

通信世界

COMMUNICATIONS WORLD

总第892期 2022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

东数西算

系列报道之二

盘点京津冀

5G亟需打造“杀手级”应用/P9

“东数西算”
之京津冀数据中心大盘点/P15

中国广电入局5G
对电信市场格局的影响分析/P33



ISSN 1009-1564



通信世界
COMMUNICATIONSWORLD

观察·研究·批评·推介 **推动者**
产业发展的

“深”

见未来

新时代·新通信·新世界



通 信 世 界 全 媒 体

直播行业乱象丛生 为何监管严打不起作用？

刘启诚

央视“3·15”晚会曝光了哈尔滨聚享互娱文化传媒有限公司用“抠脚大汉”冒充美女主播骗粉丝打赏的骗局。人们一方面嘲笑“粉丝大哥”智商不在线，一方面感叹网络直播行业套路太多，水太深。

网络直播兴起于2016年。作为一种新兴的网络交互方式，网络直播一经兴起，就吸引了各色人等纷纷入局，一时间出现了许多直播平台，人人都可成为主播，观众趋之若鹜，网络直播行业呈井喷式发展，形成了一个有着千亿规模的新兴产业。

近年来，我国电商直播异军突起，CNNIC（中国互联网络信息中心）统计数据显示，截至2021年6月，我国网络直播用户规模达6.38亿，其中电商直播用户规模为3.84亿，而同期我国网民规模达10.11亿。可以说，近七成的网民看直播，近四成的网民是电商直播用户。

新兴市场巨大的利益自然会引来各方抢占分食，而早期规范不到位导致了整个行业泥沙俱下，乱象丛生。

当然，网络直播乱象也引起了相关行业协会和监管部门的关注。2020年6月以来，相关网络直播管理政策密集出台。国家发展改革委、网信办、全国“扫黄打非”办、市场监管总局、国家广电总局以及中国广告协会，从内容、市场交易、市场准入多个层面出台了涉及平台、内容、打赏多个环节的规定和规范要求，对网络直播进行全方位的监管。

但就是在这样严格的监管下，网络直播平台、主播以及背后的运营公司，为了吸引流量，奇招频出，甚至不断突破监管底线，打擦边球，想尽一切办法套现。某些电商直播平台以次充好，卖假货；一些明星更是赤膊上阵，说假话，夸大产品功效。这种电商直播带货蒙骗网友的做法，在网络直播坑蒙拐骗行为中还算是“小巫”；一些秀场直播中主播骗未成年巨额打赏，让许多家庭陷入困境；甚至有的无良主播诱骗粉丝打赏，最后闹出人

命的事件也屡见不鲜。

为何监管严打对直播行业乱象却不起作用？主要有以下几点原因。

一是新兴市场没有建立起完善的规则制度体系，行业发展迅猛，监管有些跟不上。作为移动互联网业务的一种新形态，网络直播已经发展5年多，但目前尚没有建立一套完善的监管体系。而且，网络直播涉及多个行业，是一个复合型的形态，但相关监管职能分散在不同部门，容易造成“好像都在管，但又都没人管”的局面。

二是平台不作为，甚至做恶。从直播类型来看，网络直播大致分为秀场直播、游戏直播、垂直领域直播（电商直播、体育直播等）、泛娱乐直播等。除体育直播外，其它几个直播类型非常容易出问题，例如秀场直播是色情、骗打赏的高发区；电商直播领域的头部主播偷税漏税，中下层主播以次充好骗用户。这其中，平台责任比较大。据悉，在一场直播的收入中，平台抽成50%，主播拿走25%，余下的25%用于各种成本支出。可见，直播平台是最大的获利方。在利益的驱动下，平台方不作为，甚至做恶，最后的结果就是乱象丛生。

三是从业人员良莠不齐。在一些秀场直播中，许多人以卖笑、卖惨、卖丑为噱头吸引流量，出现这种现象的主要原因之一就是行业从业人员素质低。与许多互联网业务一样，网络直播门槛很低。网络直播是由网络主播依托互联网和手机、电脑等直播工具，在网络直播平台上进行实况播送的网络内容服务形态。网络直播给了普通人机会，但同时也给了一些坏人机会。

如何让网络直播规范起来，其实国家税务部门已经做了示范——严厉处罚。薇娅作为电商直播的头部主播，因偷逃税被追缴并处罚款13亿元，这让从事电商直播的主播和平台不敢再做假造次。如此看来，相关部门只要以霹雳手段重罚，就没有规范不了的网络直播。 

CONTENTS 目录

资讯 Information

新闻

- 4 国务院国资委成立科技创新局和社会责任局

评论

- 8 “后网络基础架构”时代
行业应用将成为运营商新“赛道”
9 5G to C亟需打造“杀手级”应用

深度 Interpretation

- 10 “东数西算”系列报道之二：盘点京津冀
11 京津冀节点将成“东数西算”工程建设“领头羊”
13 抢滩“东数西算”，三大运营商积极“登陆”京津冀
15 “东数西算”之京津冀数据中心大盘点
18 大咖共话“东数西算”京津冀节点的机遇和挑战
22 奇安信陈华平：内生安全让“东数”更好地“西算”
24 立足自主创新，中国移动布局“东数西算”



P11 京津冀节点将成“东数西算” 工程建设“领头羊”

广告目录

- 封二 通信世界形象广告
封三 通信世界发行广告
封底 科技适老让沟通更温暖公益广告



P39 5G开放平台小基站 撬动垂直行业大市场

- 26 “双碳”目标下，“东数西算”节能新路径
29 “东数西算”助推光通信加速发展
31 全光算力网络打通算力资源运输的大动脉

产业 Industry

市场分析

- 33 中国广电入局5G对电信市场格局的影响分析
36 我国工业互联网创新发展的趋势、挑战及建议

技术 Technology

技术趋势

- 39 5G开放平台小基站撬动垂直行业大市场
40 智简小基站赋能垂直行业数智化转型

建设运维

- 42 SD-WAN技术
结合无线网络在专线业务保障方面的应用

应用方案

- 45 5G助力智慧矿山数字化转型
47 中国移动携手华为打造端到端NB-IoT解决方案
加速产业成熟



主管：工业和信息化部

主办：人民邮电出版社有限公司

出版：北京信通传媒有限责任公司

编辑：《通信世界》编辑部

总 编 辑：刘启诚

副 总 经 理：张 鹏

执行主编：刁兴玲

编 辑：舒文琼 王 涛 孟 月 梅雅鑫 孙 天

持 证 记 者：刁兴玲 程琳琳 蒋雅丽 甄清岚

刘华鲁 梁海滨 牛晓敏

（国家新闻出版署 举报电话：010-83138953）

市场专员：姜蓓蓓

通信世界网：程琳琳 甄清岚 王禹蓉 朱文凤

王鹤迦 温石峰

新 媒 体：申 晴 刘 江 范卉青 蒋雅丽 沈新竹

工 联 网：郑勇志 吕 萌 刘艳玲

技 术 部：林 嵩 杨斯涵 李 曼 张 航 伍朝晖

通信地址：北京市丰台区一商创信商务中心3层（100079）

邮 编：100078

编辑部：+86-10-52266544

营销部：+86-10-52266541

发行部：+86-10-52265701

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：2022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

苗建华 中国通信企业协会会长

编委会主任

顾 昶 中国工信出版传媒集团总经理、总编辑

编委会副主任

赵中新 中国通信企业协会副会长兼秘书长

刘华鲁 北京信通传媒有限责任公司执行董事、总经理

编委会委员

蒋林涛 中国信息通信研究院科技委主任

余晓晖 中国信息通信研究院院长

鲁春丛 中国工业互联网研究院院长

胡坚波 中国信息通信研究院副院长

李长海 中国工信出版传媒集团原总经理助理

沈少艾 中国电信科技创新部顾问

张成良 中国电信研究院院长

张同须 中国移动研究院院长

马红兵 中国联通科技创新部总经理

黄宇红 中国移动研究院副院长

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编辑

刘启诚 通信世界全媒体总编辑

陈山枝 中国信科集团副总经理

彭俊江 爱立信东北亚区研发中心总经理

发行范围：公开发行业

国内发行：中国邮政集团公司北京市报刊发行局

订购处：全国各地邮局 **邮发代号：**82-659

国外发行：中国国际图书贸易集团有限公司（北京399信箱）

国外发行代号：T1663

广告发布登记：京东市监广登字20170149号

本 刊 声 明

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

国务院国资委成立科技创新局和社会责任局

为切实推动中央企业科技创新和社会责任工作，经中央编委批准，国务院国资委成立科技创新局、社会责任局，并于近日召开成立大会。会议指出，国资委成立科技创新局和社会责任局，是深入学习贯彻习近平总书记重要指示精神，坚决做到“两个维护”，进一步完善国资监管体制机制，更好发挥监管效能，建设世界一流企业的重要举措，有利于更好推动中央企业强化科技创新，履行社会责任，加快实现高质量发展。

会议强调，要提高政治站位，把准职责定位，聚焦主责主业，抓紧抓实国资央企科技创新和社会责任重点工作任务。要突出抓好重大科技专项任务落地，着力推动国有企业打造原创技术策源地；突出抓好强化企业创新主体地位，加快推动中央企业建设创新型领军企业；突出抓好科技生态优化，更好激发中央企业创新创造潜能；突出抓好中央企业两化融合和数字化转型，大力推进中央企业创新链、产业链深度融合。

国家发展改革委印发《促进工业经济平稳增长的若干政策的通知》

国家发展改革委近日印发《促进工业经济平稳增长的若干政策的通知》，提出要加快新型基础设施重大项目建设，引导电信运营商加快5G建设进度，支持工业企业加快数字化改造升级，推进制造业数字化转型；启动实施北斗产业化重大工程，推动重大战略区域北斗

规模化应用；加快实施大数据中心建设专项行动，实施“东数西算”工程，加快长三角、京津冀、粤港澳大湾区等8个国家数据中心枢纽节点建设。推动基础设施领域不动产投资健康发展，有效盘活存量资产，形成存量资产和新增投资的良性循环。

国新办举行2022年“清朗”发布会，整治网络乱象

3月17日，国新办举行2022年“清朗”系列专项行动新闻发布会。国家互联网信息办公室副主任盛荣华介绍，2022年“清朗”系列专项行动，总结以往经验，将做到“三个更加突出”，即更加突出回应网民关切，更加突出对症下药，更加突出效果导向。今年的专

项行动包括十个方面重点任务：打击网络谣言，整治MCN机构信息内容乱象，整治网络直播、短视频领域乱象，整治应用程序信息服务乱象，进一步规范传播秩序，算法综合治理，整治春节期间网络环境，整治暑期未成年人网络环境等。



声音

李克强

推动身份证电子化的同时，保障信息安全

3月11日上午，国务院总理李克强在人民大会堂出席记者会并回答中外记者提问。李克强表示：“我们今年要实施一项政策，就是把人们常用的身份证电子化，也就是说，在办理有关事项时，拿着手机扫码就可以了。当然，我们也要为那些不用智能手机的人，特别是老人提供便利，还要保障公民的信息安全和隐私。”

肖亚庆

纵深推进制造业数字化转型

3月14日，工信部部长肖亚庆在《学习时报》撰文《大力推进工业经济平稳运行和提质升级》。

肖亚庆指出，要实施制造业数字化转型行动计划，开展新一代信息技术与制造业融合发展试点示范，培育企业数字技术应用能力。推动先进制造业同现代服务业深度融合，发展服务型制造业，促进工业设计等生产性服务业发展。深入实施工业互联网创新发展行动计划，挖掘推广一批“5G+工业互联网”产线级、车间级典型应用场景，推进工业互联网平台进基地、进园区、进集群。

工信部印发《车联网网络安全和数据安全标准体系建设指南》

近日,工业和信息化部印发了《车联网网络安全和数据安全标准体系建设指南》,提出到2023年底,初步构建起车联网网络安全和数据安全标准体系,重点研究基础共性、终端与设施网络安全、网联通信安全、数据安全、应用服务安全、安全保障与支撑等标准,

完成50项以上急需标准的研制。到2025年,形成较为完善的车联网网络安全和数据安全标准体系,完成100项以上标准的研制,提升标准对细分领域的覆盖程度,加强标准服务能力,提高标准应用水平,支撑车联网产业安全健康发展。

工信部发布2021年度国家绿色数据中心名单

为加快数据中心节能和能效提升,引导数据中心走高效、低碳、集约、循环的绿色发展道路,助力实现碳达峰、碳中和目标,3月16日,工业和信息化部、国家发展和改革委员会、商务部、国家机关事务管理局、中国银行保险监督管理委员会、国家能源局确定了44家2021年度国家绿色数据中心。

名单涵盖通信领域、互联网、公共机构、能源、金融五大领域的数据中心。其中,通信领域包括中国移动哈尔滨数据中心、中国电信南京云山云计算中心二

号楼、中国移动(山东济南)数据中心等14个数据中心;互联网领域为数据港-阿里巴巴张北中都草原数据中心、万国数据智能数据分析应用平台云计算数据中心、紫金云数据中心等19个数据中心;公共机构领域为国家税务总局佛山市税务局数据中心、国家税务总局江西省税务局数据处理中心、绍兴市行政中心中心机房等5个数据中心;金融领域有1个,为中国石油数据中心(克拉玛依);能源领域为中国银行合肥云计算基地、招商银行上海数据中心等5个数据中心。

中国信通院发布《国内增值电信业务许可情况报告》

3月16日,中国信通院发布了《国内增值电信业务许可情况报告》(以下简称《报告》)。《报告》显示,全国增值电信业务市场区域发展不均衡特征突出。在27515家跨地区企业中,注册地在北京的有5940家,广东的有5694家,上海的有2837家,三地集中了52.5%的跨地区企业。

同时,国内增值电信领域已经形成

多元化的投融资市场,民营资本已经发展成为增值电信业务领域的主力军,外商投资企业比例持续快速提升。截至2022年2月底,在部分增值电信业务经营者中,国有控股企业1192家,占经营者总数的4.3%;民营控股企业25494家,占经营者总数的92.7%;外商投资企业829家,占经营者总数的3.0%。

16.3%

2022年2月,全国各级网络举报部门共受理举报1233.2万件,环比下降16.3%,同比增长25.3%。其中,中央网信办违法和不良信息举报中心受理举报31.7万件,环比下降13.1%,同比增长68.2%;各地网信办举报部门受理举报75.9万件,环比下降22.6%,同比下降15.9%;全国主要网站受理举报1125.5万件,环比下降16.0%,同比增长28.6%。在全国主要网站受理的举报中,商业网站受理量占63.9%,达718.7万件。

69 万座

3月11日,中国联通发布了2021年财报。数据显示,2021年中国联通与中国电信紧密合作,新开通5G基站31万座,双方累计开通5G基站69万座,建成全球规模最大的5G共建共享网络。4G共享规模进一步突破,双方共享4G基站66万座。

通过4G/5G网络共建共享,中国联通积极助力“碳达峰、碳中和”目标达成,预计每年可节约用电超过175亿度,累计减排二氧化碳超过600万吨。共建共享累计为双方节省投资超过2100亿元。

全球5G智能手机销量首次超过4G

市场调研机构Counterpoint Research最新发布的数据显示,2022年1月,全球5G智能手机的销售渗透率达到51%,首次超过4G智能手机的渗透率。中国以及北美、西欧地区是这一增长的最大驱动力。截至2022年1月,

中国是世界上5G普及率最高的国家,为84%。中国电信运营商对5G的推动,加上OEM厂商向消费者提供具有价格竞争力的5G智能手机,促成了这一增长。而北美和西欧地区的5G智能手机普及率分别达到73%和76%。

中国移动发布2021年预财报:多领域、全方位发展

3月11日,中国移动发布《中国移动有限公司关于2021年及近期经营情况的公告》(以下简称《公告》)。《公告》预计2021年度营业收入为8448.77亿~8525.58亿元,归属于母公司股东的净利润约为1143.07亿~1164.64亿元,扣除非经常性损益后归属于母公司股东的净利润为1072.85亿~1093.28亿元。

2021年,中国移动CHBN四大市场表现优异,个人市场规模增长、实现价值提升,移动用户达到9.57亿户,净增1497万户,其中5G套餐用户

达到3.87亿户,净增2.22亿户,规模保持行业领先;家庭市场增势强劲、实现量收双升,有线宽带用户达到2.40亿户,净增2978万户,保持行业领先,智慧家庭拓展成效明显;政企市场成为增收引擎,动能强劲;5G、新兴市场推进创新布局、成效明显,深化国际国内两个市场协同,加快推动优质成熟能力出海,全力打造视频、游戏、VR/AR、支付等优质互联网产品,在北京2022年冬奥会期间,咪咕视频全方位、全场景赛事直播赢得广泛认可。

中国电信发布2021年财报:5G套餐用户渗透率达到50.4%

3月17日,中国电信发布了2021年度财务报告。报告显示,2021年中国电信营业收入为4342亿元,同比增长11.3%,其中服务收入为4028亿元,同比增长7.8%。归属于母公司股东的净利润为259.52亿元,同比增长24.4%;归属于上市公司股东的扣除非经常性损

益的净利润为250.44亿元,同比增长19.2%;资本开支为867亿元。

数据显示,2021年中国电信移动通信服务收入为人民币1842亿元,同比增长4.9%;5G套餐用户渗透率达到50.4%,保持行业领先;固网及智慧家庭服务收入达到1135亿元,同比增长4.1%。



声音

余晓晖

5G融合应用实现了从“0到1”的突破

近日,中国信息通信研究院院长余晓晖在接受媒体采访时表示,我国5G融合应用实现了从“0到1”的突破,进入规模化推广的新阶段。

余晓晖指出,我国5G实际连接用户数超过5亿,5G行业虚拟专网超过2300张。5G应用正从辅助环节向核心环节渗透,扩展到研发设计、生产制造、运营管理、产品服务的全生命周期。

何宝宏

数据中心正成为算力基础设施

近日,中国信息通信研究院云计算与大数据研究所所长何宝宏在公开会议上表示,如今数据中心正成为算力基础设施。以前的数据中心以服务互联网为主,现在的数据中心更多的是服务通用的算力。以前产业关注的是算力节点,主要是增加机器的“养殖”密度,节省机器的“饲料”,降低机器的“病死率”,提升机器的“产销量”。现在数据中心行业关注的是整个算力网络,这就需要考虑全国一体化布局、云边网协同以及数据中心的互联,同时还要注意节能减排。

中国联通发布2021年财报: 全年收入增速创8年新高

3月11日, 中国联通发布A股公司2021年度业绩报告。报告显示, 2021年中国联通收入增速创8年新高, 盈利规模增长提速, 实现“十四五”良好新开局。2021年, 中国联通实现营业收入3279亿元, 同比增长7.9%; 主营业务收入2962亿元, 同比增长7.4%, 增速较2020年全年提高3.1个百分点; 全年利润总额达到人民币178亿元, 归属于母公司净利润63.1亿元, 同比增长14.2%, 增速较2020

年全年提高3.4个百分点; EBITDA达961亿元, 同比提升2.3%。

2021年, 面对复杂严峻的内外部环境, 中国联通紧抓经济社会数字化转型大势, 把握新机遇、拥抱新变化、实现新发展, 升级“强基固本、守正创新、融合开放”为新战略, 明确“数字信息基础设施运营服务国家队、网络强国数字中国智慧社会建设主力军、数字技术融合创新排头兵”的新定位。

中国铁塔发布2021年财报: 智联和能源业务迅猛增长

近日, 中国铁塔发布了2021年度业绩。财报指出, 中国铁塔立足资源共享, 全面推进“一体两翼”战略布局, 即以面向通信行业的运营商业务为“一体”, 以面向社会的智联业务(原跨行业业务)和能源业务为“两翼”, 持续做大做强协同文章, 在“十四五”起步之年实现良好开局。总体收入保持良好增长, 增幅稳步提升, 盈利能力持续增强, 现金流持续稳定充沛, 债务水平稳健可控, 财务状况持续健康。

数据显示, 2021年中国铁塔营业收入保持良好增长, 实现865.85亿元, 同比增长6.8%。EBITDA达630.17亿元, 同比增长5.9%, EBITDA率为72.8%。盈利能力持续增强, 归属于公司股东的利润为73.29亿元, 同比增长14.0%。其中, 智联和能源业务迅猛增长, 智联业务2021年营收实现40.6亿元, 同比增长35.2%; 能源业务2021年营收实现20.71亿元, 同比增长121.5%。

我国首个地铁北斗定位系统预计于今年建成

3月20日, 我国首个地铁北斗定位系统在北京地铁首都机场线开工建设, 这是我国目前规模最大的室内空间导航定位系统, 该系统预计于今年内建成。

此次开工的地铁北斗定位系统,

覆盖北京地铁首都机场线30千米运行线路和5座车站, 是国家重点研发计划“超大城市轨道交通系统高效运输与安全服务关键技术”项目的重要配套示范工程。

1.4 亿台

3月17日, IDC发布的报告显示, 2021年第四季度中国可穿戴设备市场出货量为3753万台, 同比增长23.9%。2021年中国可穿戴市场出货量近1.4亿台, 同比增长25.4%。预计2022年, 中国可穿戴市场出货量将超过1.6亿台。

其中, 耳戴设备市场全年出货量7898万台, 同比增长55.4%; 手环市场全年出货量1910万台, 同比下降26.3%。

1104 亿美元

近日, IC Insights发布的报告显示, 随着5G智能手机的快速增长, 一级内置MPU(微处理器)的普及, 2021年MPU市场保持了两位数的增速, 增长达14%, 市场规模达到了1029亿美元。IC Insights预测, 2022年全球MPU总销售额增长率将回落至7%, MPU再创新高达到1104亿美元; 处理器出货量增长6%, 达到26亿个。

此外, IC Insights还预测, 2021—2026年, MPU总销售额将以5.3%的复合年增长率增长, 至2026年将达到1333亿美元。预计未来5年手机应用处理器销售额将以6.3%的复合年增长率增长, 达到474亿美元。

