级知识体系。

意图闭环：自智网络通过意图转换、意图协商、意图保持等功能实现意图闭环，在自治域内实现意图保持，外部系统与自治域通过意图API接口实现跨层跨域交互。中国联通利用自然语言处理技术构建意图智能识别能力，结合知识图谱将商业层的用户意图拆解为业务层的运营意图、网络层的内部自治意图，实现意图驱动网络。中国联通在专线业务新形

态、IP拥塞预测与预防等领域探索实现意图闭环，将政企用户与一线运维人员的业务意图自动转换为执行策略，基于网络数字孪生仿真实时验证策略的有效性，转义后的策略在通过验证后形成网络配置自动下发到网络层，并可根据网络资源状态的变化，保持业务意图的持续达成。

中国联通自智网络创新实践

中国联通以自智网络目标架构为牵引，采用科学合理的实施方法不断探索自智网络的业务场景实践落地工作，在智慧运营降本增效和创新产品敏捷交付等方面取得了良好的经济效益和社会效益。

自动路测智能评估

传统路测主要依赖人工，费时费力，智能化程度低。中国联通自动路测智能评估方案充分利用了网络大数据和AI能力，“测评算管”一体化实现对传统路测工作模式的变革，降低劳动密集型的道路测试和分析工作量。中国联通自动路测智能评估方案流程如图2所示。

方案基于AI深度赋能，自动进行问题识别、根因分析、智能决策、自动执行，并对执行效果进行闭环评估，从而实现了道路问题的全程管控，使该场景达到L3级别自智水平。

问题感知：自动采集海量网络MR/MDT数据，利用AI模型拟合出道路关键指标，实现覆盖、质量、语音感知、数据感知等四大类指标的自动采集、处理和地理化呈现，并在此基础上，自动识别出问题路段。

根因分析：基于智能诊断AI模型，对识别出的问题路段进行根因分析，快速呈现道路问题分析结果，将传统方式需要2小时的分析时间缩短至15分钟，大幅提升分析效率。

智能决策：针对问题路段的分析结果，通过决策AI模型，给出最佳解决方案建议，包括具体优化措施、参数调整建议等。

自动执行：系统可灵活对接工单系统，将根因分析结果、处理建议及关键指标直接推送至一线，助力一线快速解决问题。

系统自动对派单后的优化结果进行效果评估,判断问题是否解决、解决效果如何,从而实现对问题路段的全程闭环管控。目前,该场景已在国内31个省(区、市)规模应用,完成4G/5G免测试里程累计521万千米,折合测试成本1.09亿元。经多省现网实际验证,与传统人工路测发现道路质量问题点的匹配准确度在90%以上。

无线智能容量调配

在无线网部署的过程中,为减少物理操作并平衡长期投资,一般会采取“基站硬件一次满配,软件License后期按需采购”的部署策略。随着业务发展,运营商通常会向设备商增购License来进行软扩容。在此场景中引入AI能力,实现灵活调度License许可,可节约大量投资,并释放出因License限制在原来忙时无法实现的压抑流量,还可节省网络优化操作时长,并通过提高峰值速率、接入成功率等提升用户满意度。

中国联通无线智能容量调配方案整体架构如图3所示。参考自智网络目标架构,方案以提升用户峰值速率感知为意图驱动,引入License最大化和容量告警全自动无感消障作为商业目标;在业务层引入AI预测能力进行业务峰谷潮汐精准预测,实现业务层License自动规划和容量自动优化;在网络层引入RPA流程自动化工具,将业务运营操作转换为网络层可执行的OMC和License服务器操作指令,自动执行并实时呈现调配效果。系统建立了网络感知知识库、网络规划知识库、网络操作知识库,实现了知识闭环;引入智能化分析及操作能力,预测业务潮汐、生成容量调配方案、与OMC/License服务器进行预处理指令交互、执行调配决策,并自动进行周边优化,通过将以上具体操作逻辑模块化、自动化

实现,达到任务闭环;通过对消障或性能提升进行任务意图确认、调配结果分析呈现反馈等方式,初步实现意图闭环。

本案例中RRC连接数License动态调配模块已实现单场景无人工干预全自动调配,可自动识别故障消除意图、自动分析发现报警、自动采集配置参数形成调配方案、自动实施调配、自动进行邻区优化、自动报告调配结果,在业界率先实现了单场景无人工干预的L4级别自智水平。系统已经在中国联通31个省分公司全面上线,不到一年时间已累计实现节约双载波License和RRC连接数License投资共7.95亿元,释放压抑流量63.6PB,折合新增收入1.91亿元,大幅减少了网优操作工时,为网络数字化转型提供了高效工具。

结语

自智网络作为数字化转型升级的实践手段之一,来自于市场与技术的“双轮驱动”,正加速其从理念迈向落地。面向未来产业发展,自智网络离不开各产业标准组织以及运营商的合力推进。经过几年的探索,自智网络完成了从离散性创新到系统性落地的升华,行业标准机构也认识到,自智网络落地无法依靠任何单一的标准组织独立解决,需要的是多组织协同。而运营商通过实践总结出的标准体系、业务架构、理论方法等创新实践方法论,也为自智网络产业的发展积累了宝贵财富。

中国联通基于市场需求和技术发展趋势,提出自智网络“三化三层三闭环”的目标架构。该架构围绕“网络层-业务层-商业层”,构建“数字化、智能化、敏捷化”的能力,通过“知识闭环、任务闭环、意图闭环”牵引中国联通自智网络演进,推动网络高质量发展。📡

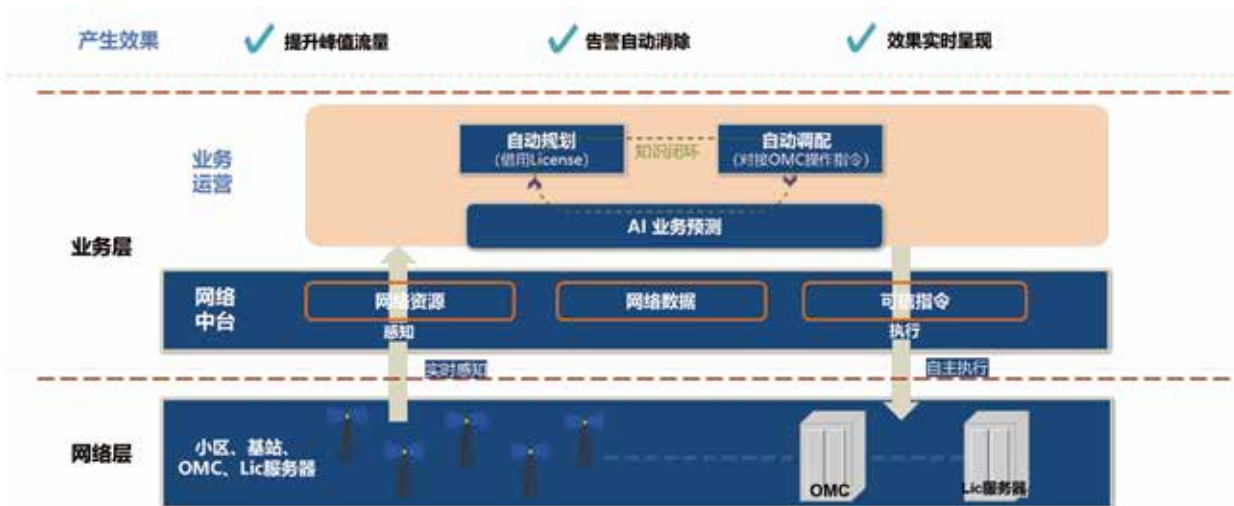


图3 中国联通无线智能容量调配方案整体架构

6G空天地一体化网络架构及其构建

■ 中国移动通信集团设计院有限公司 刁兆坤 杨丽 王振章

6G空天地一体化网络 (Space-Air-Ground Integrated Network, SAGIN) 是指将卫星通信网络作为地面通信网络的重要补充和延伸, 通过深度融合空基、天基和地基网络资源, 构建一个覆盖全球、无处不在、高速智能、安全可靠的通信网络。该网络具有覆盖范围广、可灵活部署、超低功耗、超高精度和不易受地面灾害影响等特点, 能够为用户提供优质、高效、智能的通信服务。

6G空天地一体化网络将充分利用不同轨道卫星、无人机、高空平台等空中资源, 以及地面蜂窝移动网络、物联网、云计算等技术, 实现多层次、多连接、多接入的新型融合架构。该网络将支持高速移动、大容量、低时延、高可靠性的通信需求, 满足物联网、工业互联网、智能制造、智能交通等领域对通信网络的要求。

