

# 通信世界

COMMUNICATIONS WORLD

总第915期 2023年3月10日 第5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



## 聚焦两会



5G发展势头良好



核心技术突破



乡村振兴



基础设施完善

《数字中国建设整体布局规划》的深入解读/P4

聚焦两会：核心技术攻关取得新突破

现代化产业体系加快建设/P8

中科院张云泉

智能计算是算力优先发展的方向/P12

ISSN 1009-1564



9 771009 156234

# 通信世界

COMMUNICATIONS WORLD

观察·研究·批评·推介 **推动者**  
产业发展的

# 深

# 见未来

新时代·新通信·新世界



通信世界全媒体

# 建设数字中国 运营商的“短”与“长”

刘启诚

2月27日，中共中央、国务院印发了《数字中国建设整体布局规划》（以下简称《规划》），《规划》提出到2025年，基本形成横向打通、纵向贯通、协调有力的一体化推进格局，数字中国建设取得重要进展。到2035年，数字化发展水平进入世界前列，数字中国建设取得重大成就。《规划》强调要全面提升数字中国建设的整体性、系统性和协同性，对数字中国建设的方向、节奏、保障措施等进行了细致的规划，使得数字中国建设的确定性进一步提升，为信息通信业高质量发展创造了更加积极有利的政策条件。

可以说，《规划》的出台，让数字中国建设有了明确的目标和统一的规划。近年来，随着5G、云计算、全光网络、算力网络的建设，数字经济浪潮全面爆发，数字化建设被中国各级政府、各行各业高度关注并全力推进。《规划》提出“做强做优做大数字经济”“发展高效协同的数字政务”“打造自信繁荣的数字文化”“构建普惠便捷的数字社会”“建设绿色智慧的数字生态文明”五大要点，随着数字技术在农业、工业、金融、教育、医疗、交通、能源等重点领域加速落地，产业数字化空间有望进一步打开。在“五位一体”数字中国建设新阶段，全国掀起了数实融合的新浪潮。对于信息通信行业来讲，这是一个千载难逢的好机遇。

基础电信运营商作为数字中国建设的主力军，一直处在数字化建设的最前沿。目前我国已建成全球规模最大、技术领先的网络基础设施。在5G建设方面，我国已经建成全球规模最大、技术最先进的5G网络，累计建成开通超过234万个5G基站，5G移动用户数超过5.75亿。5G正在工业、医疗、教育、交通等多个行业领域发挥赋能效应，已覆盖国民经济97个大类中的一半以上。全国已有110座城市实现了千兆光网覆盖，今年还将增加到330座城市。而在算力建设方面，自从去年实施“东数西算”战略以来，运营商更是在算力网络建设上全力跟进。三大运营商围

绕国家一体化大数据中心布局，聚焦八大枢纽节点，针对数据中心、算力和通信网络进行全面规划，一张算力“大网”正全力铺开。

可以说，基础电信运营商在数字中国建设中真正发挥了自己的“长项”——建设高质量的基础网络。2021年10月18日中央政治局就推动我国数字经济健康发展进行第34次集体学习时，习近平总书记作了重要讲话，他指出，要加快新型基础设施建设，加强战略布局，加快建设高速泛在、天地一体、云网融合、智能敏捷、绿色低碳、安全可控的智能化综合性数字信息基础设施，打通经济社会发展的信息“大动脉”。基础电信运营企业正是按照总书记提出的“高速泛在、天地一体、云网融合、智能敏捷、绿色低碳、安全可控”要求开展网络建设，努力实现这一目标。与此同时，随着数实融合的渐次深入，基础电信运营商充分结合各地优势产业和地域特色，将5G、AI、云计算等技术与服务深度融合，形成面向千行百业、万物智联的解决方案。

但我们也应看到，在数字中国的建设大潮中，基础电信运营企业还有许多“不足”之处。其中最为突出的一点就是：除具备强有力的网络建设能力外，运营商在数字化发展过程中，更多地扮演了“集成商”的角色，很多时候依靠合作伙伴去开拓新市场。近两年，to B业务成为运营商新的增长点，但行业市场的需求千变万化，对运营商技术服务能力的要求也非常高。各运营商在to B业务发展中组建了专业公司，但这些专业公司提供的解决方案背后大多“站着”一个厂商。

根据《规划》，数字中国未来不仅要有强大的基础网络设施，还要有数字应用和服务。要在应用和服务的“蓝海”竞争中占据更大的优势，运营商就需要摆脱“集成商”的角色。当然，面对未来，运营商也在积极布局，近两年加大了在算力网络、5G及相关应用领域的自研创新。📡

# CONTENTS 目录

## 述评 Review

- 4 《数字中国建设整体布局规划》的深入解读
- 6 加速建设数字中国正当其时

## 专题 Topic 聚焦两会

- 8 聚焦两会:核心技术攻关取得新突破  
现代化产业体系加快建设
- 9 两会声音

## 产业 Industry

- 12 中科院张云泉:智能计算是算力优先发展的方向
- 13 信通院郭亮  
算力赋能逐步深入,“IT降碳”将成为发展方向



## P21 全球第二波5G“风口”即将到来

### 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 强化科技创新赋能、释放数字经济新动能公益广告



## P42 400G光传输技术与产业进展

- 14 中国电信陈运清:保障算力多元供给  
抢占算力领域制高点
- 15 中国联通唐雄燕:算网融合未来将走向“一体共生”
- 17 和林格尔:做“全球领先的绿色算力供给者”
- 18 化优势为动能,宁夏高质量建设“西部数谷”
- 19 贵安新区:乘政策东风,踏上“东数西算”新赛道
- 20 “东数西算”韶关模式稳步推进  
2022年项目投资达395亿元
- 21 MWC2023:全球第二波5G“风口”即将到来
- 23 MWC2023:澎湃算力下,中国企业彰显“软实力”
- 24 MWC2023:透视手机行业发展新风向
- 25 MWC2023:元宇宙长效发展 成为数字化新趋势
- 26 走进MWC2023华为:持续演进,使能5G商业成功
- 28 MWC2023:上“天”入“地”  
智能互联要无处不在
- 30 “5G+工业互联网”技术在机械制造行业中的应用研究
- 34 5G技术赋能广播电视媒体的应用实践
- 36 积极应对元宇宙领域知识产权管理新挑战

## 技术 Technology

- 38 元宇宙赋能智慧城市发展前景探析
- 42 400G光传输技术与产业进展
- 45 面向5G的高精度下沉式时间源部署方案研究



**主管:** 工业和信息化部

**主办:** 人民邮电出版社有限公司

**出版:** 北京信通传媒有限责任公司

**编辑:** 《通信世界》编辑部

**总编辑:** 刘启诚

**副总经理:** 张鹏

**执行主编:** 舒文琼

**编辑:** 刁兴玲 王涛 孟月 梅雅鑫 孙天

**持证记者:** 刁兴玲 程琳琳 甄清岚

刘华鲁 梁海滨 牛晓敏

(国家新闻出版署 举报电话: 010-83138953)

**市场专员:** 姜蓓蓓

**通信世界网:** 程琳琳 甄清岚 王禹蓉

朱文凤 王鹤迦 包建羽

**新媒体:** 申晴 刘江 沈新竹 黄杨洋 刘适之

**工联网:** 郑勇志 刘艳玲 盖贝贝 胡锦涛

**技术部:** 林嵩 杨斯涵 李曼 张航 伍朝晖

**通信地址:** 北京市丰台区顺八条1号院2号楼北阳晨光大厦3层

**邮编:** 100079

**编辑部:** +86-10-52266544

**营销部:** +86-10-52266541

+86-10-52265997

**发行部:** +86-10-52265707

**通信世界网网址**

Website: www.cww.net.cn

**投稿邮箱:** cww@bjxintong.com.cn

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

**出版日期:** 2023年3月10日

**承印单位:** 涿州市荣升新创印刷有限公司

**定价:** 20.00元

## 编委会

### 编委会名誉主任

郭浩 中国通信企业协会会长

### 编委会主任

顾昶 中国工信出版传媒集团总经理、总编辑

### 编委会副主任

赵中新 中国通信企业协会副会长兼秘书长

刘华鲁 中国工信出版传媒集团副总经理

### 编委会委员

蒋林涛 中国信息通信研究院科技委主任

余晓晖 中国信息通信研究院院长

鲁春丛 中国工业互联网研究院院长

胡坚波 中国信息通信研究院副院长

李长海 中国工信出版传媒集团原总经理助理

沈少艾 中国电信科技创新部顾问

张成良 中国电信研究院院长

张同须 中国移动研究院党委书记

马红兵 中国联通科技创新部总经理

黄宇红 中国移动研究院院长

唐雄燕 中国联通研究院副院长

高鹏 中国移动设计院副院长兼总工

窦笠 中国铁塔股份有限公司技术部总经理

杨骅 TD产业联盟秘书长

吕廷杰 北京邮电大学教授

梁海滨 北京信通传媒有限责任公司副总经理

刘启诚 通信世界全媒体总编辑

陈山枝 中国信科集团副总经理

彭俊江 爱立信东北亚区研发中心总经理

**发行范围:** 公开发行

**国内发行:** 中国邮政集团公司北京市报刊发行局

**订购处:** 全国各地邮局 **邮发代号:** 82-659

**国外发行:** 中国国际图书贸易集团有限公司(北京399信箱)

**国外发行代号:** T1663

**广告发布登记:** 京东市监广登字20170149号

## 本刊声明

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

# 《数字中国建设整体布局规划》的 深入解读

王春晖

近日，中共中央、国务院印发《数字中国建设整体布局规划》(以下简称《规划》)，并发出通知，要求各地区各部门结合实际认真贯彻落实。从整体上看，《规划》具有四大特征，具体表现为“两高”和“两实”，即规格高、目标高、内容实、责任实。

一是规格高，《规划》由中共中央和国务院发布，这是数字中国建设规格最高的战略规划；二是目标高，到2035年，数字化发展水平进入世界前列，数字中国建设取得重大成就；三是责任实，在党中央集中统一领导下，中央网络安全和信息化委员会加强对数字中国建设的统筹协调、整体推进、督促落实，充分发挥地方党委网络安全和信息化委员会作用，健全议事协调机制，将数字化发展摆在本地区工作重要位置，切实落实责任；四是内容实，《规划》提出，将按照“2522”整体框架布局数字中国的建设。

以下就数字中国“2522”整体框架的核心要点作解读。《规划》提出，数字中国建设按照“2522”的整体框架进行布局，即夯实数字基础设施和数据资源体系“两大基础”，推进数字技术与经济、政治、文化、社会、生态文明建设“五位一体”深度融合，强化数字技术创新体系和数字安全屏障“两大能力”，优化数字化发展国内国际“两个环境”。

## 夯实“两大基础”

《规划》提出，要夯实数字基础设施和数据资源体系“两大基础”，这是建设数字中国的两大底座。

一方面，与通信基础设施相比较，数字基础设施是以数

据创新为驱动、通信网络为基础、数据算力设施为核心的新型基础设施体系，主要涉及5G网络与千兆光网、通用数据中心、超算中心、智能计算中心、边缘数据中心、人工智能、物联网、区块链等新一代信息通信技术，以及基于上述技术形成的各类数字平台。

另一方面，构建数据资源体系，主要是统筹和建立国家公共数据资源体系。国家公共数据资源体系的建设应当遵循6项原则，即统筹规划、需求导向、分类分级、统一标准、规范应用、安全有序。在上述原则的基础上，形成公共数据资源采集汇聚、加工处理、共享开放、创新应用的数据资源体系，并推动建设公共卫生、科学技术、教育文化等重要领域的国家数据资源库。

## 以数字技术赋能“五位一体”深度融合

2012年11月，党的十八大首次提出中国特色社会主义事业总布局是“五位一体”，即统筹推进“经济建设、政治建设、文化建设、社会建设、生态文明建设”。当前，数字技术正以新理念、新业态、新模式全面融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设、生态文明建设的各领域和全过程，给人类生产生活带来广泛而深刻的影响。《规划》首次提出，要推进数字技术与经济、政治、文化、社会、生态文明建设“五位一体”深度融合，意义十分深远和重大。

数字技术发展速度之快、辐射范围之广、影响程度之深前所未有，正推动经济、政治、文化、社会、生态文明的深刻变革。“五位一体”总体布局是一个有机整体，其中经济建设是根本，政治建设是保障，文化建设是灵魂，社会建设是条

件,生态文明建设是基础。通过数字技术的赋能,可以全方位地实现“五位一体”的深度融合,并产生功能性溢出效应,整体推进“五位一体”布局的协同高质量发展。

## 强化“两大能力”建设

《规划》强调,要强化数字技术创新体系和数字安全屏障“两大能力”建设。一方面,构筑自立自强的数字技术创新体系。数字技术具有高渗透性、高融合性特征,能够应用于科技、经济、政治、文化、社会发展的各个领域,并且与多领域科学技术深度融合,不断催生新的技术领域和应用场景。世界主要国家均在加紧推进国家创新体系的数字化转型,我国迫切需要抓住数字化转型机遇,健全新发展格局下的关键核心技术攻关举国体制,加强由企业主导的“产学研”深度融合,推动国家数字技术创新体系效能的提升。另一方面,筑牢可信可控的数字安全屏障。随着数字基础设施的复杂度逐渐提升,为有效应对多变、复杂的网络攻击和数据安全威胁,构建可信可控的网络安全和数据安全综合防控体系,对数字中国的建设至关重要。


目前,我国已颁布和实施《中华人民共和国网络安全法》《中华人民共和国数据安全法》《中华人民共和国个人信息保护法》,构筑了保障数字中国安全的“三大法治基石”,要逐步完善上述法律的配套规定和标准,重点布局数据分类分级、数据安全风险评估、网络数据监测预警和应急处置,以及数据全生命周期安全等管理制度和标准。

## 优化国内国际“两个环境”

《规划》提出,要优化数字化发展国内国际“两个环境”。

首先,建设公平规范的数字治理生态。党的二十大报告提出:“健全网络综合治理体系,推动形成良好网络生态。”健全网络综合治理体系,应当完善数字法律法规体系和技术标准规范,加强立法统筹协调,研究制定数字领域立法规划,坚持多方协同参与,健全综合治理体系。把网络与数据两个最大变量变成事业发展的最大增量,这需要发挥各方作用,形成党委领导、政府管理、企业履责、社会监督、网民自律等多主体参与的网络与数据治理格局,形成公平规范的网络与数字生态。

其次,构建开放共赢的数字领域国际合作格局。《规划》提出,要积极参与联合国、世界贸易组织、二十国集团、亚太经合组织、金砖国家、上合组织等多边框架下的数字领域合作平台,高质量搭建数字领域开放合作新平台,积极参与数据跨境流动等相关国际规则的构建。

最后,我们必须清醒地认识到,数字领域的国际合作事关数字中国发展的大局,围绕数字领域积极开展双多边国际合作,是推动我国经济高质量发展、加快构建新发展格局的客观要求,是我国积极参与全球经济治理体系变革、构建数字合作格局的重要举措,也有助于在国际上及时提出“中国方案”、发出“中国声音”。(作者为工信部信息通信经济专家委员会委员、中国科协决策咨询首席专家、南京邮电大学信息产业发展战略研究院首席教授) 



# 加速建设数字中国正当其时

陶旭俊

近日，中共中央、国务院印发了《数字中国建设整体布局规划》（以下简称《规划》）。《规划》指出，建设数字中国是数字时代推进中国式现代化的重要引擎，是构筑国家竞争新优势的有力支撑，加快数字中国建设对全面建设社会主义现代化国家、全面推进中华民族伟大复兴具有重要意义和深远影响。

当前提出加快数字中国建设正当其时。《规划》本身就指出了原因所在：数字化是构筑国家优势的有力支撑。而当前的国家竞争力已经到了需要新动能注入的关键时刻。

## 发展瓶颈显现，为数字中国注入新动能

改革开放以来，中国已经建立全面的产业体系，GDP连续保持高速增长，中国成长为世界第二大经济体，国家竞争力显著提升。然而，也应当注意到几乎所有强大经济体都遇到的发展瓶颈问题。

一方面，仅依靠扩大规模、降低成本，难以获得生产力的进一步提升。因为领先经济体在某些领域已经触及市场规模的“天花板”。另一方面，中国和很多发达经济体一样，也遇到劳动力缩减问题，且老龄化问题比较严重。传统的依赖扩大生产规模提升生产力乃至竞争力的方式难以实现，必须通过提升生产效率的方式提高国际竞争力。

而当前，数字化能力正是在不扩大人力投入的情况下，提高全社会生产和运行效率的新生产要素。正如铁器促进了农业生产，蒸汽机提高了生产力，电力能源催生了现代工业和流水线生产。美国未来学家托夫勒在《第三次浪潮》中提出信息化概念，在一定程度上，中国现在追求现代化路线、重视信息科技的发展，与书中提及的信息化是高度契合的，而数

字化则可以看作信息化的全面升级。

日本提出的“社会5.0”国家战略阐述了信息化和数字化的区别。“社会4.0”是全面信息化的社会，也是全面云化的社会，人能够非常容易地从网络空间获取信息、服务，机器也能实现事先规划的自动化。“社会5.0”则是在全面云化的基础上实现全面的大数据和人工智能支撑。在这个愿景里，物联网连接所有的人和物，从而产生多样化的信息和知识，为社会的运转赋能。利用人工智能分析大量信息，减少繁琐工作，解放一定的劳动力，让更多人进入人工智能力所不逮的领域。比如需要一定情感交流的服务业、需要高级创意的设计工作，以及处理复杂关系的管理岗位等。在大数据和人工智能支持之下，机器能够更好地协助人类处理事务，很多残疾、高龄人士的生活和工作能力因此获得较大提升。

生产要素决定竞争力。迈克·波特在1990年发表的《国家竞争优势》中提出，可以助力本国企业强化国内竞争优势的因素包括“生产要素”“需求状况”“相关产业和支撑产业的表现”，以及“企业的策略、结构和竞争对手”。在数字化时代，大数据和人工智能技术已渗透到生产和生活的方方面面。

从国际贸易竞争的视角来看，在数字化时代，土地、资本、劳动力依靠数字技术加持后转化为财富，实现生产效率的提升。数字化能力是所有生产要素的催化剂，在相同的土地面积、劳动力人口和资本数额之下，经数字化后生产效率将会倍增，那么产品的国际竞争力就会相应提升。