“后网络基础架构”时代 行业应用将成为运营商新“赛道”

云晴

自2017年开始，“提速降费”连续5年被写进《政府工作报告》中，而这5年“提速降费”政策的落实已经取得了“亮眼”的成绩。2022年的《政府工作报告》中未提及“提速降费”，从侧面反映了我国通信行业的关注重点将从“提速降费”转向“后网络基础架构”高质量发展。

在此背景下，产业运营者的目光开始寻求“后网络基础架构”时代新的发展机遇。

首先，作为下一代数字技术的支柱，5G与新业态的融合将产生新的应用场景。5G部署前期，网络能力与业务的结合不够紧密，基本以承载型能力的应用为主，体现到业务形态上就是以针对消费用户的业务为发展重点。在新的发展阶段，5G行业应用（to B类业务）呈现出蓬勃发展的势头，尤其是在垂直行业中，“云网一体”的行业应用领域开始出现大量案例。在拓展5G应用的过程中，运营商把“云化”和“5G能力”的结合作为重点，5G能力客观上能够促使云应用更快地在各类组织中落地，使得云应用场景的支持更加丰富。在5G应用发展过程中，运营商积极参与5G产业生态建设，在其中寻求合理的定位，推动各方发挥信息化能力；并通过行业整体信息化水平、服务管理水平的提升，获得自身发展的机会，这是借助资源转型的重要手段之一。

其次，是配合基础网络设施架构调整带来的边缘计算市场机遇。在未来几年内，配合5G专网及云化架构，边缘计算将成重要的发展机会。不少运营商已经开始在该业务领域进行相关布局。边缘计算改变了只有云端作为“大脑”、“管道”和“端系统”智能化不足的状况，使“端”变成了辅助“大脑”工作的“智能神经网络”。这样一来，边

缘服务在终端设备上运行，反馈更迅速，解决了时延问题，使得一些在工业制造场景的应用成为可能；另一方面，边缘计算将内容与计算能力下沉，提供智能化的流量调度。业务实现了本地化，内容尤其是热门内容实现了本地缓存，解决方案的效率得到了显著提升。在这一领域，运营商与IT企业的合作，或许能够迸发出巨大的力量。2021年9月，Verizon Business首席营收官Sampath在公司与微软达成合作后表示：“我们与微软的合作为企业带来了5G Edge，降低了边缘延迟，帮助影响性能的关键应用程序更快、更高效地响应。5G正在引领下一代商业应用，从核心连接到实时边缘计算，以及利用人工智能改变几乎所有行业的应用和解决方案。”

最后，通过深度介入行业应用市场开启新的“赛道”，构建新的发展机会。在垂直行业应用领域中，云网一体开始出现大量案例。运营商在推动社会数字化转型的过程中，获得调整业务收入结构的重要机会。在这个领域中，传统的信息化从业者将面临很多挑战。信息技术的外部性决定了其“赋能”特性，推动发展的“发动机”还必须是行业自身。在某一个行业市场中耕耘的时间越长，对行业越了解，运营建设所积累的知识和经验越多，准确把握行业赋能点的几率就会越高，投资带来的业务效用就会越大，数字化转型的风险就会越小。

“后网络基础架构”时代，并不意味着网络不再需要关注。相反，网络与IT能力、行业Know-How的结合，将派出更多的发展机会——这同样意味着带来更多社会福利和社会效率。与社会发展同行，让需求兼具刚性和灵活度，或许是值得追求的方向。（作者为独立撰稿人）

5G to C亟需打造“杀手级”应用

孟月

自2019年6月6日4家运营商获得5G牌照以来,我国5G商用已取得重要突破。5G发展数据亮眼:截至2021年底,5G基站已建成并开通142.5万座,占全球60%以上;网络覆盖全国所有地市、98%以上县城和80%以上乡镇;5G手机达到2.5亿部,终端连接数超过4.5亿,占全球80%以上;5G应用创新案例超1万个,行业虚拟专网数量超过2300张。

毋庸置疑——“5G好不好,用户说了算”,在人民日益增长的信息消费需求面前,5G个人市场发展保持活跃,却依然存在应用发展不平衡、不充分的现象。其中一个主要原因在于5G公众应用发展滞后,现有应用要么受众面较窄(如远程医疗),要么这些应用在4G网络环境下也能实现,甚至一些用户认为5G公众体验与4G无太大差别。

罗杰斯的“创新扩散理论”提出,如果一项创新想要快速扩散,可试性是一个要点,即用户能亲自感受其优点或弊端,借以产生直观理性的认识。基于此,通信业也在致力于践行新发展理念,以高质量的技术创新推进5G高质量发展,积极开展技术创新、网络建设等相关工作,从能力建设、服务提升、业务指导等方面,全面优化通信网络服务水平,提升广大用户的5G网络使用感知。

比如,终端支持能力不足是影响5G公众应用尚未广泛普及的主要原因之一。近日中国电信、中国移动和中国联通公布的2021年度经营状况公告显示,三大运营商5G套餐用户渗透率均超过40%。这一数字提升很快,但仍有上升空间,而终端对5G公众应用的支持能力亟待加强。

针对于此,各大运营商积极加快拉通端到端5G公众应用服务体系,聚焦普通用户关心的实用、易用等核心价值,开发推广手游、VR/AR、超高清视频等针对不同需求的群体解决方案,提升用户对5G网络的感知。比如某些省级运营商在现有5G套餐优惠基础上再进行优惠推广(将5G套餐资费下调至90元左右,甚至更低,或赠送宽带、IPTV服

务);通过公众号、短信、宣传单页等途径引导用户更好地使用5G网络。

此外,通信业也开展了丰富的5G应用创新实践,已涵盖政务、制造、交通、物流、教育、医疗、传媒、警务、旅游、环保等10余个垂直行业重点应用场景,并适时推出了VR/AR、4K/8K等令观众犹如身临其境的沉浸式体验,催生新媒体、网络直播等业务;让用户感受到5G不仅是网速的提升,还能带来生活模式和品质等方面的变革。

5G公众应用发展仍需在数字经济健康发展的大框架下运行。强大的5G公众网络是“新基建”的重要组件。在今年的《政府工作报告》中,“促进数字经济发展”成为2022年政府工作的重要内容,在部署促进数字经济发展、加强数字中国建设整体布局时政府也强调“推进5G规模化应用”。基于此,工业和信息化部部长肖亚庆在“部长通道”回应5G话题时表示:“我们还要在基站建设上进一步下功夫,今年基站数量力争超过200万座,打好基础。在应用上,鼓励更多的应用案例、应用场景、应用实践不断涌现,做好推广和引领示范作用,使得5G应用更广泛。在5G发展过程当中,各行各业要形成合力,相互融通,使得5G发展在技术上保持领先,更多创新。”

4G改变生活,5G改变社会。4G的商用使移动互联网得以全面爆发,移动支付、位置服务和社交等应用深入老百姓的生活,不管是商场还是菜市场都能提供二维码支付,老人们也都纷纷换上了智能手机,能用微信语音进行沟通交流,从方方面面为人们的生活提供便利。

期待5G公众应用快速普及,同时,5G公众应用亦需在现有的数字经济治理体系下运行,治理贯穿创新、生产、经营等全过程,不仅要保护用户数据和应用安全,而且要在部署过程中防止不正当竞争。期待5G开启新的想象空间,科技让社会越来越好! (作者为本刊记者) 

“东数西算”

系列报道之二

盘点京津冀

随着国家“东数西算”工程的全面启动，算力已成为数字中国、信息社会的核心生产力，直接关系到数字经济的发展速度。

本期《通信世界》走进“东数西算”八大节点之京津冀节点，全方位展现京津冀数据中心及算力产业发展状况，探京津冀如何为经济高质量发展注入新动能。





京津冀节点将成“东数西算”工程建设“领头羊”

■ 本刊记者 刁兴玲

近日，国家发展改革委、中央网信办、工业和信息化部、国家能源局联合复函，同意在京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝、内蒙古、贵州、甘肃、宁夏等8地启动建设全国一体化算力网络国家枢纽节点，并规划了10个国家数据中心集群。至此，全国一体化大数据中心体系完成总体规划布局，“东数西算”工程正式全面启动。

“东数西算”中的“数”指的是数据，“算”指的是算力，即对数据的处理能力。“东数西算”工程的实现离不开数据中心和算力。截至目前，我国数据中心规模已达500万标准机架，算力达到130EFLOPS（每秒13000亿亿次浮点运算）。

中国信通院2022年1月发布的《数据中心产业图谱研究报告》显示，数据中心企业大规模布局一线城市。中国数

据中心大平台数据显示，北上广三地数据中心约占全国份额的26%；环一线城市数据中心产业带逐渐形成，如在北方地区由张北、廊坊、怀来、燕郊组成的环北京互联网数据中心集群；京津冀地区数据中心机柜资源位居全国主要城市群前列，其中北京市是中国在运营机柜数量最多的城市。

从北京溢出到环京，京津冀协同发展

IDC（互联网数据中心）是数据中心的 key 组成部分，根据中国互联网协会统计数据，从地域分布来看，在2020年互联网百强企业榜单中，超八成的企业来自京津冀、珠三角、长三角地区，其中，京津冀地区入选企业最多，达39家。作为我国网络资源最为丰富的区域，北京及北京周边区域承载了大量互

联网企业的IDC业务需求。“京津冀地区是中国IDC市场规模最大的区域，占中国IDC市场总规模的1/3以上。”中国通信工业协会数据中心委员会发布的《京津冀数据中心新基建发展》显示。

北京作为京津冀地区的核心，一直是数据中心建设热点城市。但由于北京市的土地、电力资源紧缺，以及对环保水平的严格要求，北京市政府加强了对新建数据中心的管控，除了对于建设区域有明确限制外，还加强了对数据中心能耗水平的要求，因此近年来北京市新建数据中心项目较少。

随着“碳达峰、碳中和”的提出以及京津冀一体化进程的推进，数据中心分布经历了从市区到郊区，从北京溢出到环京的发展过程，北京市内所产生的IDC需求将逐步由周边区域承接。近年来，天津市武清区、河北省廊坊、怀来等

毗邻北京地区，紧抓数据中心产业快速发展机遇，大力发展数据中心建设，在资源和能力上具备了承接北京外溢数据中心需求的条件，逐渐形成京津冀区域数据中心一体化发展的格局。

《京津冀数据中心新基建发展》显示，天津地区毗邻北京，有着发展数据中心产业优越的区位优势和丰富的客户资源，不少IDC企业开始向京津冀地区转移。天津地区凭借良好的网络、交通、区位优势，吸引众多第三方IDC服务商落地数据中心项目，目前已经形成滨海新区、武清区、北辰区等数据中心聚集区，其中武清区由于毗邻北京市通州区，交通优势明显，吸引了中金数据、国富瑞、金山云等多家企业落户。

河北省廊坊市以及下辖的燕郊镇，地理位置紧邻北京市核心区域，在土地和电力供给方面优势明显，是北京市IDC溢出需求的重要承载区。此外，数据中心属于高能耗产业，区域气候条件对数据中心的建设和运营成本影响较大。河北省张家口市的张北县与怀来县，自然条件优越，电力资源丰富，并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，吸引了阿里巴巴、秦淮数据等企业落户数据中心产业园区。

产业环境良好，各大企业纷纷布局

四部门复函文件指出，京津冀枢纽规划设立张家口国家数据中心集群，起步区边界为张家口市怀来县、张北县、宣化区，主要任务为积极承接北京等地实时性算力需求，引导温冷业务向西部迁移，构建辐射华北、东北乃至全国的实时性算力中心。

张家口持续推进数据中心建设，目前全市签约大数据产业项目39个，计划投资1377亿元。目前，阿里张北小

二台、腾讯怀来云等12个数据中心已投入运营，投入运营服务器103万台；合盈数据等11个数据中心正在加快建设；中国电信数据中心等项目正在推进前期工作。

在“东数西算”工程提出之前，张家口出台的《中国数坝·张家口市大数据产业发展规划（2019—2025年）》就提出了“到2025年，大数据服务器规模达到500万台，具备千万台级承载能力，大数据及关联产业投资规模突破2000亿元”的产业发展总体目标；重新确立了“一带三区多园”的发展布局；提出了三阶段推进实施的发展路径。

在京津冀枢纽，阿里、腾讯、京东、中国电信等各大企业纷纷布局。例如，阿里云张北数据中心已于2016年9月投产，大力采用风电、光伏等绿色能源，部署国内云计算数据中心规模最大的浸没式液冷集群。腾讯云在怀来瑞北和东园部署了两个数据中心，规划容纳服务器都超过30万台，目前均已部分投产。京东云廊坊数据中心通过大规模采用液冷、热回收等技术，利用高温水系统冷却CPU，实现碳排放总量减排超10%；全年运行PUE低于1.1，基础设施能耗节省30%，构建清洁低碳、安全高效的能源体系。秦淮数据自2017年入驻张家口，便分阶段快速布局与京津冀发展相契合的新一代超大规模算力基础设施集群。中国电信早在2020年就明确了“2+4+31+X”的数据中心/云布局，其中“2”指的内蒙古和贵州、“4”指的是京津冀、长三角、粤港澳大湾区和陕川渝，在“2+4”区域部署的数据中心达到总规模的77%左右。

在腾讯、阿里巴巴、秦淮数据等知名企业积极布局的带动下，张家口出现了一批具有示范作用的典型性企业、园区。张北云计算基地、怀来数据中心基地被评为国家新型工业化产业示范基地。

整体算力发展处于领先水平

随着数字技术向经济社会各领域全面持续渗透，全社会对算力需求十分迫切，预计每年将以20%以上的速度快速增长。中国信通院2021年9月发布的《中国算力发展指数白皮书》显示，全国各地算力发展步伐加快，京津冀、长三角、粤港澳大湾区等区域整体算力发展处于领先水平。整体来看，北京、上海、广东及周边省份算力发展指数总体较高，其中北京紧抓算力发展机遇，加快推动算力技术产业布局和算力基础设施建设，营造良好算力发展环境，积极推进算力广泛应用，算力发展指数达到40以上，排名前列。京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝双城经济圈四大城市群算力环境指数较高。从总量来看，2020年北京、广东、上海算力规模位列前三，均超过15EFLOPS。从统计数据便可看出，京津冀在算力领域的领先地位。

从算力不同维度来看，北京、广东、上海排名我国基础算力和智能算力规模前三位，算力规模领跑全国，全国总占比达62%；超算算力方面，江苏、北京、四川排名我国超算算力规模前三位，北京已在全国率先实现了超算云服务化，我国在超级计算机领域取得长足进展。

算力为行业数字化转型提供强大支撑。从行业的角度看，互联网依然是最大的算力需求行业，占整体算力近50%的份额，同时算力的集中部署也使互联网行业成为先进生产力的代表。

以数据中心为代表的算力基础设施随着经济社会信息化得到巨大发展，与通信网络基础设施共同构成新一代信息基础设施，为推进网络强国、数字中国建设贡献了重要力量，为工业生产、社会民生等多领域提供重要支撑。而京津冀节点将成为“东数西算”工程建设的“领头羊”。

抢滩“东数西算” 三大运营商积极“登陆”京津冀

■ 本刊记者 孟月

随着8个算力网络国家枢纽节点以及10个国家数据中心集群的确定，“东数西算”工程正式全面启动。其中，京津冀全国一体化算力网络国家枢纽节点，为京津冀地区数据中心产业集群的发展提供了强有力的支持。

“东数西算”工程的实施，将推动数据中心运营成本的下降。业内共识是：“东数西算”推动新增数据中心扩容，将对运营商整体收入有正向贡献，同时对网络流量端有非常明显的拉动作用。也就是说，中国电信、中国移动、中国联通三大运营商将是“东数西算”工程的重要受益者之一。

事实上，三大运营商在“东数西算”领域均早已有所布局。值得关注的是，在不久前工信部公示的“2021年国家新型数据中心典型案例名单”中，中国移动京津冀（天津）西青数据中心和中国联通廊坊云数据中心榜上有名。

中国电信发挥云网融合优势，推进“东数西算”工程

中国电信早在2020年就明确了“2+4+31+X”的数据中心/云布局，其中“2”指的内蒙古和贵州，“4”指的是京津冀、长三角、粤港澳大湾区和陕川渝，“31”和“X”主要指分布在全省、地市及县区等。中国电信针对内蒙古和贵州的数据中心定位是：充分利用当地丰

富可再生能源优势和能耗低成本优势，为全国提供人工智能模型训练、数据存储备份、离线分析等实时要求较低的业务。针对京津冀、长三角、粤港澳大湾区和陕川渝等地区的数据中心建设，中国电信的定位是：服务于热点地区高密度人口、高频次访问的视频播放、电子商务等实时要求较高的业务，满足区域战略发展需求。针对“31+X”，中国电信主要部署车联网、自动驾驶、无人机、工业互联网、AR/VR等超低延迟、大带宽、海量连接的业务。

截至目前，中国电信在“2+4”区域部署的数据中心达到总规模的77%左右。此外，为适应数据中心和云业务的快速发展，中国电信同步推动将通信网络从传统以行政区划方式组网，改为围绕数据中心和云组网，尤其在内蒙古和贵州，将骨干通信网络节点部署在数据中心中，将其与北京、上海、广州、深圳等一线或经济热点区域进行直接互联，为用户提供低时延、高质量的快速访问。

按照全国一体化算力网络的布局要求，中国电信将继续加大在国家枢纽节点的数据中心建设，预计“十四五”末，八大枢纽节点数据中心规模占比达到85%；同时，进一步优化东西部比例，使数据中心由现在的7:3调整至“十四五”末的6:4。为进一步落实“双

碳”要求，中国电信将利用新型节能技术对传统老旧数据中心机房进行改造，提升能效比例，根据区域特点扩大可再生能源利用，打造“绿色云”。在网络方面，中国电信围绕一体化算力网络国家枢纽节点，优化网络布局，全面提升全国用户至枢纽节点的访问质量，全面提升枢纽节点间的连接质量，全面提升枢纽节点内的各个数据中心之间的互联质量。

值得一提的是，中国电信北京亦庄云计算数据中心，作为中国电信ChinaNet骨干网和CN2的核心节点、国际出口节点，是京津冀一体化城市群的核心数据通信枢纽，服务于新设立的河北雄安新区，更是中国电信支撑“大众创业、万众创新”的重要“互联网+”载体。据工作人员介绍，北京亦庄云计算数据中心是中国电信云资源布局中的重要节点，只要接入该节点即可高速稳定地连通全国、通达世界。同时，以中国电信“最懂云的网络”为背书，该数据中心连接云资源，不做“孤独的云”，向广大用户提供“最懂网络的云”。

下一步，中国电信将以国家一体化算力网络建设为契机，面向“东数西算”，强化协同布局，聚焦枢纽节点起步区，加快开展数据中心集群建设；同时，匹配边缘算力布局，按照“干城千池”的原则，积极开展边缘DC建设。中国电信将充分发挥云网融合优势，围绕



一体化大数据中心优化算力资源布局，提升基础网络能力，筑牢数字经济健康发展底座。

中国移动加速形成“连接+算力+能力”新型信息服务体系

中国移动正在全力构建以5G、算力网络、智慧中台为基础的新型信息基础设施，加速形成“连接+算力+能力”新型信息服务体系。在算力网络方面，中国移动将以算为中心、网为根基，打造网、云、数、智、安、边、端、链（ABCDNETS）深度融合的新型信息基础设施，加快实现“算力泛在、算网共生、智能编排、一体服务”目标。具体而言，在算力基础设施方面，一是对接国家“东数西算”部署，深化顶层设计，完善全网算力服务资源池、网络互联互通等规划建设方案。二是强化全网算力资源的互联和统一调度，加快边缘云建设部署。三是持续推进“三朵云”融合，优先推动移动云、IT云底层架构及通用能力共享，研究制定IaaS层整合的架构方案和部署策略。在骨干传输网络转型方面，将依托“4+3+X”数据中心布局，按需部署网络节点、增设直连链路、

调整组网架构，实现移动云中心节点间全互联组网。

中国移动在京津冀的数据中心主要有西青大数据中心（天津）、中国移动京津冀（保定）数据中心、中国移动京津冀（廊坊）数据中心、中国移动京津冀（石家庄）数据中心等。这些数据中心都有一个共同的特点——绿色低碳，共同促进京津冀地区打造绿色低碳的数字经济。

以中国移动京津冀（天津）西青数据中心为例，其是天津市已投入使用的规模最大、等级最高的大型绿色数据中心。截至2021年6月，中心可容纳机柜近8000个，平台获得各项专业认证，等保安全、金牌运维等全量资质；移动云天津节点2.4万核VCPU，存储能力4PB，泛在云计算能力。

中国联通算网融合发展打造大计算引擎

随着国家“东数西算”工程的全面启动，算力已成为数字中国、信息社会的核心生产力，直接关系到数字经济的发展速度。为确保将这一重大工程目标任务落到实处，中国联通先后走进京津冀、长三角、粤港澳大湾区等8个数据中心集

群，探访热点区域数据中心建设布局情况，结合算网融合、绿色低碳等方面的实际举措，全方位展现公司赋能算力产业发展的领先优势，为经济高质量发展注入新动能。

中国联通全面承接国家“东数西算”工程，主动服务国家战略、积极融入数字经济建设，制定了《建设新型数字信息基础设施行动计划》和《算网融合发展行动计划》，优化

“5+4+31+X”数据中心资源布局，围绕张家口数据中心集群，建设中国联通（怀来）创新产业园项目，以算力为核心，打造京津冀区域绿色集约、安全可靠的新型算力基础设施，为政企、金融、医疗、教育、互联网、人工智能等行业客户提供标准化、定制化等多元算力基础设施服务。