同时, 6G空天地一体化网络还将注重网络安全、隐私保护等方面的问题, 确保网络的安全性和可靠性。通过星地资源协作调度、星地无缝漫游等技术手段, 6G空天地一体化网络将为用户提供接入无感知的一致性服务, 实现网络鲁棒性以及资源绿色集约。

6G空天地一体化网络架构

6G空天地一体化网络架构是一种新型的通信网络架构, 它将卫星通信网络作为地面通信网络的重要补充和延伸, 通过深度融合空基、天基和地基网络资源, 构建一个覆盖全球、无处不在、高速智能、安全可靠的通信网络, 如图1所示。

6G空天地一体化网络架构主要包含以下几个部分。

天基网络: 由多颗卫星组成, 包括同步卫星、中轨/低轨卫

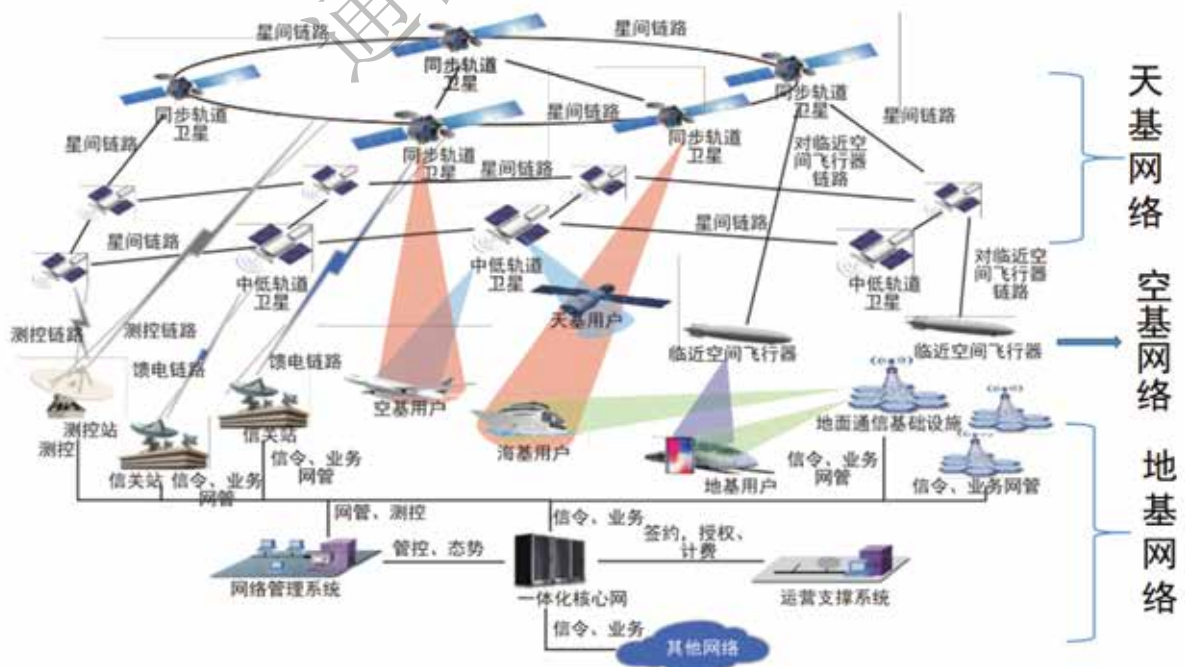


图1 6G空天地一体化网络架构

星、中继卫星等。这些卫星将形成一个多层次、多连接的多源数据传输和处理系统，为全球用户提供高速、可靠、连续的通信服务。

空基网络: 由无人机、高空平台等设备组成，这些设备可以部署在空中，为地面用户提供灵活、高效的通信服务。同时，空基网络还可以与天基网络进行协同，实现更广泛的覆盖和更高的通信性能。

地基网络: 由地面基站、物联网设备等组成，这些设备可实现与用户的直接连接和数据传输。地基网络将与天基网络和空基网络协同工作，形成一个覆盖全球的无缝通信网络。

在6G空天地一体化网络架构中，天基、空基和地基网络将深度融合，形成一个统一的通信网络。这个网络将支持多种接入方式、多种业务类型和多种应用场景，为用户提供极致、可靠、连续的通信服务。同时，该架构还将注重网络安全、隐私保护等方面的问题，确保网络的安全性和可靠性。

6G空天地一体化网络的内涵、关键技术和网络优势

6G空天地一体化网络的内涵

空天地一体化是一种新兴的网络架构，它将不同轨道上多种类型的卫星、临近空间的各类飞行器（如无人机），以及陆、海、空基的应用终端与地面终端系统相互连接，形成一个智能化的通信网络。这个网络通过星间、星地链路，将地面、海上、空中、深空中的用户、飞行器以及各种通信平台密集联合，实现信息的准确获取、快速处理和高效传输。

空天地一体化网络可以分为三层，即天基网络、空基网络和地基网络。每一层网络既相互独立又相辅相成，采用统一的技术体制和标准规范，共同构成网络整体，实现网络信息的实时接收和转发。其中，具有高吞吐量的卫星能够面向全球提供无缝无线接入服务，空中网络能为其所覆盖的区域提供高质量的服务，而密集部署的地面网络基础设施支持高速的数据访问。

总之，空天地一体化是一种具有广阔应用前景的新兴网络架构，它将不同类型的卫星系统、飞行器和地面终端系统相互连接，形成一个智能化的通信网络，为未来的无线通信系统带来更多的应用和服务。

6G空天地一体化网络采用的关键技术

6G空天地一体化网络的关键技术主要包括以下几个方面。

1. 空口传输波形与多址复用技术: 该技术可以实现快速接入和可靠数据传输，是空天地一体化网络的基础。

2. 统一的帧结构和物理信道设计: 这种设计可以支持不同类型的用户服务和高效传输，是实现空天地一体化网络的关键。

3. 空口协议栈和网络架构: 支持按需配置的协议裁剪和优化，以实现天地协同传输和无缝切换。

4. 频谱分配和管理策略: 面向卫星通信、低空通信和地面通信等多种场景，采用统一的频谱分配和管理策略，实现频率资源共享和干扰规避。

5. 太赫兹通信技术: 这是6G超宽带通信系统的重要组成部分，包括6G信道仿真技术以及射线跟踪、超大带宽、全频谱协作等关键技术。

6. 轨道角动量调制技术: 这是一种新型无线传输技术，可以提高通信系统的容量和频谱利用率。

7. 宽带太赫兹硬件元器件技术: 这是实现太赫兹通信的关键，包括太赫兹天线技术、太赫兹射频技术等。

8. 大容量基带数字信号处理技术: 这是处理6G网络中海量数据的关键技术，可以实现高效、准确的信号处理。

上述关键技术共同构成了6G空天地一体化网络的核心，为实现全球范围内的无缝覆盖、高速智能、安全可靠的通信服务，提供了坚实的技术支撑。

6G空天地一体化网络的优势

6G空天地一体化网络具有多种优势，包括不受地理条件限制、覆盖范围广、组网方式多样和带宽资源丰富等，可以广泛应用于地球观测与测绘、智能交通、军事任务、灾难救援等领域。因此，空天地一体化网络的发展受到了国内外学术界的广泛关注，以期能够为未来6G无线通信系统带来更多的应用和服务。6G空天地一体化网络的优势主要体现在以下几个方面。

全域覆盖: 6G空天地一体化网络通过整合卫星、无人机、高空平台等空中资源，以及地面蜂窝移动网络等技术，实现全球范围内通信网络的无缝覆盖。这种全域覆盖包括了偏远地区、海洋、空中等网络难以覆盖的区域，消除了“数字鸿沟”，为全球用户提供更加公平、便捷、高效的通信服务。

高速智能: 6G空天地一体化网络支持高速移动、大容量、低时延、高可靠性的通信需求，可以满足物联网、工业互联网、智能制造、智能交通等领域对通信网络的要求。同时，该网络还具备智能化管理和调度能力，可以根据不同业务场景的需求，动态调整网络资源，实现最优的网络性能和服务质量。

安全可靠: 6G空天地一体化网络注重网络安全和隐私保护等方面的问题，采用了多种安全技术和手段，确保网络的安

全性和可靠性。同时,该网络还具备抗毁性、鲁棒性和自适应性等特点,可以在复杂多变的环境及场景下稳定运行,保障通信服务的连续性和稳定性。

灵活部署: 6G空天地一体化网络采用模块化、标准化的设计理念,可以根据不同的业务场景和需求,快速、灵活地部署并扩展网络资源及设备,降低建设和运营成本,提高网络效益和效率。

综上所述,6G空天地一体化网络具有全域覆盖、高速智能、安全可靠、灵活部署等优势,可以为未来的数字化社会提供更加坚实的技术支撑和服务保障。

6G空天地一体化网络与5G网络的性能对比

6G空天地一体化网络在覆盖范围、传输速率、网络容量、网络架构和智能化程度等方面相比5G都有显著的提升,能够为用户提供更加优质、高效、智能的通信服务。6G空天地一体化网络与5G网络相比主要有以下几个方面的优势。