劳动密集型产业外迁和高价值产业升级也是一种应对之策，是发达经济体利用自身优势进行全球化布局的方法，但不适用于我国。一方面，我国仍有大量地区处于不发

达水平,期待通过劳动密集型产业的引入提升当地的经济水平,进入工业化和信息化阶段。另一方面,初级加工制造业也是一个国家完整产业的重要组成部分,一旦缺失,就会出现产业“空心化”。比如英国造船工业对其航母制造的支撑已经出现勉强维持的窘境。我国是当前世界上为数不多的工业体系完整的国家之一,这一点也是国家竞争力的重要保证。

## GDP已难衡量国民生活水平,数字化成重要考量因素

从提升国家竞争力的角度来看,加快数字中国建设正当其时;从人民生活满意程度来看,建设数字化社会也势在必行。

《数字资本主义》一书中提出,“世界已经进入‘数字资本主义’时代,与之对应的‘商业资本主义’‘工业资本主义’时代已经过去”。

野村综合研究所观察到,在世界主要经济体中存在一个现象:GDP的增长已经进入长期停滞阶段,但人民的生活水平仍在提高。在一项针对日本人生活质量变化的万人大调查中,以2010年为分界线,回答2010年后生活水平达到“上”和“中上”的受访者明显增加,但日本的薪酬水平在此期间却是有所降低的。调查数据显示,“通过网络可以更加便捷地消费”是上述受访者给出的原因。由此可见,仅以GDP和收入来衡量生活水平和满意度,已经不合时宜。

为何出现此种变化?在经济学中,有“消费者剩余”和“生产者剩余”两个概念,“消费者剩余+生产者剩余=总剩余”。“总剩余”对应商品和服务的附加价值,“消费者剩余”对应


消费者愿意支付的最高价格和实际价格的差额,“生产者剩余”对应企业的利润。“消费者剩余”无法用GDP衡量,但决定着人民的生活水平和实际感受。数字化产业和产业数字化,催生了大量免费和低价的服务和商品。在此之前,这些服务和商品需要以高价获得。

比如共享经济下的共享单车,消费者不需要拥有商品的物权。由于不需要承担物品的成本,“消费者剩余”被最大化。再如云服务和SaaS等,将固定成本转化为可变成本,降低生产总成本。

工业化时代的创新,主要通过生产工艺创新提高生产效率,进行大批量生产从而降低边际成本。数字化创新则颠覆性地将边际成本降低到趋近于零,与传统创新完全不是一个级别。这也是上文提出数字化能力是所有生产要素催化剂的原因。在工业时代,GDP就是生产规模的参考指标,因此生产效率和国民富裕程度、人民生活水平都可以由此衡量。数字时代,“消费者剩余”开始主导生活水平感受之时,GDP和生活水平的关联已经弱化。

伴随数字化进程加速,社会形态也随之发生变化。人与人的关系、商品经济的运行方式、国家与国家的关系,都会有所变化。ChatGPT的横空出世在人工智能领域受到了极大关注。马斯克公布的人形机器人和自动驾驶方面的突破让人印象深刻。

数字技术的快速发展、人工智能的应用等一系列迹象表明,一个全新的社会阶段已经近在眼前。在风暴的前夜,能否占据领先地位,事关未来几十年的国家发展,的确刻不容缓。

(作者为野村综研数字化能力中心总监) 

## 《通信世界》新闻记者证持证人员名单公示

根据国家新闻出版署《关于开展2022年度新闻记者证核验工作的通知》(国新出发电[2023]6号)通知精神,现对我刊已领取新闻记者证人员名单进行公示,持证记者:刁兴玲、程琳琳、甄清岚、刘华鲁、梁海滨、牛晓敏,公示期为10天,举报电话:010-83138953。

# 聚焦两会：核心技术攻关取得新突破 现代化产业体系加快建设

■ 本刊记者 孙天

2023年是全面贯彻党的二十大精神开局之年。3月5日上午，十四届全国人大一次会议在人民大会堂开幕，习近平等党和国家领导人出席开幕会，国务院总理李克强向大会作政府工作报告，总理在报告中多次提及并总结了我国在信息通信业发展和科技创新方面取得的成就。

## 我国基础设施更加完善 科技创新取得丰硕成果

政府工作报告指出，过去5年极不寻常、极不平凡。我国经受了世界变局加快演变、新冠疫情冲击、国内经济下行等多重考验，但我国经济社会发展仍取得了举世瞩目的重大成就。

在科技发展方面，我国科技创新成果丰硕。构建新型举国体制，组建国家实验室，分批推进全国重点实验室重组。一些关键核心技术攻关取得新突破，载人航天、探月探火、深海深地探测、超级计算机、卫星导航、量子信息、核电技术、大飞机制造、人工智能等领域创新成果不断涌现。全社会研发投入比例从2.1%提高到2.5%以上，科技进步贡献率提高到60%以上，创新支撑发展能力不断增强。

在基础设施建设方面，我国基础设施更加完善，所有地级市实现了千兆光网覆盖，所有行政村实现了通宽带。

在经济结构转型方面，我国经济结构进一步优化。高技术制造业、装备制造业增加值年均分别增长10.6%、7.9%，数字经济不断壮大，新产业、新业态、新模式增加值占国内生产总值的比重达到17%以上。区域协调发展战略、区域重大战略深入实施。常住人口城镇化率从60.2%提高到65.2%，乡村振兴战略全面实施，经济发展新动能加快成长。


## 合力推进核心技术攻关 不断优化我国产业结构

关键核心技术是国之重器，对推动我国经济高质量发展、保障国家安全都具有十分重要的意义。

一是加快建设现代化产业体系。围绕制造业重点产业链，集中优质资源，合力推进关键核心技术攻关。加强重要能源、矿产资源国内勘探开发和增储上产。加快传统产业和中小企业数字化转型，着力提升高端化、智能化、绿色化水平。加快前沿技术研发和应用推广。完善现代物流体系。大力发展数

字经济，提升常态化监管水平，支持平台经济发展。

二是增强科技创新引领作用。强化国家战略科技力量，实施一批科技创新重大项目，加强关键核心技术攻关。发挥好高校、科研院所作用，支持新型研发机构发展。推进国际和区域科技创新中心建设，布局建设综合性国家科学中心。支持基础研究和应用基础研究，全国基础研究经费5年增长1倍。加强知识产权保护，激发创新动力。促进国际科技交流合作。通过市场化机制激励企业创新，不断提高企业研发费用税前加计扣除比例。创设支持创新的金融政策工具，引导创业投资等发展。企业研发投入保持两位数增长，一大批创新企业脱颖而出。

三是推动产业向中高端迈进。持续推进网络“提速降费”，发展“互联网+”。移动互联网用户数增加到14.5亿。支持工业互联网发展，有力促进了制造业数字化、智能化。专精特新中小企业达7万多家。促进平台经济健康持续发展，发挥其带动就业创业、拓展消费市场、创新生产模式的作用。发展研发设计、现代物流、检验检测认证等生产性服务业。加强全面质量管理和质量基础设施建设。“中国制造”的品质和竞争力不断提升。 

# 两会声音



工信部部长 金壮龙

在3月5日举行的十四届全国人大一次会议首场“部长通道”上，工信部部长金壮龙在接受采访时表示，进入5G时代，我国已经建成全球规模最大、技术最先进的5G网络，我国5G发展已经走在世界前列。具体而言，在基础设施

## 保持5G良好发展势头

方面，以5G基站为例，我国已经建成超过234万个5G基站；在应用方面，5G移动电话用户数已经超过5.75亿；在行业应用方面，国民经济97个大类中，一半以上使用了5G。在谈到今年5G发展目标时，金壮龙表示，下一步的重点是保持5G良好发展势头，具体举措用3个字概括：建、用、研。

“建”就是多建基站，今年将新建开通5G基站60万个，5G基站总量将超过290万个。基站和网络重点在几个方面进行改善，在城市地区覆盖得更好，在农村地区覆盖得更广，在工业园区覆盖得更深。“用”即扩大5G应用领域，

要实施“5G+”行动计划。扩大5G在各国国民经济大类中的应用规模，除此之外还要在制造业上下更大功夫。“5G+工业互联网”的赋能对制造业实现跨越式发展非常重要，计划在“十四五”期间建设1万个以上的“5G工厂”。“研”就是积极推动6G研发。从5G发展过程来看，发挥好政府、企业、研究机构的作用，这一点至关重要。因此在总结推广5G经验的基础上，支持产业界组建“IMT-2030(6G)推进组”，充分发挥超大规模市场优势和产业体系完备的优势，产学研用集中发力，加强国际合作，加快6G研发。



## 不断向科学技术广度和深度进军



科技部部长 王志刚

在3月5日举行的十四届全国人大一次会议首场“部长通道”上，科技部部长王志刚表示，党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央对科技工作高度重视，把基础研究摆在科技创新工作的重要位置。习近平总书记曾在讲话中指出，要“坚持面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向

人民生命健康，不断向科学技术广度和深度进军”。

在具体工作中，科技部认真落实“四个面向”，按照以下3个方面推进工作。

一是加大基础研究的投入。基础研究占全社会研发投入比例连续4年超过6%，与全国研发投入相比，基础研究投入增速更快。

二是加强国家创新能力。基础研究的能力建设也被摆在非常重要的位置，加快建设国家实验室、全国重点实验室、数学研究中心，加强基础研究基地和平台建设。

三是加强顶层设计。基础研究属于科技创新全局工作的一个重要组成部分，它本身也应该进行顶层设计，科技

部发布基础研究十年规划，同时围绕加强基础研究在创新环境建设、人才评价方面实施了一系列改革举措。

王志刚强调，下一步，科技部将认真落实党中央关于科技创新，特别是在基础研究方面一系列的重大战略部署。一是加强由好奇心驱动，进行前沿导向的探索性基础研究；二是加强由国家战略目标驱动，进行战略导向的体系化基础研究；三是加强市场驱动，进行应用型基础研究。“这样使得基础研究成体系布局、成系统推进，使得我们的基础研究与国家战略、国家发展目标真正结合起来，而且发挥不可替代的基础性、战略性、源头性的支撑和引领作用。”王志刚说。



全国政协委员、中国信息通信研究院  
院长 余晓晖

## 推动数据分类分级，完善授权机制

促进数字经济和实体经济深度融合是建设现代化产业体系的核心内容之一，是推动高质量发展、加快形成新发展格局的重要任务。在谈到数据交易时余晓晖建议，一方面在多层次数据要素市场建设中探索数据产权，推动数据分类分级，完善授权机制，强

化确权基础，通过探索建立三级数据交易市场，活跃产权流转机制；另一方面在可信数据空间建设中探索数据流通互信，探索利用体系化的技术安排，确保数据流通协议的确认、履行和维护，解决数据流通主体间的安全和信任问题。



全国政协委员、中国移动董事长  
杨杰

## 建立更加科学的数据中心碳排放评价体系

全国政协委员、中国移动董事长杨杰从数据中心碳排放评价体系、政策指导、考核等3个方面提出了建议。

一是建立更加科学的数据中心碳排放评价体系。建议充分考虑数据中心促进数字经济发展的“传导溢出效应”，科学衡量数据中心赋能全产业链的碳减排贡献，为相关政策制定与实施提供

有效参考依据。二是加快推进数据中心项目能耗单列进程。要明确报审及后续落实等流程规范，对重要的数据中心项目实行能耗单列，有效解决数据中心供需矛盾。三是有序推进数据中心电能利用效率（PUE）考核。建议引导各地政府以电能利用效率而非整体能耗作为数据中心管控的重要考核依据。



全国人大代表、中国铁塔董事长  
张志勇

## 将电动自行车充电桩纳入“新基建”范畴

为更好满足人民群众出行需求，消除安全风险，全国人大代表、中国铁塔董事长张志勇提出了如下4点建议。一是将智能充换电设施纳入城市基础设施范畴，纳入城乡建设规划，简化报批报装审批流程；出台或修订有关建设标准，并部署智能充换电设施，解决居民无处充电的难题。二是完善强化行业监管体系建设。加快制定电动自行车相

关法律法规，出台智慧充换电基础设施规划、建设及运营规范，推进标准化建设。三是加强财政等政策支持。推动各级政府参照电动汽车充电设施，将电动自行车充电桩纳入“新基建”范畴。四是积极引导居民使用智能充换电设施。政府、企业引导市民关注智能充换电的安全性，使得用智能充换电解决“充电难、充电慢、充电不安全”问题逐步成为社会共识。



全国人大代表、中国电信湖北分公司总经理 张敏

## 强化数字安全供给侧能力提升和服务改善

全国人大代表、中国电信湖北分公司总经理张敏对网络安全提出两方面建议。一方面，要强化国家网络安全、数据安全等法律法规的普及，严格落实网络安全等级保护、关键信息基础设施安全保护等制度要求。网络安全监管部门要加强对基层各单位指导监督，开展常态化网络安全监督检查和行政执法；加

强网络安全宣传教育工作，形成共同维护网络安全的良好氛围。

另一方面，要促进数字安全供给侧能力提升和服务改善。构建扎根基层、分布式、多层次的一体化安全体系，增强整体安全服务能力。为基层提供有针对性的全面支撑，提供涵盖云、网、端、边、用的网络安全产品和服务。



全国人大代表、科大讯飞董事长 刘庆峰

## 重视认知智能大模型研发，形成以领军企业为主体的创新体系

全国人大代表、科大讯飞董事长刘庆峰认为我国必须尽快推出能够实现智慧能力自进化的认知智能大模型，在自主可控平台上让行业尽快享受“AI红利”，让每个人都拥有AI助手。他建议：“国家要重视认知智能大模型研发，形成以领军企业为主体、产学研合作的创新体系，加速跟进和追赶国际前沿水平。同时支持认知智能大模型技术的行

业示范应用，推动认知智能大模型在教育、医疗、办公、人机交互和AIGC领域的价值落地。”

围绕算力和数据，刘庆峰进一步建议，国家要建设认知智能大模型公共算力平台，设立使用平台的“揭榜挂帅”机制，让更多科研院所和科技企业也有机会站到国家公共算力平台上，进行模型训练和算法创新。



全国人大代表、中兴通讯高级副总裁 苗伟

## 以数字化技术助推各领域数字化转型

当前，数字经济加速发展，成为促进经济社会发展的关键力量。全国人大代表、中兴通讯高级副总裁苗伟在接受记者采访时表示，作为科技创新型企业代表，今年两会期间比较关注算力、信息通信技术及服务、绿色低碳发展等内容。农村信息基础设施建设对促进农村现代化、推动农村经济发展、改善农民生活水平具有重要作用。苗伟表示，

目前，我国农村信息基础设施发展的短板，主要体现在“数字鸿沟”、基础设施不足、应用能力不足、技术支持不足等方面，仍需攻坚克难，做好乡村振兴这篇大文章。因此，他建议推进农村通信基础设施建设，推广数字应用，确保在农村地区通信基础设施高效部署的同时，因地制宜拓展ICT服务，以信息化手段提高生产效率，实实在在惠及民生。📶

# 中科院张云泉 智能计算是算力优先发展的方向

■ 本刊记者 梅雅鑫

算力大咖谈

当前，算力成为支撑数字经济向纵深发展的新动能，而“东数西算”无疑是一盘关乎数字经济的“大棋”。“东数西算”全面启动一年以来，算力带动了地方数字经济发展，成为驱动各行各业数字化转型的新引擎，“算力经济”迎来了广阔发展前景。

“算力经济”是第十四届全国政协委员、中科院计算所研究员张云泉最早在2018年提出的概念，直到2021年底，随着“‘东数西算’世纪工程”的发布，“算力经济时代”正式开启。近日，张云泉在接受记者采访时表示：“‘东数西算’实施以来，行业对算力经济产业模式的探索，以及资源、资金投入的力度均大幅增长，国家层面科研力量的投入也不容小觑。而在这一轮算力发展之中，智能计算是优先发展的方向。”

## 智能中心建设热潮来袭

全国一体化的数据中心建设布局，有助于提升国家整体算力水平，提高算力使用效率，实现全国算力规模化、集约化发展；也能就近消纳西部绿色能源，持续优化数据中心能源使用效率。

“在这一轮算力服务产业的发展中，人工智能是‘主角’。”张云泉强调，“东部地区不仅有科学计算和大数据处理的需求，还有增长更快的人工智能训练和推理计算等需求，这些都需要大



第十四届全国政协委员、中科院计算所研究员 张云泉

量多种类型的智能计算。智能计算和传统科学计算不完全一样，它是一种应用范围更广且与数字经济关系更为紧密的通用计算。”

随着人工智能技术的高速发展，算力结构也随之演化，对智能算力的需求与日俱增。IDC发布的数据显示，从需求层面看，2022年我国智能算力规模达到268EFLOPS，超过通用算力规模。预计未来5年，我国智算规模的年复合增长率将达52.3%。“东数西算”的实施为算力市场参与主体带来重大利好，同时促进我国在国际上率先形成“算力经济”的新产业链。据了解，从基础设施建设来看，我国算力产业主要包括超算中心、智算中心、数据中心以及“城市大脑”。目前，上述4种算力基础设施均在紧锣密鼓地建设中。张云泉提到，部分地区将两种算力基础设施合并，如武汉、西安、成都等地，同时建设了超算中心和智算中心。

## 挑战犹存，应按需优化布局

在“东数西算”布局的八大枢纽节点和十大集群中，各地产业发展基础不一，因此，发展进度也有所不同。

大部分地区此前已具有一定规模的数据中心产业基础，目前正在寻求转型发展，如贵阳结合多年发展大数据产业的的优势，加大算力投入，正驶入“东数西算”的“快车道”；也有部分地区产业基础相对薄弱，如甘肃庆阳、安徽芜湖、广东韶关等，还需一定时间进行基础设施的建设。对此，张云泉认为，“东数西算”的范围应动态调整、优化布局，根据各地发展的基础和未来需要，加大枢纽的布局密度，例如，在某些枢纽附近增设节点，将部分非“东数西算”布局但具备一定超前发展优势的地方纳入“东数西算”的“版图”中，节点之间相互扶持、相互备份。