中国联通围绕怀来数据中心枢纽节点，打造低时延、广连接、智能化、便捷化一体化的新型算力网络，依托“冬奥网络”一跳直达北京，“双挂”概念网络设计，直连互联网China169骨干网北京和河北节点，直连CUII产业互联网骨干网节点，出口能力达3Tbit/s。中国联通通过打造低时延极简网络，以用户感知最优为目标，可以满足云联网、工业互联网、政企、金融证券、医疗、教育、人工智能等业务需求，真正实现“一点接入，服务全网”。

面向未来，中国联通积极服务国家“东数西算”战略，全面助力京津冀区域建设行业一流的智能化综合性数字信息基础设施，面向社会各界提供新型算力设施体系能力，进一步畅通经济社会发展信息大动脉，构筑数字新底座。 

“东数西算”之 京津冀数据中心大盘点

■ 本刊记者 孙天

数据中心作为新时代下的“新基建”，是信息化社会的基石。“东数西算”工程正式全面启动，引发了数据中心新热潮。中国信息通信研究院云计算与大数据研究所所长何宝宏曾表示：

“数据中心是新一代数字技术的底座，是数字经济的支撑，也是新一波技术创新的制高点。数据中心已经成为技术密集型、资本密集型和能耗密集型的新产业。”

未来，数据中心将在高新技术、金融、医疗、交通等领域中发挥越来越重要的作用，将深刻影响生活的方方面面，基于此，通信世界全媒体特盘点了京津冀地区的部分数据中心。

利好政策与能效限制下，北京数据中心的“双重效应”

凭借机架规模、资本吸引力、绿色等级数据中心数量和头部企业数量等优势，北京地区的数据中心一直占据行业的领导地位。但是，北京地区数据中心的建设在享有各项政策红利的同时，也受到了政策的约束。

一方面，在“十三五”时期，北京市将云计算基础设施建设、大数据等相关产业的建设作为发展重点。2020年6月，在5G建设如火如荼的趋势下，北京市政府紧抓机遇，印发了《北京市加

快新型基础设施建设行动方案(2020—2022年)》，提出加强数据中心绿色化改造，推进数据中心从“云+端”集中式架构向“云+边+端”分布式架构演变。2020年7月15日，北京市印发了《朝

表1 北京地区部分数据中心分布情况

数据中心	所属公司	所在地	开通/建设时间	完成状况	可容纳机架/服务器数量	业务范围
北京电信亦庄云计算数据中心	中国电信	北京亦庄		已完成	1.2万架	通信枢纽
北京联通数字北京大厦数据中心	中国联通	北京朝阳	2006年	已完成	约1000台	
互联港湾M7云数据中心	中国联通	北京朝阳	2016年9月	已完成	1371架(一期)	
北京联通木樨园数据中心	中国联通	北京丰台	2013年10月	已完成	604架	
北京永丰E-Data云计算数据中心	北京有孚	北京海淀	2017年2月		8000架	金融业
北京科创云网融合数据中心	中企通信	北京亦庄	2017年7月	已完成		信息安全
蓝汛首鸣数据中心	蓝汛	北京顺义	2014年11月	已完成	1.5万个机柜	企业定制服务
中科院计算机网络信息中心中关村数据中心	中科院	北京	2018年6月	已完成	367架	网络安全、创新实验
互联港湾M7云数据中心	互联港湾科技	北京朝阳	2016年9月	已完成	1371架(一期)	
光环新网房山绿色云计算数据中心	光环新网	北京房山			1.2万个机柜	互联网业务
中金北京数据中心	中金数据	北京	2008年	已完成		社会化服务
国富瑞北京亦庄数据中心	国富瑞数据系统	北京亦庄		已完成	600架	
国富瑞北京通州数据中心	国富瑞数据系统	北京通州		已完成	1800架	
北京M6数据中心	世纪互联	北京东城	2013年	已完成		
北京联通电报大楼数据中心	中国联通	北京		已完成	约800台	

注：数据来源于相关企业官方网站

表2 河北地区部分数据中心分布情况

数据中心	所属公司	所在地	开通/建设时间	完成状况	可容纳机架/服务器数量	业务范围
中国移动京津冀(保定)数据中心	中国移动	保定	2017年	已完成	8000架	
中国移动京津冀(廊坊)数据中心	中国移动	廊坊		未完成	1.6万架	金融行业
中国电信(廊坊)云数据中心	中国电信	廊坊	2006年	已完成		网站、游戏、视频
智·云廊坊云数据中心	中国联通	廊坊			8万架	
涿州联通数据中心	中国联通	涿州	2002年12月	已完成	600台	
中国联通华北基地数据中心(廊坊基地)	中国联通	廊坊	2014年	部分完成	42768架	政府、金融、大企业
华为大数据产业园	华为	邢台	2021年	未完成		互联网+创客平台
华为廊坊云数据中心	华为	廊坊	2019年	已完成	2万台	城市信息服务
沧州华为云计算大数据中心	华为	沧州高新区	2017年11月	已完成	3000架	高新企业服务
怀来东园云数据中心	腾讯	怀来县	2022年	未完成		大数据创新创业
阿里数据港张北数据中心	阿里	张北县	2016年9月	已完成	38万台	区域信息产业化
阿里宣化云计算数据中心	阿里	宣化	2021年	未完成	预计3.55万台	电力能源、钢铁、交通
百度定兴智能云计算中心	百度视频	定兴	2020年8月	已完成	12万台	AI、定位、搜索
怀来官厅湖新媒体数据中心	百度	怀来县	2017年10月	已完成	1.6万架	大数据产业

注：数据来源于相关企业官方网站

阳区加快新型基础设施建设行动方案(2020—2022年)》，该方案提出“积极推进人工智能超高速计算中心建设，推动国家工业互联网大数据中心落地，全面布局‘城市大脑’智慧平台，搭建全平台统一政务信息资源库，构建新型基础设施体系。”

另一方面，数据中心作为能耗大户，在运行过程中会消耗大量的电力能源，所以对PUE(能源效率)也有一定的要求，而北京地区对数据中心的建设及规划也提出了更加严苛的要求。《朝阳区加快新型基础设施建设行动方案(2020—2022年)》要求“加快推动存量数据中心绿色化、模块化、功率密集化改造升级，提高朝阳区新型数据中心服务效能、降低数据中心综合能耗”，

其中“效能”和“能耗”是重点内容。

以北京亦庄云计算数据中心为例，该数据中心采用了空调热回收、楼宇自控系统、自然冷却技术、冷蓄冷技术、新风系统、雨水回收系统等多项节能环保措施，总体PUE设计值在1.5以下，这些技术的应用体现了节能环保的理念。再如蓝汛首鸣数据中心，其机房的设计PUE值为1.48，也低于国家要求的PUE标准数值，在项目建设初期，首鸣数据中心园区采用了诸多节能化方案，如照明使用LED、选用效率高的冷塔冷机以及高频的UPS设备，减少功耗和能耗。北京地区部分数据中心分布情况如表1所示。

北京地区数据中心投资方主要为电信运营商、互联网企业、科研机构以

及一些专门运营数据中心的机构。其中运营商的数据中心主要有北京电信亦庄云计算数据中心、北京联通电报大楼数据中心、北京联通数字北京大厦数据中心、北京联通木樨园数据中心等。

其他企业的数据中心有北京永丰E-Data云计算数据中心、北京科创云网融合数据中心、蓝汛首鸣数据中心、中科院计算机网络信息中心中关村数据中心、互联港湾M7云数据中心、光环新网房山绿色云计算数据中心、中金北京数据中心、国富瑞北京亦庄数据中心、国富瑞北京通州数据中心、北京M6数据中心等。

土地资源广袤，加速河北数据中心建设

随着京津冀一体化进程的推进和疏解非首都功能大方向的政策性收紧，北京市内所产生的IDC需求将逐步由周边区域承接。土地资源、区域气候条件对数据中心的建设和运营成本影响较大。

土地资源、风冷资源充足以及环京的巨大优势，使得河北省成为京津冀地区数据中心选址的关键区域。河北省廊坊市以及下辖的燕郊镇，地理位置紧邻北京市核心区域，在土地和电力供给方面优势明显，是北京市IDC溢出需求的重要承载区；河北省张家口市的张北县与怀来县，自然条件优越，电力资源丰富，并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，吸引了阿里巴巴、秦淮数据等企业落户数

据中心产业园区。

根据国家四部门复函的内容，京津冀枢纽将规划设立张家口数据中心集群。张家口数据中心集群起步区为张家口市怀来县、张北县、宣化区，这些地区将成为数据中心选址的热点地区。截至2020年上半年，河北省规划的数据中心自然机柜主要集中在廊坊市与张家口市，自然机柜规划量占比超过七成。

以阿里巴巴宣化云计算数据中心为例，该数据中心分为京张奥项目和河子西项目，分别位于宣化经济开发区京张奥园区和宣化区河子西乡。在一线城市，巨大的占地面积的土地成本很少有企业能够承受，并且建成后巨大的电量消耗对企业来说也是有一定压力的。该数据中心选址宣化，既符合国家“东数西算”的战略，也解决了建设成本过高的问题。

截至目前，有不少企业已经将数据

中心落地河北。在廊坊的数据中心有中国移动京津冀（廊坊）数据中心、中国联通智·云廊坊云数据中心、华为廊坊云数据中心、河北人工智能计算中心等；在保定的数据中心有中国移动京津冀（保定）数据中心、徐水智能云计算中心、嘉旭福美数据中心A座等；在怀来的数据中心有怀来东园云数据中心、怀来官厅湖新媒体数据中心等大规模数据中心。河北地区部分数据中心分布情况如表2所示。

区位优势明显，吸引众多
数据中心厂商落地天津

天津的地理位置决定了其区位优势具有不可比拟性。天津作为直辖市，是国家中心城市、中国北方的航运中心、物流中心和现代制造业基地，这些独特的区位优势对天津发展高新技术、经济贸易具有很大帮助。

从天津数据中心的建设类型来看，大多是一些金融、互联网、高新技术产业类的数据中心，比如天津市规模最大的数据中心是互联网数据中心——赞普数据中心，其他一些数据中心包括西青大数据中心、中国电信京津冀大数据智能算力中心、中国联通天津国家数据中心、太平洋电信天津数据中心、铜牛天津自贸区数据中心、卓朗天津数据中心、环京大数据产业天津基地等。天津地区部分数据中心分布情况如表3所示。

经济贸易发达地区数据中心的建设越来越成为刚需。比如天津自贸区铜牛云数据中心，其建设目的就是为了推动天津空港经济区产业高质量发展，进而推动数字经济的高速发展。且铜牛云数据中心选址战略意义明确，位于天津自贸区机场片区，距离北京市中心110千米、天津市中心20千米、天津滨海新区30千米、天津滨海国际机场5千米。

此外，天津市在人才方面也具有独

特的优势，因此，吸引了一大批高新技术企业的

数据中心落地天津，例如首都在线北方数据中心、光环新网天津宝坻云计算中心、国富瑞京津冀云数据中心、逸仙园云计算数据中心等。

总而言之，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。相信在“东数西算”工程的推动下，河北省、天津市将快速承接北京溢出数据中心需求，加快与北京高新技术产业对接步伐。

表3 天津地区部分数据中心分布情况

数据中心	所属公司	所在地	开通/建设时间	完成状况	可容纳机架/服务器数量	业务范围
西青大数据中心	天津市西青区委网信办	天津	2021年10月	已完成		政务云、城市运行
中国电信京津冀大数据智能算力中心	中国电信	天津武清	2022年	未完成	5万个机架和100万台服务器	“云网融合”及5G独立组网
中国联通天津国家数据中心	中国联通	天津	2009年7月	已完成		
太平洋电信天津数据中心		天津武清			8000架	
铜牛天津自贸区数据中心		天津	2017年5月	已完成	1410架	云服务、互联网接入服务
卓朗天津数据中心	天津卓朗科技	天津	2019年7月	已完成	657架	政府、高新技术
环京大数据产业天津基地	江天数据科技	天津			4万台	社会服务、政府
首都在线北方数据中心	首都在线	天津				短视频
光环新网天津宝坻云计算中心	光环新网	天津	2022年2月	未完成	2.5万个机柜	
国富瑞京津冀云数据中心	国富瑞数据系统	天津武清		已完成	2000架	政府、金融、民航、电力
逸仙园云计算数据中心	金山云	天津武清	2021年12月	已完成	6600架	科技创新

注：数据来源于相关企业官方网站



大咖共话

“东数西算” 京津冀节点的机遇和挑战

■ 本刊记者 梅雅鑫

对话嘉宾:

中国电信股份有限公司河北分公司云网发展部副高级工程师.....	严树海
北京首都在线科技股份有限公司董事长.....	曲宁
万国数据高级副总裁.....	陈江平
奇安信集团副总工程师.....	乔思远
苏州盛科通信股份有限公司网络芯片CTO.....	成伟

随着8个算力网络国家枢纽节点以及10个国家数据中心集群启动建设，“东数西算”工程正式全面启动。其中，京津冀作为全国一体化算力网络国家枢纽节点，为京津冀地区数据中心产业集群的发展提供了有力支持。

受益于京津冀地区数字经济的快速发展，尤其是北京市消费互联网和产业互联网的快速发展，京津冀地区成为中国IDC市场规模最大的区域，占

中国IDC市场总规模的三分之一以上。京津冀地区IDC市场快速发展的驱动力主要来自政策推动、需求拉动和技术驱动，未来，京津冀地区的IDC市场规模将保持每年20%左右的增速。

随着京津冀一体化进程的推进和疏解非首都功能大方向的政策性收紧，北京市内所产生的IDC需求将逐步由周边区域承接，环京的天津、廊坊、保定、张北等地已成为IDC服务商竞相

争逐、提前布局的重要区域。

京津冀地区数据中心产业环境及资源现状究竟如何？配套设施是否完善？“东数西算”工程对京津冀地区数据中心资源供给有何影响？京津冀地区数据中心产业发展面临哪些挑战？带着这些问题，通信世界全媒体记者采访了中国电信、万国数据、首都在线、奇安信、盛科等企业的相关专家，共同探讨京津冀地区数据中心的发展机遇和挑战。



京津冀地区数据量集中 算力挑战大

《通信世界》：京津冀地区数据中心产业环境及资源现状如何？将对我国数字经济发展带来哪些影响？

严树海：京津冀地区是我国经济最具活力的地区之一。2015年6月，中共中央、国务院印发《京津冀协同发展规划纲要》，提出了京津冀协同发展重大国家战略，核心是有序疏解北京非首都功能，推动重点领域率先突破。随着京津冀协同发展的深入推进，北京市数据中心加快向河北环京区域外溢，IDC龙头企业竞相在张家口、廊坊、承德、保定等地布局，数据中心的统筹建设，成为疏解北京非首都功能的重要一环。河北张家口出台了《中国数坝·张家口市大数据产业发展规划（2019—2025年）》等政策文件，积极发展集约、绿色数据中心集群，有效承接京津数据中心外溢需求。

我国高度重视数字经济发展，而连接、处理数据的一体化大数据中心及其网络体系是数字经济的重要基础设施，直接关系到数据的有效通畅与作用发挥，在支撑数字经济健康发展、推动数据配置市场化改革和“双碳”战略实

施、加快数据中心产业转型发展等方面都有着深远意义。

曲宁：从我国数据中心的发展历程来看，基于良好的政策环境和雄厚的产业基础，北京成为全国数据中心发展的起点。随着全国性和地方性政策的引导，京津冀地区数据中心市场向着绿色节能和区域协同布局的方向迈进，建设新一代信息基础设施，推动我国数字经济持续、快速、健康地发展，助力经济结构的调整 and 产业的增值。

据了解，北京市是全国IDC市场规模占比最大的城市，占中国IDC市场规模的25%以上。预计未来3年，北京市IDC市场还将保持15%以上的增速。并且随着云计算行业新技术应用的渗透和快速发展，市场对首都在线这类云服务商的IDC需求占比将有所提升。

陈江平：目前全国数字经济产生的数据量90%集中在东部地区，而华北地区的算力占到了40%，是全国算力分布最集中的地区。传统互联网、数字经济发源地在华北地区，在数字经济时代，算力与经济发展水平是强相关的，比如无人驾驶、基因工程、特种材料等高科技、高成长性行业，都需要大量的算力来支撑。

“东数西算”是一个国家战略，有利于提升国家整体算力水平、有利于促进绿色发展、有利于扩大有效投资、有利于推动区域协调发展。我们认为“东数西算”将给企业带来很多新的机会，包括降低企业运营成本、为企业创造更多投资和使用可再生能源的机会、扩展更多业务类型和使用场景等。

华北地区的特点是数字经济比例高、全年平均温度较低、以张家口节点为代表的地区可再生能源较充足等，这将为华北地区数字经济的进一步发展创造有利的条件，包括对北京稀缺算力的有效补充、吸引更多优质产业企业的入

驻等。但也正是由于这一地区算力需求庞大，数字经济发展速度飞快，在“东数西算”的起步期，除了张家口节点外，京津冀地区还需要更多的集群支持。

乔思远：长期以来，京津冀作为我国信息化产业和数字软件企业的集中地，具有良好的产业基础和区位优势，具备作为全国一体化算力网络国家枢纽，支撑全国数据处理、流动和应用的条件。同时，京津冀集群可以很好地协调全国8个算力网络国家枢纽节点，以及10个国家数据中心集群的资源，做好产业协同，对于推动我国数字经济发展具有重要意义。

《通信世界》：与其他枢纽节点相比，京津冀枢纽节点的独特优势有哪些？

严树海：京津冀区域优越的自然禀赋和能源，以及快捷高效的交通条件为数据中心的建设和发展提供了良好基础。

北京是国家互联网骨干直连点，天津自贸区获批国际互联网数据专用通道，雄安新区正在规划建设国家级互联网骨干直连点和国际互联网数据专用通道，张家口获批建设国际互联网数据专用通道。因此，京津冀区域数据中心网络接入层级较高，具备高质量的带宽资源，与骨干网节点的物理距离能够满足不同下游业务对信号传输和网络跳转时延的要求。

资源保障情况较好。能源供给充足，河北可再生能源资源丰富，风能、太阳能可开发潜力巨大。水资源保障充足，具备长期稳定的洁净水资源保障能力。

陈江平：首先，京津冀地区数字经济基础雄厚。北京地区2021年生产总值的40%来源于数字经济。

其次，用户需求充足。包括互联网、金融等大型用户，也有无人驾驶、基因工程、特种材料等新兴产业用户。这

些企业不仅数据量大,且对于计算速度和数据时延普遍较为敏感。

再次,算力基础量大。华北地区的算力占到全国的40%,是全国算力分布最集中的地区。

最后,自然环境适宜。华北地区的全年平均温度较低,有利于PUE的优化,并降低制冷等系统的能耗。

乔思远:一是基础好,有利于快速形成新技术、新产业、新业态、新模式,为全国各地数据中心建设提供样板。二是上层应用丰富,有利于产业化推广和形成良性循环。三是站位高,有利于统筹全局。

成伟:京津冀枢纽节点具备独特的地理优势,在提供高效能的算力的同时,也肩负算力资源优化调度的责任。以京津冀枢纽为核心,既是“心脏”也是“大脑”,面向高密度的算力要求,可以有效将枢纽本地计算和算力网络调度深度融合,进而促进“东数西算”全国一体化算力网络效率最优化。

数字经济基础雄厚,有利于促进东西部算力协同

《通信世界》:在部署京津冀数据中心和算力网络的道路上,贵公司进展如何?在部署过程中是否遇到困难和挑战?又是如何应对这些挑战的?

严树海:中国电信早在2020年就明确了“2+4+31+x”的数据中心/云布局,其中2指的内蒙古和贵州,4指的是京津冀、长三角、粤港澳大湾区和陕川渝,31和x主要指分布在各省、地市及县区。针对京津冀、长三角、粤港澳大湾区和陕川渝的主要定位为:服务于热点地区高密度人口和高频次访问的视频播放、电子商务等实时要求较高的业务,满足区域战略发展需求。

截至目前,中国电信在“2+4”区域

部署的数据中心达到总规模的77%左右。此外,为适应数据中心和云业务的快速发展,中国电信同步推动将通信网络从传统以行政区划方式组网,改为围绕数据中心和云组网,尤其在内蒙古和贵州,将骨干通信网络节点部署在数据中心中,并与北京、上海、广州、深圳等一线或经济热点区域进行直接互联,为用户提供低时延、高质量的快速访问。

按照全国一体化大数据中心的布局要求,中国电信将继续加强在国家枢纽节点的数据中心建设,预计“十四五”末八大枢纽节点数据中心规模占比达到85%;同时,进一步优化东西部比例,使数据中心由现在的7:3调整至“十四五”末的6:4。

曲宁:“东数西算”政策出台后,企业在东西部地区的布局和市场反应是不同的,不同点体现在:东部需要驱动数据中心竞争格局优化,稳定盈利水平;东西数据流转的过程中也将出现新的云上业务机会。

首都在线前瞻性地“东数西算”融入到5年业务发展战略布局中。在构建数字经济底座方面,首都在线积极布局建设超算数据中心,规划建设东部4大枢纽节点超算数据中心,目前在京津冀地区的张家口已经有序开展计划。同时,打造首都在线高性能计算服务平台,形成“超算+大容量存储+云平台”的多功能及多场景的新型数据应用中心。在云计算服务方面,构建支持冷、热、温数据分层的存-算-输,以及云边协同的智能化算力网整体解决方案。

陈江平:万国数据在北京、张北、怀来、廊坊、天津等地共拥有37个数据中心,总面积超28.5万平方米,2021年平均PUE为1.28,区域内最低PUE为1.17。在此基础上,我们在乌兰察布也建设了3个数据中心,同时还在北京、张家口、廊坊等地积极寻求更多的机会。

在数据中心布局方面,资源的稀缺性正是京津冀地区的显著特征,由于我们在京津冀地区部署较早,因而资源储备量相对充足。此外,随着“双碳”目标的提出,如何提高数据中心的运营效率、降低碳排放并优化能源结构,成为了当前乃至未来的主要挑战。

在这一方面,万国数据同样是未雨绸缪,从2019年国内刚刚签订了建立绿电交易市场开始便参与其中。比如,在北京我们和京能集团长期合作协议,而且在北京数据中心行业的绿电交易中万国数据位居前三。此外,张北数据中心园区还充分利用当地风力资源,采用全新风空调系统和高温冷冻水系统。全年70%的时间利用自然新风制冷,冬季采用水源热泵系统,回收利用余热供暖。2021年负载情况下的平均PUE为1.2,其中张北四号数据中心PUE达到1.17。

乔思远:“东数西算”是一个新业态,也一定会产生新的安全问题。通过安全来保发展、促发展,是奇安信作为网络安全企业的主要出发点。目前奇安信已经在多个国家和行业数据中心开展网络安全框架建设和能力部署。因此,奇安信一方面要帮助政府和企业弄清楚“东数西算”面临的内部和外部网络威胁,另一方面要与相关单位一起系统地解决安全问题。

《通信世界》:国家发展改革委在构建“东数西算”一体化算力网络上提出了四方面要求,贵公司针对京津冀地区数据中心将如何部署下一步工作?又将制定哪些建设计划?