覆盖范围: 6G空天地一体化网络通过整合卫星、无人机、高空平台等空中资源,实现了全球范围内的无缝覆盖;而5G则主要依赖于地面基站进行通信,覆盖范围相对有限。这意味着6G网络可以覆盖偏远地区、海洋、沙漠、空中等区域,为用户提供更加公平、便捷、高效的通信服务。

传输速率: 6G网络的传输速率比5G更快,预计峰值传输速率将达到100Gbit/s~1Tbit/s,是5G的10~100倍。这将使用户能够更快地下载、上传文件,并且支持更清晰度的视频传输和更复杂的虚拟现实应用。

网络容量: 6G空天地一体化网络将具有更高的网络容量,可以同时连接更多的设备,并支持更高的数据密度和更低的时延。这将使6G网络能够更好地满足未来物联网、工业互联网等领域对通信网络的需求。

网络架构: 6G空天地一体化网络将采用全新的网络架构,实现空基、天基、地基网络资源的深度融合与协同调度。这种新型的网络架构将为用户提供更加智能、灵活、可靠的通信服务,并支持更加多样化的应用场景。

智能化程度: 6G网络将更加注重智能化技术的应用,如人工智能、机器学习等。这将使6G网络具备更强的自适应能力、优化能力和自我修复能力,以此提高网络的效率和用户体验。

6G空天地一体化网络的适用场景

6G空天地一体化网络的应用场景十分丰富,主要包括以下几个方面。

1. **全球全域立体覆盖和随时随地的超广域宽带接入:** 6G空天地一体化网络实现了“空天地海”全覆盖,因此可以在全球任何地点实现高速宽带接入。这将为偏远地区、海洋、沙漠、空中等前期网络难以覆盖的区域,提供公平、便捷、高效的通信服务,促进全球范围内的信息交流和资源共享。

2. **公共安全领域:** 6G空天地一体化网络可以提供更加可靠、高效的通信服务,支持公共安全领域的各种应用,如灾害预警、应急通信、消防救援等。通过实时传输高清视频、图像、声音等多媒体信息,帮助救援人员更好地了解现场情况,提高救援效率和安全性。

3. **全息通信:** 6G空天地一体化网络的高速率和低时延特性使得全息通信成为可能。全息通信可以将真实或虚拟的3D信息与其他多通道感官信息自然逼真地还原,实现远程面对面交流和虚实融合的全新体验,可广泛应用于未来的文化、教育、医疗、娱乐等不同领域,提升人们的生产生活效率。

4. **精准医疗领域:** 6G空天地一体化网络可以提供更加精准、可靠的通信服务,支持精准医疗中的个性化“数字人”及远程医疗手术。这将有助于提高医疗的普惠性和安全性,改善医疗服务的质量和效率。

5. **物联网和工业互联网领域:** 6G空天地一体化网络将支持更大规模的物联网连接和更高效的数据传输,推动物联网和工业互联网的发展。通过连接各种智能设备和传感器,实现对生产环境、生产设备、产品质量等的实时监控和管理,提升生产效率和产品质量。

6. **环境监测和森林防火:** 6G空天地一体化网络具有海量连接的通信能力,可以有效扩大网络覆盖范围,满足更大连接和更低功耗的通信需求,因此适用于环境监测、森林防火等领域。通过部署无人机、卫星等空中设备,实现对环境参数的实时监测和预警,及时发现并处理异常情况,保障生态安全。

7. **探险和应急救援:** 在探险活动中,参与者可能会遇到身体异常等紧急情况,需要及时通知附近医疗救护人员,并将大量人体数字孪生数据同步给远程会诊的医疗专家。6G空天地一体化网络具有广覆盖的特性,可以通过卫星通信网络等空中资源,实现远程医疗救治和数据传输,为探险活动提供更加全面的保障。

8. **车联网和智能交通:** 车联网业务要求在较大范围内实现高可靠、低时延通信,6G空天地一体化网络的广域覆盖特性可满足数百平方千米范围内车辆、路测系统的信息传输和实时通信需求。同时,6G空天地一体化网络还可以为智能交通系统提供高精度地图、实时路况等信息,提高交通效率和安全性。

总之, 6G空天地一体化网络的应用场景非常丰富, 必将深刻影响未来社会的方方面面。随着技术的不断发展和进步, 相信未来6G网络将为人类带来更多的便利性和可能性。

6G空天地一体化网络的构建方法

构建6G空天地一体化网络架构需要从多个方面入手, 包括技术、设备、频谱资源、网络架构设计等方面, 以下是一些基本的步骤。

1. 技术研发: 首先要进行相关技术的研发, 包括通信协议、信号处理、编码技术、网络协议等方面的研究, 这些技术可实现空天地一体化网络的高速、可靠、安全通信。

2. 设备研发: 研发适用于6G空天地一体化网络的设备, 包括卫星、无人机、高空平台、地面基站等。这些设备需要满足6G网络的要求, 具有高性能、低功耗、小型化等特点。

3. 频谱资源分配: 6G空天地一体化网络将覆盖全球, 因此要合理分配频谱资源, 以满足不同区域、不同业务的需求。这需要统筹考虑频谱的可用性、共享性、兼容性等因素。

4. 网络架构设计: 设计6G空天地一体化网络的整体架构, 包括网络拓扑、协议栈、接口等方面。该网络架构需要支持多种接入方式、多种业务类型和多种应用场景, 同时要保证网络的可扩展性、可靠性和安全性。

5. 标准化和互操作性: 为保障6G空天地一体化网络能够顺利运行, 需要制定一系列的标准和协议, 确保不同设备、不同系统之间的互操作性。应大力推动不同厂商、不同国家之间的合作, 以促进6G网络的发展。

6. 实验和验证: 在构建6G空天地一体化网络之前, 需要开展大量的实验和验证工作, 包括实验室测试、外场实验、网络仿真等, 以确保网络的性能和可靠性。

7. 部署和运营: 最后需要考虑网络覆盖、设备部署、运维管理等方面的问题, 确保网络部署之后能够稳定运行, 为用户提供优质的通信服务。

总结与展望

空天地一体化是一种全新的通信网络架构, 它将充分利用空中和地面资源, 实现全球覆盖、高速智能、安全可靠的通信服务, 为未来的数字化社会提供坚实的网络支撑。构建6G空天地一体化网络是一项复杂而庞大的工程, 需要产业各方通力合作。随着技术的不断进步, 相信在不远的未来6G空天地一体化网络将成为现实, 为人类的生产生活带来更多的便利性和可能性。

构建6G空天地一体化网络架构涉及许多方面, 包括技术研发、设备研发、频谱资源分配、网络架构设计、标准化和互操作性、实验和验证、部署和运营等。此外, 还需要考虑不同地区、不同国家、不同运营主体的差异。可以预见的是, 6G网络对技术和设备的要求较高, 因此建设6G空天地一体化网络所需的资金也将比现在的5G网络更高。目前, 6G网络虽处于探索阶段, 但技术研发和实验验证等工作也需要大规模且持续的资金投入。解决上述问题需要政府、企业和研究机构等多方合作, 相信随着6G技术研发的不断推进, 未来将有更多的资金和资源投入到6G网络的建设和运营中。



基于5G的化工园区安全风险智能管控方案研究

■ 联通数字科技有限公司 王帅 王永惠 宋福旺 张海平

我国是世界第一化工大国，化工总产值占世界总量的40%。据应急管理部统计，截至2023年11月，全国经认定公布的化工园区达640余个，危险化学品生产企业入园率持续提高，化工园区整治提升工作已成为防控危险化学品重大安全风险、提升化工行业安全水平的重要内容。为实现化工产业的高质量发展，各化工园区以新一代信息技术为手段，在安全生产、环境管理、封闭化管理等领域大力开展信息化建设。其中，以信息化手段管控安全风险，解决化工企业聚集、危险化学品安全风险集中的痛点，是事关化工园区存亡的关键。

当前，5G赋能经济社会数字化转型的潜能不断释放，随着政府和企业对化工园区安全性、信息化和智能化的重视程度不断提高，5G、大数据、人工智能、数字孪生等先进数字化技术逐渐被应用于化工园区的安全风险管控中。基于5G网络构建化工园区数字底座，充分发挥网络和数字化技术优势，形成一体化闭环管控，可以最大程度减少事故隐患，有效遏制特大事故发生，降低安全事故影响，在化工园区安全风险“事前、事发、事中、事后”的管控中发挥重要作用。根据安全风险全流程设计的5G化工园区安全风险智能管控方案，可以更好地推动化工园区向信息化、智能化转型。