“针对动态准入机制的研究应早日提上议程，制定评判标准。若当地达到标准，即可挂牌‘东数西算’枢纽节点，并给予配套政策，这对于‘东数西算’的成功落地有很大帮助。”在张云泉看来，企业最关心的是算力价格，这与电力价格相关。当地能否长期供应低价电力，将成为算力企业选择合作地点的重要因素。此外，当地的土地、租金补贴政策，甚至未来的上市指标等软环境，以及高校和科研院所等人力环境，对算力企业而言都是需要考虑的因素。☞

# 信通院郭亮: 算力赋能逐步深入 “IT降碳”将成为发展方向

■ 本刊记者 盖贝贝

算力大咖谈

近年来,随着新一轮技术革命不断深入,全球经济结构面临重塑,数字技术驱动的产业变革已走过前半程,正步入深度融合的新阶段,数字化转型竞争日益激烈。

中国信通院云计算与大数据研究所副总工程师郭亮表示,数字经济与数字化转型对国家发展具有重要意义,其中,算力应用于生产生活的多个环节,在推动数字经济发展、带动行业升级、驱动智能转型等方面的赋能作用不断深化。

## 算力赋能逐步深入, 全面助力数字经济发展

当前,全球算力基础设施产业加速发展,产业生态不断壮大,在国防军事、基础科研、互联网、金融、能源、制造业等领域广泛应用。根据中国信通院的统计,2021年全球数据中心市场规模超过679亿美元,较2020年增长9.8%。

自“东数西算”工程全面启动以来,我国算力基础设施建设加快推进,算力产业链条持续完善,腾讯、京东、华为等头部企业纷纷参与布局。许多专家将“东数西算”工程与“西气东输”“南水北调”工程相提并论,但郭亮认为,算力与水电不同,算力是无法



中国信通院云计算与大数据研究所副总工程师 郭亮

流动的,“服务器在哪里,算力就在哪里”。个人或者行业产生的各种各样的数据,通过网络传输到服务器,进行计算、存储后,再回传至终端,因此流动的永远是数据。

郭亮认为,算力作为一种公共服务资源,主要由算力设施提供,依赖网络传输和数据流通,才能发挥其价值。从字面上看,“东数西算”是将东部的数据传送到西部计算,但业界对“是否所有数据都适合放到西部计算”仍存在异议,因此,应根据地区数据业务需求、算力现状的不同,进行数据差异化处理。

## 数据中心夯实算力底座 “IT降碳”将成为发展方向

数据中心作为算力的坚实底座,

一直受到国家的高度关注。2021年7月,工信部印发《新型数据中心发展三年行动计划(2021—2023年)》(以下简称《行动计划》),在整体布局、网络、算力、产业链、绿色低碳及安全等方面,对新型数据中心建设作出了全面部署。郭亮表示,今年恰是《行动计划》的收官之年,相关政策的制定为我国数据中心产业的高质量发展起到了很好的引导作用。

数据中心是推动数字化转型和经济发展的“发动机”,但同时也带来较大的能耗。随着算力需求的高速增长,数据中心能耗总量仍在持续攀升,“节能降碳”形势不容乐观,如何深入推进数据中心绿色化已成为一道“必答题”。

目前,PUE和CUE是业内公认的评价数据中心能耗水平的两个指标,PUE主要用于衡量数据中心有多少电能被IT设备应用,CUE则主要用于衡量数据中心运营中的碳排放。郭亮表示,随着数据中心节能提效政策要求的提高,以及节能减排技术的快速发展,数据中心节能措施将变得更加精细化,对IT设备(包括芯片)的关注度将越来越高,芯片节能也将成为未来数据中心绿色低碳发展的关键。CW

# 中国电信陈运清 保障算力多元供给, 抢占算力领域制高点

■ 本刊记者 王禹蓉

算力大咖谈

2022年2月,“东数西算”工程全面启动。转眼间一年已过,乘着“东数西算”的东风,中国电信围绕国家一体化大数据中心布局,聚焦八大枢纽节点,针对数据中心、算力和通信网络进行全面规划,一张算力“大网”正全面铺开。

值此“东数西算”工程启动一周年之际,通信世界全媒体特别策划“算力大咖谈”,邀请中国电信研究院副院长陈运清以大局观把握“东数西算”落地进展,探讨算力产业高质量发展之路。

## “云网融合”成就中国电信差异化优势

中国电信始终坚持以科技创新推动信息基础设施建设与升级,在业内率先提出“云网融合”的发展理念,充分发挥“网”的传统优势,依托“云”的演进方向,融合数据中心、网络、算力、云计算、大数据、人工智能、安全、绿色等多种要素,加快推进以“云网融合”为核心特征的数字信息基础设施布局。

“算力是新型数字信息基础设施的核心要素之一,而算法、存储和数据是同等重要的核心要素,只有算力、算法、存储和数据的联动才能产生真正的



中国电信研究院副院长 陈运清

应用价值。”陈运清告诉记者,“能够全面涵盖算力、算法、存储、数据以及网络的全要素资源就是‘云网融合’,也是新型信息基础设施的核心特征。”

近年来,中国电信通过筑牢以全光网和端到端IPv6为基础的“网络底座”,全方位覆盖多层次数据中心,为“东数西算”提供广覆盖、低时延、大带宽的连接能力;通过推动“云、网、IT”一体化,打破云网边界,实现“网络资源按云所需、网络调度随云而动、云网一体化部署”,将传统网络架构转向围绕数据中心的扁平化部署,以顺应东西向流量日趋增大的发展趋势,持续推动“东数西算”工程加速落地。

## 统筹算力、运力和存力 仍需“求解”

“从工程实践的角度看,‘东数西

算’不是简单地将服务器从东部搬到西部。”陈运清表示,随着一体化大数据中心的建设,未来算力资源的布局将更加分散,东部主要聚焦实时业务,西部则以非实时业务为主。作为信息基础设施建设的“主力军”,中国电信不仅需要解决东西部算力高效互联的问题,还在“如何统筹算力、运力和存力,优化资源调度”方面面临较为严峻的挑战。

陈运清还从技术演进方向进行了分析,他认为当下的AI大模型训练对算力量级层面的需求不断增长,未来的智能汽车和元宇宙领域应用也将带来多层级算力的跃升需求,这大大超越了传统芯片技术演进的摩尔定律。与此同时,受实际应用场景的影响,芯片算力和实际上架服务器的利用率还远未充分发挥出来。

“在未来的持续实践中,如何突破多种异构芯片算力的瓶颈,如何提升现有数据中心算力的利用率,将是‘东数西算’工程面临的持久挑战。”陈运清总结道。

## 多措并举, 抢占算力领域制高点

“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

# 中国联通唐雄燕 算网融合未来将走向“一体共生”

■ 本刊记者 包建羽

算网大咖谈

当前，人类社会正在步入以算力和数据为核心要素的数字经济新时代，算力与网络密不可分，加之“东数西算”工程的带动效应，建设高质量的算力网络已成为新方向。近日，中国联通研究院副院长、首席科学家唐雄燕针对算力网络和算网融合服务的发展，发表了自己的看法。



中国联通研究院副院长、首席科学家 唐雄燕

## 迎算力新时代，计算与网络融合发展

“算力本身不是一个新概念，但伴随着5G、人工智能的快速发展，我们迎来了算力新时代。”唐雄燕表示，算力新

时代有两个典型特征：一是5G驱动边缘计算快速发展，计算向下延伸、云计算由集中走向分布；二是随着人工智能进入千行百业，通用计算、智能计算和超级计算加速演进，带来了泛在计算和多样性算力需求。

唐雄燕表示，算力网络旨在实现计算与网络融合发展，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，增强网络内生算力是算力网络演进的重要方向。

动能，对于如何帮助未来算力行业提前布局，陈运清给出了3点建议。

一是以产业链为抓手，保障算力多元供给。当前，我国数据中心算力占算力总体规模的90%以上，超算中心、智算中心资源占比较小，尚不能支撑产业互联网的升级需求，应充分发挥产业链优势，加速具有多层次协同、多元化供给特征的算力服务体系建设，有序引导重点区域算力布局。

二是加强关键核心技术攻关，抢占

算力领域制高点。加强算力路由、算力编排、算力交易等相关技术研究，制定标准明确多方、多级、多样的算力统一度和标识体系，积极推进研究成果转化，增强核心技术自主创新和自主掌控能力。

三是产业转型为契机，推动算力绿色普惠发展。面向工业互联网、智能驾驶、智慧城市等应用领域，持续推进算力基础设施化，增强算力调度、算法供给及个性化开发等能力，真正实现算力像自来水一样“一点接入、即取即

用”，深化算力赋能效应。

未来，中国电信将多措并举推进数字产业高质量发展，按照“东数西算”工程提出的“一体化大数据中心”建设思路，加强西部算力占比，提升整体算力集约化水平，争取到“十四五”末期，八大枢纽节点数据中心规模占比达到85%，依托“一二干融合”的ROADM全光网，为“东数西算”提供最优时延，形成以DC为中心的多层次时延圈，全面支持“东数西算”的时延要求。☞

从算力角度看, 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、交易和服务体系。

从服务角度看, 算力网络是云网融合服务的新阶段, 是数字基础设施服务的新形态, 其目标是提供算网一体服务, 算网协同管控和编排是算网一体服务的关键技术。

### “存、算、运”协同调度 打造中国联通算力精品网

作为算力网络理念的倡导者, 中国联通自“东数西算”工程全面启动以来, 积极承接基础网络、算力资源和产业数字化服务等方面的新需求, 持续打造算力丰富、运力充沛、多云协同、算网一体的算力精品网, 赋能经济社会数字化转型。

在算力供给侧, 中国联通进行算力资源的一体化布局, 实现“云网边”协同。除了布局“东数西算”工程和31省的“5+4+31”算力核心节点外, 还大力建设边缘计算节点, 并实现与第三方云计算资源的协同。

在算力承载上, 中国联通打造为算力服务提供超强运力的智能开放全光底座, 在枢纽间通过OXC/ROADM构建全光互联, 打造20ms枢纽间连接; 在枢纽内, 打造城市算力网关到枢纽内

集群的5ms时延圈; 在城市内, 增加光锚点覆盖, 实现用户到算力网关的“一跳接入”, 打造城市内1ms时延圈。中国联通还基于以SRv6为基础的“IPv6+”网络技术与能力, 形成“云网边端”一体化的可编程服务体系, 实现“一网联多云”和“一键网调云”。

在算网编排调度上, 中国联通凭借“算网大脑”技术, 打造算网一体化编排调度平台和算网一体化产品, 实现算力资源与网络连接的同开同管和灵活调度。在算网服务上, 中国联通打造算网一站式服务平台, 并开放用户自助服务, 不断提升用户感知。

“随着计算类型不断丰富以及提供算力的主体越来越多, 网络化服务将是算力服务的新趋势。”唐雄燕建议, 未来行业应基于“多样性算力+智能算网”, 充分发挥我国通信网络的资源与技术优势, 实现“以网强算”, 弥补我国计算芯片在自主可控方面的短板, 走出具有中国特色的算力服务之路。

### 走向“一体共生”, 展望 算网融合前路

当前计算场景的多元化、泛在化需要更高效的算力服务, 因此算网融合发展成为大势所趋。放眼整个行业的服务模式, 唐雄燕表示, 运营商有望在算网融

合服务中发挥关键作用, 成为全社会的算力“中介”, 依托算力网络为算力提供方和算力使用方提供顺畅的互通渠道, 通过构建算力开放及共享平台, 便利中小企业基于第三方算力进行应用开发, 尤其是当运营商将边缘计算能力开放给用户时, 网络将承载大量的边缘南北向流量, 算力网络价值将充分体现。

谈及算力网络的发展演进, 唐雄燕讲道, 2021年至2023年, 中国联通以IPv6/SRv6技术为重点, 开展“IPv6+”可编程网络技术攻关, 重点增强承载网与算力资源的自主控制与协同编排调度能力, 着力实现“协同供给”。2023年至2025年, 中国联通将以推动SRv6入云为重点, 实现计算资源与网络资源的标识互认、寻址统一以及网络端到端确定性能力增强, 着力实现“融合运营”。2025年至2030年, 中国联通将面向6G智慧内生的网络架构创新, 推动6G网络实现AI能力内生, 相应地推动承载网具备算力内生能力, 着力实现“一体共生”。

最后, 唐雄燕指出当前算网融合服务还存在多方面的技术与商业挑战, 如算力资源的感知、度量与交易问题, 计算与网络融合的技术标准与产业竞争问题, 以及算网融合服务的商业模式与安全管控问题等。📡



# 和林格尔 做“全球领先的绿色算力供给者”

■ 本刊记者 程琳琳

亮丽北疆，中国云谷。在数字经济发展大潮中，和林格尔这座昔日的草原名城，正致力于从绿色电力向强劲算力的转变。数年前，为响应国家号召，内蒙古自治区决定在呼和浩特建设国家级新区。2017年2月，内蒙古和林格尔新区正式挂牌成立。新区地处内蒙古最具活力的城市经济圈——呼和浩特市，距中心城区20多千米，规划面积涉及6个旗县区。其中核心区341平方千米，云谷片区和空港片区为直管区，是新区优先建设发展的重点区域。

## 根植算力设施建设，发力数字经济

在“东数西算”战略规划下，和林格尔新区的名字再一次传遍大江南北。2022年1月，内蒙古自治区启动建设全国一体化算力网络国家枢纽节点项目，规划设立和林格尔数据中心集群。作为全国算力网络八大枢纽节点之一，和林格尔将发挥与京津冀毗邻的区位优势，为京津冀高实时性算力需求提供支持，为长三角等区域提供非实时算力保障。

根植算力设施建设，服务数字经济发展。和林格尔搭乘数字经济“东风”，坚持产业先行、以产立城、产城一体，加快构建以数字经济为核心的现代产业体

系。和林格尔新区党工委委员、和林格尔新区管委会副主任徐艳国表示，作为国家“东数西算”工程八大枢纽节点和十大数字集群之一，和林格尔的目标是做“全球领先的绿色算力供给者”，以绿色的电力驱动全国算力产业发展。

在和林格尔，数字产业化正在深入推进。中国电信、中国移动、中国联通的数据中心，中国银行、中国农业银行、中国建设银行、交通银行总行金融科技中心和内蒙古农信社的数据中心，华为、东方国信、中数兴盛的数据中心，国家气象局、并行科技、青城之光、东方超算、旷视科技的超算平台等相继落地建设。截至目前，园区数据中心标准机架达到15万架，超级算力规模达到120PFLOPS，数据存储和算力规模位居全国前列，“中国云谷”“金融云谷”初具规模。


在和林格尔，产业数字化正在加速发展。“数字+智能制造”“数字+生物技术”“数字+新材料”“数字+现代服务业”快速集聚，同方服务器、超聚变服务器、国电南自电控设备、天海流体智能泵阀、华勤物联网终端、博晖生物技术、科拓微生态制剂、特瑞尔生物、大溪生物、奥普赛生物、子殷3D打印、北工大氯化铝、哈工大纳米碳化硅、西贝、京东、韵达、申通、丰树智慧物流等

一大批项目落地建设，航空物流、航空服务、综保区等临空产业加快布局。

## 栽梧引凤，营商环境不断改善

近年来，和林格尔人才科创工作取得积极成效。和林格尔人才科创中心启动建设，核心区、成果转化和新兴产业集聚区、人才培养实训区、配套服务区“一核三区”建设稳步推进。

和林格尔绿色低碳智慧新区建设也在稳步推进。绿色规划标准体系全面构建，绿电替代、绿色建筑、海绵城市、分质供水、余热回收利用、绿色交通等工程加快实施，生态空间占比达60%以上，建成区面积达到21.12平方千米。

为更好地招商引资，和林格尔营商环境持续优化改善。和林格尔新区制定出台了一批“高含金量”的招商引资优惠政策，构建起了“企业零跑腿、拿地即开工、区域先评估、包装标准地、联审联办制”五位一体投资服务体系，实现了“政府买单、专员代办、全程免费，土地摘牌、审图合格、即可开工，政府评估、成果共享、先诺后验，超前谋划、依规定储、即需即供，事项联动、业务联动、平台联动、部门联动”，有效激发了市场主体投资活力。 

# 化优势为动能 宁夏高质量建设“西部数谷”

■ 本刊记者 梅雅鑫

在数字经济时代，算力成为新生产力。当前，“东数西算”已逾一周年，地处西北内陆的宁夏，正在将先天“风光”优势转化为后发动能，以数字技术赋能经济社会高质量发展。

近日，宁夏中卫市委常委副市长郭爱迪在出席相关会议时表示，中卫市数据中心产业在国家布局一体化算力网络协同创新体系中发挥着重要作用。依托中卫市区位、交通资源优势，以“双节点”高速发展为基，目前中卫市已经形成“一雁引头，众雁齐飞”的产业集聚发展新局面。

## 依托五大先天优势，打造高质量产业集群

对于西部地区来说，“东数西算”是一次难得的历史机遇。宁夏中卫市抓紧算力这个关键环节，成为全国首个“双节点”城市，开启了打造“西部数谷”之路。

宁夏中卫市之所以脱颖而出，离不开得天独厚的五大优势。

一是地质结构稳定。中卫市平均海拔1225米，地质结构稳定，发生7级以上地震的概率为 $1.8 \times 10^{-16}$ ，基本为零。

二是地理位置居中。宁夏地处中国腹地，具有极佳的战略纵深，且与全国90%以上地区光纤直连传输时延在8~12ms之间，是光纤网络覆盖全国最优路径选择点。

三是气候环境适宜。中卫市全年大气环境优良天数超过300天，年平均气温8.8摄氏度，年平均风速3.3米/秒，适宜采用全自然风冷技术建设大型、超大型数据中心，节能效果达到50%以上。

四是电力能源富集。宁夏是“西电东输”的重要传输通道和电力能源供应点，“风光水火”互补，区域供电可靠程度高，用电成本相对较低。

五是土地资源丰富。园区使用土地大部分是低丘缓坡未利用土地，用地指标有保障，中卫市水和天然气价格也相对低廉。

除了自然资源禀赋，宁夏回族自治区还从能耗指标、用地保障、电力及绿电、网络质效、信创应用、基金与信贷支持、税费减免、人才培养等多方面对大数据、云计算企业予以支持。

如今，中卫市云计算和大数据产业实现了从无到有、从小到大的跨步飞跃。截至目前，中卫市已建成投运8个超大型数据中心，累计安装机柜4.67万个，平均PUE值达到1.2，累计完成投资近400亿元，带动解决就业人口4000人以上，集聚云计算及配套企业200多家，服务企事业单位4000多个。