陈江平:在京津冀地区,万国数据将继续强化以北京为核心的一线城市及周边城市的资源供给,并积极挖掘包括内蒙古、张家口等地区在内的更多机会。

数据中心是重资产行业,一家IDC

企业在每个集群的投资规模大约为30~40亿元,我们将把公司的战略发展布局与国家“东数西算”的一体化布局紧密结合,引导客户使用区域内节点,乃至内蒙古及西部算力资源,实现东西部算力协同。在此方面,由于万国数据的客户几乎都是各个行业的头部企业,我们正积极引导客户使用西部计算资源,邀请专家和政府领导一起为上下游企业客户解读“东数西算”政策,从意识上引导大客户愿意把数据转移到西部。

在此基础上,万国数据也将继续基于ESG报告中提出的2030年同时实现碳中和及100%绿电的承诺,通过节能技术升级、加强绿电交易和消纳、优化能源结构等方式组合,不断提升绿色低碳运营方面的能力。

曲宁:在大力推进边缘计算发展和西部算力枢纽建设的同时,首都在线将继续有计划地拓展首云位于北京的公有云节点,一方面由于北京作为华北地区的经济核心和网络核心,更适合作为大规模集群业务的承载地区。另一方面,北京是全国业务数据向西部转移的重要汇集地和中转站。而首都在线的北京公有云核心节点,具备辐射全国的传输网络和稳定的云计算能力,本身就承载了很多互联网企业的核心信息架构。从这点来看,可以把北京的核心节点定义为华北地区的架构管理中心。因此,首都在线将加大在北京云平台的算力布局,实现从中心节点到边缘节点、从实时计算到离线计算、从架构中心到算力中心的协调发展。

乔思远:在安全方面,一是加强网络安全和数据安全保障能力,基于内生安全框架和产业应用需求开展安全规划和部署,与“东数西算”的一体化算力体系安全需求相匹配。

二是加强技术创新,面向“东数西

算”的重要应用场景开发针对性的创新型和实战型网络安全技术,以及相应的解决方案、产品和服务。

三是加强网络安全生态体系建设,通过政府部门统一指挥协调,多方合作,统一安全理念和框架,明确安全责任边界,强化协同配合,共同解决安全问题。

加速创新, 引领发展绿色数字经济

《通信世界》:“东数西算”不仅有助于打通我国东西部数字产业的大动脉,还将为我国数字经济发展注入源源不断的新动能,而这更需要产业链各方携手合作。对于“东数西算”工程的落实和推进有何建议?

陈江平:“东数西算”需要把网络技术、能源改革结合在一起,把东部的业务分流到西部合理的区域,逐渐把我国算力结构调整到东西部计算与存储有机结合,这是一个巨大的工程,需要通过未来3~5年甚至10年的规划分步实施及迭代优化。结合工信部对政策的解读和推算,即比较理想的目标是到“十四五”末,东部数据中心总量占比由60%下降至50%左右,西部数据中心占比由10%上升至25%左右。

综合来看,“东数西算”要兼顾东西部各自的发展规律,发展西部的同时也要考虑对东部需求的匹配。结合以上这些,我们的建议有以下几点。

一是从集群城市的顶层设计确保西部节点的可用性。在集群城市的人才、网络、水、电力、可再生能源等方面保障西部节点满足支持计算业务需求,不能只是用于数据存储。

二是引导算力消耗大户使用西部算力。通过政策引导大型的互联网和云计算等数据量大的企业使用西部算力,政府鼓励央企减少自建,积极主动使用

第三方数据中心。

三是分步骤稳健实施,在西部算力能够承接东部数据之前,保障对东部算力需求的供给。目前,东部地区的算力需求仍然非常旺盛,计算资源日趋紧张。因此,在西部算力资源能够有效承接计算需求之前,为保障关键业务的连续性,东部地区的算力还需要在一段时间内保持较大的供给。特别是华北地区,作为数字经济核心区域,京津冀只有张家口一个节点,在“东数西算”的起步期,要满足京津冀数据高速增长的需求,还需要更多的集群支持。

乔思远:从政策的角度看,首先应打破行政层面行业和地方数字壁垒,在依法合规的前提下,推动安全和规范的数据资源流动与统一调度。

从发展的角度看,算力和数据应平衡发展,避免算力闲置的情况。通过不断丰富充实数字内容,包括政府办公、企业经济和民众生活等,支撑数字经济持续健康发展。

从安全的角度看,安全要与“东数西算”基础设施建设和数字产业运行同步发展,通过技术进步解决安全方面的核心痛点,加大数字安全立法和法律的执行、普及力度,以安全促发展。

成伟:无论是现在还是未来,高性能算力都是国家碳排放主力。根据IDC预测,2025年数据中心用电量高达3842.2亿千瓦时,如果折算为二氧化碳排放量,则超过2亿吨。“东数西算”主张的优化社会资源、高效能、低功耗,是支撑国家“双碳”目标的重要环节。在“东数西算”工程的落实和推进中,建议始终以降低碳排放为目标,从数据中心建设、电力网络规划、高性能传输网络构建、算力网络调度、核心设备选型等多个维度深化产业链合作,以创新引领绿色数字经济发展。CW



奇安信陈华平 内生安全让“东数” 更好地“西算”

■ 本刊记者 程琳琳

木桶有短板就装不满水，木桶底板有洞就装不了水，因此筑牢底板是木桶蓄水的前提。如果将数字经济比作“木桶”，那么安全就是木桶的“底板”。只有筑牢安全基础，数字经济才能腾飞。

日前，“东数西算”战略全面启动，全国一体化大数据中心体系初步形成，8地开始建设国家算力枢纽节点，10个国家数据中心集群蓄势待发。如此庞大的数据集群，对安全提出了更高的要求。为了解如何建立完善的安全体系，保驾护航“东数西算”工程，通信世界全媒体记者采访了奇安信集团副总裁陈华平。作为全球领先的网络安全企业，奇安信针对数据中心场景提供了全面的安全防护体系，满足网络和数据安全整体防护需求。

未雨绸缪，全面摸清 “东数西算”的安全挑战

当前数字经济成为国家经济发展的主要驱动力。从发展的角度看，我国数字经济的地区分布不均衡，“东数西算”的产业格局调整有利于充分利用资源，结合区位优势，释放我国数字经济产业潜能；从安全的角度看，广泛的产业布局有利于增强数字经济产业弹

性和韧性，使其能够更好地防范风险，抵御来自网络空间的威胁。

“东数西算”要保障以算力和数据为核心的网络安全，对国家和行业网络安全建设提出新的要求：安全不仅要合规监管，还要应对实战，保障数字化业务。因此应以系统工程的方法开展网络安全体系的规划设计、建设和运行工作，构建综合的网络安全防御体系。

如何建立完善的安全体系，为“东数西算”保驾护航？陈华平认为应当从以下3个方面入手。

首先要摸清“东数西算”的真实安全问题与需求。“东数西算”是规模宏大的新产业模式，其安全隐患可能要很长时间才会暴露出来，因此必须未雨绸缪，把安全工作做在前面。

其次是新的安全技术研究与开发。随着产业数字化的发展，安全技术已经与数字应用紧密结合。因此新的数字应用一定会产生新的安全需求，这就需要新的安全技术加以保障，必须通过快速迭代，开发新的安全技术以满足安全需求。

最后是安全的运营。安全问题的解决是一个持续的过程，需要设备，也需要工具，还需要人，不断地监测、调

整，从而及时响应安全问题与挑战。

内生安全让“东数西算” 全面提升“免疫力”

“数字时代，打造网络安全‘底板’要靠数据驱动的内生安全框架。”陈华平表示。网络安全是一项需要长期建设的系统工程，为了将网络安全与“东数西算”的数字基础设施和业务应用深度融合，奇安信基于内生安全理念，打造了可工程建设的安全能力体系及组件，也就是内生安全框架。通过内生安全框架将“东数西算”的安全需求整合到国家和行业整体安全体系，并进一步建立安全生态，打通供给侧与用户侧的安全，实现安全能力的聚合与提升。

在具体落地方面，“东数西算”的网络安全保障还面临多方面挑战。陈华平总结道，“东数西算”的安全挑战主要来自内外两个方面。一是内因，即要做算力和数据的安全，就要在芯片和软件系统内做安全。二是外因，即针对“东数西算”的网络攻击将是高强度的，如何应对高强度的网络威胁，需要安全技术的不断探索和演进。

在应对外部网络攻击和内部威胁两个方面，奇安信在产品技术、标准

和生态等层面开展一系列工作以保障“东数西算”产业安全。

在产品技术层面，奇安信面向“东数西算”的需要开展解决方案设计、安全产品研发和安全服务保障。首先是解决方案，奇安信研究开发基于内生安全的算力安全解决方案，如终端设备安全防护、“零信任”安全接入、边缘计算安全、骨干网流量威胁检测、云数据中心基础架构安全等；其次是产品开发，奇安信针对算力网络升级终端安全产品、安全网关产品、安全运营产品、云安全产品、数据安全产品、应用防护产品、威胁感知产品，满足“东数西算”产业应用的安全需求；最后是安全服务，奇安信开展网络及协议安全测试、网络设备安全测试、网络渗透测试以及网络安全攻防演习，增强重要时期安全保障能力。

奇安信在安全标准的制定方面也展开了深入研究，长期参与我国网络安全政策、法律法规和标准体系的研究，在网络安全等级保护、关键信息基础设施安全防护、数据安全防护等相关领域参与了一系列国家标准及行业标准的制定，在“东数西算”新领域里也将持续参与标准制定工作。

安全生态的构建也十分必要。“东数西算”的网络安全将是多方合作共同完成的工作，既有网络安全厂商，也有设备商、网络运营商、平台提供商、系统集成商以及行业和企业用户等。这些相关方都需要参与网络安全体系建设，多方合作，统一安全理念和框架，明确安全责任边界，强化协同配合，共同解决安全问题。

端到端解决算力网络的新安全问题

算力网络是一种根据业务需求，在云、网、边之间按需分配并灵活调度计算资源、存储资源以及网络资源的新型信息基础设施。算力网络自身的特点造成了其发展将面临新的网络安全问题。一是攻击暴露面扩大，原来封闭的生产网络、业务系统向外界开放，网络、应用、数据有了更多的暴露面，带来了新的安全风险。二是数据泄露风险加剧，数据的开放、共享和持续流动加剧了信息数据的泄露风险。大量终端侧数据造成数据的实时吞吐量很大，不仅增加了攻击点、扩大了攻击范围，还更容易被篡改和窃取。三是产业链供应安全需求提高，算力网络应用

产业链长、领域广泛，其安全基础技术及产业支撑能力的持续创新对应用构成重大影响。

为了维护算力网络安全，奇安信还开展了包括5G应用安全、工业互联网安全、车联网安全等在内的创新领域新技术、新产品研发，以及行业应用安全试点。在解决方案层面，奇安信研发基于内生安全的算力网络安全解决方案，重点开发设备与人员应用身份统一认证、流量一体化分析等一批核心技术，实现安全能力的增强。在产品开发方面，开展算力安全产品体系化研发，涵盖算力应用端到端安全需求。在行业试点方面，面向重点行业，包括但不限于数据中心、工业互联网、车联网、电力、港口、矿业以及智慧园区等，开展安全试点工作。

网络安全是数字经济发展的“底板”，健康发展的数字经济需要完善的安全防护体系作保障。奇安信通过内生安全框架将“东数西算”的安全需求整合到国家和行业整体安全体系，并进一步建立安全生态，打通供给侧与用户侧的安全，以端到端的安全防护能力，为“东数西算”工程的全面实施保驾护航。 



立足自主创新 中国移动布局“东数西算”

■ 中国移动信息技术中心（大数据中心）总经理 徐海勇

目前，国家发改委、中央网信办、工业和信息化部、国家能源局四部门复函，同意在京津冀、长三角地区、粤港澳大湾区等多地启动建设国家算力枢纽节点和数据中心集群。至此，全国一体化大数据中心体系完成总体规划布局，“东数西算”工程正式全面启动。

在全国“一盘棋”总体规划下 实施“东数西算”意义深远

算力作为当今社会的核心生产力，如同水利之于农业、电力之于工业，被视作推动经济社会数字化发展的重要“燃料”，正逐步成为全球战略竞争的新焦点。在国内算力需求激增、算力资源区域分布不均衡的背景下，国家适时启动“东数西算”工程，对于整合优化我国算力资源，推动东西部地区算力需求与土地、能源等资源的互补与匹配，具有重要战略意义。

“东数西算”超级工程的实施对于国家和企业而言意义深远。从宏观层面看，全国“一盘棋”的算力总体规划，对我国数字经济发展具有重要的战略引导作用，既有利于促进合理布局、绿色集约、互联互通的数据中心发展，又肩负着保障中国战略（数据）安全、调整国内产业布局的使命。基于算力总体规划实施“东数西算”工程，有利于促进国家整体经济协调发展，既有助于提升

国家整体算力水平，促进国家整体经济发展；又有利于推动区域协调发展，通过算力枢纽和数据中心集群建设，有力带动产业上下游投资，推动西部大开发形成新格局。

从企业层面看，实施“东数西算”工程是促进企业绿色集约、自主创新发展的新机遇。一方面，数据中心耗电量、占地多，而西部土地资源、绿色能源充裕，将数据中心统筹转移至西部，大幅节约了企业的土地和电力成本；另一方面，当前我国科技企业在自主创新方面仍存在较大不足，不仅基础软件过度依赖国外技术，新技术革新引领力也略显不足。实施“东数西算”工程，为企业推进关键核心技术攻关、构建科技领先优势，进而实现产业创新发展带来历史性契机。

推进实施“东数西算” 需做好顶层设计，实现基础设施革新

从总体需求来看，大数据是对算力需求较为旺盛的领域。随着数字经济的深入发展，数据规模持续增长，大数据中心负责海量数据的汇聚、加工及开放，表现出算力资源消耗大、服务时效多样化、数据安全要求高等特点。推进实施“东数西算”工程，大数据领域需要解决3个主要问题。

一是如何在“东数西算”新格局下继续保障数据服务的时效性。随着大数

据产业的蓬勃发展，大型数据中心日均数据接入处理量已达PB级，且数据服务的时效性要求越来越高，数据远距离传输再加工难以满足要求。因此在大数据领域，一方面要强调数据的预先布局，将承载离线、非实时、备份等业务的算力布局在西部，将承载实时性业务的算力布局在东部，做到东西算力协同。另一方面，要强化数据贴源处理和分层管理，对于能就近处理的原始数据，可在区域数据中心就近加工，降低网络传输压力。总体上要统筹考虑数据源分布、数据价值密度、数据服务时效性、算力布局，做好数据架构的总体规划。

二是如何在“东数西算”新格局下继续保障数据生产的高效性。随着“东数西算”的推进，数据采集和加工呈现多区域分布的特点，传统的大数据技术架构难以承载跨中心数据统一处理需求，必需要创新构建新型大数据基础设施：一要算力协同，具备对分布在不同区域中心的计算任务统一调度管控的能力；二要统一治理，具备对物理分散、逻辑分层的数据实施统一元数据管理的能力；三要统一服务，具备在新型复杂架构下用户体验保持一致的能力。总体上要综合运用分布式协同计算、湖仓融合、存算分离、大数据PaaS等技术，做好大数据计算架构的整体升级。

三是如何在“东数西算”新格局下继续保障数据安全性。算力网络具有算

力泛化、融通东西、算网共生、灵活连接等特点,会产生更多的资产暴露面和更高的连接频次,数据传输的规模更大、路径更多、服务面更广,数据安全风险也随之增加。企业需进一步加强数据安全治理,通过数据分级治理,体系性提升数据安全防护水平,持续完善安全治理架构。

立足自主创新,构建大数据分布式协同计算新架构

为应对大数据领域面临的挑战,更好地实现大数据场景下计算、存储向西部的高效转移,除了要充分发挥传统运营商优势,构建大带宽、低时延、智能化、安全高效的传输网络,中国移动大数据中心还结合业务发展,运用贴源计算、协同计算、存算分离、湖仓融合等新技术和新思路,积极推进大数据基础设施架构全面升级。

随着数据规模逐年增长,中国移动原有物理集中的大数据平台难以承载持续增长的业务压力。为满足全网日益增长的业务需求,中国移动大数据中心创新性规划构建大数据分布式协同计算平台,将原有物理集中的计算架构升级为分布式多中心协同计算的处理架构,实现海量数据的分布式贴源处理,解决了业务集中承载难、优秀能力推广难等问

题。中国移动大数据中心计划到2023年底,建成包括贵阳、重庆、呼和浩特等西部节点在内的九大区域中心大数据分布式协同计算平台,并接入中国移动全网数据,高效支撑大数据业务创新发展。

中国移动大数据分布式协同计算平台的建设是中国移动在结合自身业务发展的前提下,为“东数西算”的全面落地做好技术储备和初步验证的重要工程。中国移动大数据中心坚持自主创新,突破跨中心两级协同调度、智能调度、协同计算等多项技术难题,已完成中国移动大数据分布式协同计算平台1.0版本研发,具备“一点触发、多中心协同计算”的能力。

在数据分布管理层面,构建数据分层管理体系,按层次、按热度进行数据的统筹分布管理。明细数据实时就近接入区域中心实现贴源处理,离线汇总数据向西部统一汇聚、计算,满足多场景数据时效要求。

在技术架构层面,一是构建统一元数据、统一开发调度能力,实现任务一点编排,多中心协同调度;二是构建协同计算引擎,实现基于执行计划拆分、算子下推的跨域计算及分析;三是构建统一资源管控层,实现对多中心的分布式资源进行统一管控,统一开放能力;四是应用大数据存算分离、湖仓融合架构,实现多模态数据的一点接入、随处

可见、随处可算。

在安全管理层面,全面落实“三法一条例”要求,构建全方位全流程数据安全管控体系,进一步强化跨中心数据流动一致性稽核能力,具备完备的敏感操作拦截、敏感日志审计、敏感数据加密等能力,确保全生命周期数据安全。

当前分布式协同计算架构已在宁波、苏州、汕头、株洲、郑州五大区域节点完成平台部署,支撑位置洞察、内容洞察等应用创新,实现中国移动近三分之一的大数据算力分流。2022年,中国移动大数据中心将进一步在贵阳、重庆、呼和浩特、哈尔滨等区域节点开展平台建设,并持续开展技术创新,强化数据智能分布管理,动态感知各数据中心资源使用情况、数据“冷热”规律、业务容灾需要,实现基于资源状态和业务特点的数据副本跨域智能分布、作业智能化调度,高效释放数据要素价值,有力支撑“东数西算”的战略布局。

未来,中国移动将紧抓“东数西算”历史机遇,践行自主创新,持续做大做强做优大数据分布式协同计算平台,构筑大数据计算平台领域核心竞争力。同时中国移动将借助超级工程的广泛影响力,进一步发挥产业引领作用,协同产业合作伙伴,体系化推进大数据产业基础设施革新,全力服务国家“东数西算”战略工程顺利落地。CW



“双碳”目标下 “东数西算”节能新路径

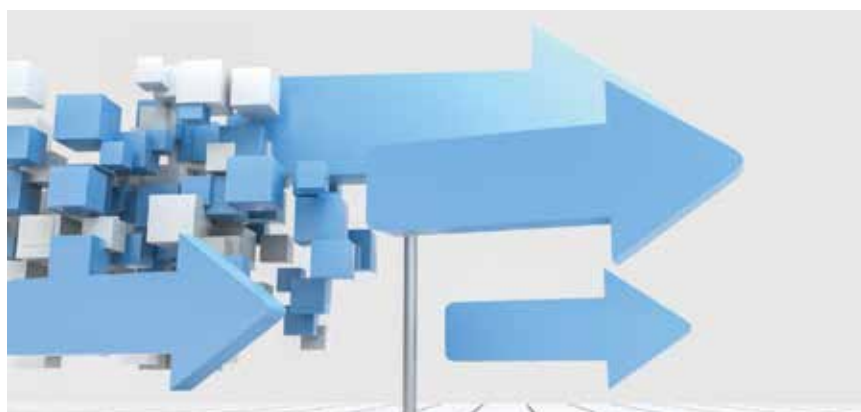
■ 中国电子节能技术协会数据中心节能技术委员会秘书长 吕天文

近日，国家发展改革委、中央网信办、工业和信息化部、国家能源局联合复函，同意在京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝、内蒙古、贵州、甘肃、宁夏启动建设国家算力枢纽节点，并规划了张家口等10个国家数据中心集群。至此，全国一体化大数据中心体系完成总体规划布局，“东数西算”工程全面启动。针对上述国家政策，笔者结合中国数据中心发展的现状，重点论述“双碳”目标下，“东数西算”节能新路径。

当前数据中心现状分析

我国数据中心规模已达500万标准机架（2.5kW为一个标准机架），算力达到130EFLOPS。伴随数字经济持续发展，全社会对算力需求十分迫切，预计每年将以20%以上的速度快速增长。由此可见，算力已成为国民经济发展的重要基础设施。加快推动算力建设，将有效激发数据要素创新活力，加速数字产业化和产业数字化进程，催生新技术、新产业、新业态、新模式，支撑数字经济高质量发展。