化工园区发展现状和趋势

国家历来高度重视化工行业的安全发展，尤其是在化工园区和危化品企业的安全风险精细化管控方面。近年来，我国陆续出台多项政策法规和指导意见，以提高安全风险管控水平，降低安全事故发生率，促进化工园区安全生产。

2020年2月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于全面加强危险化学品安全生产工作的意见》，明确提出推进化

工园区安全生产信息化智能化平台建设，实现对园区内企业、重点场所、重大危险源、基础设施实时风险监控预警。2022年2月9日，应急管理部正式发布《化工园区安全风险智能化管控平台建设指南（试行）》，有效指导化工园区建平台、用平台，运用信息化、数字化等先进技术手段强化安全风险防控能力，推动危险化学品安全风险管控数字化转型、智能化升级。

各级地方政府也出台了针对化工园区安全风险管控的政策和指导意见，明确提升化工园区和危险化学品安全风险管控能力，遏制特大事故发生，保障生产安全。

但我国化工园区普遍大而不强，重招商、轻安全，入园企业多，涉及危化品种类多、数量大，安全、消防、环境、应急压力大。化工园区现有的网络以及信息化、智能化水平已经不能满足数字经济形势下的发展需求，存在的问题主要有以下几个方面。

一是化工园区安全监管水平有待进一步提升。虽然化工园区安全生产形势持续向好，但与国家和社会对安全生产的要求和期望仍有较大差距，针对安全风险要素全面管控的数字化、智能化手段较为匮乏。

二是化工园区未形成有效的安全监管机制。化工园区的安全管理缺乏统一的安全管理机构 and 人员，整个管理涉及多个部门，包括政府、安全监管部門、中介机构和园区管委会等，没有系统的安全检查和监管手段，不能统一协调园区内各企业的安管理工作。

三是部分化工园区未规划建设管控平台。一些地区片面追求经济发展速度，在不具备安全管理条件和能力的情况下，盲目设立化工园区，导致园区未按照《化工园区安全风险排查治理导则（试行）》要求建设管控平台，安全生产规章制度不健全、制度执行不规范、安全监管不智能、安全教育培训不到

位等情况普遍存在。

四是整体建设存在差异化。化工园区安全风险管控缺乏系统性的规范指引，园区内部各企业以及不同园区之间的安全风险管控缺乏科学规划和合理布局，存在明显的差异化，导致化工园区整体安全风险管控存在“多米诺效应”的风险，为化工园区企业的安全生产和健康发展埋下隐患。

为解决以上问题，化工园区需借助5G、人工智能和数字孪生等先进技术，推动园区安全风险智能化管控，最终实现化工园区的安全生产进一步升级。化工行业从早期生产规模小、工艺技术落后、重效益轻安全的时代，发展到如今以自动化设备为主，安全管理水平逐年提高。虽然化工行业安全生产势头持续稳定，并呈现稳中向好的发展趋势，但化工行业高风险的性质并未改变，化工园区内企业基数大、涉及范围广、生产周期长等因素导致的深层次问题尚未得到根本解决，部分企业安全基础薄弱，安全管理水平低，防范化解重大安全风险任务艰巨。

基于5G的安全风险智能化管控方案以全域联动、一体化研判的智能安全防控机制为核心，融合应用5G、大数据、人工智能和工业互联网等技术，助力化工园区建立一套现代安全管理体系，做到管理风险、控制危险、消除隐患、预防事故、科学决策全流程动态闭环管理，有效控制和降低安全事故发生概率，推动化工园区安全风险的智能化管控，最终实现化工行业的高质量发展。

5G化工园区安全风险管控需求分析

网络化、智能化和数字化是化工园区的发展趋势，5G、人工智能、大数据和数字孪生等新兴技术与化工行业的深度融合，可以有效赋能化工园区数字化转型。与此同时，化工园区的安全风险智能化管控离不开5G行业专网提供的灵活接入、大带宽、低时延等通信服务能力，离不开以风险预控为核心的全流程动态闭环智能化管控方案。

化工园区感知终端种类和数量众多，通信方式和应用场景存在差异，对网络带宽、稳定性和可靠性的要求较高。5G行业专网是为化工园区部署一张安全、可靠且高质量的基础网络，可以接入化工园区的各类终端设备，承载各类监测预警业务和应用，实现人、物、设备的全量感知和安全监控，助力化工园区实现安全风险感知、超前预警、故障研判和科学决策，推动化工园区数字化高质量发展，促进化工行业全面转型升级。

化工园区缺少统一的监管手段和全流程管理平台，园区

管理方在“事前、事发、事中、事后”各阶段存在安全风险管控痛点。例如，事前常态管控智能化水平低，化工园区日常安全管理大量依赖人工监测和经验判断，缺乏智能化管控手段，无法实时有效监测危险源，人员安全意识淡薄、风险应对能力弱。事发时事故预警预案匹配能力弱，无法进行园区实时感知，对即将发生的风险安全事故无法准确量化风险影响、危险程度、破坏性，无法有效预防安全事故发生。事中的应急指挥救援能力弱，在事故发生时，通信往往无法有效保障，人员情况无法准确识别定位，灾情实时情况无法有效评估，引发的次生灾害无法有效应对，导致人、财、物大量损失。事后事故处理经验积累少，大量事故的经验教训仅形成报告，未能以算法、模型、智能应用的方式进行固化，不利于深度落实整改措施及供全行业学习借鉴。

5G化工园区安全风险管控方案设计

基于5G的化工园区安全风险智能管控方案以工信部《工业互联网创新发展行动计划（2021—2023年）》、应急管理部《化工园区安全风险智能化管控平台建设指南》等有关要求为基准，聚焦化工园区安全管理发展趋势、需求和痛点问题，打造“1+1+6+9”的能力体系，即1套园区全域感知系统、1套工业互联网平台、6类安全风险智能化管控应用，以及“事前、事发、事中、事后”不同安全事件发展阶段的9个特色能力应用，覆盖感知、监测、预警、诊断、响应、决策、评价的全数据链路。

基于5G的化工园区安全风险智能管控方案总体框架（如图1所示），可分为边缘层、网络层、IaaS层、PaaS层和SaaS层，结合“人、机、物、环、管”安全管理五要素，覆盖化工HSE管理全过程；建立一体化的现代安全管理体系，以风险预控为核心，做到管理风险、控制危险、消除隐患、预防事故、科学决策全流程动态闭环管理，有效降低事故发生概率。

1套5G网络全域感知系统

全域感知系统围绕人员、设备、生产、储存、运输、环境、空间、信息化应用等方面，不断完善全面感知能力和5G网络覆盖范围，对园区设备设施和平台网络进行改造整合，最大限度地采集数据信息，实现对化工园区的全域感知，为各类应用提供基础数据支撑。化工园区5G专网组网结构（如图2所示）包含如下三大能力。