## 实施“1244+N”工程，重点发力三个方向

为了更好地实现以数据链带动创新链、资金链、产业链融合发展，宁夏回族自治区政府提出，2023年宁夏将

坚持把数字经济作为未来竞争的关键，高质量建设“西部数谷”，启动实施“1244+N”工程。

“1”是全面建成组织、规划、政策等一套保障体系；“2”是加快建设“国家新型互联网交换中心”和“全国一体化算力网络国家枢纽节点”两个中心；第一个“4”是实施“四化工程”，即数字化产业化工程、产业数字化工程、数字化政府工程、数字化社会工程；第二个“4”是力争到2027年数字经济占GDP比重达到40%以上；“N”是大力培育、引进若干生产和运用数字的企业。

未来，宁夏将发力3个重点方向。一是建设国家“东数西算”示范基地。到2025年，宁夏枢纽全面建成，标准机架达到72万架，中卫数据中心集群机架达到69万架，集群PUE平均值1.2以内，可再生能源利用率达到65%。

二是建设数字技术应用创新基地。中卫市将强化算力安全可控体系建设，深入实施“千企改造”工程，推动大数据赋能新型城镇化、农业现代化、旅游产业化等数字化发展，到2025年建成10个以上大数据融合发展应用示范基地。

三是建设国家级数据供应链培育基地。中卫市将推进与京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝等地直连网络的建设，持续降低网络时延，高效运营国家（中卫）新型互联网交换中心。CW

# 贵安新区：乘政策东风 踏上“东数西算”新赛道

■ 本刊记者 孙天

2022年，我国正式启动了“东数西算”工程，贵安成为10个获批建设国家数据中心集群的地区之一，这为贵安大数据产业发展带来前所未有的机遇。

事实上，贵安新区自建区以来，立足气候、电力、地形地貌等优势，把发展大数据产业作为赶超的路径，一路高歌猛进，实现了大数据产业从“风生水起”，到“落地生根”，再到“集聚成势”的“三级跳”。目前，贵安新区已建成电信、移动、联通、华为、腾讯、苹果等数据中心和云计算基地，累计完成投资逾百亿元，贵安新区也成为全球超大型数据中心聚集最多的地区之一。

## “满弦”开工，打造超大型 数据中心集群特色

贵安新区立足“建设世界一流数据中心”的核心定位，吸引众多数据中心项目在贵安新区“落户”。

2022年11月，全国一体化算力网络国家（贵州）主枢纽中心项目开工，该项目总投资约10亿元，以贵安数据中心集群为核心，打造全国一体化算力网络国家（贵州）枢纽节点。

11月25日，贵安超互联新算力基础设施项目开工。该项目入选第一批全国一体化算力网络国家（贵州）枢纽节点重点项目，总投资30.05亿元，计划2025年建成。

11月30日，贵安中电光谷数字经济

产业园项目签约仪式举行，该项目总投资300亿元，将进一步助力贵安新区加快推进“东数西算”工程建设。

2023年2月1日，网易贵安数据中心在贵安新区开工。作为网易首个自建大型数据中心，该项目将助力贵州实现从“东数西存”到“东数西算”的突破，成为“数字大航海时代”的全球贸易港。

贵州省人民政府办公厅发布的《关于加快推进“东数西算”工程建设全国一体化算力网络国家（贵州）枢纽节点的实施意见》明确指出，贵州省将实施算力集群攻坚行动，加快做大做强数据中心集群。力争到2025年，贵安集群数据中心平均上架率不低于65%，贵州全省数据中心标准机架达到80万架、服务器达到400万台。

## 持续推进“东数西算” 打造产业生态链条上下游

在数字经济时代，算力正在成为一种新的生产力，为千行百业的数字化转型提供基础动力，而数据中心是算力的物理承载，是数字化发展的关键基础设施。贵安新区紧抓国家发展战略机遇期，响应国家政策号召，不遗余力推动“东数西算”。

在2022年7月5日举办的“推进‘东数西算’贵安怎么做？”周末大讲堂上，贵安新区工业和信息化局党组成员、副局长汪军认为，贵安新区在推进“东数西

算”工程具体行动中，可从4条路径起步。

一是打造国家金融基础设施聚集地，形成一站式、全流程、多功能支付清算算力服务基地；二是打造外商数据中心运营管理基地，依托苹果iCloud数据中心成功运营，聚集更多外商数据中心，形成对外服务窗口；三是打造国家部委央企聚集地，从软件及服务、安全硬件制造等方向构建信息安全产业链条；四是建设互联网企业聚集地，从互联网企业的上游、下游着力，包括产业链上的互联网服务及应用、软硬件开发制造等。“在新的版图上，要找准贵安优势，避免与其他城市‘同质化’，提升贵安在‘东数西算’战略布局上的重要性。”汪军表示。

此外，为推动数据中心集群建设提质升级，贵安编制了《“东数西算”工程大背景下贵安数据中心集群用地布局、业务布局及支撑体系》等规划文本，明确了贵安数据中心集群规划总用地面积约10平方千米，新增用地面积约4.1平方千米，最大可承载约1000万台服务器，围绕金融、国家部委、大型央企、互联网头部企业“四大板块”进行规划布局，致力于打造国家金融基础设施、关键信息基础设施、个人数据集聚地。

超大型数据中心集群已经成为贵安的亮丽名片，一批批优强企业正纷至沓来，一个个重大项目正稳步推进，贵安新区正展现出“换道超车”的强大韧性和勃勃生机。CW

# “东数西算” 韶关模式稳步推进 2022年项目投资达395亿元

■ 本刊记者 朱文凤

“庾岭古难行，梅关千年通。”一千多年前，韶关百姓在盛唐名相张九龄的带领下，将大庾岭中的羊肠小道拓展为通衢大道，并称之为“梅关古道”。梅关古道是古代连接长江和珠江两大水系的最短路上通道，南北交通由此畅通。千年后的今天，乘着“东数西算”工程的东风，韶关正在建设一条贯通东西的“数据之路”。“路”的形式虽不同，功能却相同，通南达北，联东接西，为天下通。

为实现这一美好愿景，韶关全力推动数据中心集群建设，充分发挥“供电优、地价低、人力足、网络好”的资源禀赋优势，制定完善的大数据产业配套政策，协同发展上游制造业和下游服务业，在提升算力水平、促进绿色发展、扩大有效投资、协调区域发展等方面取得了一定成效。近日，韶关市人民政府副秘书长龙显顺在出席相关会议时表示，2022年韶关市签订大型数据中心项目投资协议12个，总投资达395亿元。

## 筑巢引凤，“东数西算” 韶关模式稳步推进

据了解，韶关数据中心集群起步区选定三大区域，规划结构为3个生产中心、1个数字产业孵化中心。2022年

韶关市已签订大型数据中心项目投资协议12个，涉及四大运营商、互联网头部企业、第三方运营头部企业，总投资达395亿元，规划建设机架数量达36.1万架。

数据中心建设的高效推进离不开韶关市政府的精心服务。为当好数据中心建设的“店小二”，韶关市人民政府出台《韶关市促进大数据产业创新发展办法(试行)》，在企业入驻支持、运营补贴、市场培育和研发补助、贡献奖励、人才及培训补贴和固定资产投入补贴6个方面推出115项补贴措施；出台《韶关市加快促进电子信息制造业招商引资若干支持政策(试行)》，在厂房补助、设备补助、人才奖补、重大项目支持4个方面为相关企业提供大力支持；出台《韶关新时代“百团千才万匠”人才工程实施意见》，为集聚高水平创新创业团队和高层次专业技术人才、高技能人才营造良好氛围。

## 围绕“五大定位”，聚力 崛起

按照建设规划，到2025年，韶关数据中心集群的综合承载能力将达到50万标准机架，数据中心上架率将达65%；到2030年，数据中心上架率将达80%。为此，韶关明确五大发展定位，

即致力于打造绿色数据中心示范基地、“东数西算”全国算力中心、国家大数据产业集聚区、全国数据应用创新高地和产业数字化转型示范区。

当前，韶关正聚焦五大发展原则，全力推动大数据产业发展迈上新台阶。一是培育“数据+算法+算力”特色大数据企业，加快推进大数据在各行各业、各领域深度融合。二是发挥政府在大数据产业布局和市场资源配置中的引导作用，引导ICT企业等市场主体入驻韶关开展业务，激发市场创新活力。三是坚持网络安全、数据安全与监督管理并重，促进数据资源有序流动与规范利用，全面保障大数据产业健康发展。四是重点发展服务器、供配电设备、制冷设备等先进制造业及大数据服务业，加速带动其他领域的信息服务合作。五是强化韶关数据中心集群的重要支点作用，打造全国一体化算力网络重要战略节点，为我国数字经济发展提供算力支撑。

未来，韶关将继续稳步探索“东数西算”韶关模式，立足广东、面向粤港澳、辐射全国，积极承接广州、深圳等地实时性算力需求，为全省乃至华南、粤港澳地区提供云计算、智能计算等服务，建设出一条新时代贯通东西的“数据之路”。

# MWC2023

## 全球第二波5G“风口”即将到来

■ 本刊记者 程琳琳

在MWC2023期间, 5G成为最热门的词汇之一, 与5G相关的话题和应用展示随处可见。随着全球5G从争议走向落地, 第二波5G“风口”也即将到来。

GSMA会长Mats Granryd在致辞中表示, 2022年是5G发展关键的一年, 截至去年年底全球5G连接超过10亿个。未来几年, 5G的关键任务之一是为所有行业数字化转型赋能, 行业之间需加强合作, 为未来互联互通奠定坚实基础。

### 第二波5G“风口”将至

从部署规模的角度看, 5G的3年等于4G的5年, 据了解, 第一波5G用户渗透率超过20%的运营商普遍取得了显著的移动业务收入增长。同时, 终端、内容、体验和商业模式不断丰富, 吸引了更多运营商及其合作伙伴投身5G浪潮, 5G取得商业成功的趋势日渐明朗。

GSMA最新数据显示, 截至2023年1月, 全球已有229个商用5G网络和超700款5G智能手机可供用户使用。这一组数字证明, 与3G和4G相比, 5G是发展速度最快的一代。

共建共享也成为降低网络建设成本的新模式。在MWC2023期间, 中国电信和中国联通携手发布了《5G共建



共享指南》, 向全球通信行业分享了“中国智慧”。作为全球5G共建共享的技术引领者和成功实践者, 中国电信和中国联通旨在为全球运营商输出共建共享关键技术和运营管理经验。

截至2022年底, 中国电信和中国联通共同部署5G基站约100万个, 建成了全球规模最大、网速最快的5G SA共享网络。双方持续深化共建共享外延与内涵, 通过4G/5G共建共享, 累计节省CAPEX超2700亿元, 每年节省OPEX超300亿元, 减少碳排放超1000万吨, 产生了巨大的经济和社会效益。

### 5G网络逐渐变得高效、智能

5.5G是5G走向6G的必经之路。在此次MWC2023上, 多家企业基于5.5G进行了方案共享。5.5G比5G更

快、更自动化、更智能, 支持更多频段。5.5G还能提供10倍的网络能力, 进而转化为100倍的产业发展机会。

移动通信产业正在迈入5.5G时代, 新业务、新场景不断涌现, 对网络提出了更多新需求。本次MWC2023大会上, 华为面向5.5G率先发布业界首个双栈容器解决方案, 助力运营商夯实网络基础, 加快业务创新, 构筑竞争优势, 实现商业成功。方案支持虚拟机和容器灵活部署, 通过可编程高性能框架、亚健康检测、跨层故障定界、存储Bypass等关键技术, 持续打造电信级云原生能力, 相比传统虚拟机模式, 性能可显著提升15%~20%, 进一步提升网络可靠性和易运维性。

中兴通讯推出的12通道UBR, 实现了1.8GHz和2.1GHz双频三扇区合

一, 单设备支持12×120W超高发射功率, 可兼顾存量制式和5G演进。12通道UBR结合低频三扇区合一的6通道UBR, 仅需两个射频模块即可支持5个FDD频段, 站点方案大幅简化, 能耗相比传统方案降低30%, 还可最大化利用现网的天线、电源、电池等基础设施。

针对5G网络运营复杂度和灵活性要求的显著提高, 结合移动通信网络“规、建、维、优、营”各阶段的不同需求, 中国信科引入AI算法, 在精准规划、告警溯源、网络优化和站点节能等方面, 实现部分工作自动化和智能化。数智化对“网”和“算”的能力都提出了新要求, 中国信科不断创新, 在基站中集成了基于异构算力的高性能算力板卡, 可提供“数智算网”一体化基站解决方案, 在赋能行业应用的过程中发挥关键作用。

爱立信助力运营商网络“事半功倍”。爱立信力求实现设备的更低能耗、更小尺寸、更轻重量、更高集成, 以及网络的更大容量和更广覆盖, 其展示的产品包括Radio4485、600MHz超宽带Massive MIMO、全新四载波微波产品MINI-LINK6321、OneStopShop室内覆盖方案。通过AI、算法等软件方式实现性能提升, 爱立信展出了干扰感知的波束赋形、智能小区赋形功能、Trafficsteering功能等。爱立信此前提出的“打破能耗曲线”理念得到业界普遍认同, 此次MWC2023上爱立信进一步展出了MINI-LINK深度休眠功能。

## 5G专网成to B商业成功的“神兵利器”

5G专网是5G to B的重要抓手。GSMA会长Mats Granryd在会议期间表示, 未来几年, 5G的关键任务之一就是为所有行业数字化转型赋能, 行业必须加强合作, 为下一代互联互通奠定坚实基础。

在市场收益方面, 运营商通过5G专

网可以与企业建立深度的业务连接, 撬动3~10倍的企业数字化转型市场空间, 实现云、数据中心、F5G和增值服务等新业务的销售。当前, 海外5G to B专网市场发展非常迅速, 仅2022年海外运营商建设的5G to B专网数量就已经翻番, 未来市场增长潜力巨大。

在本次MWC2023上, 博茨瓦纳的Debswana与华为共同宣布了全球首个基于5G的智能钻石矿开采项目。华为智能矿山解决方案已在Debswana的Jwaneng露天钻石矿部署, Jwaneng矿山成为全球首个基于5G的智能钻石矿山, 这意味着矿山数字化转型解决方案中使用的基站等硬件设备已支持网络向5G升级。5G高带宽、低时延等特性可以支撑自动驾驶等前沿技术的应用, 使得未来矿业数字化转型更加智能化。华为利用自身在5G、云、AI、IoT等ICT技术方面的优势, 为全球矿业用户打造智慧矿山解决方案。

## 5G to C “杀手级”应用呼之欲出

在5G to C方面, 产业一直在积极打造“杀手级”应用。当前, 5G新通话可提供一系列创新通话增强服务和创新应用体验, 有望成为5G的一项标志性应用。5G新通话的出现, 将带来商业模式的全面升级, 为产业注入新活力, 让传统通话业务焕发新生。

2月28日, 在由GTI和中国移动联合主办的“新通话, 新未来”5G新通话产业发展论坛上, 来自全球运营商、标准组织、设备商、终端厂商的行业专家齐



聚一堂, 深入探讨5G新通话产业发展趋势、商业模式和生态建设等热点话题, 推动新通话产业繁荣发展。

5G新通话具有3个新特点: 一是“新体验”, 通话体验从原有的语音和视频沟通, 升级为“超清、智能及交互”; 二是“新能力”, 在传统音视频通信的基础上, 融合了媒体能力和数据交互能力, 基于通话可以拓展丰富的应用; 三是“新生态”, 运营商将构建开放的5G新通话生态, 为用户提供丰富的通话新服务。Telefónica集团CTIO服务平台和语音核心网络负责人David Moro Fernández表示, 在5G时代, Telefónica期待为用户提供更丰富的通信体验, 期待5G新通话的精彩前景, 并呼吁产业各方积极行动起来, 制定标准、丰富应用生态。

本次MWC2023上沃达丰还展示了通过5G网络在元宇宙中驾驶真正的无人机。沃达丰邀请参观者使用Meta Quest Pro虚拟现实耳机, 驾驶位于830千米外接入5G网络的无人机。元宇宙无人是沃达丰正在开发的一系列新网络应用, 允许开发人员通过简单、安全的用户界面使用沃达丰泛欧洲5G网络。沃达丰的5G网络还可以为消费者和企业用户提供一系列元宇宙服务, 例如用于游戏和娱乐、导航、远程协助和维护, 以及沉浸式购物的AR/VR服务。GTI

# MWC2023: 澎湃算力下 中国企业彰显“软实力”

■ 本刊记者 梅雅鑫

在近日于西班牙巴塞罗那举办的MWC2023上,基于VR、XR打造的元宇宙类应用给参会者带来“身临其境”的体验,而这些新技术的发展,离不开算力的支撑。

在MWC2023大会现场,我国的运营商、制造商和服务提供商带来了多款与算力相关的产品和解决方案,向世界展示算力时代的“中国力量”。

## 三大运营商聚力算网融合创新

算力为网络高质量发展、行业应用不断创新、泛在终端互联互通提供了重要支撑,加大算力供给已然成为行业发展大势所趋。

作为全球网络规模最大的通信运营商,中国移动依托5G+光纤“双千兆”网络,整合全网7.8EFLOPS算力资源,开放900多项技术能力,全力服务各类用户超1500亿次调用需求。在本次大会上,中国移动咪咕公司把元宇宙比特景观“搬进”会展中心,展示了行业首个基于5G算力网络的分布式实时渲染元宇宙比特空间——“星际广场”。中国移动董事长杨杰首次以“数智人”方式出席大会并作主旨演讲,依托中国移动“5G+算力网络”实时渲染等超前数智技术,与现场出席会议的中国移动总经理董昕共同带来一场跨时空的“沉浸式”主旨演讲,向世界展示了中

国移动“数实融合”的新一代信息技术创新成果。

面向未来网络和业务发展新形势,中国联通以算力和智能为两大核心,持续推进无线网络演进,从“云网一体”迈向“智算网一体”创新,最终实现连接和计算在网络边缘的融合供给,为用户提供“算网业一体”的智能无线算网服务。基于此,中国联通在会上发布CUBE-RAN无线网络技术创新实践成果,在业界首次提出“连接+计算+智能”的一体化无线网络架构和技术体系。同时,中国联通还在会上启动了智能无线算网合作伙伴推进计划,面向连接、计算、智能融合设计,凝聚生态力量,形成产业共识。