根据ICTresearch咨询统计，2020年全国有数据中心8万个左右，总耗电量为1660亿千瓦·时；根据中国能源局统计的2020年全社会用电量75110亿



千瓦·时计算，数据中心的总用电量占全社会总用电量的比例为2.2%。根据我国生态环境部环境规划院统计测算，2021年国内数据中心机架规模达到543.6万架，同比增长27%；耗电量占到全社会用电量的2.6%，碳排放占到全国的1.14%。2025年，国内数据中心机架规模将达到759万架，较2021年增长40%；能源消耗总量较2021年增加62%，约占全社会用电量的4%，碳排放占全国的比重接近2%。

“十四五”期间，河北、广东、江苏、上海和浙江等省市机架规模、能耗总量和二氧化碳排放量最大，5个地区加和占全国一半左右。由于能耗本身同机架数量深度挂钩，在供电侧不容易调整的前提下，只能通过布局优化等手段，在对存量进行整改的同时，尽量将数据中心布局在气候适宜、绿色能源

充沛等条件好的地区，以降低碳排放，“东数西算”的布局由此而来。

“东数西算”政策对数据中心的影响

数字时代正在形成一张高效率的“算力网”。“东数西算”是把东部密集的算力需求有序引导到西部，使数据要素跨域流动。打通“数”动脉，织就全国算力一张网，既缓解了东部能源紧张的问题，也为西部开辟一条发展新路。

“东数西算”工程通过构建数据中心、云计算、大数据一体化的新型算力网络体系，将东部算力需求有序引导到西部，优化数据中心建设布局，促进东西部协同联动。简单地说，就是让西部的算力资源更充分地支撑东部数据的运算，更好地为数字化发展赋能。“东数西算”中的“数”，指的是数据，“算”

指的是算力，即对数据的处理能力。

实施“东数西算”工程，推动数据中心合理布局、绿色集约和互联互通，具有多方面意义。

一是有利于提升国家整体算力水平。通过全国一体化的数据中心布局建设，扩大算力设施规模，提高算力使用效率，实现全国算力规模化、集约化发展。

二是有利于促进绿色发展。加大数据中心在西部布局，将大幅提升绿色能源使用比例，就近消纳西部绿色能源，同时通过技术创新、以大换小、低碳发展等措施，持续优化数据中心能源使用效率。

三是有利于扩大有效投资。数据中心产业链条长、投资规模大，带动效应强。算力枢纽和数据中心集群建设，将有力带动产业上下游投资。

四是有利于推动区域协调发展。算力设施由东向西布局，带动相关产业有效转移，促进东西部数据流通、价值传递，延展东部发展空间，推进西部大开发形成新格局。

我国数据中心大多分布在东部地区，由于土地、能源等资源日趋紧张，在东部大规模发展数据中心难以为继。而西部地区资源充裕，特别是可再生能源丰富，具备发展数据中心、承接东部算力需求的潜力。“东数西算”有利于推动数据中心合理布局、优化供需，提升国家整体算力水平，扩大有效投资，推动区域协调发展，具有多方面多层次重要意义。我国算力网络各类枢纽节点定位及发展思路见表1。本次“东数西算”的全面启动，叠加数字经济确定的发展方向，对于整个数通侧将是确定性大机会，算力、流量持续高速增长是必然趋势，配套基础设施持续建设扩容是刚性需求，未来3~5年具有高确定性。

表1 我国算力网络各类枢纽节点定位及发展思路

枢纽节点	区域特点	发展思路
京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝	用户规模较大，应用需求强烈	重点统筹好城市内部和周边区域的数据中心布局，实现大规模算力部署与土地、用能、水、电等资源的协调可持续，优化数据中心供给结构，扩展算力增长空间，满足重大区域发展战略实施需要。 原则上布局不超过 2 个集群
贵州、内蒙古、甘肃、宁夏	可再生能源丰富，气候适宜、数据中心绿色发展潜力较大	重点提升算力服务品质和利用效率，充分发挥资源优势，夯实网络等基础保障，积极承接全国范围需后台加工、离线分析、存储备份等非实时算力需求，打造面向全国的非实时性算力保障基地。 原则上布局 1 个集群
国家枢纽节点以外的地区	-	重点推动面向本地区业务需求的数据中心建设，加强对数据中心绿色化、集约化管理，打造具有地方特色、服务本地、规模适度的算力服务。加强与邻近国家枢纽节点的网络联通。后续，根据发展需要，适时增加国家枢纽节点

注：数据来源于《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》

数据中心四大节能技术应用

近几年来，作为“新基建”的代表产业，数据中心为5G、人工智能、物联网、边缘计算等产业的快速发展提供了重要支撑，已经成为推进数字经济产业发展的关键物理基础设施。但是随着数据中心的单位功率密度大幅度提升，整体能耗水平也呈现指数级增长。为了应对能耗增长过快的问题，数据中心的节能技术如雨后春笋般涌现，当前主要的技术分为以下几类。

充分利用自然冷源

为维持恒定的机房温度需要不间断为其降温，由此带来了数据中心巨额的耗电量。当过渡季节室外温度低于室内温度时，自然界存在着丰富的冷源，如何利用大自然的冷源进行冷却是机房空调节能减排的重点问题。自然冷源冷却策略主要有以下方法。

一是间接空气交换。外部空气通过热交换器进入室内并实现热交换，热交换器将数据中心内部的空气与外部较冷的空气分开。这种方法可以防止颗粒物进入数据中心机房区域，并有助于控制湿度水平。

二是直接空气交换。外部空气通过蒸发冷却器后，再通过过滤器直接进入

入数据中心的冷通道。当外部温度过低时，系统将外部空气与回风的热空气混合，以达到设备的冷却降温。

高密度数据中心可以考虑液冷

根据统计分析，数据中心液冷技术与传统风冷技术相比，系统耗电量节省30%以上，应用液冷技术的数据中心机房整体能效同时得到30%的提升。并且随着数据中心单机柜功率密度不断提高，液冷技术能带来更为直接的散热优势。数据中心使用液冷与风冷技术的比较分析见表2，数据中心的制冷模式分析见表3。

尽量利用可再生清洁能源

数据中心的能耗问题已经引起了全球的广泛关注，对计算机系统可持续能力的设计已不可避免。虽然可再生能源具有间歇不稳定的特点，但建设可再生能源驱动的数据中心除了可以降低碳排放外，还有许多其他的好处。

可再生能源发电是高度模块化的，可以逐渐增加发电容量以匹配负载的增长。如此，可减小数据中心因电力系统超额配置产生的损失，因为服务器负载需要很长一段时间才能增长到升级的配置容量。此外，可再生能源发电系统筹建时间要比传统的发电厂短得多，

表2 数据中心使用液冷与风冷技术的比较分析

优势	指标	风冷	冷板式	浸没式
节能	PUE	1.6	1.3以下	1.2以下
	数据中心总能耗 单节点均摊	1	0.67	0.58
成本低	数据中心总成本 单节点均摊 (量产后)	1	0.96	0.74
节地	功率密度 (kW/机柜)	10	40	200
	主机房占地面积 比例	1	1/4	1/20
CPU可靠	核温(°C)	85	65	65
机房环境	温度、湿度、洁 净度、腐蚀性气 体(硫化物、盐 雾)	要求高	要求高	要求低

注: 数据来源于ICTresearch

降低了投资和监管的风险。而且, 可再生能源的价格和可用性相对平稳, 使IT公司的长远规划变得简单。

注重数据中心的余热利用

当前数据中心主要回收冷冻水回水对余热进行二次利用, 代替传统市政供热设施, 为园区的办公场所提供冬季热源, 从而达到减少煤炭等燃料的燃烧, 达到控制二氧化碳排放的目的。数据中心余热回收的流程并不复杂, 但是其核心关键点在于: 如何在支持数据中心稳定安全运行的前提下, 实现余热的科学回收。在此过程中, 需对施工安装中可能发生的安全风险提前做好应急预案, 对可能影响数据中心安全运行的故障点做好隔离, 并对如何确保冬季供暖及数据中心运行双向安全的基本目标提前规划出备份系统。

数据中心发展四大建议

规模以上数据中心设立监管平台

数据中心节能工作是跨学科、多领域的技术创新工程和跨部门、多行业的标准化推进工程, 要改变当前耗能大、技术落后和无专门机构管理及参与的局面, 就需要在政府及信息产业主管部门支持下, 对新产品应用、新技术研究、

新标准制定与推广、产业政策环境等加以引导及协调。

较为有效的方式是设立数据中心能耗管控平台, 针对已建、新建、改扩建、节能改造的数据中心安装整体的能耗监测软件, 与国家或省市的数据中心能耗管控平台对接, 可以实时掌握数据中心能耗情况, 以便制定相应的政策和监管措施。利用能耗管控平台, 实现对规模以上数据中心每年例行能效评价和监测。

设置相关的能源管理岗位

数据中心能源管理岗位人员是指从事数据中心能源管理工作的专业人员, 是数据中心管理人才的重要组成部分。能源管理岗位人员应具有良好的职业素养, 具备相应的行业知识, 掌握现代企业管理方法, 精通企业能源管理工作。

数据中心行业能源管理岗位人员培养体系的建立, 可有效保障能源的合

表3 数据中心制冷的模式分析

每平米功率	数据中心密度	制冷方式
1.2 kW/机柜 以下	超低密度数据中心	房间级-风冷
1.2 ~ 2.7 kW/机柜	低密度数据中心	房间级-风冷
2.7 ~ 7.5 kW/机柜	中、低密度数据中心	行间级-风冷/水冷
7.5~18 kW/机柜	中、高密度数据中心	行间级-水冷; 液冷-冷板式
18 ~ 30 kW/机柜	高密度数据中心	液冷-冷板式; 液冷-浸没式

注: 数据来源于ICTresearch

理使用, 提高能源利用水平, 降低成本, 减少污染排放, 为国家节能减排事业发展作贡献。

落实国家标准和先进技术标准

针对数据中心节能标准缺失的现状, 要尽快启动制定节能设计、节能运维等标准。提高对数据中心节能减排工作重要性和紧迫性的认识, 坚持把节能减排作为“调结构、转方式”的重要抓手, 抓好数据中心节能减排重大科技研发和推广应用, 加强企业节能减排技术改造和重点领域节能减排, 强化目标责任, 加强监督执法, 综合运用市场、法律、标准手段推进节能减排。

尽快制定数据中心碳中和路径图

针对数据中心能耗高的问题, 设定未来10年的数据中心碳中和路线图。靠“能耗天花板”方式进行监控, 对数据中心整体碳排放进行峰值设置, 同时考虑不同区域的峰值, 最终达到数据中心规模增长而能耗不显著增长。

要合理、合规、有效地对老旧数据中心进行节能改造, 对新数据中心进行节能设计, 同时要引导存量数据中心的节能运维。通过各方努力, 争取在2025年前数据中心能源使用出现拐点。

对增量和存量数据中心的能耗要求要加以区分, 按照到达拐点的时间进度设置能耗走势路线图, 控制市场准入门槛。同时各类标准要及时到位, 避免标准滞后的现象发生, 加快地方标准和团体标准出台; 各个省市的标准要符合国家的要求, 但也要与地方实际情况结合起来。📡

“东数西算” 助推光通信加速发展

■ 中国信息通信研究院技术与标准研究所 赵文玉 张海懿

近期,国家全面启动了“东数西算”工程,拟通过构建数据中心、云计算、大数据一体化的新型算力网络体系,将东部算力需求有序引导到西部,优化数据中心建设布局,促进东西部协同联动。

光纤通信网络是信息基础设施重要组成和关键承载底座,国家“十四五”规划、信息通信业“十四五”规划等对于光纤通信网络的未来发展高度重视,千兆光网发展、骨干网演进和服务能力升级成为重点内容。“东数西算”重大工程的启动实施,将对光通信领域的高速光模块和光器件、超大容量传输、多层协同、前沿技术演进等多个方面带来显性利好,助推技术和产业加速发展。

高速光模块、光器件迎来发展机遇

基于传输容量、集成度、能耗和成本等天然优势,光模块、光器件成为数据中心内部设备单元之间信息数据进行交互的关键构成。数据中心所用光模块已占据数据通信所用光模块约75%的市场份额,数据中心成为光模块的主要应用场景之一。

目前,数据中心内高速光模块应用以100Gbit/s速率为主,同步引入了200Gbit/s和400Gbit/s光模块,且后面两种光模块的占比逐步提升,尤其是

2km和500m的400Gbit/s的光模块需求增长更为明显。

随着京津冀、长三角等八大国家算力枢纽节点,以及张家口、芜湖等10个国家数据中心集群建设工程的相继启动,运营商、云服务商、各类行业用户、科研单位等产业主体也将聚集于国家级数据中心集群的建设和应用,数据中心集群内数据交互的流量将显著增加,200Gbit/s、400Gbit/s、800Gbit/s和1.6Tbit/s等高速光模块将迎来新一轮发展机遇。

综合考虑数据中心实际互联带宽需求、光模块和光器件发展水平、应用成本等因素,近期预计主要聚焦200Gbit/s和400Gbit/s速率的应用,未来应用将逐步向800Gbit/s和1.6Tbit/s等更高速率过渡,同时延伸推动50G Baud及以上速率高端光电芯片器件的研制和应用,进一步增强我国在高速光电子信号处理理论研究、高端芯片器件模块设计研制、多环节验证评估和国际国内标准制定等方面的综合能力。

多样互联共推光传输加速发展

随着我国“东数西算”工程的逐步推进,数据中心集群内部不同数据中心之间、不同数据中心集群之间可靠的互联通道十分关键,其重要性可类比于国家“西气东输”工程中的油气管道。

对于数据中心集群内部数据中心之间的互联,整传输距离在百千米量级以内以点到点互联方式为主,相应需求将推动百千米量级超大容量传输技术的发展和應用,典型如目前已逐渐步入商用的400Gbit/s WDM(波分复用)技术,以及目前正在研究的800Gbit/s WDM技术等。在具体传输设备形态和互联方式方面,目前存在路由器+集成型OTN/WDM、路由器+开放型OTN/WDM、“路由器+可插拔彩光模块”等多种点到点互联潜在方案。由于国家数据中心集群内部数据中心互联需求相对简约,互联方案需要结合带宽和性能、集成度、管理模式与灵活性、整体成本等多种因素综合选择,当然某些场景也存在基于光传送网或可重构光分插复用设备(ROADM)技术实现多点互联网网的情形。

对于不同数据中心集群之间的互联,整体上以传输距离在数百乃至上千千米量级的多点到多点网状互联方式为主,相关需求将推动上千千米量级超大容量传输及组网技术的逐步应用,典型如目前已步入规模商用的200Gbit/s WDM/OTN技术,以及目前正在研究推动的400Gbit/s、800Gbit/s WDM/OTN技术等。在具体传输设备形态和组网能力方面,选择集成式OTN和(或)ROADM进行组网将是主流方案。

整体而言，“东数西算”工程多样化高质量互联需求将进一步推动超高速光传输关键技术及应用加速发展。

算力和光网智能协同至关重要

算力作为数字经济的核心生产力，在产业数字化和数字产业化发展中发挥着愈来愈重要的作用。在“东数西算”工程中，算力的整体分配及应用效能与数据中心、云计算、大数据、通信网络等技术环节及相互协同能力密切相关，相对光通信网络而言，实现基础网络设施之间的无缝联通并具备合理高效的网络结构不可或缺。作为在数据中心集群内部不同数据中心之间以及数据中心集群之间，提供超大容量、稳定可靠互联传输通道的基础网络，光通信网络目前正沿着基于软件定义架构、管控融合、智能增强等方向逐步发展。

随着算力应用在带宽提供粒度、传输基础特性以及灵活按需调度等方面需求的日益增多，光通信网络灵活化、智能化等特性以及与算力之间的有效协同需求将变得至关重要，算力任务、算力可用资源及拓扑分布、算力可达路由等多维度参量之间的高效衔接离不开

开光网络灵活按需传送的支撑。

整体来看，“东数西算”算力基础设施的构建将进一步推动光网络智能化发展水平的提升，以及算、云、光网络之间多层次高效协同机制的优化。

“东数西算”助力光通信多维演进

结合与算力应用相关的宽带、时延、灵活智能、能耗和成本等关键需求，以及数据中心技术快速迭代的典型应用特性等，“东数西算”工程的实施将推动光通信技术加速演进，并与其他通信技术进一步深度融合。

在超大带宽传输方面，数据中心集群之间海量数据的传输需求助推频谱扩展、空分复用等更大容量新型传输技术的发展；在低时延性能优化方面，当时延特性优先级逐步提高、现有技术无法进一步降低时延后，对面向长距离场景具备更低时延的空芯光纤传输技术的研究则显得十分必要；在灵活与智能化发展方面，随着数据中心集群的逐步建设和算力能力与需求的显性提升，算力、云、IP网络和光网络等多层次协同与融合更为迫切，人工智能、网络开放和虚拟化等技术在光

网络中的应用进一步加速；在能耗和成本方面，全光组网除了在数据中心集群之间应用之外，还逐渐向数据中心集群内数据中心之间渗透。同时，数据中心内部超高速光模块集成形态将出现基于硅光的光电共封装（CPO）和可插拔模块共存的情形。

纵观数字经济整体发展态势、数据中心内生发展需求、技术迭代较快等特性，“东数西算”工程的实施将助力光通信技术及应用加速演进。

总体来看，算力已成为数字经济的核心生产力，“东数西算”工程的启动将逐步提升我国整体算力水平，同时助推东西部协调发展。作为新型算力网络体系的关键构成，光纤通信网络和关键模块单元主要在数据中心内部不同设备单元之间、数据中心集群内部不同数据中心之间、不同数据中心集群之间提供灵活可靠的互联通道，同时需要支持算力、云、IP网络等不同主体之间的灵活高效协同。

依托算力、数据中心等相关应用的新型需求，兼顾技术快速迭代的典型应用特性等，“东数西算”工程的实施将加速推动高速光模块和光器件、超大容量传输、多层协同等前沿技术的发展。CW



全光算力网络 打通算力资源运输的大动脉

■ 中国联通 沈世奎 王光全 唐雄燕

2022年初国家发展改革委等部门联合负函,启动建设国家算力枢纽节点,并规划了10个国家数据中心集群,标志着全国一体化大数据中心体系完成总体布局,“东数西算”工程全面启动。

“东数西算”工程的启动驱动着算力网络的发展。中国联通于2019年在行业内首次发布算力网络白皮书,率先倡导算力网络概念,提出算力网络是云网融合新发展阶段。从网络角度看,算力网络是面向计算和智能服务的新型网络体系,“IPv6+”和“全光底座”是算力网络的技术基石;从算力和服务角度看,算力网络是网络化的算力基础设施,是依托网络构建的多样化算力资源调度和服务体系,是数字基础设施服务的新形态。

全光算力网络三大内涵

凭借超大容量、超长距离、灵活调度、高品质、确定性、高安全、低时延、低抖动、硬隔离和端到端切片等优势,全光算力网络以实现算网一体服务为目标,为泛在算力资源提供覆盖广泛、灵活高效的超强运力保障。

全光算力网络的主要内涵有3点。一是“全光底座”基础承载能力为算力调度提供强大的运力保障,以超高速率、超大容量、超长距离、超强智能为目标,保障算力资源高效连接调度。二是高速泛在光接入推动高品质光业务网发



展。构建架构稳、覆盖全的综合业务区和全光锚点,提供多种技术制式的高速泛在光接入,实现灵活便捷全光入云、获得算力资源。三是光网络开放解耦与智能化增强,向着自智光网络演进。以SDN化为抓手,推动光网络开放与解耦;通过网络AI、数字孪生、意图驱动等技术创新,不断提升光网络自动化和智能化水平。

全光算力网络七大关键技术创新

全光算力网络发展离不开光通信技术创新赋能。基础传输技术创新提升高

速泛在的全光传送能力;不断增强光网络的服务能力,实现全光业务的智能敏捷提供,推动光网络由基础网络向业务网络方向发展。全光算力网络包含七大关键技术。

一是新一代光纤技术和超高速、超大容量传输技术。兼具大有效面积和低损耗特性的G.654.E光纤将为400G/800G高速传输系统应用奠定基础。中国联通联合产业链推动完成了G.654.E光纤的标准化、产业化及试验示范,目前国内运营商均已开始商用部署。100G WDM已大规模应用,各运营商近年来均在开展400G WDM技术验

证, 400G将成为100G客户的主要业务接口选择。基于G.654.E光纤构建超高速、超长距、大容量400G光网络, 可以更好地服务于“东数西算”战略实施。同时, 因为超高速传输的频谱效率问题, 不断提升传输容量是难点。多波段传输 (MBT)和空分复用 (SDM) 被认为是提升单光纤传输容量、突破传输容量瓶颈的潜在手段, 但目前二者仍处于研究探索阶段, 依然面临一系列技术挑战。

二是持续推动波分复用技术下沉, 实现大容量波长级光连接服务。DWDM技术持续下沉, 从长距离骨干网, 到城域网核心汇聚层, 再到城域边缘接入层, 逐步构建端到端的大容量全光网络, 满足边缘数据中心光互联等需求。面向城域和边缘接入层, 产业链亟须发展低成本的100G WDM技术, 以便100G WDM能更经济合理地向县城、乡镇网络下沉, 构建全光城市、全光乡村。

三是利用ROADM技术构建动态全光业务网络。在骨干网和城域网规模建设ROADM/OXC网络, 配合超高速WDM光传输技术, 构建灵活动态骨干全光网络。在城域网, ROADM技术伴随WDM技术也在不断下沉, 在城域核心节点引入高维度ROADM/OXC的同时, 城域边缘接入迫切需要引入低成本ROADM, 从而实现城域灵活动态组网,