一是“人、机、物”的感知能力。利用定位、语音、计量等设备工具和压力、温度等传感仪器，实现人员、车辆、装置等生产要素的数据采集和感知能力。

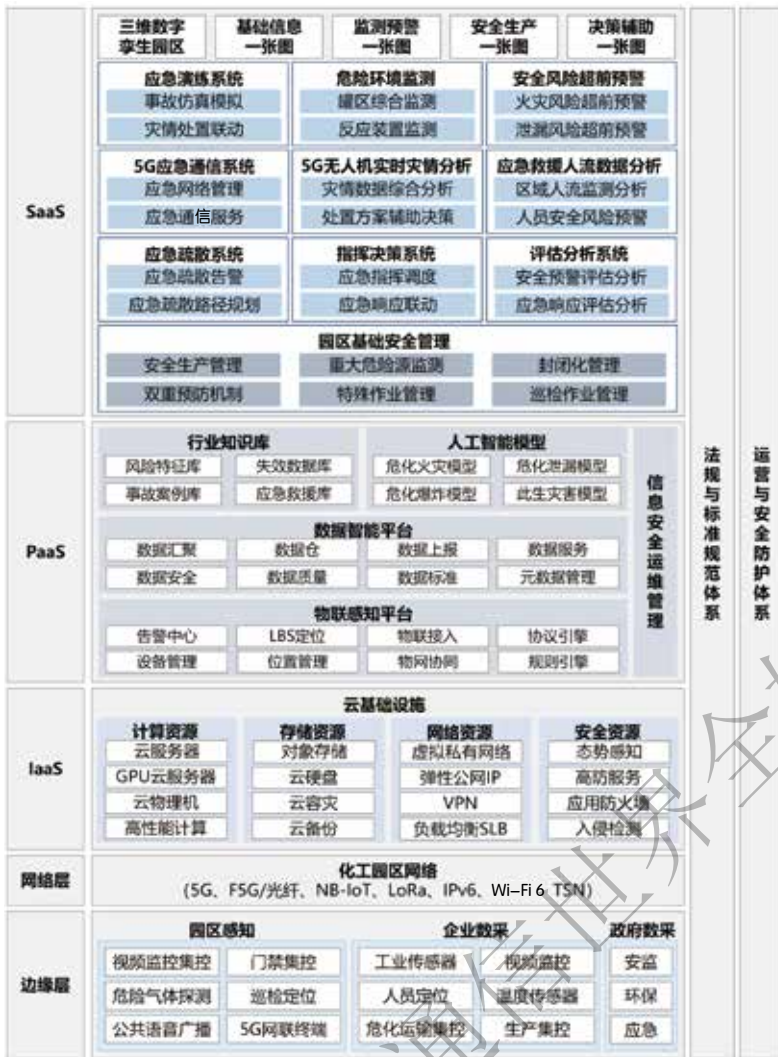


图1 基于5G的化工园区安全风险智能管控方案总体架构

二是环境、区域、空间的感知能力。利用各类传感器采集噪声、温度、湿度等数据信息，提供环境感知能力；利用埋地光纤、电子围栏等技术，对生产区、作业区等受限区域，提供区域感知能力；利用卫星地图、航拍地图建立区域平面图、高程图，使用激光雷达等技术快速构建二维/三维区域空间和地理信息，提供空间感知能力。

三是单体应用系统的感知能力。将入驻企业的DCS过程控制系统、MMS机组监视系统等生产过程系统，以及火灾报警、危险源监测等安全应用系统与其他信息化系统的数据对接，提供系统感知能力。

1套工业互联网平台

工业互联网平台作为方案的核心能力提供单元，其向下连接化工园区内公共监测设备、对接信息系统，实现要素连接和数据采集，通过动态调度IaaS层资源，为平台运行的工具组件、模型、服务提供资源和环境；向上支撑智慧应用的运行。化工园区工业互联网平台逻辑架构如图3所示。

物联感知单元集成设备接入、设备管理、规则引擎、消息路由等功能，向下支持危险环境监测设备、压力流量等仪表、防爆机器人等移动设备的连接，采集数据上云；向上支持数据按规则进行订阅转发至化工数据中台。

化工数据中台是工业互联网平台的核心，

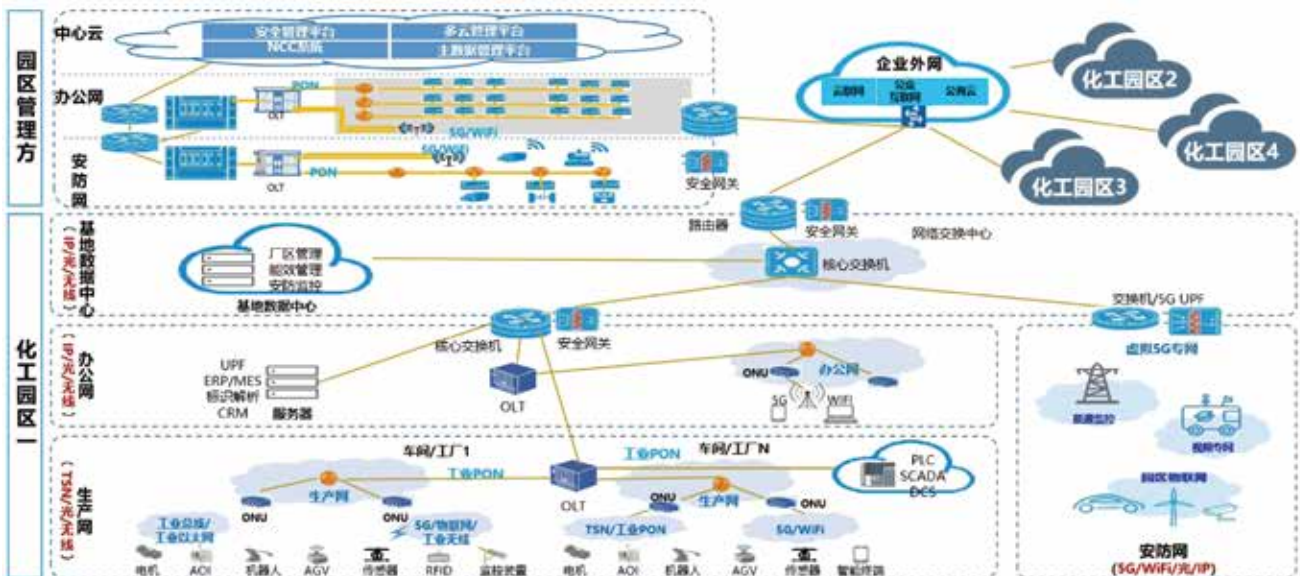


图2 化工园区5G专网网络结构

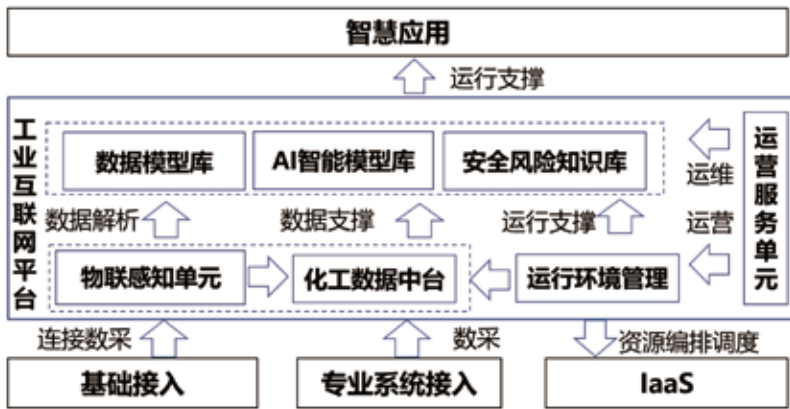


图3 化工园区工业互联网平台逻辑架构

主要实现化工园区的应急、危化品管理、车辆管理等多元异构数据的采集、清洗处理、存储、计算分析、建模、服务及治理功能。数据模型库、AI智能模型库和安全风险知识库是按照不同的应用场景，对数据进行聚合、抽象建模。运营服务单元主要是从运营和运维两个角度实现平台的统一管理，包括用户管理、权限管理、监控告警、消息提示等功能。

6类安全风险智能化管控应用

安全信息管理系统实现园区企业基础信息管理一体化，支持信息维护、查询，以及多维度统计分析和可视化展示。

重大危险源管理系统能实现重大危险源在线监测预警全覆盖，查看园区和企业风险分级管控信息，与危险化学品安全生产风险监测预警系统融合对接。

双重预防系统可实现对园区侧、企业侧隐患排查信息对接督办管理，支持对单个企业风险分析、排查及隐患整改完成率查询。

特种作业系统基于数字化手段实现园区内企业各项特殊作业的报备、统计分析、线上抽查与检查管理，支持信息查询平台互通。

封闭管理系统可实现对进出园区的“人、车、物”全过程动态监测管理，以及园区人流、车流和物流出入管控及运送路径优化。

敏捷应急系统能实现应急值守、预案管理、应急响应、指挥调度、协同会商、辅助决策、园区应急一张图等功能。

9项特色能力应用

● 事前有效预防-应急演练系统

应急演练系统是一个多模式动态过程3D可视化平台，可以提供单项演练、综合演练等各种形式的演练及事发辅助决策功能。事前可提供相关人员的虚拟故障模拟演练；事中通

过三维事故预测模拟仿真和应急预案知识库，提供人员疏散、救援和应急指挥等辅助决策；事后通过事故评价系统，驱动应急演练迭代，形成一体化闭环管控。

● 事前有效预防-危险环境监测

危险环境监测实现化工园区内有毒有害与易燃易爆气体、异常温度、现场环境参数等数据的采集、分析、可视化展示，具备环境安全风险源的识别与分级预警、环境突发事件的辅助指挥调度等功能。事前快速判别风险等级变化趋势，事发时实现环境风险溯源和

扩散模拟，事后指挥防爆机器人“零距离”侦查。

● 事发超前预警-安全风险超前预警

安全风险超前预警基于火灾场景智能模型群、泄漏场景智能模型群、爆炸场景智能模型群以及多灾种次生衍生耦合模型群，对多源安全风险数据进行融合建模与整合分析，在模型上构建数据交互式分析应用，实现化工园区场景下5~120分钟的安全风险超前预警，精准量化对周边区域的风险影响、危险程度、破坏性、人体伤害程度、周边装置影响程度等重要内容。