全面深入实施“云改数转”战略的中国电信,在MWC2023上与华为共同为“中国电信大数据和AI中心昇腾人工智能开放实验室”揭牌,依托该实验室,双方将聚焦AI大模型、异构AI算法迁移、统一推理框架等方向开展联合攻关。同时,中国电信和中兴通讯还联合发布了“2023战略创新合作计划”,明确2023年双方将继续聚焦云网底座、业务创新、云网安全三大领域,在技术标准、产品研发、行业拓展等方面持续加大科技创新力度,共同夯实云网基础设施底座、赋能行业数字化转型。

## 国内ICT企业拓展算网融合边界

当前,存力和算力已成为企业核心战略资源。华为聚焦数据中心基础设施创新,引领新型数据中心发展,帮助企业应对不确定的风险,保障极致的业务体验,处理海量的多元化算力,让数据中心更绿色、更可靠、更高效。针对企业网络管理效率、连接体验以及数据中心安全、存力算力要求高的特点,华为重磅发布极简网络和数据中心系列创新解决方案,打造坚实网络底座,引领新型数据中心发展,释放数字化创新活力。

在中兴通讯看来,“业务”层面要解决计算和网络的拓展问题。首先通过在5G-A/6G、全光Mesh、RIS、天地空一体等方面的创新突破,拓展网络业务覆盖边界;其次通过确定性的网络服务、通感算控融合等技术,拓展计算和网络的业务应用边界;最后构建以DPU为中心的新型算力架构,加速云网融合,拓展“算+网络”的融合边界。

从“生态”层面要构建更丰富的生态系统,在多厂家网络设备、多云环境下,实现“连接+计算+数智能力”的统一服务,“多快好省”地赋能千行百业的数智化转型升级。同时,绿色、智能和安全也将贯穿全域和全周期。

总而言之,算力将为信息通信业高质量发展,以及垂直行业的数智化转型带来更多创新和突破。 

# MWC2023 透视手机行业发展新风向

■ 本刊记者 朱文凤

沉寂多时的手机行业，终于迎来了期待已久的舞台。作为全球影响力最大的通信行业展会，MWC2023再次掀起手机行业的创新潮流。在这场科技盛宴中，机身变色、卫星通信、液冷散热等手机“黑科技”层出不穷，荣耀、OPPO、小米等厂商也携旗舰新品向海外高端市场发起冲击。

## 加大“内卷”：创新激活产业“内生动能”

技术创新永远是产业发展的驱动力，如同ChatGPT的出现，推动了人工智能开发新范式的形成。随着手机行业进入“存量时代”，手机厂商也进入到比拼长期研发投入的新阶段，研发“内卷”、产品“内卷”，寻求突破成为行业发展主旋律。除了在自研芯片、影像技术上持续发力，智能手机还能从哪些方面开展创新？手机厂商已然在MWC2023上给出了答案。

2022年折叠屏手机销量可谓是一路“狂飙”，逆势增长144%，在手机形态上的成功探索也促使卷轴屏在MWC2023重磅登场。联想旗下的moto品牌推出卷轴屏概念手机“摩托罗拉Rizr”，双击侧面的电源按钮即可扩展显示屏，展开后整个系统界面相应延伸。

过去几年，不少手机厂商都尝试了机身变色技术，但均没有此次传音TECNO发布的“变色龙虹彩技术”更令人震撼。该技术采用独特材料，能够

让机身在使用过程中随机变色，实现多达200万次的颜色变换，最短响应时间不到0.03秒，功耗几乎可以忽略不计。

谈及手机功耗，近年来各大手机厂商也是各出奇招，但仍未得到完美解决。针对散热问题，一加11概念版手机首发Active CryoFlux微泵主动液冷散热技术，是首个把液冷散热技术微型化并置入手机的产品。

除了外观、性能，手机通信技术也迎来重磅升级。高通、联发科均推出了自家卫星通信技术，高通宣布与多家OEM安卓厂商合作，将Snapdragon Satellite应用于更多智能手机。联发科则展示了与Bullitt合作推出的商用智能手机摩托罗拉defy 2和CAT S75，这两款手机可为全球用户提供双向卫星通信信息传输、位置共享和紧急SOS功能。

IDC中国高级分析师郭天翔表示，无论是正式发布的荣耀Magic5系列、努比亚Pad 3D等商用产品，还是一加11、摩托罗拉Rizr等概念产品，都体现了中国厂商在手机相关领域的积极探索，通过推出更多差异化产品，重新吸引消费者的关注，从而推动手机产业的全面复苏。


## 紧抓新增长曲线：进军海外高端市场

2022年全球智能手机出货量创下自2013以来的最差业绩，手机厂商承压前行，需要挖掘更多增量市场。由此，

海外高端市场亦成为中国手机厂商的必争之地。在MWC2023上，荣耀、小米、OPPO等企业展示的新产品、新技术透露出中国手机厂商发力海外高端市场的决心。

历经两年能力孕育和创新积累，荣耀Magic5系列携三主摄荣耀鹰眼相机系统、首发硅碳负极电池技术强势来袭，折叠旗舰荣耀Magic Vs也同步亮相，由此荣耀Magic系列“折叠屏+全能旗舰”的双旗舰战略在海外正式落地。同时，小米也正式把高端化战略3年探索的答卷之作——小米13系列国际版推向欧洲市场。凭借旗舰新品，荣耀、小米向全球高端手机市场发起全面冲击。

在中国厂商竞速高端市场的征途中，折叠屏成为核心抓手之一。OPPO发布首款竖向折叠手机Find N2 Flip，该款机型进一步优化“折痕”问题，全新升级的铰链支持45度至110度的多角度自由悬停，确保了长期使用无折痕的屏幕体验。

IDC数据显示，2023年全球智能手机市场出货量仍将低于12亿部，而中国市场的出货量预计也将仅有2.83亿部，未来手机市场将持续低迷。但挑战之下，机遇仍在，无论是在影像、电池、自研芯片等方面继续发力，还是在卷轴屏、卫星通信等方面另辟蹊径，或是在高端市场对标苹果、征战海外，中国手机品牌正在“量变”中积累“质变”，加速为消费者带来差异化体验。 

## MWC2023

## 元宇宙长效发展 成为数字化新趋势

■ 本刊记者 王鹤迦

十五世纪,人类社会进入“大航海”时代,拉开了全球化序幕。如今,我们又迎来了数字化发展的新纪元,而元宇宙正是当下备受人们关注的新趋势之一。

如今,国内外知名通信科技企业争相相对元宇宙产业进行布局。在多家深耕元宇宙和数字化领域的公司推动下,元宇宙从一时“热炒”的互联网概念,发展成为具备技术基础和应用前景的新兴产业。

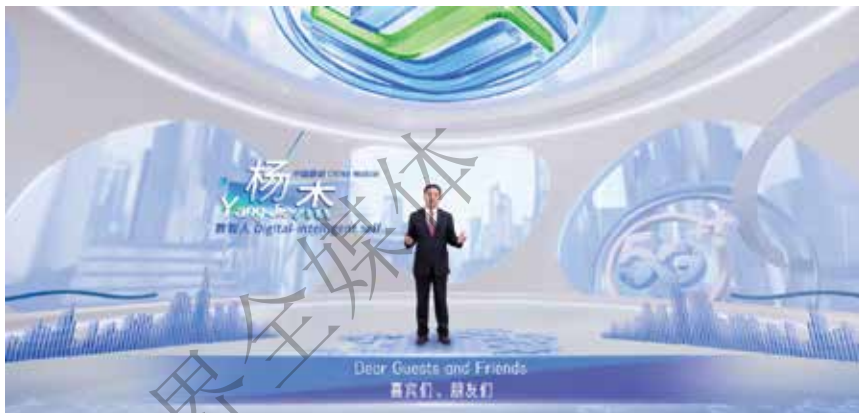
在近日于西班牙巴塞罗那举办的MWC2023上,与元宇宙相关的产品和技术备受关注,来自全球的参展商纷纷大秀最新科技。

### 比特景观、元宇宙通信技术“百舸争流”

元宇宙是数字经济发展的新高地,也是数字经济高质量发展的新动能。

在MWC2023上,中国移动元宇宙比特景观的首次“出海”,受到了与会嘉宾的青睐。中国移动董事长杨杰以“比特数智人”的方式亮相,通过超前数智技术与现场的参会者互动,向世界展示了“数实融合”信息技术的创新成果。

未来,中国移动将基于“5G+算力网络”,充分发挥“内容+科技+融合创新”的优势,推出更多比特景观,为更多“比特数智人”提供基于人工智能的生产、学习和社交的场景,为“数实融合”的数字经济增长提供新空间。



中国联通推出的5G新通信产品以打造全球领先的新一代NaaS智能通信体系架构为方向,逐步将语音通信由管道连接演进为全场景视频通信及元宇宙通信入口。其中,在元宇宙通信入口将打造智能算力、智能OS、智能影像、数字空间和数字资产五大能力体系,提供产业元宇宙及消费元宇宙场景化解决方案,致力于让每个用户和企业都能轻松玩转元宇宙。

### AR/VR将降低元宇宙体验门槛

元宇宙身临其境的体验离不开如虚拟现实(VR)、增强现实(AR)、混合现实(MR)、扩展现实(XR)等技术的助力。在沃达丰展台上,通过Meta Quest Pro,体验者能操控位于830千米外的真实无人机;小米展示的一款无线AR眼镜采用无线连接方案,通

过无线分布式计算将高速互联总线应用于手机与AR眼镜的连接上,依靠该链路实现手机与AR眼镜通信时延低于3ms,全链路时延低至50ms;努比亚展示的首款AR智能眼镜Neovision Glass通过科技将生活、办公、运动、娱乐全场景打通。Dimple总裁Markus Ko提出要让普通人更容易通过移动设备访问元宇宙应用。

尽管目前元宇宙仍处于概念阶段,缺乏足够强大的数字基础设施支持,难以实现全沉浸式的用户体验,但与其相关的概念已延展出众多业务分支,包括元宇宙经济、元宇宙建设与运营等,涉及复杂的技术体系和生态资源,如互联网、物联网、5G/6G通信、人工智能、区块链、增强现实、虚拟现实和云计算等。相信未来,元宇宙将逐步成为数字社会中的重要应用场景。MWC

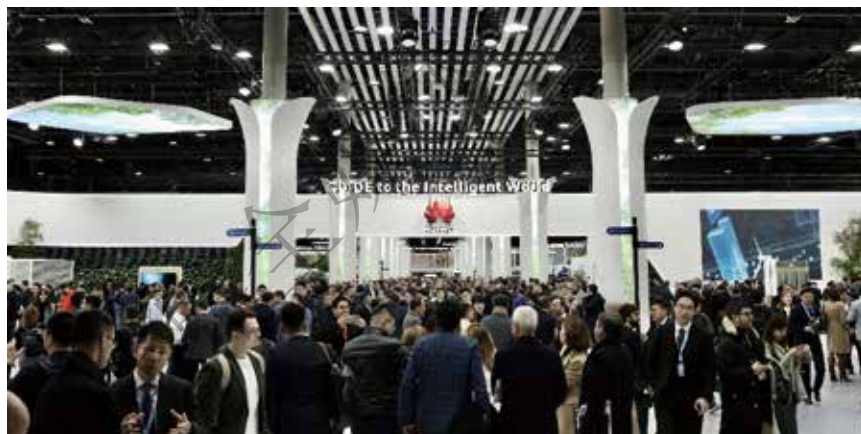
# 走进MWC2023华为持续演进, 使能5G商业成功

■ 本刊记者 刘启诚 孟月

春意盎然, 在西班牙巴塞罗那会展中心举办的“2023世界移动通信大会”(MWC2023)迸发出无限活力。备受瞩目的华为展台, 人头攒动, 众多海内外观众驻足体验: 在MWC2023期间, 华为展示了最新的产品和解决方案, 如5G时代极致体验、品智超宽联接、数智化转型、“绿色发展1-2-3”解决方案等, 与全球运营商、行业伙伴等一起探讨如何立足GUIDE商业蓝图, 从繁荣的5G时代, 迈向更加繁荣的5.5G时代, 激发数字经济新活力, 加速迈向智能世界。

## 5G商用3年发展势头强劲 加速5G繁荣

5G商用3年来, 全球已部署约230张5G商用网络, 发展超过10亿户5G用户, 5G终端丰富程度超过预期。全球5G商用3年的部署规模相当于4G商用5年的水平, 5G部署进展远超4G同期, 第一波运营商已经取得了商业成功, 并且产生“确定性效应”。中国、韩国、瑞士、芬兰、科威特等国家的领先运营商, 5G用户渗透率已超过30%, 5G承载超过30%的流量。最新的Ookla 5G城市体验报告显示, 在全球有代表性的40个城市中, 5G速率排名前10的重点城市



均有华为参与承建。在10个城市不同运营商之间的5G性能对比中, 华为承建的5G网络体验最优, 实现了5G新体验。

但不可否认的是, 当前全球各个国家和地区的5G发展还不均衡, 个人和家庭用户需要更好的体验, 行业数字化也对5G提出了更高要求。“面向未来, 5G要取得更大的成功, 需要全行业立足5G商业再想象、5G网络再出发、5G技术再创造, 加速5G繁荣。”华为运营商BG总裁李鹏表示。

面向消费者领域的多元化创新层出不穷, 运营商正在把“联接+”做得更“长”, 5G带动ICT产业蓬勃发展。5G进入高速发展期, 将带动全频段向5G演进。为支持运营商最大程度发挥各频段价值, 实现网络多维能力持续提升, 华为发布One 5G全系列解决方案, 不

仅具备领先的性能, 还可实现运维与部署最简、能效最高、演进能力最强。

据了解, One 5G全系列解决方案围绕TDD、FDD、室内数字化等全方位最大化单站全频段能力, 同时通过IntelligentRAN智能化使能全网全场景深度协同, 助力运营商建设综合性价比最优的5G网络。“华为通过多个业界唯一的创新, 帮助运营商全频段向5G高效演进, 为用户提供最极致的移动网络体验。面向未来, 华为将继续与全球伙伴合作创新, 共赢5G黄金时代。”华为无线网络产品线总裁曹明表示。

## 携手共进, 共赢5.5G时代

“5G高速发展, 新的业务需求更加多样化、复杂化, 对5G网络能力提

出了更高要求。5.5G是5G网络升级演进的必由之路，已在产业界形成共识，是确定性产业发展趋势。”华为公司高级副总裁、ICT产品与解决方案总裁杨超斌表示，“随着5.5G、F5.5G、Net5.5G标准节奏明确，频谱策略清晰，关键技术及多样应用场景验证通过，产业共识稳步推进，必将推动5.5G网络商用的加速到来，十倍网络能力提升将触发千行百业释放更强大的数字生产力。”

值得关注的是，继2022年7月华为提出全面迈向5.5G时代理念之后，在此次展会上，华为进一步明确了5.5G时代的五大主要特征——10Gbit/s体验、全场景物联、通信感知一体、L4级别自动驾驶网络、绿色ICT。

5G向5.5G代际演进，正是承载上述突破、加速迈向智能世界的关键。在产业界的共同努力下，5.5G多项关键技术已经取得突破。无线网络的超大规模天线阵列（ELAA）、虚拟大载波重构非连续频谱（MBSC）等创新技术已由全球多个运营商完成验证，将5.5G万兆能力带入现实。在F5.5G固网网络，50G PON标准已被ITU-T确定为10G PON之后的下一代PON标准，上下行对称、多模合一等关键技术不断发展，为F5G向F5.5G的平滑升级演进奠定基础。5.5G/F5.5G的发展驱动IP网络升级，开启Net5.5G。Net5.5G在800GE超宽、端到端“IPv6+”、智能化、安全、时延等方面持续增强，为运营商带来了新能力、新产品和新机会，助力运营商持续增长。

面向5.5G时代，华为将与全行业伙伴携手努力，通过无线、光与IP等领域根技术的突破，实现万兆体验；通过车路协同、环境监测等场景的探索，实现“将联接延展到感知”；通过统一的能

效指标体系建设，助力行业绿色发展。

值得一提的是，华为在移动网络领域一直是“亮眼的存在”，凭借其领先的产品与解决方案、持续突破的新技术、卓越的产业贡献和突出的社会贡献，广受业界好评。在MWC2023期间，华为一举斩获10项行业大奖，充分展现了硬核实力。

### 发布“Green 1-2-3”绿色发展解决方案，绿色、发展不再是选择题

新一轮“AI大爆发”正在发生，AI的繁荣发展为运营商带来新收益，也对ICT基础设施提出了新的需求，同时，更大的带宽、更强的算力也不可避免地带来网络能耗的快速增长。2022年ITU-T已经将网络碳排放强度指标NClc确定为正式标准。中国与欧洲先行运营商已经在现网积极开展多维能效技术创新，带来20%~50%不等的能效提升。

“要绿色还是要发展，似乎成为ICT行业的选择难题，但我们认为应当选择‘不做选择’，绿色和发展二者都要。”华为ICT战略与Marketing总裁彭松表示，“可以通过在能效、可再生能源利用率和用户体验3个维度上做到兼顾，逐步实现ICT绿色与发展的兼顾。”在此次展会上，华为也推出了围绕上述理念的解决方案，为ICT基础网络的绿色发展作出贡献。

华为基于上述3个维度的共存理念，持续迭代绿色解决方案，并正式发布华为“Green 1-2-3”解决方案。“1”意味着一套围绕绿色发展建网的指标体系，“2”指兼顾高能效和超低能耗两个场景，“3”则是站点、网络和运营建设3个层面系统化的解决方案。华为将与全球运营商共同努力，实现绿色与发展的平衡，加快ICT绿色发展进程。

### 加强人才培养，不断输出数字人才

此外，华为认为，数字人才是推动数字化转型、经济稳步增长、生活质量提升的关键驱动力。在MWC2023开幕前夕，华为宣布加入联合国教科文组织全球扫盲联盟（GAL）。华为与联合国教科文组织终身学习研究所（UIL，即GAL秘书处）达成共识，将共同推动利用ICT技术提高人们的文化素养。双方还签署了一项合作协议，根据该协议，华为将提供资金，支持UIL扩大现有项目，以帮助发展中国家的教育工作者提高技术使用能力。到目前为止，这一项目已覆盖孟加拉国、科特迪瓦、埃及、尼日利亚和巴基斯坦。