在此低维度 (4维/9维等) WSS将有较大成本优势和应用前景。

四是打造全光锚点, 保障光业务网架构稳定。依托全光锚点, 稳步推进综合业务接入和一跳入云, 提高资源利用率, 基于PON、G.metro、OSU、OTN和WDM等多样化接入手段, 实现从Mbit/s到Gbit/s不同速率等级业务的高效灵活承载, 不断延伸光网络应用边界, 提供无处不在的光连接服务, 保障用户便捷获取和使用算力资源。

五是数据中心的绿色高速光互联。不断引入新的互联技术和组网架构, 包括硅基光电子集成技术和全光交换等, 实现数据中心内部绿色高速互联。

六是深入推动光网络开放。随着SDN技术规模部署, 网络开放和解耦成为促进产业创新、降低建网成本的重要趋势。开放光网络将基于标准化接口以及运营商统一管控系统和协同编排器, 构建多供应商开放组网的“全光底座”, 繁荣产业生态, 加速业务创新。目前面向专线接入的OTN-CPE设备、面向数据中心间高速光互联 (DCI) 的紧凑型模块化波分设备和5G前传波分设备的开放组网, 已被多家运营商应用, 并在不断扩展应用范围。同时, IP与光网络深度融合是进一步简化网络架构的重要手段, 也是开放光网络的重要目标。从当前发展趋势来看, IP设备与光网络设备的

技术边界越来越模糊, 随着光电子集成技术的提升, 相干光模块不断小型化和标准化, 其不仅可以应用在光网络设备, 也可直接应用于IP网络。

七是不断增强智能化是光网络技术创新的重要方向, 全光算力网络更离不开运营和服务的智能化。中国联通近年来大力推动软件定义光网络发展, 建设的SD-OTN政企精品网已成为行业标杆, 未来将把人工智能和数字孪生等相关技术应用到光网络运营和维护中, 逐步实现自智光网络。

全光算力网络发展重要举措

中国联通积极倡导推动全光算力网络发展, 为筑牢面向算网融合服务的低时延、高带宽、高可靠、高安全的全光传送底座, 实现算力业务高质量传送, 将开展一系列重要工作。

第一, 围绕算力中心和业务流量中心, 建设低时延骨干光缆网络。在现有光缆网基础上, 推进京沪、沪穗、京汉广、贵广等区域光缆建设, 持续优化八大枢纽节点间低时延直达光缆, 并聚焦京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝、鲁豫陕等算力集群区域, 实现光缆最优路由。

第二, 打造大带宽、低时延、高安全的骨干传输网络。实现自有数据中心ROADM网络全覆盖, 重点区域部署超100G WDM系统, 打造超大带宽“全光底座”, 实现云间一跳直达, 并不断增强光层自主可控能力。

第三, 围绕国家枢纽算力节点, 打造算力集群区域城市群低时延圈。实现京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝等区域内传输时延低于10ms, 核心城市间传输时延争取降至2~3ms。

全光算力网络提供超高安全、超低时延、超高可靠、超大带宽、超长距离、灵活可调、绿色节能的高品质连接, 可以快速高效地将“东数”运送到“西算”, 助力国家“东数西算”战略实施, 提升跨区域算力调度水平, 为泛在算力资源提供运力保障。📶



中国广电入局5G 对电信市场格局的影响分析

■ 中国移动通信集团广东有限公司客户运营中心 叶旋

中国广电取得5G商用牌照已近3年时间,目前正在积极推进5G网络建设,同时基于有线电视、视频点播等良好业务基础,在5G业务、移动宽带、高清视频、物联网等领域持续发力。本文研究分析中国广电发展5G业务的优劣势、5G业务的发展思路以及发展模式,并深入探讨中国广电进入5G市场对电信市场格局的影响。

中国广电发展5G业务 有“喜”有“忧”

内容、频谱、用户、服务等具有优势

作为移动通信运营领域的“新生”及有线电视运营领域的“质优生”,中国广电发展5G业务在内容资源、频谱资源及网络覆盖、用户资源、服务体系等方面具有优势。

在内容资源方面,中国广电拥有全国各地广电系统的丰富视频内容(4K/8K视频资源)、节目资源与传媒资源储备,在开拓垂直行业市场上有一定的优势,专业内容输出将为日后发展4K/8K视频、云游戏等应用提供强大的支撑。此外,中国广电拥有全国电梯物联网广电多媒体播控平台和广电宽带电视集成平台等,实现了对电梯媒体内容、宽带电视内容的可管可控。

在频谱资源及网络覆盖方面,

中国广电拥有被称为“黄金频段”的700MHz频段和较为完整的传输网络资源。700MHz频段具有频率低、覆盖范围广、传播损耗低、穿透能力强等特性,适合大范围连续网络覆盖,可节省大量建网投入。据测算,中国广电利用700MHz频段进行5G网络建设,实现全国覆盖仅需要约40万座基站,而三大运营商需要建设约600万座基站。同时,中国广电作为最早发展有线电视网的机构,拥有省、市、县等多级网络服务体系,并已实现国内绝大部分行政村和自然村的网络覆盖。

在用户资源方面,经过多年的发展,中国广电积累了大量电视用户资源,截至2020年底,全国有线电视存量用户规模达2.07亿户,高清和超高清用户突破1亿户,智能终端用户2985万户,为5G业务渗透奠定了基础。同时,中国广电作为具备国有背景的运营商和传统主流媒体,在宣传和公共服务领域深受政府信任,有利于其在社会治理、民生服务等5G相关业务领域的发展。

在服务体系建设方面,中国广电以道路、小区、用户规模、网络结构为基础进行分割,指派网格经理负责网格内电视用户的营销及服务,并组建跨部门的支撑团队集中调配公司资源,实现产品和服务精准化,形成高效的网格化营销与客服体系。

网络、业务模式、运营经验等存在隐忧

虽然中国广电为5G业务发展积累了一定的基础,但仍面临“全国一网”整合难、业务模式单一、运营经验不足、缺乏核心资源等问题。

“全国一网”整合尚未完成。由于历史原因,全国广电有线电视网络尚未形成集中统一运营,各地有线电视网络运营商的对外品牌和形象多以我为主,各省公司与集团公司间也不存在业务上的管理关系,“诸侯割据”现象明显,广电系统内部未能形成合力。

业务运营模式单一且用户规模不断下滑。中国广电现有业务收入构成主要包括收视维护费收入、增值服务费收入、卫星落地费收入、节目传输费收入、宽带使用费收入、城建配套费收入和入网费收入等。其中,收视维护费和增值服务费是主要收入来源,业务结构较为单一且产品竞争力不强;同时,随着信息来源和渠道的多元化,有线电视用户规模下滑趋势明显。

移动网络运营及管理经验欠缺。在进入移动通信领域之前,中国广电主要运营有线电视及固网宽带业务,对于移动通信领域的网络运维、产品设计、用户服务等缺乏经验。

核心资源不足。中国广电在设备、资金、人才等基础资源上存在较大的不

足。在设备上,中国广电缺乏开展移动运营的接入网、核心网、承载网等设施设备资源;在资金上,中国广电缺乏在5G网络建设及全国频谱整合过程中清频、重耕所需的大量资金;在人才上,中国广电存在高端人才流失、专业人才短缺、专业团队转型乏力等问题。

中国广电5G业务发展思路

2020年,中国广电首次提出“以用户服务为中心”的“圆心战略”及“359”发展设想,强调以用户为中心、市场为导向,以快速响应服务、精准配置资源等为目标,建设极简网络及扁平化组织架构,聚焦5G、有线电视(宽带)与媒体内容及创新业务三大板块,并在5G共建共享、内容创新、全新运营架构搭建等方面发力。综合中国广电所提出的业务发展思路,预判中国广电将重点从以下3个方面进行突破。

通过共建共享、升级改造迅速开展5G网络建设

在700MHz 5G无线网络建设上,中国广电已与中国移动达成共建共享协议,且建设费用由中国移动先承担,大

大减少了中国广电的建网资金压力,为中国广电两年内实现网络全覆盖提供了保障。网络建设完成后,预计中国广电将通过网络租赁方式开展“192”号段放号,并通过“异网漫游”等方式开展业务运营。同时,中国广电将持续深化“全国一网”整合,推进全国有线电视网络IP化、云化、智能化及融合化改造,实现与其他运营商网络之间互联互通。

借助多媒体优势,打造差异化内容及服务

作为与三大运营商差异化发展的突破点,预计中国广电将大力发展5G NR广播业务,并重点聚焦3种业态。一是传统电视频道广播服务:基于广播电视发射塔、5G蜂窝基站,广域内实现传统电视频道在移动智能终端上的基础单向线性直播。二是新型交互化视频广播服务(主要模式):基于5G蜂窝基站,对热点视频内容进行智能化蜂窝广播,提供电视频道直播游戏电竞、演唱会、明星带货等。交互化全种类视频广播服务,其中包括各种类型互联网直播、音视频点播、4K/8K/AR/VR视频服务。三是融合多媒体信息广播服务:

支持公共安全、应急交互广播、V2X车联网、物联网等新型多媒体信息类广播应用。

中国广电既要发挥5G NR广播业务的差异化优势,也需要高质量精品内容的支撑。CBS、HBO、Netflix等国外电视台在优质内容的投资、制作、播放等环节都进行了精心部署,从而赢得了大量用户,其经验值得国内广电系统借鉴。目前,全国各地广电公司拥有一定的本地内容资源与牌照优势,预计中国广电将通过整合内容生产、制作、存储、分发等资源,逐步建立全国统一的内容聚合及分发平台,并结合5G NR广播为用户提供沉浸式XR、超高清实时传输等创新视频服务。

同时发力个人、家庭、企业、政府市场

中国广电提出将基于有线业务和5G业务,打造“电视+宽带+5G+卫星直播+X”全媒体、全融合的业务体系。预计中国广电后续将通过“以固拓固”方式不断提升广电宽带业务的质量及用户规模,重点发展宽带电视、智慧家庭等业务;并通过“以固带移”的方式向



移动业务渗透, 延伸发展视频、云服务、游戏等业务。

同时, 中国广电作为“党媒政网”, 也是国家电网、阿里巴巴等大型企业股东, 预计将在企业及政府的特定应用场景进行拓展, 包括党政、智慧城市、公安、公共服务、社会治理、电网、电商、农业、数字乡村等广覆盖场景。

中国广电与运营商的合作情况

2022年初, 中国广播电视网络集团有限公司与中国广电网络股份有限公司注册成立中广电移动网络有限公司, 专业负责5G业务的统一运营, 但市场侧的竞合模式尚未明晰, 与另外三大基础运营商竞合共存。预测中国广电将细分区域, 在利益冲突低的区域, 与三大运营商展开合作; 在其他区域开展常规竞争。

与中国移动在网络侧共建共享

中国广电与中国移动目前的合作主要在网络侧共建共享700MHz无线网络, 市场侧暂未有合作动态。根据协议, 中国移动先行承担全部网络建设费用, 中国广电以网络租赁或流量结算方式向中国移动支付网络使用费; 后期中国广电可根据估价和协议, 分阶段向中国移动购买50%的700MHz无线网络的相关资产。中国广电的网络建设压力由此大幅减轻。

联合中国联通推出融合产品

自2018年开始, 中国广电与中国联通陆续在河北、湖南、江苏、青海等省份达成合作。2021年11月, 中国广电内蒙古网络有限公司与中国联通内蒙古分公司签订战略合作协议, 基于双方业务优势, 推出合作专属融合产品, 融合产品具有价格低和媒体内容丰富的优势, 在市场上具有较强的竞争力。

中国广电入局5G对电信市场格局的影响分析

差异化内容对市场格局基本无影响

优质电视直播内容并非广电网络独占资源, 而传统有线电视也并无内容优势。因此, 总体来说“DVB+OTT+5G”的发展路径不具有很强的市场竞争力。

具体来看, 一是内容方面的直播频道非独家。央视3、5、6、8精品频道获得广泛许可授权, 非广电独家占有。二是电视已逐渐管道化。中短视频平台用户活跃度激增, OGC(职业)、PGC(专业)、UGC(用户)等生产模式成熟, 有线电视难免被管道化。三是有线电视用户规模下降。有线数字电视虽努力向光纤化、IP化升级, 但由于不断受IPTV、OTT及移动互联网的侵蚀, 已逐渐不被年轻群体认可; 即使DVB+OTT模式设置互联网视频专区、独立APK等, 以及与CP/SP方合作推出DVB+OTT融合机顶盒或垂直领域化的TV终端产品, 也难挡下滑趋势。

此外, 从产业链的角度看, 广电体系既是三大运营商的内容上游供应商, 在传输播控等环节也是竞争者。广电集团内部需要自上而下逐步整合, 涉及各个省市公司的利益, 资源整合过程存在诸多难题。

5G广播对to C流量经营有重要影响

3GPP 在R17版本中, 已立项支持5G NR广播业务, 支持用户随时随地观看广播电视节目或享受数据服务。5G NR广播可传输多路1080P高清视频/4K超高清视频, 不受限于用户所使用的运营商网络, 也不消耗任何音视频数据通信流量。在支持Free-to-Air模式后, 中国广电将实现无SIM卡接收模式, 对中国电信、中国移动、中国联通未来to C业务的流量经营均将产生重要影响, 但具体影响还需要结合视听内

容、终端类型、套餐资费、信号覆盖等因素综合考虑。

未来5G通用终端可以接收在相同无线资源下传输的5G广播信号。有两种方式可以实现这一功能: 一是基于5G蜂窝基站, 主要是与中国移动共建共享的48万座5G基站来进行广播信号传输; 二是通过广播电视发射塔, 主要是中央发射塔发射5G广播信号便能实现即使用户手机没有SIM卡也能接收到广播信号。

融合业务模式或侵占5G中低端市场

中国广电“电视+宽带+5G+卫星直播+X”全融合业务体系对目前运营商存量市场影响有限, 对家宽与电视新增、5G中低端新增市场有一定影响, 但影响的周期相对较长, 三大运营商有较充分的应对时间。

在家宽市场, 2020年全国家庭宽带渗透率为34.3%, 宽带市场仍有较大的增长空间。从整体来看, 中国广电发展初期在网络速率、质量、品牌形象营销上并无明显优势, 但低价竞争仍会分流部分新增规模。在“数字乡村”加速推进的背景下, 预计农村、边远地区市场分流效果更为明显。

在IPTV市场, IPTV电视业务整体增长良好, 但基于广告付费、内容付费、流量分发、电商等模式, OTT将逐渐成为电视大屏的“主要赛道”。从移动互联网发展趋势以及三大运营商的发展方向来看, IPTV将逐步切换至OTT, 广电内容牌照对大屏内容供给侧制约程度也随之下降。

在5G用户市场, 由于移动to C市场基本饱和, 中国广电将利用“以固带移”模式抢夺用户, 但中国广电在资金、经营管理能力、人员队伍、技术能力等方面缺口较大, 短时间内无法迅速补齐短板。因此短期内5G用户市场格局不会有太大变动。CW

我国工业互联网 创新发展的趋势、挑战及建议

■ 中国工业互联网研究院政策研究所 张杰斐

自深入实施工业互联网创新发展战略提出以来,我国工业互联网创新发展迈出坚实步伐,有力推动了制造业数字化、网络化、智能化转型,有力推动了经济高质量发展,并取得了一系列阶段性、标志性、引领性成果。我国工业互联网在政策导向、基础设施建设、融合应用创新和产业基础构建4个方面呈现出了新的发展趋势,也在发展认识、发展安全、发展速度及发展模式4个方面面临着一系列挑战。未来,我国应保持战略定力、加强政策支持、夯实产业基础、强化融合应用,推动工业互联网创新发展持续走深向实。

我国工业互联网创新发展的趋势

政策关注方向“由建转用”

工业互联网创新发展的4年,是“以建为主、示范带动”的4年,面向发展新阶段,工业互联网将加速转向“以用为主,以用促建”的新方向。4年来,以国务院《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》为引领,工信部先后出台网络、平台、数据、安全、应用多项政策。在工业互联网专项工作组统筹协调下,2018—2020年工业互联网三年行动计划超预期完成。依托工业互联网创新发展工程,建设了一大批公共服务平台,形成

了一批具有标杆效应的试点示范项目,完成了一批产业示范基地建设,示范引领作用不断增强。2021年以来,工业互联网相关政策及试点示范加速向行业应用深入推进,对“工业互联网+园区”“工业互联网+产业集群”等不同形态载体强化支持引导,对“5G+工业互联网”在钢铁、化工、建材等重点行业应用强化统筹推进,对“工业互联网+安全生产”“工业互联网+绿色低碳”等特定领域拓展强化融合创新应用,对大型集团型企业、中小企业等不同主体强化分类施策。此外,全国31个省(区、市)均出台地方政策,多个省份不断丰富政策“工具箱”,利用重大技术装备研发、技术改造、智能制造等多种支持方式,推动设立工业互联网产业基金,引导社会资本积极布局,面向地方优势产业加快推动工业互联网行业应用。

基础设施建设“从有到强”

过去4年,工业互联网功能体系建设逐步完善,“从无到有”形成了与工业互联网发展阶段相适应的基础设施体系。网络体系不断夯实,高质量外网建设基本实现全国地市全覆盖,连接工业企业近20万家,5G等新型网络技术推动企业内网改造加力提速。标识建设、应用和管理一体化推进,五大顶级节点投入运行,建成二级节点169个。平台体系加速构建,全国建成工业互联网平台

近1000个,其中具有一定行业和区域影响力的工业互联网平台超过150个。15个跨行业、跨领域综合型平台稳健发展,一批特色型和专业型平台持续涌现,多层次系统化平台体系初步形成。数据体系建设初见成效,国家工业互联网大数据中心“1+N”体系基本建成,已形成覆盖京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝双城经济圈的体系化布局。安全体系持续完善,监测范围已覆盖14个重要工业领域、140个重点平台、11余万家联网企业,威胁监测和信息通报处置



不断加强，安全保障能力持续提升。下一步，工业互联网基础设施建设将充分结合制造业数字化转型的实际需求和现实场景不断深化，继续找准新方向。

融合应用创新“由点到面”

工业互联网创新应用已从龙头企业内部拓展到产业链上下游，应用环节加速从“研产供销服”各环节单点应用，向全环节、全流程综合集成应用和多领域系统创新延伸。应用模式逐步构建，探索形成平台化设计、智能化制造、网络化协同、个性化定制、服务化延伸、数字化管理等六大典型应用模式，涌现出如老板电器茅山智造基地的“黑灯工厂”、中国商飞“基于工业云的飞机研制系统”、波司登“GiMS服装智能制造系统”等一批典型新模式案例。应用范围不断延伸，已拓展至钢铁、机械、电力、交通、能源等40余个国民经济重点行业，形成了千姿百态的融合应用实践。随着“512”工程的扎实推进，“5G+工业互联网”在建项目超过1800个，覆盖

电子设备制造、装备制造、钢铁、采矿等20余个重点行业，打造了上万个5G应用创新案例，逐步形成协同研发设计、柔性生产制造、无人智能巡检、生产过程溯源、设备预测维护等20个典型应用场景，助力企业实现降本、提质、增效、绿色、安全发展。

产业基础构建“容融创新”

工业互联网应用需求的快速增长以及应用场景的加速拓展，带动了基础软硬件快速发展，并推动产业基础软硬件向“兼容并蓄、融合创新”的方向迈进。2021年，我国工业软件实现收入2414亿元，同比增长24.8%。传感器市场规模约3000亿元，实现年均接近18%的快速增长，高于全球9.2%的平均水平。基础元器件产业化进程提速，工业5G芯片、模组、终端产品产业化不断加快，传统模组和终端向智能化方向演进，支撑更高级、更复杂的应用。如中国联通推动的雁飞5G模组，价格已经下探至500元；移远推出兼具5G和AI技术

的智能模组，实现极速5G连接和数据处理。关键技术研发体系化推进，“5G+工业互联网”、时间敏感网络、边缘计算、工业智能等相关领域的技术研究、标准制定和产业化进程基本与国际同步，工业互联网领域国家标准已发布60项，预计到2025年将达到100项以上。

我国工业互联网创新发展面临四大挑战

发展长期性与市场短视性不协调 对发展认识的挑战

工业互联网创新发展是一个长期的过程，其长期性是由数字化发展规律所决定的，也是由我国工业发展国情所决定的。工业互联网需要与行业特有的技术、知识、经验紧密结合，复杂性高、难度大。我国工业体量大、门类多、数字化水平不高，需求差异性大，个性化十分突出，建设成本投入大、周期长。但资本的逐利性、企业的生存压力对工业互联网发展和应用提出了高回报、快见效的要求。受限于长研发周期、高技



术壁垒、低投资回报，工业互联网企业难以获得资本市场青睐，如腾讯的市值超4万亿元，而工业互联网市值最高的企业——工业富联仅为2200亿元左右。工业企业尤其是中小企业，在推动工业互联网应用中困难重重，“不敢”“不愿”“不会”的现实问题层出不穷，“不转等死，转型找死”的数字化转型忧虑频现，均在一定程度上影响了社会各界对于工业互联网发展认识的协调统一。

产业基础薄弱与转型持续深化不协调对发展安全的挑战

目前，我国工业互联网基础软硬件国产化程度低，“先者愈先、强者愈强”的产业格局不易突破，关键技术产品受制于外国，如研发设计类软件、高端工业传感器高达90%的市场均被国外企业垄断，又如智能传感器全球市场规模预计到2027年将超过900亿美元，主要依赖霍尼韦尔、英飞凌等国外企业提供。网络与系统集成以国外技术为主，我国处于产业价值链的低端，95%以上的高端可编程逻辑控制器和工业网络协议被国外厂商垄断。面对持续发展的数字经济浪潮、不断深化的制造业数字化转型大势，基础软硬件在工业互联网产业发展中的地位日益强化，但产业基础薄弱在短期内不易改变，这对产业技术创新体系整体效能提出了更高的要求。