● 事中应急联动-5G应急通信系统

5G应急通信系统能够在事故灾害发生时，提供覆盖范围广、部署速度快、成本低、通信容量大的5G应急通信网络，实现自适应回传、本地分流，满足本地通信需求，为人员疏散救援及灾害抢险提供坚实的通信保障，有效解决传统应急通信系统覆盖范围、部署速度、设备成本、通信容量及智能程度均不尽如人意的的问题。化工园区5G应急通信系统架构如图4所示。

● 事中应急联动-5G无人机实时灾情分析系统

基于5G无人机实时灾情分析系统，充分发挥无人机的便携、机动特性，能够在事故灾害发生时，形成“空天地”融合、“人地物”全貌快速可视化感知的应急救援辅助系统，能帮助应急救援决策者快速掌握灾情全貌，及时作出科学决策。

● 事中应急联动-应急救援人流数据分析系统

应急救援人流数据分析系统基于运营商基站数据、信令数据、画像数据，结合空间地理数据整合能力和大数据分析挖掘能力，能够让决策者准确掌握事发区域的人员流动、分布情况，协助指挥者快速开展应急响应，有效减少人员安全事故。

● 事中应急联动-应急疏散系统

应急疏散系统能够在事故灾害发生时，实现自动实时数据

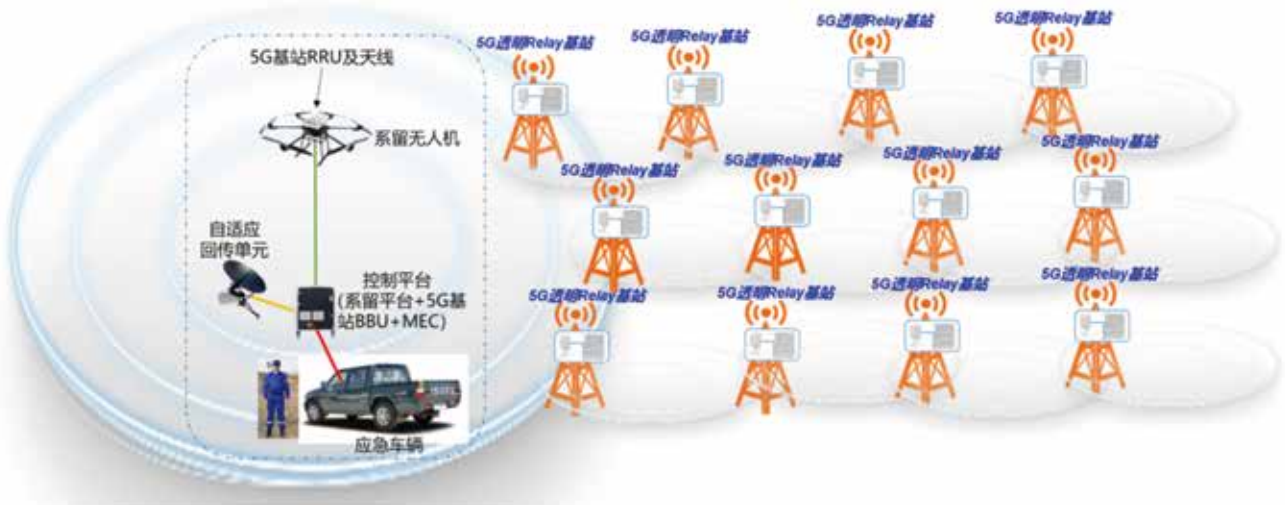


图4 化工园区5G应急通信系统架构

多因素关联分析, 关联地形、化学品种类、物资、车辆、集结与撤退指令等要素, 继而判断对各类控制区域划分的影响, 自动给出应急疏散最优方案。该系统能解决事故现场应急疏散方案智能动态生成问题, 满足实际应用需求, 实现秒级疏散方案运算。

● 事中应急联动-应急指挥系统

应急指挥系统按照“平战结合”原则, 以“接报-处置-调度-优化”为主线, 提供应急值守、预案管理、应急响应、指挥调度、协同会商、辅助决策、园区应急一张图及事件处置专题应用等功能, 实现突发事件处置的全流程闭环管理。系统在突发事件发生后, 可快速汇聚突发事件现场信息, 实时掌握现场处置动态、调派需求、跟踪网络舆情等, 与事件现场人员进行协同会商。基于知识图谱技术进行事件链、预案链模型研判分析, 指导救援力量及救援物资的合理调配。

● 事后积累迭代-评估分析系统

评估分析系统可实现应急救援评价、事故调查分析、事故档案管理。事后基于事故数据模板、作业最佳时间、原因分析工具, 实现对不同事故调查、分析和评价。基于经验总结形成的知识库、事故信息录入和调查结果以及审核审批、事故上报等过程信息, 实现对事件的管理。

5G智能化管控对化工园区发展的价值

5G安全风险智能化管控方案打造“1+1+6+9”的安全全过程风险智能化防控技术体系, 为化工园区部署了一张安全、可靠的高质量基础网络, 建设了全流程贯通、一体协同的安全管控体系, 形成“事前、事发、事中、事后”一体化解决方案。事前建立安全风险感知手段, 增强人员安全风险意识, 有效

防止风险事件的发生; 事发时快速、准确地量化风险影响, 实现风险超前预警; 事中能高效地拱指麾、精准地运筹决策, 有效防止风险事件扩大升级; 事后开展救援评估, 积累安全事故经验教训, 驱动应急演练迭代, 形成一体化闭环管控。从而最大程度减少事故隐患, 有效遏制特重大事故发生, 降低安全事故影响, 快速恢复生产。

5G智能化管控对化工园区发展有三大价值。一是辅助决策提升安全管理水平, 通过高度融合园区各领域现有数据资源, 对园区安监、应急、安防、管网、环保、网格治理等管理领域的关键指标进行综合监测分析, 辅助管理者全面掌控园区运行态势, 实现园区综合运营态势“一屏掌握”。

二是自动化巡检提高园区巡检效率。园区传统人工巡检在台风、暴雨等恶劣天气条件下存在着极大风险, 通过巡检机器人、电子围栏、AI技术等实现自动化巡检, 降低生产作业对巡检班组人员的依赖, 减少巡检作业人员, 提升巡检作业的效率 and 准确性, 并保障作业的安全。

三是数据驱动降低企业运营成本。数据环境的一致性让化工园区系统应用集成、数据清理变得自动化, 由此降低人工成本; 标准化的数据定义让业务部门之间的沟通保持顺畅, 降低由于数据不标准、定义不明确引发的各种沟通成本。实现快速、敏捷的智能采集和分析, 提升数据采集效率和完备度。

综合来看, 基于5G的化工园区安全风险智能管控方案融合5G、大数据、人工智能等新兴技术, 在满足国家监管要求的同时, 建立“空地一体”“动静协同”的化工园区全域态势感知体系, 打造化工园区“事前、事发、事中、事后”全生命周期一体化闭环管控应用, 能有效解决入园企业部分安全管控难题, 降低企业安全投入成本, 助推化工园区安全、智能、绿色发展。©

基于IPv6的新一代政务网络建设工程实践

■ 中国移动通信集团内蒙古有限公司呼和浩特分公司 贾全 赵敏 许新宇

近年来,全国各地政府加速推进“互联网+政务服务”,建立线上线下服务一体化的业务办理模式,推进实体政务大厅向网上办事大厅延伸,打造政务服务“一张网”。其中,电子政务外网作为政务信息化网络基础,在业务、资源、管理协同等方面面临着很多挑战。在资源调度方面,多家运营商之间互联互通难、资源共享困难,较难实现统一全域覆盖。在网络管理方面,存在政务外网、政务专网、业务专网等业务协同难度大的问题。在运维方面,缺乏统一的综合网络管理平台,无法及时定位故障原因,维护排障能力不足。

《国务院关于加强数字政府建设的指导意见》提出统筹建立安全高效的跨网数据传输机制,有序推进非涉密业务专网向电子政务外网整合迁移,各地区各部门原则上不再新建业务专网。这使得政务外网所承载的业务更加复杂,要求实现多个业务一网承载。因此,业务间相互干扰的现象也越来越明显。而IPv6与网络切片技术结合,可以打造全覆盖的“一网多平面”电子政务外网,为各类业务提供专网级的网络保障,为建设“经济高效、能力优异、技术领先、服务优质、安全可靠”的新一代电子政务网提供技术支持。

IPv6在政务外网的应用现状

IPv6是面向5G、云网融合、算网融合的智能IP技术,具有可编程路径、快速业务发放、自动化运维、质量可视化、SLA(Service Level Agreement,服务水平协议)保障和应用感知等特点。

根据《政务外网IPv6演进技术白皮书(2021)》及现有文献研究,IPv6在电子政务外网中的应用重点是结合电子政务网的业务需求,对SRv6分段路由、网络编程、网络切片、确定性转发、随流检测、新型组播、应用感知、无损网络等网络技术体系进行创新应用。