据悉，2008年以来，华为实施了各类人才项目，且项目数量仍在不断增长。通过“未来种子”项目，华为每年为各年龄段的数万人提供奖学金和数字培训课程。华为还组织和赞助科技竞赛，让学生可以增长知识、斩获嘉奖、结交新朋友。截至目前，华为的“未来种子”项目已经帮助150多个国家培养了220多万数字人才。华为ICT学院每年可培训约20万名学生。2021年，华为宣布已在数字人才培养方面投入1.5亿美元，并计划在2026年前再投入1.5亿美元，预计将再惠及300万人。

未来智能世界将与物理世界深度融合，个人娱乐生活、企业办公、工业生产都将进入万智互联的新时代，这意味着对网络的需求将从泛在千兆突破到泛在万兆、从联接扩展到感知、从关注能耗升级到关注能效。

5G繁荣是智能世界的基石，5.5G是迈向智能世界的关键，华为倡议电信行业立足GUIDE商业蓝图，加速迈向超宽、绿色、智能的未来世界。📶

# MWC2023: 上“天”入“地” 智能互联要无处不在

■ 本刊记者 刁兴玲 孙天

近日，“2023世界移动通信大会”（MWC2023）在巴塞罗那举办。世界移动通信大会堪称移动通信产业发展的风向标，本次大会上发布的新技术、新产品和新方案备受业界关注，在一定程度上代表了今后一年移动通信产业发展的新风向。

移动通信领域的佼佼者高通，也充分利用这次机会，更新了一系列的连接新品，不仅涵盖了5G Advanced、NR-Light (RedCap)、Wi-Fi等技术领域，还涵盖了卫星通信、XR、车联网、工业互联网等应用领域，再次彰显了高通深厚的无线连接技术积累和对行业的洞察力。

## 打造全新性能标杆，开启5G Advanced时代

持续引领无线连接技术的不断演进是高通的初心。当前，5G Advanced将连接技术提升至全新水平，并成为业界关注的重点。高通发布的第六代5G调制解调器及射频解决方案——骁龙X75，便是全球首个5G Advanced-ready调制解调器及射频系统，再一次提升了5G性能标杆。

骁龙X75引入全新架构、全新软件套件和多项全球首创特性以突破连接的边界，包括网络覆盖、时延、能效和移动性，赋能OEM厂商跨细分领域（智能手机、移动宽带、汽车、计算、工业物联网、固定无线接入、5G专网）打造新一



代体验。

骁龙X75充分展示了高通在5G领域的全球领导力，该产品实现的创新成果包括硬件加速AI和对未来5G Advanced功能的支持，这将带来全新的5G性能并开启蜂窝通信的新阶段。骁龙X75目前正在出样，商用终端预计将于2023年下半年发布。

“高通也推出了搭载骁龙X75的第三代高通5G固定无线接入平台，它是全球首个全集成的5G Advanced-ready固定无线接入平台。该平台不仅支持Sub-6GHz和毫米波，还支持Wi-Fi 7连接；与此同时，凭借四核CPU和专用硬件加速引擎，该平台能够支持广泛应用并提供更多增值服务，助力运营商将其服务扩展至全新领域和更多人群。此外，该平台还能降低成本并支持更快安装，从而推动相关服务的加速普及。”高通技术公司副总裁、全球产品市场负责人Mike Roberts表示。

作为全新类别的5G技术，NR-Light (RedCap) 填补了高速连接的移动宽带与极低带宽的NB-IoT之间的空白。为此，高通发布了骁龙X35 5G调制解调器及射频系统，这是全球首个5G NR-Light调制解调器及射频系统。与传统的移动宽带终端相比，搭载骁龙X35的NR-Light终端外形更小巧、成本更低、续航更持久。骁龙X35的推出印证了高通对5G发展的承诺，即推动5G扩展至全新的丰富用例，例如顶级智能手表、下一代XR眼镜以及海量的物联网用例。

值得一提的是，高通还推出了骁龙X75、X72、X35 5G M.2与LGA参考设计。该产品组合可为OEM厂商提供一站式解决方案，经全球认证，可利用全球主要移动网络运营商的5G网络进行工作，以支持开发下一代5G终端，为消费者带来从PC到XR等广泛类型的5G终端。

高通的一系列创新正推动5G向5G Advanced演进,并为6G在2030年前后商用奠定坚实基础。

## 上“天”入“地”,无线连接无处不在

5G不仅可以带来更快的网络速度,还将赋能更多应用场景,5G广播便是重要应用之一。在MWC2023上,罗德与施瓦茨、中国国家广播电视总局广播电视科学研究所和高通联合带来全球首次交互式5G应急多媒体广播演示,着重展现了5G广播电视在应急广播和融合媒体传播等领域创建的关键服务和创新应用。

除了5G广播外,5G专网也是业界关注的重点方向。高通5G RAN平台正助力全球网络基础设施供应商及其合作伙伴打造新一代解决方案。高通在MWC2023上带来了与Viettel、Mavenir、戴尔、NEC等企业最新的合作成果,并与凯捷、施耐德电气共同宣布推出一款面向起重机系统自动化的端到端5G专网解决方案,为企业带来极简的部署、管理和可定制的方案。

高通不仅在蜂窝通信技术方面树立了很多新标杆,在Wi-Fi技术上同样引领了产业发展。高通是目前Wi-Fi领域出货量位列全球第一的芯片公司,自2015年起,全球已有65亿台终端采用了高通Wi-Fi解决方案。

当前Wi-Fi 7时代已经开启。高通在Wi-Fi 7领域也取得了强劲的发展势头。目前几乎所有已发布或正在开发中的搭载第二代骁龙8的终端,都采用了支持Wi-Fi 7的高通FastConnect 7800移动连接系统。以小米品牌为例,今年2月,小米宣布小米13系列和小米万兆路由器将升级到全新一代Wi-Fi 7。小米13系列全系搭载第二代骁龙8移动平台,采用FastConnect 7800连接系

统,支持高频并发多连接技术,带来高达50%的传输速率提升。小米万兆路由器采用高通1220专业联网平台并配备万兆网口,支持先进的三频12路数据流配置,可同时利用2.4GHz、5GHz低频和5GHz高频,游戏、影音、全屋智能互不干扰,让用户在不同使用场景下获得更加顺畅的连接体验。

高通宣布,其目前已经获得超过175款合作企业的Wi-Fi 7终端设计,覆盖的终端品类非常丰富;而且,绝大部分采用FastConnect 7800且已发布或正在设计中的终端都采用了高通的射频前端产品。

不仅入“地”,为地面通信带来5G广播、Wi-Fi 7等先进的连接技术,高通还将技术带到“天”上,在今年CES期间推出了Snapdragon Satellite,这是全球首个基于卫星的、为旗舰智能手机提供双向信息通信的解决方案。高通在MWC2023期间进一步宣布与荣耀、OPPO、vivo、小米、Motorola、Nothing合作,支持其利用Snapdragon Satellite推出具备卫星通信功能的智能手机。Snapdragon Satellite可以支持OEM厂商提供从南极点到北极点的真正全球覆盖,而且也可以支持双向应急消息通信、SMS短信和其他消息类应用。

## 连接丰富终端,赋能新一轮用例

5G正在成为面向增强型移动宽带、海量物联网终端,以及其他场景终端的统一平台,将不同应用和需求的产品以及各个行业连接在一起。除智能手机外,5G正在赋能XR、交通、工业、制造等更多领域,这些正是高通积极拓展的领域。


在XR领域,智能手机将在推动无线头戴式AR广泛普及的过程中发挥非

常重要的作用。目前,高通Snapdragon Spaces生态系统的发展势头强劲。在MWC2023期间,高通宣布与中国移动、德国电信、KDDI、NTT QONOQ、T-Mobile、西班牙电信和沃达丰等运营商围绕Snapdragon Spaces展开合作,或打造全新XR设备,或开展用户体验,亦或是推出面向开发者的计划。

在AI领域,ChatGPT的“爆火”让业界再次关注AI的无限可能。高通在MWC2023期间进行了由第二代骁龙8移动平台支持的业内首个无需云连接、运行于Android手机上的Stable Diffusion演示。“Stable Diffusion是一个大型语言生成式AI模型,通过完整的AI软件栈优化,我们能够在15秒内完成从请求输入到高质量图像生成。我们也在不断降低时延并提升最终图片的精确度。”Mike Roberts表示。

在汽车领域,“骁龙数字底盘”是高通在汽车行业发展战略的核心,它为汽车制造商提供完整的解决方案。高通宣布推出第二代骁龙汽车5G调制解调器及射频平台,为日益壮大的“骁龙数字底盘”网联汽车技术组合带来最新产品。

在工业物联网领域,高通在MWC2023期间推出了Qualcomm Aware创新平台,该平台结合了高通业界领先的芯片、广泛的软硬件合作伙伴生态系统和易于使用的云端API,从而帮助开发者和企业面向广泛的物联网行业打造定制的数字化转型解决方案。

从XR到AI,从网联汽车到工业物联网,在5G向5G Advanced演进的过程中,更多丰富品类的终端将接入5G网络,这意味着越来越多的5G用例将扩展到不同的垂直领域。在MWC2023期间的一系列全新发布,充分展现了高通正在通过5G赋能更多垂直领域,并通过其“统一的技术路线图”引领公司在不同行业和领域持续创新,赋能万物智能互联。 

# “5G+工业互联网”技术在机械制造业中的应用研究

■ 浙江邮电职业技术学院 徐晓瑾 张新

按照“网络先行、应用牵引、市场主导、政策推动”的思路,我国深入推进“5G+工业互联网”全面发展,持续打造支持“宽窄结合”的物联接入能力,目前已经建成全球规模最大的移动物联网。接下来,我国将继续拓展“5G+工业互联网”应用场景,使移动物联网与机械制造业的融合进一步深化,加快推进新型工业化,提升制造业数字化、网络化、智能化水平。

## “5G+工业互联网”应用需求及场景

### “5G+工业互联网”应用需求

5G是工业互联网发展的重要基础设施,工业要素的联网和智能化需要高速率、低时延、海量连接的网络支持。当前5G与工业互联网融合应用也出现了很多新型场景,包括“5G+VR/AR”“5G+无人机”“5G+远程控制”“5G+机器视觉”“5G+云化AGV”等。在应用场景发展节奏方面,“5G+VR/AR”“5G+机器视觉”等应用已进入高速发展期,经济价值逐渐显现,未来1~2年将成为工业互联网的主流应用场景;“5G+云化AGV”“5G+无人机”等应用受限于与设备深度融合的需求,还需等待技术、产品成熟,预计未来2~3年将有较快发展;“5G+远程控制”等应用由于涉及工业核心控制

环节,目前尚处于探索期,有待进一步测试验证。

### “5G+工业互联网”应用场景

#### ● 5G+VR/AR

目前“5G+VR”在工业互联网中主要应用于虚拟装配、虚拟培训、虚拟展厅等场景。其中,“5G+VR”虚拟装配是工业设计中必不可少的审核环节,可以在设计接口、部件外观和大小等方面最大程度优化产品实际装配时的能效;“5G+VR”虚拟培训相较于传统的授课方式更加全面且能够及时反馈,相比于教科书里难懂的文字及考验学习者想象力的平面图,虚拟现实的场景表达更直观,并能传递更多信息;“5G+VR”虚拟展厅则能够将展厅及展品3D化,带给观展者足不出户就能“身临现场”的体验。

目前AR的应用已融入到工业制造的交互、营销、设计、采购、生产、物流和服务等环节,典型的应用包括AR远程协助、AR在线检测、AR样品展示等。利用基于5G的AR远程协助,后台专家可以通过语音视频通信、AR实时标注进行远程协作,实现现场人员和远程专家的“零距离”沟通,大大提高工业生产、设备维修、专业培训等环节的生产效率。

#### ● 5G+无人机

无人机作为高新科技发展的产物,

目前的应用范围已经相当广泛。从应用领域来说,无人机可分为消费级无人机和工业级无人机,相对于已经较为成熟的消费级无人机,工业级无人机的应用还处在不断探索的阶段。目前,工业级无人机已被应用于智慧物流、智慧园区、设备巡检等领域。

5G无人机平台可以实现厂区范围内规范化、常态化的空中安保巡视和设备点巡检。利用5G网络高速率、高可靠、低时延、海量连接的特点将搭载在无人机上的摄像头所拍摄的图像实时传送到厂区综合控制中心,然后通过视频图像进行基于人工智能的物体识别、模式识别分析,可以判断所巡检的地点是否存在安保异常、火警异常,并实现智能提示,最大限度降低安保人员日常劳动强度。

#### ● 5G+远程控制

远程控制一直是工业生产中保障人员安全、提升生产效能、实现多生产单元协作的必要手段。远程控制直接关系到生产环节的产品质量和生产效率,因此目前工业领域大多数远程控制还是基于有线网络。有线网络虽然稳定,但也限制了生产的灵活性,同时也在一定程度上限制了生产过程中的控制范围。

在工业生产中某些环境确实不适宜人工作业,比如高温、高空等场合。甚至有的工作无法依靠人工完成,比如工

厂内大件货物或港口集装箱的装卸，都需要通过远程控制机械来实现。要实现远程控制，不仅需要清晰度足够高的视频提供视觉支持，还需要实时稳定的网络保证操控的灵敏度和可靠性。这些对现有工业网络和4G技术来说是巨大挑战。考虑远程控制的需求，5G网络的优势一方面在于高速率可以满足高清视频回传的要求，另一方面也可以在保证可靠性的前提下满足远程控制对于低时延的要求。

● 5G+机器视觉

机器视觉是人工智能的一个重要分支，在工业的应用极为广泛，可以有效提高生产的柔性和自动化水平，适用于一些危险的人工作业环境或者人工难以满足要求的场合。通过5G网络，机器视觉系统可以实现“以移代固”，将视觉系统单元配置为无线传输以替代传统有线连接方式；图像采集自由分布于多个工位且共享图像处理单元，共同实现生产线的高速、低成本自动化检测。同时通过“5G+MEC”搭建的“5G虚拟专用网”，可以将生产过程中的数据传输范围控制在企业内，满足生产数据安全性要求，确保网络安全和生产安全。

基于5G虚拟专网和万物互联部署，机器视觉系统可以实现实时远程监

测功能。依托5G高速率、海量连接特性，工作人员不用进车间即可通过移动终端或便携终端，监视企业生产过程执行管理系统（MES），获知视觉检测系统的运行状态。

● 5G+云化AGV

AGV指装备有电磁或光学等自动导引装置、能够沿规定的导引路径行驶、具有安全保护以及各种移栽功能的运输车。所谓云化AGV，是把AGV上运行的定位、导航、图像识别及环境感知等有复杂计算能力需求的模块上移到5G的边缘服务器，以满足AGV日益增长的计算需求；而运动控制/紧急避障等实时性要求更高的模块仍然保留在AGV本体以满足安全性等要求。这相当于在云端为AGV增加了一个“大脑”，除AGV原有的复杂计算以外，使各种各样的AI能力扩展成为可能。

“5G+工业互联网”的网络架构

“5G+工业互联网”整体架构如图1所示，工厂内的各种控制、管理、生产和安全等环节，通过5G技术的高带宽、高可靠、低时延、移动性，可向柔性制造、自动化、无线化方向演进；5G的云网

一体化属性助力企业边缘计算应用，边缘云可实现现场应用的云端实时控制；5G企业专网方案可为企业提供安全可靠的网络支撑；网络切片、公有云、私有云、边缘云的融合为企业提供了高性价比的5G解决方案。

“5G+MEC”的网络架构

5G网络架构灵活，5GC采用虚拟化架构，UPF下沉至网络边缘，UPF和MEC可以共虚拟化平台部署，解决计费和安全问题。用户数据可由UPF转发接入MEC，计费和安全可由UPF完成，MEC实现对APPs的安全认证及支撑APP/API计费。

MEC部署方案如图2所示，边缘层UPF/MEC/APPs共平台部署。核心网业务面按需分布式建设，控制面集中建设，这是为适应5G新业务的必然选择；业务本地化、差异化、低时延成为主要需求；本地流量卸载、业务使能管理、网络能力开放助力5G提升商用价值。

“5G+切片”的网络架构

5G技术应用场景较多，而且不同的场景对移动性、安全性、可靠性等有不同要求，难以通过一张网络来满足。利用切片技术，将一个物理网络切分成能够提供不同功能的虚拟网络，可满足不同的

应用场景需求。针对未来多样化的应用场景，需要构建一个敏捷、自动化、智能化的端到端切片编排管理系统。

利用5G端到端网络切片可实现网络资源灵活分配及网络能力按需组合，基于5G网络虚拟出多个具备不同特性的逻辑子网。每个端到端切片均由核心网、无线网、传输网的

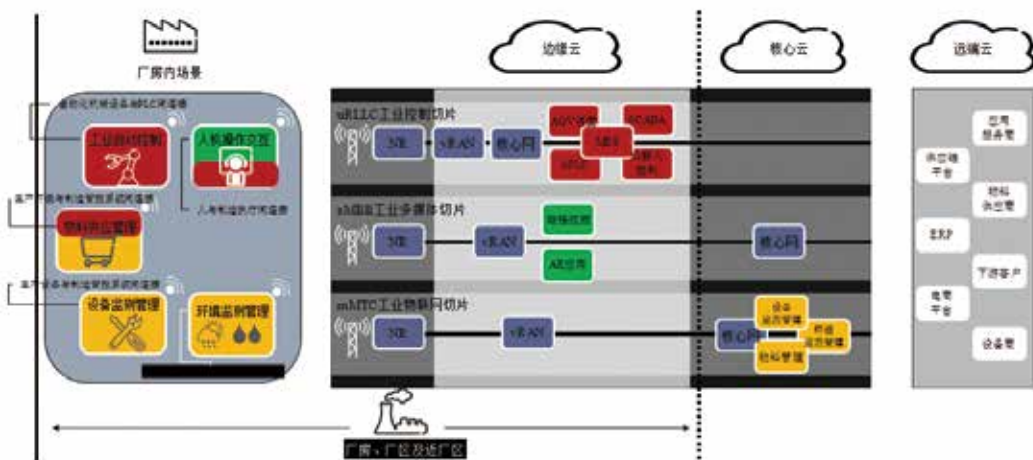


图1 “5G+工业互联网”整体架构



图2 MEC部署方案

切片组合而成，并通过端到端切片管理系统进行统一管理。

5G网络切片业务的引入需要考虑技术标准及产业发展的成熟度。运营商应分阶段引入网络切片。根据切片的部署要求，可以分为快速部署和目标部署。为了快速推出5G业务，切片部署初期重点聚焦于典型的eMBB场景，例如高清视频、AR/VR、3D等业务，并适当地配合核心网用户面下沉部署，满足部分超低时延业务需求。