资金支持有限与三重属性要求不协调对发展速度的挑战

工业互联网兼具基础设施、技术创新和产业发展三重属性，在资金支持多元性上有着较为复杂的需求，在资金支持强度上有着长期稳定的需求。作为基础设施，工业互联网具有战略性、安全性、外部经济性的特点，承载着实现产业基础高级化和产业链现代化的重要任务。在技术创新和促进产业发展方面，工业互联网深度集成云计算、大

数据等新一代信息技术，打通“云网边缘”，在加速通信技术、信息技术、控制技术聚合创新的同时，也在加速赋能行业应用，培育形成新业态。以上各环节均需要发挥政府投资的持续性和有效性，调动社会资本的积极性，推动政府与社会资本合作，凝聚各界合力。

商业模式选择与产业运行实践不协调对发展模式的挑战

工业互联网发展处于从探索起步向纵深迈进的阶段，无前车之鉴，无路径可依，发展路径和应用模式仍处于不断摸索中，盲目套用消费互联网“概念炒作-流量牵引-吸引投资”的发展思维，无法弥合产品服务、解决方案与行业实际场景需求痛点之间的鸿沟。消费互联网用户对平台服务需求的共同性大于异质性，较为容易出现需求方规模经济效应以及“赢者通吃”的情况，而工业互联网涉及的应用场景更为复杂、标准化程度低、差异化和个性化程度高，缺乏规模经济的土壤，未来工业互联网的发展应是“千行百业、千姿百态”，每个行业都有特定的工业互联网系统解决方案。

措施与建议

“十四五”时期是我国工业互联网由探索起步转向快速推进的关键发展期，是从更好发挥政府引导作用转向更充分发挥市场主导作用的动力转折期。为持续推动工业互联网创新发展，需要在以下4个方面加力提速。

一是保持工业互联网战略定力。准确把握当前工业互联网所处的发展阶段，进一步加大对工业互联网的政策引导和支持力度，进一步凝聚工业互联网创新发展共识，避免各种新概念炒作，进一步协调各方发展思路。在充分考虑我国产业基础和工业发展国情的基础

上，进一步保持战略的延续并扎实推进——一家企业接着一家企业挖潜，一个行业接着一个行业推广，一步接着一步扎实前进。

二是加强政策支持力度。持续强化政策协同，进一步加大财政支持力度，加大技改资金投入，从针对设备、技术的支持转向对数字化转型的支持。探索建立多元化、多渠道社会投入机制，加强对中小企业数字化转型的资金扶持，用好普惠型财税支持政策。充分发挥试点示范效应，有序引导企业充分发挥自身优势向专业化发展，培育一批行业领军企业。

三是夯实产业基础支撑。推动智能芯片、智能传感终端、“AI+工业软件”等方面融合创新，推动开展新型工业网络应用创新，强化产业大脑、5G全连接工厂等领域集成创新。持续推进工业互联网标准体系建设，基础共性、关键技术、典型应用等领域的标准制定工作亟需完善。依托“新工科”建设，完善工业互联网学科专业体系，打造一批实训基地，培养应用型、复合型、创新型人才。

四是强化融合应用创新。推动工业生产制造服务体系智能化升级、产业链延伸和价值链拓展，形成大企业建设引领、中小企业广泛应用的发展范式，培育推广一批符合中小企业实际需求的数字化平台、系统解决方案、产品和服务，进一步促进大中小企业融通发展。加快重点行业数字化转型，围绕高价值设备资产管理、安全环保管理优化、规模化定制、供应链追溯等行业实际需求，有序引导工业互联网相关企业开展赋能服务。持续开展工业互联网试点示范工作，打造一批应用创新示范标杆，探索构建基于工业互联网的数据模型交易、供应链中介服务商业模式，推广先进生产模式、资源组织方式、创新管理和服务形式。 

5G开放平台小基站撬动垂直行业大市场

■ 本刊记者 舒文琼

业界期盼已久的5G小基站商用部署在2022年迎来实质性进展：1月初，中国电信发布《2022年5G扩展型小基站设备技术测试公告》，为5G小基站集采进行前期准备。据悉，中国移动和中国联通也启动了相关测试，这意味着5G小基站商用部署近在咫尺。

与宏基站市场结构相对集中所不同的是，参与本次技术测试的厂商共有20家左右，其中包括联想、佰才邦、杰赛、亨鑫、锐捷、共进等非头部厂商或者新晋厂商，其产品的共同特点是基于开放平台。

开放平台小基站为引入更多市场参与者提供了可能，从而助力运营商更精准高效地满足垂直行业用户的个性化需求。

打破传统一体化架构

在5G小基站市场上，传统头部厂商积淀深厚，形成实力强劲的第一集团。华为的LampSite、中兴通讯的QCell、爱立信的RDS、诺基亚的ASiR都是非常成熟的5G小基站产品。

除了头部厂商，一些中小型设备商持续深耕，另有一些新晋厂商异军突起，推出了各具特色的产品，成为5G小基站市场上的重要力量。其基于开放平台的小基站为降低行业门槛、引入更多市场竞争、更好地满足垂直行业个性化需求提供了可能。

开放平台小基站是相对于一体化基站的一种新型基站。从结构来看，开放平台小基站包括主机单元、扩展单元和远端覆盖单元：主机单元完成基带部分信号处理、上下行信令交互与业务处理；扩展单元完成射频域上下行信号和数据的汇聚与分发；远端覆盖单元具备微功率射频收发功能，实现室内信号的分布式覆盖。开放平台小基站采用通用处理器平台，天然支持软硬件解耦，支持基站基带与MEC一体化设计，而传统厂商的基带部分是专用硬件。因此开放平台小基站打破了传统的一体化基站架构，降低了技术门槛，使得更多厂商参与竞争成为可能。

目前，已有众多厂商基于开放平台推出了具有市场竞争力的产品，在运营商技术测试中取得了不俗表现，有望在未来的5G小基站集采中获得一席之地。“我们已经顺利通过了两家运

营商的技术测试，正在全力以赴准备第三家的技术测试。”某小基站厂商的技术负责人告诉记者。

可以预见，在未来的5G小基站市场中，新晋厂商有望与传统头部厂商同台竞技，他们将凭借各自的技术和市场优势，寻找到属于自己的市场位置，并且合作互补，共同推动5G服务千家万户、融入千行百业。



筑牢垂直行业网络底座

5G时代，移动通信融入千行百业，赋能经济社会数智化转型。而千行百业的需求呈现碎片化、复杂化的特点，很难用统一的网络部署方式满足所有的差异化需求。5G小基站具有灵活、敏捷、低能耗、高性价比等特点，能够很好地适配各种各样的需求。特别是5G开放平台小基站，凭借独特的技术和市场优势，必将构建起垂直行业的5G网络生态基石。

从技术角度看，开放平台支持接口开放，使得5G网络能够与光纤网络、Wi-Fi、UWB、蓝牙等多种形式的网络扩展连接，将大带宽、精准定位等能力开放到本地，真正做到确定性时延、融合安全、经济高效，实现5G NR与垂直行业已有信息化体系的融合。

从市场角度看，垂直行业具有个性化、碎片化、长尾化的特点，传统头部厂商无暇为每个用户提供定制化服务，而开放平台小基站厂家众多，可以借助丰富的产品形态、多样化的建网模式，充分满足中小用户需求。随着更多市场参与者的引入，5G小基站的价格有望步入下降通道，不仅节省运营商的建网成本，还将降低价格敏感的行业用户的成本支出。

目前，我国5G行业应用已经实现了“从0到1”的突破，正在实现“从1到N”的飞跃。5G开放平台小基站的商用将助力夯实网络根基，加速5G行业应用规模复制和推广。 

智简小基站赋能垂直行业数智化转型

■ 中国移动研究院无线与终端技术研究所 曾凯越 程锦霞

5G商用至今已步入赋能垂直行业的关键期,为进一步扩大5G对社会企业数智化转型的引导作用,实现5G网络规模复制,业界需要深入探索行业应用,挖掘不同用户、不同应用场景的差异化需求,打造真正匹配行业需求的技术解决方案。随着国内外5G专网的推动以及云计算、大数据等新兴技术的结合应用,行业对5G专网的需求也在向云、网、业协同融合的方向演进。

深入行业,把握5G专网四大需求新趋势

基于国内运营商、设备商等“从0到1”的5G专网部署实践经验分析,可以发现当前企业数智化转型对于5G网络存在能力定制、成本可控、部署敏捷、使用简便四大诉求。

第一,能力定制。不同行业和应用对网络性能、安全、能力等存在个性化需求,如某汽车制造工厂要求生产控制过程的时延小于4ms、某矿山对定位能力提出亚米级精度要求等。上述不同行业的个性化需求需要定制化方案才能满足。

第二,成本可控。行业用户普遍注重网络性价比,尤其部分企业用户信息化改造预算有限,价格敏感。5G专网需优化端到端成本,降低行业准入门槛。

第三,部署敏捷。网络建设需匹配用户生产节奏,不仅简单快速,而且能将网络与业务一站式打包交付。如某些煤矿、工厂要求周级甚至天级的开通时限,以尽快跟上生产节奏;另外多数工业企业提出网络与业务预集成的诉求,期望快速获取一站式解决方案。

第四,使用简便。用户要求专网产品互联网化,支持线上订购、自主化使用、简便化运维。如某些制造业企业、煤矿要求网络状态本地可视可管、网络轻量化运维,并打通各数据,实现系统统一管理和自主化服务。

基于以上四大需求,小基站作为垂直行业绝大多数场景专网部署的重要产品形态,在赋能行业的过程中将发挥关键作用。

立足需求,构建5G智简小基站五大能力要素

中国移动立足网络能力优势,基于云网融合发展策略,致力于打造“连接+算力+能力”综合服务。围绕5G行业专网特点和需求,考虑到基站可发挥天然分布式部署和泛在接入的优势,因此面向行业打造5G智简小基站,具备“网络极简、能力模块化、服务一体化、部署敏捷化、运维智能化”五大能力要素,综合匹配行业对能力定制、成本可控、部署敏捷、使用简便的四大需求。具体如图1所示。

能力要素一:网络极简。面向特定行业场景按需简化网络软硬件功能、通信流程、网络架构,甚至通信协议栈,降低网络规划和建设复杂度。

能力要素二:能力模块化。网元设备、网络能力、应用能力模块化,面向不同行业场景和需求可按需复用和灵活组合,构建面向特定行业场景的信息服务总体方案。

能力要素三:服务一体化。按需集成网元、使能平台、云服务平台、行业应用平台、运营平台,提供“优质连接+丰富能力+统一管理”的云、网、业一站式交付能力。

能力要素四:部署敏捷化。通过一体化设备集成和云化技术简化网络建设,实现快捷的网络部署、算力部署和服务部署,缩短网络交付开通周期。

能力要素五:运维智能化。围绕智简小基站向用户提供自服务、自运维门户和平台,帮助用户实现下单易操作、操作界面看得懂、需求映射自动化、资源编排自动化、网络运维智能化、业务优化自适应。

智简小基站以上五大能力要素,一方面基于云化和开放特性,敏捷集成行业定制应用,帮助运营商实现从连接到能力和算力的价值拓展;另一方面通过产业合作,联合构建起互利共赢的协作生态,可进一步助力产业实现数智化转型升级。

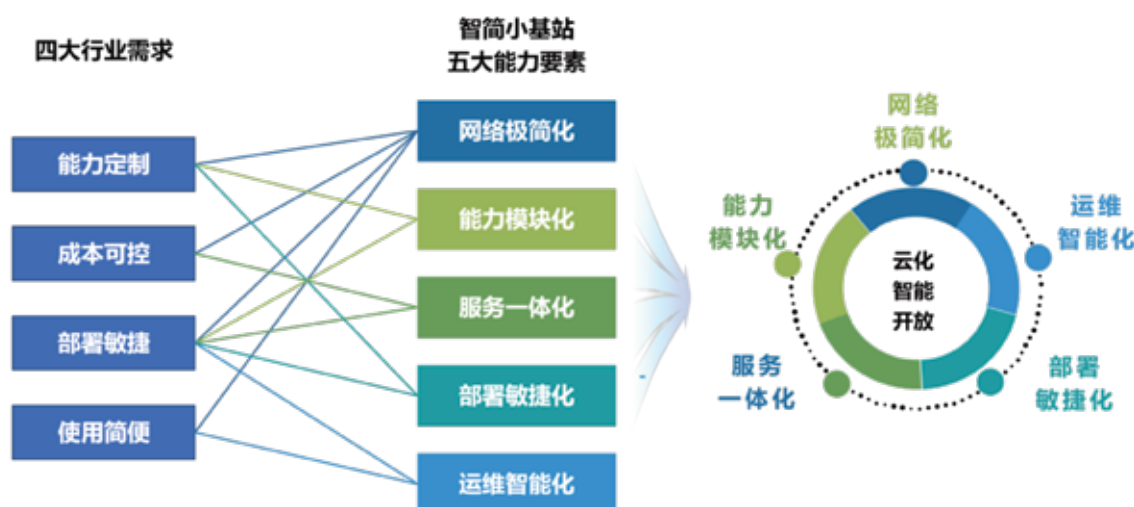


图1 5G智简小基站的能力要素

深入实践，打造云网业一体化小基站方案

当前产业通用化技术渐成规模，基站可基于通用服务器打造统一云底座，实现全云化演进，未来可基于规模化部署实现成本降低和资源的统一管理。由此结合智简小基站能力体系和理念，推出云网业一体化小基站产品实现方案，通过“连接+算力+服务”一体化部署，不仅提供基础网络连接能力，同时基于一站式IaaS、PaaS、SaaS实现丰富的能力开放和严选应用部署，打造一体化核心增值服务。面向行业可提供低成本、敏捷、简便、能力丰富的一站式专网服务，精准匹配行业需求。云网业一体化小基站的实现方案如图2所示。

云网业一体化小基站兼具网、云、业综合能力，面向垂直行业用户提供“优质连接+丰富能力+业务集成”一体化服务。

第一，在网络能力方面，云网业一体化小基站提供本地数据不出园和分级分档的SLA网络保障。支持本地流量直接转发，低成本、快速满足数据不出厂的安全隔离需求；分级网络能力不仅提供超级上行、超低时延、超高可靠等极致性能，还提供多个等级的速率、时延、可靠性以及确定性保障能力，精确匹配不同场景、不同业务的差异化SLA保障要求。

第二，在云服务能力方面，一站式IaaS、PaaS、SaaS平台不仅为边缘业务部署提供本地算力，还可封装多种网络能力组件、IT通用能力组件、行业特色应用组件，并通过MEP统一网关实现网络能力对外开放，赋能行业应用。

第三，业务集成服务方面，可支持网优

APP、第三方行业APP定制和预集成，如面向工业提供AGV导航、PLC远程控制；面向矿山行业提供定位、视频监控等应用，总体实现业务预集成和一体化服务。

目前云网业一体化小基站已面向工业制造、化纤纺织、矿山、医院、文娱、校园等不同行业场景完成试点验证。网元集成、能力集成、算力集成、应用集成极大地简化了网络架构和配置，节省传输资源和硬件投入，降低施工成本，真正实现网络极简化的能力、部署敏捷化、服务一体化、能力模块化、运维智能化。

总结与展望

随着5G应用在垂直行业的不断深入，云、网、业融合已经成为产业的技术趋势，智简小基站能力体系以及云网业一体化小基站的多方试点验证了市场预期，不仅得到了行业用户的认可，还引领了产业的演进方向。后续中国移动将继续推进智简小基站的能力完善和持续发展，并与产业界共同携手，推进云网业一体化小基站方案不断落实，协同创新，形成合力，共同赋能行业数智化转型。

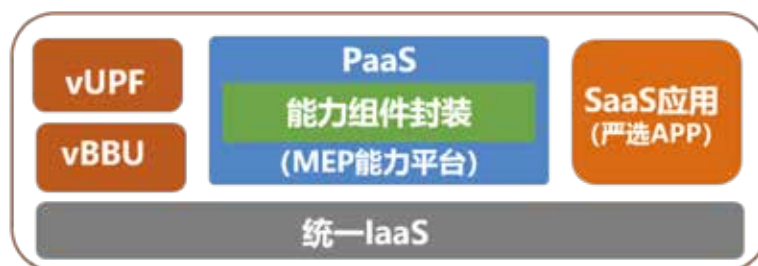


图2 云网业一体化小基站的实现方案

SD-WAN技术结合无线网络在专线业务保障方面的应用

■ 中国移动通信集团新疆有限公司 王涛

随着无线网络与专线传输网络的发展,电信运营商的集团客户专线业务不再局限于某一种技术或解决方案,融合组网给专线业务带来了多种可行性方案,其中,将SD-WAN技术应用于专线业务保障的解决方案。进一步确保了专线业务的稳定性、可靠性。本文旨在为相关技术人员提供借鉴,以持续提高SD-WAN技术在专线业务领域的应用程度,推动我国基础通信行业稳健发展。

传统企业的网络连接往往采用SDH (Synchronous Digital Hierarchy, 同步数字体系)、PTN (Packet Transport Network, 分组传送网)、OTN (Optical Transport Network, 光传送网)等专线方案,而通信网络的中断会给企业的生产、销售和服务带来巨大的影响,甚至造成经济损失。一些对通信保障要求高的行业(如金融、证券、政务等)客户,在投资租用专线电路进行组网的同时,往往还要投入很多资金用于租用备份电路,造成了网络建设和运营成本的增加;且传输专线电路受资源情况影响大,部署周期长,不利于企业快速部署业务。而当无备用通道的专线电路中断时,只能定位并抢通链路中断点,导致故障处理时限过长,影响用户感知。这时就需要采用一种组网灵活、不受限于传输资源的专线业务保障方案。

三种传统专线技术的特点

SDH专线

技术优点: SDH专线有统一的数据帧结构传输速率和标准的接口,完全兼容PDH;能够便捷地将高速信号分插出低速支路信号,实现信号复用,简化了数字交叉连接(DXC),进一步优化了网络业务传输的透明性;采用了分插复用器(ADM)、DXC,因此强化了网络自愈及重组功能;组网配置很灵活,能够强化网络监控、性能管理和自动化配置,确保了传输网络稳定可靠,实现了所谓的“刚性通道”。

技术缺点: STM-N帧中用于OAM功能的开销字节较

大,STM-1所占用的传输频带要高于PDH E4的传输频带;SDH指针功能增加了系统的复杂性,主要原因是指针功能会引起网络边界综合抖动,从而导致信号性能劣化;SDH设备区分群路和支路,设备整体接入能力受限于设备槽位、板卡及端口资源和交叉能力等因素;同时SDH的操作维护管理系统作为早期的自动化管理系统,在系统优化及系统安全防护等方面还有很多不足,也给SDH网络带来较大安全隐患。

PTN专线

PTN支持多种基于分组交换的点对点、点对多点连接传送,同时具备粗细网络带宽颗粒业务端到端的混合组网能力,提供了具有IP特性的所谓“柔性带宽”管道;实现了电信级50ms内的电路保护。

技术优点: 一网多用,可同时承载无线TDM、ATM及以太网等多种业务;路由配置简单,从A端到Z端配置路由由即可实现点到点或点到多点传送,中间多个节点无需配置路由;QoS保障能够保证TDM、ATM等高速数据业务低时延、低抖动和高带宽的需求,同时具备数据流分类、带宽便捷管理、配置业务优先级和拥塞管理能力;网络易于扩展,因在城域/本地网范围内数据业务广泛密集分布,使得PTN网络易于向下扩展;网络建设成本低于SDH。

技术缺点: 虽然PTN环网保护支持Steering保护和Wrapping保护,但Wrapping保护倒换时间较长且易在倒换时出现数据丢包,不能确保业务的实时稳定;与基于SDH的MSTP、ASON网络不能兼容;由于分组交换网络与TDM网络的特性不同,在分组交换网络上传送TDM业务会发生分组丢包、乱序及抖动等问题;另外PTN网络OAM配置涉及VLAN、IP地址等相关配置,也给单节点结构调整带来较大工作量。

OTN专线

OTN指在光纤通信中实现业务信号的传输、复用、路由选择和监控,并保证各项性能指标和业务信号生存性的传输



图1 SD-WAN智能终端点对点专线开通场景

网络。OTN技术主要是将SDH较为完善的OAM系统理念与WDM光传输网络进行功能结合，重点弥补了WSM网络在性能指标和操作维护管理等方面的不足。

技术优点：可以支持多种用户信号映射封装和透明传输（包括SDH、ATM、以太网）、高带宽的复用交换和配置（最小交叉颗粒为约2.5 Gbit/s的ODU1）；具有强大的开销支持能力和OAM系统功能，支持多层嵌套的TCM（嵌套串联连接监视）功能，同时具备FEC（向前纠错）支持能力；支持大颗粒的带宽复用、交叉和配置，尤其对用户高宽带传输业务的适配和传输效率有显著的提升；提供了与SDH类似的开销管理能力，增强了OCh层的数字监视能力，还提供TCM功能；同时通过OTN帧结构、ODUk交叉和多维度可重构光分插复用器(ROADM)的引入，增强了组网和保护能力。

传统专线业务运维方面存在4个问题

SDH的设备退网

以X省为例，该省从2020年起停止了SDH网络的规划建设，即停止了扩容骨干网、城域网SDH设备板卡及新增接入网SDH设备。目前接入网在网SDH设备约2万台，运行年限均在8年左右。且SDH设备生产商停止了板卡及接入设备的生产销售工作，直接导致了运营商无法采购用于应急抢通和业务保障的备件，该省甚至出现了部分故障频发地区多次利旧拆机回收设备的情况。老旧设备带来了专线故障隐患，也给专线业务增加了极高的运行风险。

PTN的配置复杂

随着PTN技术的应用推广，目前PTN市场形成“寡头垄断”的态势。X省内由3个PTN设备厂家分地市完成PTN传输网络骨干、城域及接入网建设工作，OMC网管配置页面及操作方法也各不相同，一是对网管配置人员的专业水平要求较高，二是新上线业务配置及故障定位的处理过程也较为烦琐。