目前在政务外网实际组网中,普遍采用FlexE或

子接口切片技术部署落地,其中在骨干网上通常采用“EVPN+SRv6+FlexE”切片技术,在接入网上采用子接口切片技术来实现业务隔离和保障。

基于IPv6的新一代政务外网采用“2+2+N”体系进行顶层规划,即“2张网络+2个平台+N个接入”,支持SPN 5G网络切片和SRv6技术,建立横向闭环、纵向联动发展模式,打造基础扎实、数据安全、使用便捷的政务服务网络。

“2张网络”是指搭建一张政务外网基础网络和一张5G政务双域专网。其中,电子政务外网全面部署IPv6,高效易用,灵活扩展;5G政务双域专网依托5G无线网络连续覆盖优势,政务人员“不换卡、不换号、不手动切换”,使用5G终端即可实现远程移动办公。

“2个平台”是指建设管理运维平台和安全监测平台。其中,管理运维平台实时管理设备、定位故障、解决故障,大幅提升网络运维能力;安全监测平台保障政务外网安全可靠,防止恶意攻击、非法入侵、数据泄露等风险事件发生。

“N个接入”是指通过网络统一规划,新一代政务外网层级清晰,可提供N个可灵活拓展的接入点,同时为后期N个其他非涉密专网并入政务外网打下坚实基础。

政务外网组网方案

政务外网组网采用核心、汇聚、接入三级架构,部署政务外网区、互联网出口区、安全运维管理区三大分域,进行分区分域设计。方案实施后,大幅度提升业务承载能力、安全防护能力、运维管理能力。

新一代政务外网组网架构如图1所示,采用全新网络架构,建设市级核心,提供区县接入,采用双路由上连,网络连接关系包括N个物理局址、“两朵云”、政务外网核心机组和互联网出口,满足三级等保和密评安全规范。

在政务外网区,市级核心机房自上而下设置边界防火墙、入侵防御及核心路由器;在N个接入点各部署1对接入路由

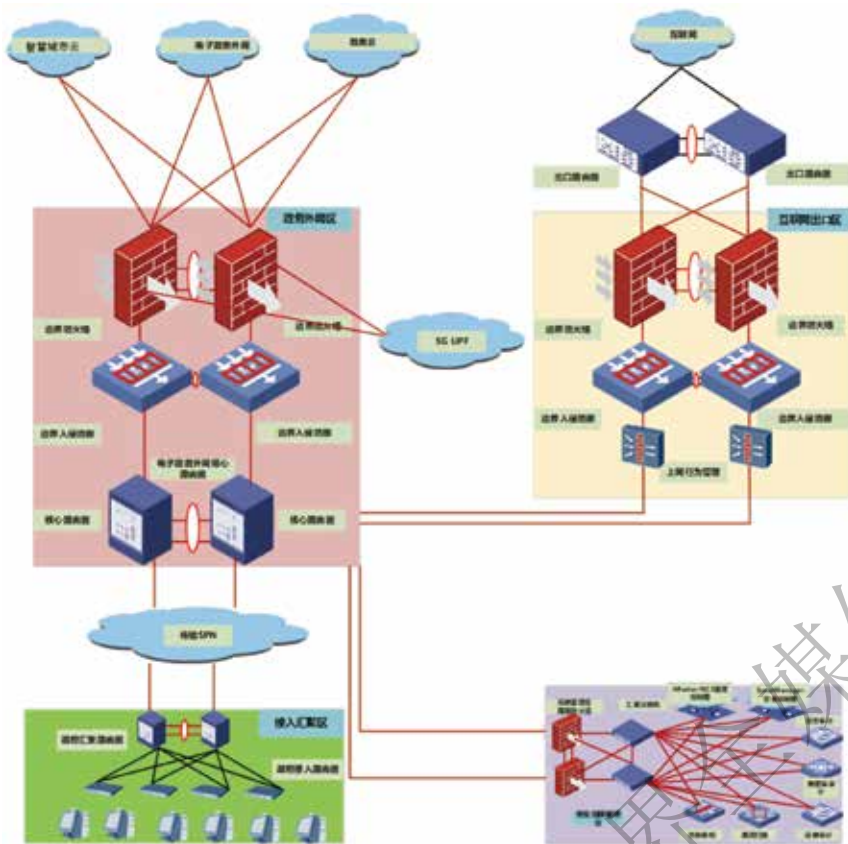


图1 新一代政务外网组网架构

器，所有路由器均支持SRv6切片能力。

在互联网出口区，通过部署2台出口路由器为政务外网提供互联网出口服务，出口安全区部署防火墙、入侵防御、上网行为管理(ASG)，满足等保“安全区域边界”要求。互联网出口部署专线卫士网关防护设备，负责指挥中心与互联网之间的边界安全，主要功能包含：全面的内容安全能力，如入侵防御、恶意文件检测等，为用户检测、阻断应用层攻击事件；配备安全人工智能检测引擎，提供边缘侧的智能安全检测能力，能够完成传统基于特征签名无法完成的检测任务；实现与云端平台的联动，上报安全事件相关的关键信息，并可以根据云服务平台的指令对安全事件进行闭环处理。

在安全运维管理区，通过部署管理运维平台、安全监测平台、漏洞扫描系统、数据库审计、日志审计、态势感知等，保障政务外网安全可靠。通过建设管理运维平台、安全监测平台，可满足三级等保和密评安全规范，采用主备设备、双路径保护、环形组网等容灾机制，实现

网络99.999%可用及毫秒级的故障倒换。切片技术的使用，更是实现了数据传输端到端专属可信、安全可靠。

5G政务双域专网

为满足政务人员安全地通过手机访问政务外网及公网的需求，内蒙古移动搭建了5G政务双域专网，为政务人员提供无感认证、无感分流的政务外网接入服务，助力提升智慧政务信息化服务水平。

5G政务双域专网方案如图2所示，采用移动核心机房UPF（用户平面）进行业务分流，网络侧配置“双DNN”，即5G终端用户在UDM上签约信息通用DNN和政务专用DNN，用户通过通用DNN访问公网，通过政务专用DNN访问政务外网。5G网络具备完善的服务注册、发现、授权安全机制及安全协议，确保系统访问安全性，并且UPF业务接入时通过防火墙和IPS进行访问控制

控制和边界防护。

在实际工程案例中，政务网络架构和建设方案会随着业务类型和技术选择调整变化，需要持续跟踪IPv6等技术应用，以实现政务服务网络稳健、安全、便捷的目标。

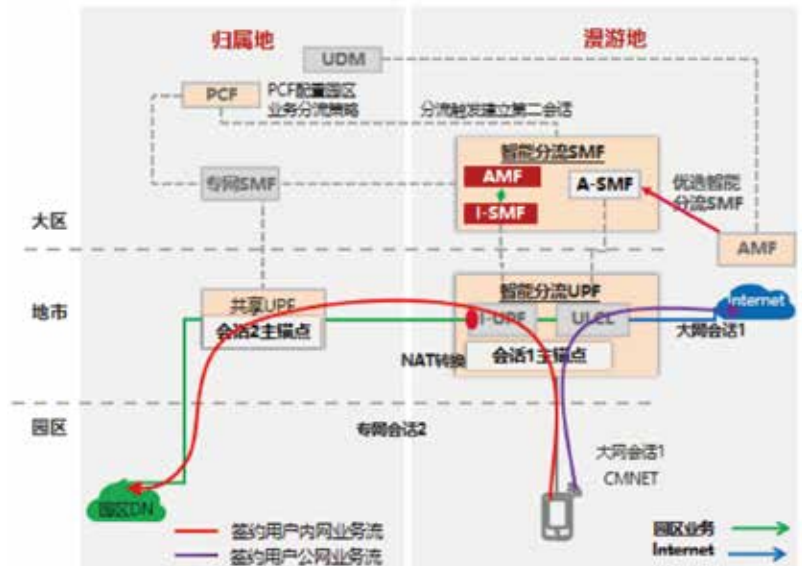


图2 5G政务双域专网方案



基于小区负荷系数的 节假日无线网络容量预测

■ 中国移动通信集团四川有限公司绵阳分公司 蔡丹姑

每个节假日前后我国都会有大量人口的迁徙，尤其是传统春节，短期内大量人口的迁徙对移动通信网络的容量提出极大的挑战。另外，随着抖音、快手等短视频的崛起，无线流量呈爆发式增长。如何准确评估短期内不同区域的无线网络资源需求、如何确保短期内用户满意度保持稳定、