同时，切片的编排部署还需进行简化。CN子切片采用云化技术部署，提供CN NSSMF进行子切片的编排和部署；RAN和TN子切片通过配置，进行切片的资源调度和隔离。5G网络切片管理框架如图3所示。

### “5G+工业互联网”应用案例

#### “5G+工业互联网”在电力行业的应用案例

某省国网公司提出全面贯彻省政府“重要窗口”建设工作部署，紧紧围绕公司战略目标落地工作，试点建设融合量子通信等技术的5G公网电力应用示范区，以经济便捷的公网无线通信（以5G为主，其他公网无线通信为辅）代替电力有线通信，以量子加密等技术强化业务数据安全，对海量的“源网荷储”资源进行精准控制。

该公司计划在全省数百个企业内建设秒级可中断负荷快速响应系统，依托超电网供电能力拉限电序列表和紧急事故限电序列表，在用户侧开展秒级可中断负荷接入功能建设，秒级可中断容量超百万千瓦。以上两类场景需要广域5G定制网的支撑。

#### ● 具体需求

部署边缘UPF下沉、数据与公网隔离：国网公司提出保障业务安全、数据安全的需求，运营商拟在国网电力机房部署边缘UPF，实现数据分流。

4G/5G协同：既支持5G NR网络，又兼顾4G LTE设备。在5G未覆盖区域将4G LTE作为补充网络解决方案，实现4G和5G（NSA/SA）同时进行分流的能力。

to B/to C统筹规划：依照运营商5G核心网“一张物理网，两张逻辑网”的总

体原则，采用“to B/to C统筹规划”的部署建设思路，可以支持“人联网”与物联网在电力5G专网场景下高度融合，还能够支持企业员工使用工作手机、PAD、PDA等手持终端的同时，支持设备、仪表等物联网设备的联网和数据交互。

#### ● 具体建设方案

基于国网公司业务需求及运营商5GC网络部署的情况，该项目拟在国网电力核心机房新建4G/5G融合的GW-U/UPF网元，对接现网的5GC控制面和区域所在的4G/5G基站，在用户侧部署专用DNN，并在5GC控制面网元完成相关配置。

5G签约用户从4G基站接入：MME基于专用DNN以及用户诉求，选择融合的SMF/GW-C和电力的GW-U/UPF网元。

5G签约用户从5G基站接入：AMF专用DNN选择融合的SMF/GW-C和电力的UPF/GW-U网元。

在网络传输层面，国网电力UPF需要通过各平面承载网打通N3、N4、N6、OM接口；N3、N4接口接入IPRAN承载网，分别与基站及5GC核心网（SMF）连接；N6通过内部专线方式接入国网电力内部网络（DN）；OM接入到网络网管OM。

此场景下的业务流向为：国网电力



图3 5G网络切片管理框架



图4 5G行业应用示意

终端—市电力专享UPF—国网电力网络。该项目中5G应用场景有精准负荷控制、差动保护、“三遥”等，运营商利用5G网络低时延、高可靠、4G/5G融合与公网隔离等技术特性，圆满完成了国网公司的既定目标。

### “5G+工业互联网”在机械行业的应用

某集团作为中国机械工业百强企业，开始启动“5G+工业互联网”项目，着力打造数字化设计、智能化生产、智慧化管理、协同化制造、绿色化制造、安全化管控和效益大幅提升的现代创新工业企业标杆。

#### ● 企业主要业务需求

**稳定可靠的5G网络：**便于打造基于5G的无线化车间，解决传统车间信号不稳定、接入数受限和带宽不足的问题，助力实现柔性生产，提升生产效率。用“5G+CPE”等专网方式替代Wi-Fi网络传输方案，支持PAD等终端移动办公。单业务下行速率在30Mbit/s~100Mbit/s，上行速率在1Mbit/s~5Mbit/s。

**机器视觉和数据采集：**通过5G

网络，利用机器视觉和数据采集，让企业管理者实时、高效地掌握各个生产环节的设备、物料、人员状态以及生产运营情况，帮助企业提高生产效率并保障生产安全性。如此一来，可大幅提升设备运转率，降低单位产品成本。机器视觉单业务下行速率在10Mbit/s~30Mbit/s，单业务上行速率在10Mbit/s~100Mbit/s；数据采集单业务下行速率在0.1Mbit/s~0.5Mbit/s，单业务上行速率在0.5Mbit/s~1Mbit/s。

**“5G+远程专家协助”：**员工通过AR眼镜可随时获得远程专家协助，快速、远程解决室外、移动性场景的突发问题，实现从指挥中心指导向运维现场指导转变，赋能一线业务人员。这样一来，降低了对员工的技能要求，提升了检修和维护的工作效率，同时降低了工程运维的人力和时间成本。

企业园区内5G上网终端可通过运营商省中心共享UPF访问企业内网；联网设备通过园区5G网络接入，经省中心共享UPF节点分流，可访问园区网络。企业的终端则使用5G专网接入，主要包括PDA、5G CPE、摄像头、AR眼


镜、数据采集传感器等。5G行业应用如图4所示。

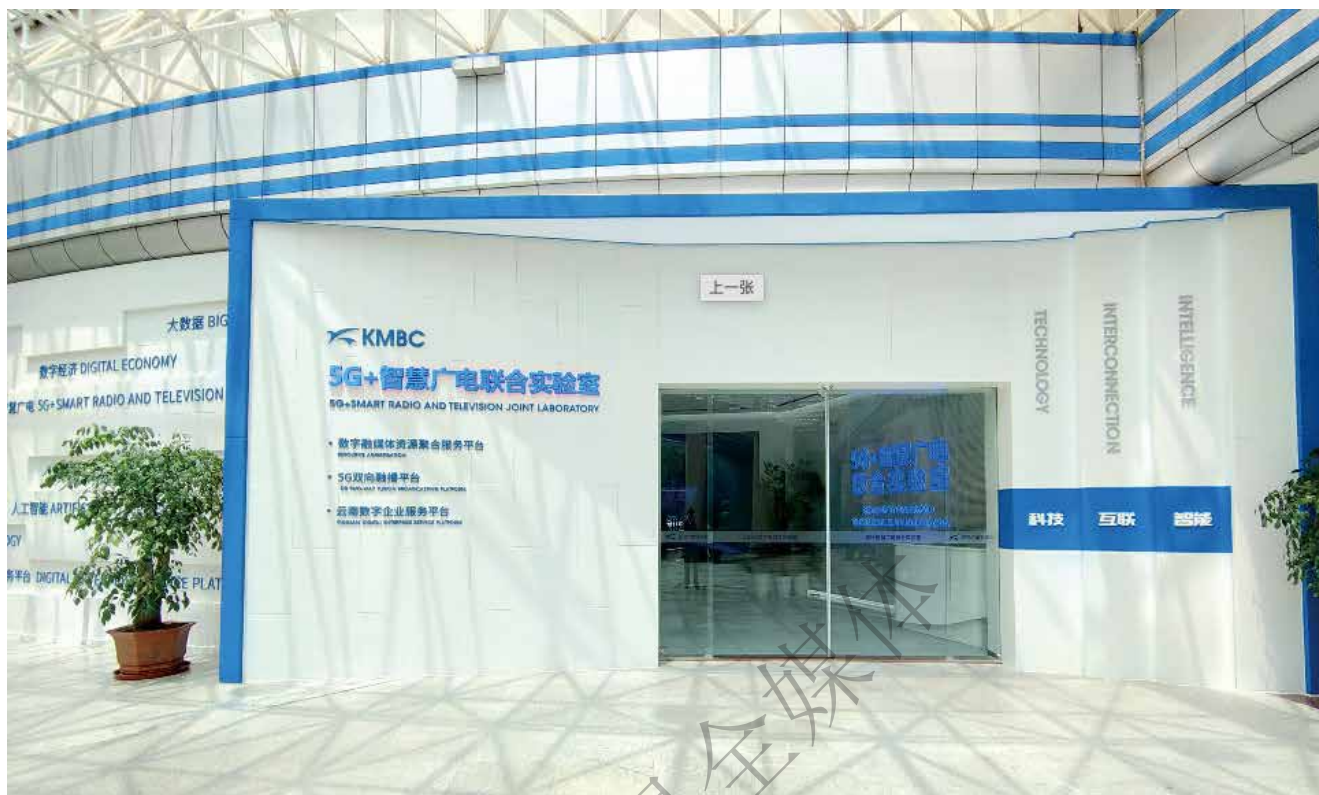
#### ● 建设方案

UPF设备挂载STN承载网、连接基站和5GC网络。

此项目中的5G应用场景有数据采集、机器视觉、“5G+AR/VR”、“5G+办公”等，利用5G网络大带宽、低时延、高可靠特性，以及园区网络4G/5G融合、专网与公网隔离等特性，满足了企业的需求。

### 未来展望

新一轮科技革命和产业变革浪潮正席卷而来，工业制造业要从基于要素的低成本战略向基于创新的差异化战略转变，才能推进产业转型升级。为此工业系统需要吸纳各种先进的新技术，特别是与5G技术融合。只有充分利用好5G大带宽、低时延、海量连接的网络特性，并且与工业互联网行业应用深度融合，才能不断提升整个工业系统的信息化水平，真正做到“无人”工厂、“智慧”工厂和“未来”工厂。 



## 5G技术赋能 广播电视媒体的应用实践

■ 中国移动通信集团云南有限公司 倪婷

在融媒体时代，新闻的生产、分发、传播机制发生变革，呈现传播主体多元化、传播渠道分散化、传播内容多样化的特点，也使得如今的广播电视媒体运营面临着以下问题和挑战：媒体资产不明，“数据孤岛”严重；广告投放客户流失，传输分发渠道单一，用户流失；新闻采集工具单一，新闻素材上传及时性不足；超高清直播/VR直播对5G网络要求较高。

国家广播电视总局印发的《关于加快推进广播电视媒体深度融合发展的

意见》指出，强化先进技术创新引领，加快升级传播体系；深入实施智慧广电战略，打造智慧广电媒体，发展智慧广电网络，一体化推动广电5G网络建设和全国一网整合。随着5G、大数据、云计算、区块链、人工智能等新兴技术的应用，政策驱动传统媒体向移动、融合、智慧、超高清化转型，为广播电视媒体解决上述问题带来前所未有的机遇。

中国移动云南公司为昆明广播电视台打造的“5G+智慧广电”项目——“5G+智慧广电”联合实验室，通过

“连接+算力+能力”推进传统媒体与新媒体深度融合，重构媒体传播力、引导力、影响力和公信力，荣获2022年工信部“绽放杯”5G应用征集大赛云南省区域赛二等奖，并入选中国移动通信集团公司2022年龙头示范项目。本文以“5G+智慧广电”项目为例，探索5G技术赋能广播电视媒体的应用实践。

### 建设“5G+智慧广电” 联合实验室

2021年7月13日，中国移动云南公

司昆明分公司与昆明广播电视台签署协议,启动建设“5G+智慧广电”联合实验室。“5G+智慧广电”联合实验室针对不同的智慧广电应用场景,结合5G、云计算、大数据、物联网、超高清视频、人工智能、区块链等新一代信息技术,建设涵盖智慧化生产、智慧化传播、智慧化服务、智慧化监管等全方位的智慧广电新体系,消除传统媒体的“数据孤岛”及单向输出的桎梏,形成布局合理、特色鲜明、形态多样、可持续发展的智慧广电新格局,进而探索以5G等新一代信息技术为核心的数字经济应用、数字经济业态和数字经济发展模式。

“5G+智慧广电”联合实验室提出的“1+2+N”建设体系,以移动云和5G网络为底座,建设“5G媒体资源聚合平台”和“5G融播平台”,在此基础上再拓展N项5G应用,全面提升广播电视业务服务能力,切实推进媒体融合转型发展。

中国移动云南公司昆明分公司表示,昆明广播电视台是在昆明市具有巨大影响力的新闻媒体。双方的合作不仅是资源层面的互动发展和业务领域的全面对接,更是产业生态体系上的融会贯通和战略上的跨界协同。

## 打造“5G+智慧广电”三大平台

“5G+智慧广电”项目首期主要包括“5G融媒体资源聚合服务平台”“5G双向融播平台”“云南数字企业服务平台”3个平台。

“5G融媒体资源聚合服务平台”依托中国移动云南大数据中心构建媒体“智慧大脑”,具有媒资情报、传播分析、热点发现、智慧创作、舆情监测等功能,实现内部数据治理、外部数据采集及数据综合治理。数据采集方面,实现昆明广播电视台建台36年来全量视频媒体资料经数字化分类后上传至移动云;

同步采集48小时内全国、省、市三级媒体网站,以及微信、微博、抖音、快手等新媒体传播平台数据。通过部署5G+云计算,进行数据融合、数据治理、数据交换、数据建模、数据应用,实现融媒数据资源的深度治理、实时传播方向及热点事件分析、精确内容制作,为新型融媒体内容生产提供新路径。在传统媒体数字化生态建设方面,实现建台36年全量视频媒体资源数字化治理及数字化标签管理,对珍贵视频资料进行价值再造。

“5G双向融播平台”打通媒体新路径,依托5G优享网络,通过融媒“云”共享,实现PGC、UGC内容的社会化采集、社群化互动和多元化传播,推动媒体和受众双向互动,促进大屏小屏互动,吸引更多社会媒体人和优质内容创作者加入融媒创作,实现传统媒体从单向传播向双向互动转型。

“云南数字企业服务平台”融合了“5G融媒体资源聚合服务平台”的数据资产、“5G双向融播平台”的新渠道能力,构建“移动+传统媒体”的新型服务生态,形成媒体行业的服务新格局,服务于行业、企业以及政府,并且为促进就业、保障民生提供助力,打造地方数字经济新基础、新业态和新模式。

## 构建“5G+智慧广电”典型应用场景

昆明广播电视台超高清直播、VR慢直播等相关应用对网络的带宽、时延和安全性要求较高,中国移动云南公司为此搭建了“尊享”模式的5G专网,为“5G+智慧广电”联合实验室以及相关应用提供保障。针对各部门的媒资数据存在“孤岛”、建设“智慧广电大脑”对计算能力要求较高、自建机房安全隐患较大且维护困难等问题,推动绝大部分业务上云,同时基于移动云建设“智慧广电大脑”,拓展N项智慧应用,形成媒

体“采编-制作-互动”的云上应用集合,成为行业上移动云的典范。

在此基础上,依托三大平台,“5G+智慧广电”项目拓展了许多典型应用场景。

“5G+智慧广电领导驾驶舱”实现智慧广电展厅的内容展示、应用演示、集中调度,并由5G专网进行保障。其中,媒资生产系统产生的媒资数据通过5G专网传送到融媒体资源聚合服务平台,“5G专网+移动云”保障了媒资数据传送的安全性,同时提高了传送效率。

5G大型赛事直播/5G互动演播室依托5G大带宽、低时延优势,采用“和背包”“和腰包”“无人机+摄像机(或手机)”等多种前端终端设备搭配并支持多机位,基于5G优享/尊享网络进行数据传输,实现跨地点协同的大型体育赛事/活动等新闻直播。与此同时,现场实时采集新闻承载至融媒体资源聚合服务平台,利用双向融播平台进行传播,提升新闻的本地性和时效性。

此外,展厅内还搭建了“5G+VR慢直播+AR”典型应用场景,在无线昆明APP上打造了VR/AR专区、视频点播专区。

下一步,“5G+智慧广电”项目将推动5G和元宇宙技术的融合应用,聚焦5G+全息投影、5G+XR应用,打造AR广告、全息AR娱乐、虚拟在线直播等新兴广电业务,助推传统媒体融合新技术、发展新内容、探索新路径。

中国移动云南公司将发挥5G、云计算等技术创新优势,携手昆明广播电视台持续推进“5G+智慧广电”项目建设,向数字化高质量发展转型,以现代新型主流传媒的标准,快速推进传统媒体与新媒体深度融合,重构融媒生态下的媒体传播力、引导力、影响力和公信力,做优做强昆明广播电视媒体平台,有效地发挥舆论宣传主力军作用,守好舆论宣传主阵地,占领舆论传播制高点。CW



## 积极应对元宇宙领域 知识产权管理新挑战

■ 本刊记者 程琳琳

“元宇宙”是人类未来生活的重要愿景，知识产权是元宇宙价值实现和技术推广的基石，目前相关领域已出现知识产权侵权纠纷。因此，对元宇宙的知识产权管理进行探讨很有意义。

### 知识产权侵权纠纷案情分析

近期，杭州互联网法院终审“胖虎打疫苗”漫画著作权侵权纠纷一案，被

誉为“元宇宙的第一案”。此侵权纠纷是知名漫画家创作并将“胖虎”漫画著作权独家授予本案原告，但后续发现有用户在被告经营的元宇宙平台上私自铸造“胖虎”数字藏品并发布。无独有偶，国外2022年也有元宇宙侵权纠纷，著名品牌制衣厂商将数字藏品交易平台诉至纽约南部法院，要求对其未经该厂商授权就上架出售的某系列数字藏品进

行下架处理，并承担赔偿责任。近日国内还出现了“元宇宙财产纠纷仲裁第一案”，一家港资公司将一款机械战甲形象的数字头像出售给一位元宇宙潮玩买家后，发现该款数字头像被打印在了买家酒吧的文化衫上进行宣传，进而引发著作权侵权纠纷仲裁。

上述3个案例本质都是元宇宙“现实中”“平台上”业务双向未得到知识产

权充分许可而导致的侵权。在数字藏品交易中,购买者仅获得数字藏品的所有权,并未获得作品著作权等知识产权。数字藏品交易并没有转移该数字艺术品的有形载体,不构成著作权法上的发行行为,也不适用“权利利用尽原则”。上传者将数字艺术品上传、铸造到网络,公众可以在数字藏品平台上浏览、交易,因此数字藏品交易属于信息网络传播权规制范畴。