OTN的覆盖不足

OTN作为新一代传输网络技术，由于其“大带宽复用”“刚性通道”等关键特性，很快被作为传输网络的重要发展技术，也被作为下一代集团客户专线网络的解决方案。但OTN整张网络建设需要时间，多数省份仅完成了骨干网元及核心网元节点的建设工作，汇聚层及接入层的建设覆盖仍有待提高，普通集团企业用户选择通过OTN技术开通专线业务或者作为专线备用保障方案的成本仍非常高。

偏远点位光缆覆盖不足

目前多数城区的光缆传输线路资源覆盖已经较为理想，很多企业用户机房点位可以实现双方向、双路由保护。还有很多偏远地区的点位仍存在专线刚需，比如视频监控、平安乡村、智能安防等业务对专线不中断要求很高，但由于点位偏远，针对双方向、双传输线路路由的开通保障方案因客观条件不足无法建设，或者建设投资很大、投资收益比很低，同时单路由的专线解决方案也带来了业务质量隐患，一旦线路中断，用户业务的恢复时长将完全取决于线路的抢通时长。

SD-WAN技术的特点

SD-WAN是将SDN技术应用到广域网场景中所形成

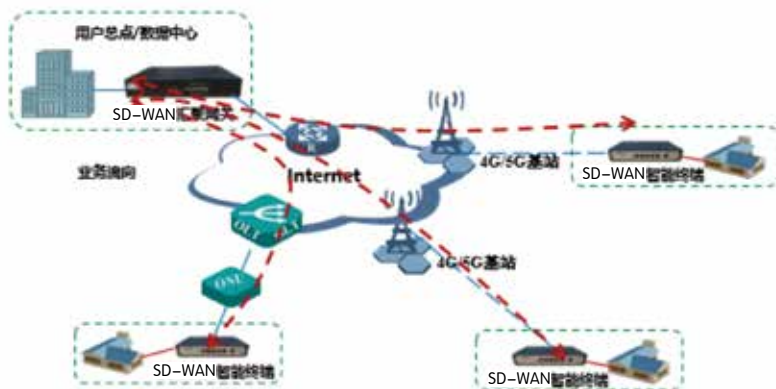


图2 SD-WAN智能终端对多点（总部分支互联）组网场景

的一种服务, 目前这种新服务已经用于连接跨区域的企业节点、IDC大数据中心和云计算中心等。

SD-WAN技术的主要优点: 网络可视化, OAM系统可通过SC完成对所属终端CPE设备的配置, 操作系统界面更简洁, 无需呈现中间传输网元, 仅通过两端CPE配置即可完成端口模式、业务带宽速率及安全加密方式的配置; 网络模型多元化, 组网更灵活, SD-WAN可与多种传输网络融合组网, 可通过在SDH/PTN/OTN/PON网络下挂CPE的方式实现业务组网, 也可通过4G/5G无线网络打通业务通道; 智能选路, 即可通过延时测试选择保护组网中的最短路径; “零配置”开通, 现场安装人员操作更简单, 真正实现了即插即用。

SD-WAN智能终端点对点专线开通场景如图1所示, SD-WAN智能终端点对多点(总部分支互联)组网场景如图2所示。

SD-WAN在专线保障方面的应用思路

X省地域辽阔, 很多客户业务点位较为偏远, 甚至离县城维护站上百千米, 在突发光缆中断故障时, 可能出现协调维护站维护人员无法及时赶到现场、无法快速准确定位光缆断点位置等情况, 导致客户业务中断时间较长, 影响客户业务维护满意度。根据业务维护手册“先抢通、后抢修”的原则, 应当先恢复客户业务, 再排查光缆中断断点, SD-WAN技术的出现提供了一种全新的专线业务保障方案, 即依托无线网络、运用SD-WAN技术实现“无线专线”的业务保障方案, 可以做到解决客户和运营商的燃眉之急。

方案优点一: 可通过4G/5G版本SD-WAN终端设备先抢通客户业务, 再处理传输光缆线路中断的问题, 及时恢复客户业务, 减少业务中断时长, 确保客户满意度。同时与传统传输专线保护相比, 无需部署光缆资源, 可大大节省网络建设成本。

方案优点二: SD-WAN终端设备现场配置简单, 终端可直达最终用户手中, 上电并上报MAC地址后就能开通业务, 现场维护人员或者客户均可以操作完成, 可在频繁中断的点位储备终端设备做应急恢复使用, 也可以为有条件的企业点位全量部署, 使其传输组网更加稳健。

方案优点三: 更便捷的管控方式, 可通过PC客户端或手机APP实时监控SD-WAN网络专线业务质量, 测试带宽、延时、丢包等链路情况, 也可以实时接收中断或性能劣化提醒, 实时控制、管理链路的质量情况、中断情况及告警情况等。

应用示例: 用户总节点/数据中心至分支节点, 主路由通过分组交换网等传统传输专线方式开通, 备用路由通过在汇聚节点及分支节点客户设备上旁挂SD-WAN终端设备的方式开通, 实现了在不破坏原有网络的状态下, 通过4G/5G无线网络接入互联网, 做到路由备用保护。具体实现方式可以启用OAM自动检测, 在主路由链路正常情况下, 无线路由链路不被开启; 当主路由链路异常中断时, 可自动切换至备用无线路由上保障业务不中断, 当主路由链路恢复后, 数据通道再自动切换至主路由链路。按此原理也提前在用户两端储备好SD-WAN终端设备, 用于被动应急抢通客户业务。

基于无线方式的SD-WAN与传统专线互为保护的组网方案如图3所示。

业务安全性分析: SD-WAN备用路由链路数据通过IPSEC加密, 自动过滤非IPSEC数据包, 确保了客户业务在互联网上的安全。

本文简单介绍了目前客户专线方面的主流技术和在专线保障方面存在的一些问题, 从快速抢修及路由保护等方面阐述了SD-WAN技术在专线业务保障方面的解决方案, 通过方案进一步介绍了SD-WAN技术具有组网灵活、终端“零配置”、隧道安全可靠、自动化管控及网络可视化等优点, SD-WAN技术结合无线网络更是体现出部署灵活、节省建设成本的极大优势, 为运营商在专线业务领域新增了一种解决方案, 也为用户自己组建稳定安全的网络专线提供了技术可能。☞

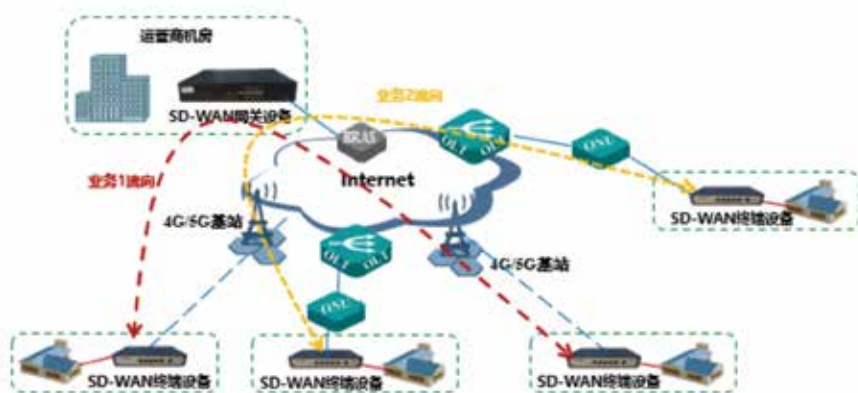


图3 基于无线方式的SD-WAN与传统专线互为保护的组网方案

5G助力智慧矿山数字化转型

■ 中国移动通信集团山东有限公司 程恩旺
中国移动通信集团山东有限公司菏泽分公司 杨芳震

我国矿业年产值超过6万亿元人民币，占全国GDP比重超过7%，在我国的经济运行中有着“压舱石”的作用。国家高度重视矿山行业的智能化发展，出台了《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》等多项政策，推动矿山行业的数字化转型升级。2022年，预计全国矿山智能化总体投资规模达千亿元人民币以上，能够带来长期稳定收益，5G智慧矿山正成为领军企业竞争的“新赛道”、战略布局的新方向、垂直行业竞争的新焦点。

矿山分为露天矿山和井下矿山两种，智能露天矿山“无人化”“少人化”是发展趋势，重点推广无人矿卡作业、矿用机械远程控制两大场景，打造本质安全型矿山；智能井下矿山推进5G基站本安隔爆认证，重点拓展5G井下融合组网、高清视频监控、无人化采掘三大类场景，提升井下作业安全水平。

如表1所示，5G智慧矿山体现在远程设备操控（5G+矿用机械远程控制、5G+无人矿卡作业）、目标与环境识别（5G+高清视频监控）、大数据采集、5G+井下融合组网等应用，这些都是助力企业降本增效的典型应用场景。

5G网络的接入不仅意味着“速度变快”，更体现了信息交互、万物互联的时代变革。同时，5G应用对解决矿山安全生产和降本增效的核心诉求将产生巨大的影响。

5G技术引领智慧矿山数字化转型

矿山发展经历了传统矿山（控制电气化、装备机械化、人工决策执行等）、自动化矿山（机电一体化、仪器/仪表自动化、IT应用等）、智慧矿山（装备智能化、控制协同化、决策在线化）3个阶段。

智慧矿山的发展趋势必然是“机械化换人，自动化减人”。5G增强移动宽带（eMBB）、低时延高可靠（uRLLC）、海量机器类

通信（mMTC）三大特性可有效解决有线技术移动性差、组网不灵活、井下环境铺设困难等问题，突破现有无线技术在可靠性、连接密度、传输能力等方面的局限，围绕无人采掘、矿卡无人驾驶等场景推进“5G+安全生产”落地。

5G 700MHz+2.6GHz打造矿山新型基础设施

5G 700MHz+2.6GHz端到端融合专网方案为矿山提供高可靠通信，能够满足复杂工况环境中对通信网络高带宽、低时延、泛在化的需求。轻量化5G行业核心网占地小、功耗低、高度集成、一体化运维，且整体网络架构、传输抖动性及稳定性完全优于传统5G单频组网，为5G高清视频通话、矿井采掘、机电、运输、“一通三防”等装备提供支撑和保障，实现低成本5G网络在井下重点生产场景的覆盖，为矿井装备智能化应用打下坚实的基础。

5G+行业应用提升企业生产力

5G网络允许大量无线设备组网通信，降低布线复杂度和难度，极大节约了井下设施空间；端到端（D2D）通信技术作为一种冗余通信技术，在5G技术条件下支持自组织网络及多跳技术，使得整个网络负载均衡且畅通，进一步提升网络通信的可靠性；5G技术可以显著减少链路传输的能量损耗，为智慧矿山的绿色通信提供技术基础；5G技术的低时延、高可靠性能提高智慧矿山的安全性与效率。5G整体解决方案在智慧矿山的全面应用，极大程度提升了设施运行数据的安全性，同时能够实时监测整体运行情况，显著提升维护效率，融合组网可降低矿山5G组网建设成本40%以上。

表1 5G智慧矿山典型应用场景分析

行业	细分应用领域	5G应用价值与应用场景	设备操控	目标与环境识别	信息采集与服务
智慧矿山	露天矿	5G+高清视频监控；5G+矿用机械远程控制；5G+无人矿卡作业	√	√	√
	井下矿	5G+井下融合组网；5G+高清视频监控；5G+矿用机械远程控制	√	√	√

5G+行业应用解决方案

产学研生态面向矿山行业提供了“1+1+4”整体解决方案,包括1张5G专网、1个矿山行业工业互联网平台、4个应用场景。

1张5G专网

矿山网络具备典型的生产区域封闭特点,对安全和性能有较高要求。针对5G+井下融合组网等网络实时性、上行速率要求高的场景,采用5G独立组网模式,提供专网专用、专属上行及定制化专网设计、建设和集成能力,以无线资源专用打造差异化能力。

1个矿山行业工业互联网平台

矿山行业工业互联网平台可接入矿山设备,并集成矿山各业务子系统、合作伙伴创新应用,实现有效整合、集中管控、及时处理,保障矿山各生产系统正常运行。

4个应用场景

一是5G+井下融合组网,以井下工业环网/SPN为传输网络主干,以5G无线物联网为分支主体,并融合多种无线通信技术,实现对井下各个区域的无线覆盖,可保障井下快速变化的通信需求。

二是5G+高清视频监控,实时传输井下人员、设备高清视频至地面监控平台,并基于机器视觉技术实现人员行为异常、设备故障、环境突变等不安全因素的智能识别与报警,实现井下作业透明可视化。

三是5G+矿用机械远程控制,基于5G专用网络,在矿用机械远程控制本体加装远程操控系统、配套的控制传感以及

视频监控终端,基于远程控制操作台和视频监控平台,实现矿用工程机械的远程控制,满足矿区无人化采掘场景需求。

四是5G+无人矿卡作业,基于矿用卡车改装、边缘计算、无人调度系统,实现矿卡的精准停靠、自主避障等无人驾驶控制和编组作业集群,提升矿区安全驾驶水平和工作效率。

山东能源集团5G云网融合智慧矿山项目

山东能源集团以煤起家,为推动传统煤炭产业脱胎换骨、提质增效,他们坚持“机械化换人、自动化减人、智能化无人”发展方向,积极推动互联网、大数据、人工智能、5G等新一代信息技术与煤炭工业深度融合,于2019年11月率先开通了全球首个5G井下网络。截至目前,已陆续实现了5G+电机车、5G+铲运车、5G+凿岩台车、5G+碎石机等场景应用,并投入生产运营。

网络部署方案

如图1所示,通过5G赋能智慧矿山建设,在井上矿区、井下作业区分别采用5G宏站、微站进行覆盖。

矿区场景以5G宏基站、微基站、室分为主,采用SA组网方案,新建5G BBU放置矿区机房、MEC服务器下沉到矿区机房内。

5G应用场景

5G远程操控实现“机械化换人、自动化减人”深度应用,带动矿业数字化转型,实现新旧动能转换。围绕井下凿岩、铲装、运输矿石等环节,落地5G+凿岩车、5G+铲运车、5G+电机车3个远程操控场景。

5G+AI井下智能凿岩:

炮孔定位精度提高50%以上,减少井下凿岩工人50%,效率提升200%。

5G+井下铲运机远程驾驶:铲运机出矿效率提高50%以上,减少井下操作人员40%,设备利用率提升100%。

5G+井下电机车远程驾驶:每台电机车一天减少5人/班以上,减少井下操作人员50%,生产效率提升25%。



图1 山东能源集团5G云网融合智慧矿山网络部署方案

中国移动携手华为打造端到端NB-IoT解决方案, 加速产业成熟

■ 作者 文华

近年来, 随着城镇化、信息化的不断推进, 物联网已上升到社会基础设施的高度, 国家政策进一步牵引NB-IoT(窄带物联网)产业健康发展, 物联网逐步进入规模部署、融合创新、智慧运营的新阶段, 并形成多方共赢的生态体系。

内外因素双驱动, 物联网迎来快速发展

受内外部因素影响, 物联网正进入实质性推进和规模化发展的阶段。

从外部来看, 近年来政策不断加码, 推动物联网规模化落地发展。2018年, 我国在中央经济工作会议将5G、人工智能、工业互联网、物联网定义为“新型基础设施”, 随后“加强新一代信息基础设施建设”被写入政府工作报告。2020年3月, 中共中央政治局常务委员会召开会议, 明确要加快5G网络、数据中心等新型基础设施建设进度。2020年5月, 工信部发布《关于深入推进移动物联网全面发展的通知》, 要求到2020年底, NB-IoT网络实现县级以上城市主城区普遍覆盖, 重点区域深度覆盖; 移动物联网连接数达到12亿; 推动NB-IoT模组价格与2G模组趋同, 引导新增物联网终端向NB-IoT和Cat1迁移; 打造一批NB-IoT应用标杆工程和NB-IoT百万级连接规模应用场景。

2021年, “十四五”规划中提出: 实施中西部地区中小城市基础网络完善工程。推动物联网全面发展, 打造支持固移融合、宽窄结合的物联接入能力。2021年11月16日, 工信部发布《“十四五”信息通信行业发展规划》, 提出5项重点任务, 包括全面部署5G、千兆光纤网络、IPv6、移动物联网、卫星通信网络等新一代通信网络基础设施……

上述政策的叠加加速了行业智能化变革。同时, 受B/C/G端各类需求驱动, 物联网基础设施建设升级不断推进。

从内部来看, 核心技术取得重大突破, 直接驱动物联网发展。局域网、低功耗广域网、5G等通信网络技术商用步

伐加快, 云计算、大数据、人工智能等新一代计算技术发展成熟, 进一步提升了物联网的泛连接能力和智能化水平。

其中, NB-IoT是专门为LPWA(低功耗广域网)类移动物联网业务设计的全新技术, 具备广覆盖、大容量、低功耗、低成本、架构优等优势, 是万物互联网络的一个重要分支, 可以广泛应用于多种垂直行业, 为行业带来数字化发展机会。尤其是, NB-IoT被广泛应用于表计, 水表、燃气表等智能表计是市场中最早, 也是迄今为止最大的应用场景。NB-IoT能够有效解决传统表务故障纠纷多、人工抄表运营成本高等问题, 在成本和效率、数据安全性、功耗、网络信号覆盖、大规模连接和兼容性等方面带来了显著的优势和社会价值, 有着巨大的市场前景。

作为5G进入千行百业的先驱, NB-IoT从产品到应用、从行业到产业、从规模到价值都取得了爆发式增长。可以说, NB-IoT产业已经进入良性的快速发展阶段, 未来几年还将进一步加速前行。

NB-IoT中国生态已经积累先发优势

众所周知, 行业成本的不断下降, 为物联网大规模部署提供了可能。企业巨头全面布局物联网, 感知层、传输层、平台层和应用层均有企业部署, 产业生态不断完善。比如, 中国移动与华为开展端到端的深度合作, 与产业伙伴一起大力推动芯片、模组、网络设备、平台、生态等方面端到端解决方案落地, 服务垂直行业领域, 使能智能燃气表、智能水表和智能停车等典型应用, 构建符合中国国情的物联网生态, 积聚NB-IoT生态先发优势。

值得关注的是, 2021年中国移动OneMO打造了首款全国产NB-IoT模组MN316。据悉, MN316使用了芯翼信息XY1100通信芯片, 其相比其他NB-IoT模组最主要的优势是极低的功耗、更高的灵敏度和超高的性价比。全网通, 支持Band3/Band5/Band8频段, 支持接入中

中国移动、中国电信、中国联通三大运营商NB-IoT网络；小尺寸，尺寸仅为16mm×18mm×2.2mm，能最大限度满足终端设备对小尺寸模块产品的需求；超低功耗，PSM状态下功耗1uA以内，相比其他NB-IoT模组PSM功耗降低70%；支持内置eSIM卡，MN316支持内置2mm×2mm贴片M2M芯片，将SIM卡焊接在模组内部，可降低产品尺寸、免去SIM卡外围电路，在进一步降低用户产品尺寸和成本的同时，可有效增加SIM卡安全性；主流云平台全支持，内嵌OneNET、CTWing等主流物联网平台协议，真正实现无缝对接，快速开发；LCC封装，采用更易于焊接的LCC封装，可通过标准SMT设备实现模块的快速生产；LiteOS系统，内置LiteOS轻量级开源物联网操作系统，物联网终端开发更简单、互联更容易、业务更智能、体验更顺畅、数据更安全。

因此，MN316获得了燃气表行业龙头物联网企业金卡智能的认可，并被广泛应用于智能燃气表，这也是国内首个百万级“NB-IoT国产化方案”的应用落地。该项目的成功落地，标志着表计行业“国产化”迈上了一个新台阶，同时也成为表计行业“国产化”发展新的风向标。

中国移动OneMO深耕智能表计行业多年，打造了多款在智能表计领域应用广泛的NB-IoT通信模组产品，在天津、河北、山东等10余个省市打造了数十个标杆应用案例。未来，中国移动OneMO愿携手更多行业合作伙伴，共



同探索“国产化”的将来，打造更优质、更高性价比的“国产化方案”，助力行业加速数字化转型升级。

值得一提的是，中国移动和华为凭借在NB-IoT领域的技术突破和合作创新，在通信世界全媒体举办的“ICT产业龙虎榜暨优秀解决方案评选活动”中荣获“2021年度最佳物联网产品奖”，得到了包括运营商、行业组织以及垂直行业伙伴在内的行业专家一致认可。

华为此次能够获奖实至名归：作为全球NB-IoT领域的开拓者，华为在业界率先提出窄带物联网概念和关键技术方案；3GPP标准提案数/通过数排名第一，成为

NB-IoT R13联合报告人和NB-IoT纳入5G标准提案人。在NB-IoT规模发展关键的模组环节，华为积极配合中国移动在CCSA（中国通信标准化协会）上推动通用模组规范制定，提供模组标准相关技术指标建议书。此外，华为联合行业头部组织推动NB-IoT垂直行业标准制定，做大产业空间，加速NB-IoT在垂直行业应用。

此次华为与中国移动通过端到端NB-IoT解决方案及创新应用，助力行业加速数字化转型。

华为CIoT领域总经理罗斌表示：“NB-IoT具备广覆盖、大容量、低功耗和高性价比等优势，随着NB-IoT明确成为5G低功耗广域网场景首选应用，5G和NB-IoT基于成熟的产业生态，通过在各行各业的成功实践，助力千行百业向‘十四五’和‘扬帆计划’的目标迈进。”



通信世界

COMMUNICATIONS WORLD

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

ICT产业发展推动者

欢迎订阅!



邮发代号: 82-659

每月10、25日出版

定价: 20元/期

480元/年

订阅方式

1. 邮局订阅

凭邮发代号82-659
在全国各地邮局(所)订阅

2. 发行部订阅

拨打征订热线或发送邮件
到征订邮箱提交订阅信息订阅

邮箱: zhyj@bjxintong.com.cn

征订热线: 010-52265707



微信订阅更便捷

科技适老 让沟通更温暖