如何降低无线运维成本是各大运营商亟需解决的问题。

容量及其资源需求与用户群体、时间段、区域等具有很强的关联性，容量需求具有非常大的随机性，这在一定程度上加大了无线网络容量资源需求预测的难度。

目前，容量预测主要有人工预测、统计学和人工智能等

方法。人工预测主要是结合节前数据和经验进行评估,具有很大的不稳定性;统计学只结合历史数据,无法对网络资源、模型变化等作出实时判断;人工智能算法是将机器学习和深度学习算法用于无线容量的需求预测,这也是近年来该领域研究发展的方向。

考虑到各大运营商数据的保密性和网络资源更新的及时性,上述方法均存在以下不足:一是源数据不准确导致最终的预测结果与实际需求大相径庭;二是均未考虑不同频段的话务吸收特性,采用相同的算法会导致评估结果与实际需求不符;三是均未考虑5G分流,一定程度上造成资源评估需求大于实际需求;四是未考虑现网实际的硬件配置,无线网络资源是一个动态变化的过程,预测时需要综合考虑历史配置数据和现有的配置数据。

本文以现网基站、扇区配置、频带、带宽、节假日前后的真实历史话务统计数据为研究依据,通过大数据算法预测节假日小区级负荷系数,实现对全网无线容量资源需求的预估。通过近3年的节假日预测结果与最终小区实际所需资源进行对比,该预测算法准确率在92%左右,因此本文研究结果对各大运营商在节假日前及时优化无线网络资源并合理部署具有重要的参考价值。

评估方案策略研究

LTE无线基站设备采用“BBU+RRU”的组网形式,BBU为基带处理单元,放置在机房,RRU为射频单元,挂在通信铁塔或者电杆上,不同型号的RRU,支持不同的频段和载波数量。移动通信组织形式就是以基站为通信中心,通过BBU和RRU形式组网,RRU一般以120°为基准,按照0°、120°、240°三个方向挂在铁塔上,然后通过光纤连接天线进行信号的发射和接收。在RRU上配置的载波就形成这个覆盖方向上的小区,一般RRU上配置几块载波就是几个小区。同一个方向上的RRU,可能会由不同的频段组成。通常我们将同一个基站同方向上所有小区称为一个扇区,为了确保资源最大化利用,在日常容量评估中,需要将同一扇区下不同频段和带宽的小区看成一个整体进行研究。

为了实现资源配置有的放矢,本研究将所有的小区按照其覆盖区域进行场景分类,如高校、商场、机场、车站等,依据场景划分可计算出每个场景的系数。

高负荷小区定义

本研究采用中国移动通信集团定义的高负荷小区标准

进行,不同制式以及带宽下的高负荷小区定义如下:小区满足有效RRC用户数达到门限、上行利用率达到门限、上行流量达到门限,或有效RRC用户数达到门限、下行利用率达到门限(PDSCH或PDCCH)、下行流量达到门限。

上述涉及的各项数据取自连续7天忙时数据的算术平均值,即7天忙时数据(小区平均E-RAB流量、有数据传输的RRC数、利用率、上下行流量)=7天中每日忙时对应数据的算术平均值。

数据采集和分析

本文采集的数据为某移动公司真实的统计数据,主要包括无线性能数据和硬件资源配置数据。

4G的无线性能数据采集以自然周为统计粒度,采集对象为CGI、小区名称、基站名称、覆盖场景、制式、忙时上/下行流量、有效RRC连接最大数、峰值上下行最大利用率、大中小包等数据;统计时间为节假日前后一个自然周。

硬件资源配置数据采集主要包括RRU型号、通道、RRU配置、功率、方向角等数据,统计时间段为上一年节假日以及当前。

考虑到5G近两年才入网,因此本研究关于5G的无线性能统计数据只采集节假日前一个月的数据。

预测流程

预测流程的关键指标包括4G小区增幅系数、场景系数、5G小区分流系数,通过大中小包分类、有效RRC最大连接数、自忙时上行流量及下行流量预估小区负荷系数和小区所在扇区的负荷系数,最后计算出同扇区下各个小区预增的载波数量。

4G小区增幅系数预测

通过历史统计数据预测小区的增幅系数。首先是小区增幅系数预测,统计历史节假日前一个月的数据和历史节假日期间的数据,将两者进行对比,得到一个增幅系数。

其次是小区增幅系数的选择和修正,对某些特殊小区需要对计算出的小区负荷系数进行选择 and 修正。具体方式如下:历史节假日忙时利用率大于65%的小区需要对小区预测系数(主要是对上下行流量系数)进行选择,在预估系数中选取增幅最大的值;对于上个节假日到目前新增的小区,其小区增幅系数用场景系数进行修正;对于上个节假日流量增幅在10倍以上的小区使用场景系数进行修正。

再次是5G分流系数,统计同扇区下4G总流量和5G总

表1 不同频段和带宽等效载波换算关系

频段	带宽	等效载波数量
3D-MIMO	20M	2.5
FDD1800	20M	1.5
E	20M	1
D	20M	1
F1	20M	1
A	15M	0.75
F2	10M	0.5
FDD900	10M	0.75
FDD900	5M	0.375

表2 某市近3年春节流量预估值与实际值对比

对比项	2021年春节	2022年春节	2023年春节
日均预估流量 (TB)	774.84	959.28	996.03
日均实际流量 (TB)	786.35	942.95	1017.07
预估偏差	1.46%	-1.70%	2.07%

流量,计算出5G分流比,最后在计算4G所需的负荷系数时,充分考虑5G分流情况,实现资源分配的有的放矢。

小区负荷系数预测

负荷系数预测主要是结合当前的话务统计情况以及同期历史话务增幅系数来预估节假日话务情况,从而得出小区的负荷系数,最终估算出每个小区需要扩容的载波数。

需要注意的是,为达到资源的最大利用率,需要考虑同扇区下不同小区之间的负荷均衡。在此,首先要按照不同制式和带宽下高负荷小区的定义来计算小区的负荷系数(有数据传输的RRC数和自忙时上/下行流量具体值由高负荷小区定义规定,不同制式、带宽以及大中小包,该值由不同的标准来定义),然后通过该算法可以得出每个小区的负荷系数,最终得出每个小区需增加的载波数量。

计算出各个小区负荷系数后,需要结合同扇区下所有小区系数进行二次评估,以避免资源的浪费。由于同扇区包含各种制式和带宽,因此需要对不同的频段和带宽按照表1进行有效载波数量换算,不同频段和带宽等效载波换算关系如表1所示。通过换算,得到每个扇区下最终要增加的载波数并分担到该扇区下的所有小区。

预测结果输出

通过将同扇区下负荷系数所需的硬件资源预测值与现网的配置进行对比,确定现有资源是否满足预测需求。如果满足需求

且资源有闲置的,可调整其资源用于资源不足的地方;如果不满足需求,则纳入后续的优化流程中,解决的手段主要有参数优化、硬扩、软扩等。

效果验证

本算法已在某地市使用3年,完成大大小小几十次节假日保障,从保障效果来看,该算法预估准确率在90%以上。

春节是每年人口流动规模最大的节假日,也是各大运营商重点保障时段。某市近3年春节预测流量、高负荷小区预估与实际结果对比如表2所示,可以看出,流量预估准确度在98%左右。

某市近3年春节高负荷小区预估与实际值对比如表3所示,可以看出,高负荷小区预估的准确度在92%左右,预估的结果基本上满足实际容量需求。

实际容量需求。

本研究从无线资源优化的最小单位——小区出发,通过有效RRC最大连接用户数、流量、硬件配置等真实历史数据,对小区级别的负荷进行预估,提前实现无线网络资源的精准调整。

受限于目前的算法和工具,本文也存在一些不足,主要体现在:一是只考虑了同扇区,未考虑同覆盖方向上小区的资源需求,一定程度上会影响资源预估的准确性;二是未考虑用户个性化需求以及数据业务的多样性给无线网络资源评估带来的不确定性因素。

后续本研究可以在以下几个方面进行改进和优化:一是运用栅格化数据,通过对栅格化数据进行分析和处理,结合小区在每个栅格上报的情况以及负荷情况来预估容量,从一定程度上保障预估的精确性;二是运用其他大数据,结合现有的M域、O域和B域数据进行分析和挖掘,实时掌握用户消费习惯、终端信息、流动轨迹等数据,并制订相应的预估方案;三是机器学习,通过机器学习和训练,一定程度上可以跟踪分析无线网络、用户的多样性和动态性,从而提升无线网络资源预估的准确性。CW

表3 某市近3年春节高负荷小区预估值与实际值对比

对比项	2021年春节	2022年春节	2023年春节
参数优化小区数量(个)	2566	838	608
软扩小区数量(个)	424	2038	1983
硬扩小区数量(个)	383	1052	546
总预估高负荷小区(个)	3373	3928	3137
总预估未解决数量(个)	263	323	236
预估准确度	92.20%	91.78%	92.48%

推进新型工业化 释放新质生产力



世界全媒体