在元宇宙生态中维权难度很大,因此侵权责任的认定值得业界关注。首先可适当提升平台承担的责任,因为发现侵权、确认主体、消除实质影响均需元宇宙平台的深度参与才可能实现;其次可建立知识产权事前审查机制,通过“防患于未然”把侵权问题消灭在“上链”初始阶段;最后要提前考虑跨国联合维权机制,元宇宙的“虚拟社会”在一定程度上突破了现实中各个国家的边界。

## 元宇宙价值实现面临的知识产权立法新挑战

元宇宙是整个现实社会在虚拟空间中的平行构建,知识产权管理将突破各个国家的现有规则,须尽快协同完善虚拟与现实以及不同国家之间的法律法规。中国移动研究院科技管理与法律事务部副总经理、国家知识产权局专利分析与预警专家库成员、高级知识产权师白莉表示,结合元宇宙发展进程,逐步推进知识产权立法尤其需关注以下3个方面。

一是要统一授权标准。授权是后续知识产权执法、司法基础,因此当前各国司法机关应分领域深度交流,就知识产权授权标准达成一致,尤其是在创新性、保护客体、商业规则、软件方法等方面。

二是要明确侵权责任。元宇宙中具体应用由多种技术交错叠加形成,多主

体共同侵权、跨国取证执法都面临新挑战,因此立法中要重点考虑如何快速明确侵权主体及其责任担当。同时,可充分利用区块链等新兴技术解决知识产权新问题,用以提升取证、确权等环节的可靠度和效率。

三是要定义法律主体。数智人是“元宇宙之魂”,它可以“创造”出新的著作权、商标、代码等知识产权,同时也拥有自身的知识产权属性和价值。“数智人能否享有自身知识产权的权益?能否具有法律主体身份?”这些问题的答案都将直接影响知识产权和法律治理的顶层设计,属于知识产权及相关领域立法需提前并重点考虑的方面。

## 知识产权将在未来元宇宙中发挥积极作用

元宇宙的技术体系、应用场景、产业生态还处于萌芽期,充分发展至少需要10年时间,但产业界和各国政府都把推动元宇宙发展作为数字世界发展的前瞻性战略布局。欧美对待元宇宙的政策态度相对中立,尚未提出明确的元宇宙建设纲要性文件,但微软、Meta、苹果、英伟达等企业都先后发力,产业格局已初步形成;日韩分别成立半官方“元宇宙联盟”启动市场构建,提高财政预算并发布技术调研报告,从国家发展、产业布局统筹规划方面力争占据技术主导地位;中国的政策态度相对理性积极,要求元宇宙在监管下有序发展,近期国内互联网企业也逐步展开战略布局。

知识产权是连接物理世界和虚拟世界之间经济体系的关键元素。首先,虚拟世界中的无形资产通过区块链等技术与物权、价值紧密相连,知识产权是各方利益分配的耦接点;其次,元宇宙的竞争是关键技术的竞争,也是各创

新主体高质量专利的全面竞争;最后,元宇宙属于虚实结合生态系统,将推动大陆法系和欧美法系的融合,知识产权是科技法律的排头兵,后续各国在知识产权领域立法、授权、维权的协同方面将会加速,因为只有全球统一的“现实世界—元宇宙”互利共生的孪生治理体系,才能大幅提升技术、内容、品牌密集型企业的积极性。

## 结合创新实践积极布局元宇宙专利

作为2021年中国通信企业协会管理创新一等奖“构建以价值为导向的央企特色专利管理体系”的重要参与者,白莉表示,做好元宇宙高质量专利布局要从3个方面入手。

一是“稳”。实现元宇宙远景需大量研发资金投入和长期技术积累,因此应做好中长期规划。短期内可紧跟产品更新换代聚焦于硬件终端;过程中持续对技术方向和发展速度做好预判,充分利用专利情报分析识别技术。

二是“分”。应针对不同技术领域分类施策地制定布局策略。在5G、5G-Advanced、6G、算力网络等新一代通信技术领域,可参考中国移动研究院提出的“专利分级化、项目贯穿化、管理代际化、成果组合化、专利标准化”高质量专利培育机制;在区块链、Web3.0等交互领域,专利布局尽量与标准协议、开源机制协同。

三是“准”。软件专利侵权证据通常需对照分析源代码,并须通过诉讼等特殊流程才能获取源代码。美国法院越来越多地将以软件为重点的专利视为“抽象”的,不具备申请专利资格,《中国审查指南》中关于保护客体、商业方法等的规则也有不确定性,企业需要在“专利”和“秘密”二者中进行精准战略选择。CW



## 元宇宙 赋能智慧城市发展前景探析

■ 中国联通智能城市研究院 姚树为 陈龙 姜大鹏

元宇宙和智慧城市分别是当前互联网和城市化领域的两个重要发展方向，二者的融合发展也在不断演进。目前，全球范围内已经有多家公司和组织涉足该领域，如Meta、Google、腾讯、阿里巴巴、华为等科技巨头，以及美国、欧盟等政府和组织。据预测，到2030年元宇宙相关产业规模有望超过1万亿美元，成为下一个万亿级市场。

全球范围内已经有众多城市开始推进数字化转型和智能化升级，如中国的深圳、上海、北京、杭州等城市，美国的纽约、芝加哥、旧金山等城市，欧洲的阿姆斯特丹、巴黎、柏林等城市。智慧城市的应用场景也不断扩展和深化，如智能交通、智慧医疗、智慧环保、智慧教育、智慧旅游等。据预测，到2030年全球智慧城市市场规模有望达到2.57万亿美元。



同时，元宇宙和智慧城市的融合也在逐渐深化。一方面，元宇宙技术可以为智慧城市的数字化建设提供更加先进、高效、可视化、可交互的平台和手段，促进城市管理和城市服务的创新与升级；另一方面，智慧城市的实际场景和数据也可以为元宇宙提供更加真实、丰富、多样的内容，提升元宇宙的体验和价值。元宇宙和智慧城市的融合发展将是未来城市化发展的重要趋势，将为人们创造更加美好、智能、可持续的城市生活和社会环境。

## 元宇宙和智慧城市具有互补性

元宇宙和智慧城市是相互关联、互相促进的。元宇宙提供了一个虚拟的世界，可以模拟并预测现实世界中的情景，为智慧城市的规划、建设、管理和服

务提供支持。智慧城市则为元宇宙提供了现实世界的数据和场景，为元宇宙的真实性和可靠性提供了保障。具体来说，元宇宙和智慧城市的互补性体现在以下几个方面。

一是智慧城市数据赋能元宇宙。智慧城市中各类传感器、监控设备、移动终端等可以收集到各种数据，这些数据可传输到元宇宙中进行处理，分析支持元宇宙对城市运行情况的建模和仿真，提高元宇宙的真实性和可靠性。

二是元宇宙为智慧城市提供虚拟化建设环境。元宇宙提供了一个虚拟的建设环境，可以帮助智慧城市规划发展方向、设计发展模型，提高城市规划和建设的效率。

三是智慧城市为元宇宙提供真实性验证。智慧城市中的传感器、监控设备、移动终端等可以收集到各种数据，用以验证元宇宙中城市情况的真实性和准确性。

四是元宇宙为智慧城市提供决策支持。元宇宙可以为智慧城市提供各种情景预测分析，为城市管理者 and 决策者提供参考，帮助其做出更加科学合理的决策。

## 元宇宙赋能智慧城市发展的途径和机制

### 元宇宙技术在智慧城市中的应用

元宇宙技术在智慧城市中可以应用于多个方面，帮助城市管理者更加全面地了解城市的情况，提高城市规划、建设、管理和服务的效率。

**智慧城市规划与建设：**元宇宙可以为智慧城市的规划和建设提供一个虚拟的环境，包括城市布局、建筑设计、交通规划等，帮助城市管理者更加直观地了解城市的整体情况，制定更加科学合理的城市规划方案。

**智慧交通管理：**通过将城市交通数据传输到元宇宙中进行模拟和预测，可以优化城市交通流量，提高道路利用率，缓解交通拥堵状况。同时，相关部门可以利用元宇宙中的仿真技术，模拟不同交通流量情况下的城市交通状况，帮助城市管理者制定更加科学和有效的交通管理策略。

**智慧环境监测：**元宇宙可以将智慧城市中的环境监测数据进行可视化呈现，包括噪声、空气质量、温度等方面，可以帮助城市管理者更加全面地了解城市环境状况，及时采取有效措施进行环境治理。

**智慧安防管理：**元宇宙可以将智慧城市中的安防监控数据融入虚拟环境中进行模拟，有效预防安全事件的发生。同时，可以利用元宇宙中的仿真技术，模拟不同安全事件场景下的城市应对方案，提高城市安全防范能力。

**智慧城市服务：**通过将城市中公共设施、交通、医疗等方

面的数据传输到元宇宙中进行可视化呈现,可以帮助城市居民更加直观地了解城市服务资源的分布状况,从而提高城市服务的效率和质量。

### 元宇宙的开放性和可扩展性对智慧城市的促进作用

元宇宙的开放性和可扩展性对智慧城市的发展起到了促进作用,可以促进数据资源共享、技术资源共享、信息服务共享和市场资源共享,进一步推动智慧城市朝更加智能、可持续发展的方向发展。

**数据资源共享:** 元宇宙平台提供了一个开放的数据资源共享平台,可以让智慧城市的各种数据资源得以共享。这将极大地提高城市数据的利用率,为智慧城市的精细化管理提供数据支持。

**技术资源共享:** 元宇宙平台提供了一个开放的技术共享平台,可以让各种智慧城市技术资源得以共享。这将极大地促进智慧城市技术的创新和进步,为智慧城市的可持续发展提供技术支持。

**信息服务共享:** 元宇宙平台提供了一个开放的信息服务平台,可以让各种智慧城市信息服务得以共享。这将极大地促进城市信息服务的优化和创新,为智慧城市在文化、教育、娱乐等方面的发展提供支持。

**市场资源共享:** 元宇宙平台提供了一个开放的市场共享平台,可以让各种智慧城市市场资源得以共享。这将极大地促进城市经济的发展,为智慧城市的可持续发展提供市场支持。

## 元宇宙赋能智慧城市发展的前景及面临的挑战

### 元宇宙赋能智慧城市发展的前景和优势

元宇宙技术的应用可以为智慧城市的发展带来广阔的前景,促进提升城市管理水平、优化城市公共服务、推动城市经济发展、提升城市形象和吸引力、促进城市可持续发展等,使城市发展更加智能化、人性化。

元宇宙赋能智慧城市发展的前景和优势主要体现在以下几个方面。

一是促进城市管理水平的提升。元宇宙平台的应用可以为城市提供实时、全面、精细化的数据支持,帮助城市管理者更加精准地制定政策,提升城市管理水平。

二是优化城市公共服务。元宇宙平台的应用可以为城市提供更加精细化的公共服务,如交通、医疗、教育、环境等方面的服务,提高城市居民的生活质量和幸福感。

三是推动城市经济的发展。元宇宙平台的应用可以促进城市产业的创新升级,为城市经济的发展提供动力,同时也可以

创造更多的就业机会和更大的经济效益。

四是提升城市形象和吸引力。元宇宙平台的应用可以提升城市的形象和吸引力,为城市文化、旅游等方面的发展提供支持,增强城市的软实力。

五是促进城市可持续发展。元宇宙平台的应用可以为城市的环境保护、资源节约提供支持,促进城市的可持续发展。

### 元宇宙赋能智慧城市发展的挑战和风险

虽然元宇宙赋能智慧城市有许多优势,但同时也面临着一些挑战和风险,主要包括以下几个方面。

一是数据隐私和安全。元宇宙平台的应用需要大量数据的支持,而这些数据往往涉及用户的隐私信息,如果数据管理不当或被黑客攻击,将对用户的个人隐私产生威胁。

二是技术成熟度和标准化。元宇宙技术和智慧城市建设的标准成熟度还有待提高,同时需要各行业领域之间协同合作,才能实现元宇宙技术和智慧城市的良性发展。

三是人工智能和自动化。元宇宙涉及人工智能和自动化等高新技术,如果技术不成熟或应用不当,可能会引起一些安全问题。

四是社会适应性和普及程度。元宇宙技术和智慧城市建设的需要人们有一定的数字素养和科技意识,同时也要适应人们的生活习惯和传统文化,如果没有得到市民的认同和接受,可能会引起一些社会问题。

五是技术依赖性和单点故障。元宇宙技术的应用依赖于网络和服务器等基础设施,这些设施如果出现故障或被攻击,可能导致整个系统的瘫痪和数据的丢失。

面对这一系列的挑战和风险,各方应共同努力,不断完善技术和标准,保障用户数据的安全和隐私,提高新技术的适应性和普及程度,从而实现元宇宙技术和智慧城市的可持续发展。

## 元宇宙赋能智慧城市的应用案例研究

### 元宇宙赋能城市交通系统

元宇宙作为一种新兴的数字化技术,可以赋能城市交通系统,实现交通智能化、绿色化和普惠化。元宇宙赋能城市交通系统包含以下几个方面。

一是实时交通监控和调度。元宇宙技术可以通过接入城市交通设施和交通运行数据,实现实时的交通监控和调度。城市交通管理者可以通过元宇宙平台,实时掌握城市交通状况,调整交通信号灯的控制、公共交通的优先通行等,从而实现更加高效、安全、绿色的城市交通运行。

二是智能出行服务。基于元宇宙技术,可以构建智能出行服

务平台,为市民提供更加便捷、个性化的出行服务。通过该平台,市民可以查询公共交通信息、实时路况,以及共享单车、网约车的分布状况,并进行智能化推荐和预约,实现出行的便捷化。

三是智能交通安全。元宇宙技术可以通过车联网、智能交通信号灯等,实现交通安全的智能化。当交通事故发生时,利用元宇宙平台可以实现快速定位和救援,提高救援效率。

四是智能停车管理。基于元宇宙技术可以构建智能停车管理平台,实现停车位的动态管理、预约停车、智能导航等功能,提高停车位利用率,减少城市拥堵。

### 元宇宙赋能城市能源系统

元宇宙技术可以赋能城市能源系统,实现能源管理的智能化和能源利用的普惠化。元宇宙赋能城市能源系统包括以下几个方面。

一是智能能源管理。基于元宇宙技术,可以实现城市能源的智能化管理,通过监测能源供需状况,对城市能源进行精细化管理和调度。能源管理者可以通过元宇宙平台,实时掌握城市能源的供应和需求情况,实现能源的最优调配,减少能源浪费和对环境的污染。

二是可再生能源普及。元宇宙技术可以帮助城市能源管理者实现可再生能源的普及。通过元宇宙平台,可以监测城市的太阳能、风能、水能等可再生能源资源的分布情况,制定可再生能源利用方案,并帮助市民可再生能源的利用方法。

三是能源普惠化。基于元宇宙技术,可以构建智慧能源平台,为市民提供能源消费的普惠化服务。市民可以通过该平台实时了解能源消费情况,获取能源消费建议,从而实现能源消费的普惠化和便捷化。

四是能源安全保障。元宇宙技术可以实现城市能源安全保障。通过元宇宙平台,能源管理者可以实时监控城市能源的供应状况,对能源供应风险进行预警并制定相应的应急措施,保

障城市能源的稳定供应。

### 元宇宙赋能城市智慧治理和公共服务

元宇宙技术可以为城市智慧治理和公共服务提供全新的思路和方法,为市民提供更加优质的公共服务,为城市的可持续发展和社会进步作出贡献。元宇宙赋能城市智慧治理和公共服务包括以下几个方面。

一是数据智能分析。元宇宙技术可以整合各种数据源,包括城市人口、交通、气象、环境、公共服务等方面的数据,在此基础上进行智能化分析。通过对数据的深入分析,可以为城市管理者提供全方位的数据支持,帮助其制定更加科学合理的政策。

二是城市规划优化。元宇宙技术可以构建城市三维模型,实现城市规划的可视化、交互式和智能化。通过对城市三维模型的深度分析,可以为城市规划者提供更加科学合理的规划方案,助力城市建设优化升级。

三是公共服务智能化。基于元宇宙技术,可以实现城市公共服务的智能化。通过元宇宙平台,可以实现公共服务的精细化管理和调度,为市民提供更加便捷、高效的服务,实现城市公共服务的智慧化和普惠化。

四是智能安全监控。元宇宙技术可以构建城市安全监控平台,实现对城市安全的全面监控和实时预警。通过元宇宙平台,可以实时掌握城市安全状况,对安全风险进行预警,从而保障市民的生命财产安全。

本文主要围绕元宇宙赋能智慧城市发展前景展开探讨,重点关注了元宇宙技术在智慧城市发展中的应用现状和趋势、两者的相互关系等;同时也深入分析了元宇宙赋能城市交通、能源、智慧治理与公共服务等方面的情况;探讨了元宇宙赋能智慧城市发展面临的挑战和风险,如数据隐私、安全问题等,并提出了相应的解决方案。🌐



# 400G光传输技术与产业进展

■ 中国移动通信集团有限公司研究院 李允博 张德朝 李晗 葛大伟 左铭青 王东

当前运营商网络面临着网络转型、带宽提升等方面的挑战，因此，提升光传输系统单波速率与传输距离、提高光纤通信系统带宽利用率，以满足不断增长的流量需求，成为运营商和设备商共同的追求。

目前业界在三大维度上协同提升，加速骨干光网向80×400G代际演进。

第一，速率提升。骨干网从10G向100G再向200G演进，距离基本不变，容量持续倍增。当下在路由器端口提速的背景下已进入400G端口时代，且国内外运营商均展开测试验证，2023年将迎来骨干400G OTN的应用。

第二，容量提升。骨干光网提速到200G时占75GHz谱宽，当发展到400G QPSK（正交相移键控）时将占150GHz谱宽，400G相比200G的频谱效率并未提升，打破了原来10G到100G频谱不变而容量提升10倍的规律；受香农极限影响，提升整体光纤传输容量需要开辟新的路径，当前最切实的方案是C+L波段频谱拓展，主要包括：C6T & L5T 11THz频谱扩展方案，已完成现网测试；C6T& L6T 12THz频谱扩展方案，目前已具备实验室测试能力，即将完成现网测试，并持续进行系统性能优化。在80×800G系统中，将进一步考虑频谱扩展到S+C+L+U段波。同时随着骨干网速率提升，需要多芯光纤、少模光纤、空芯光纤等新型光纤技术配合使用以保证干线传输距离。

第三，效益提升。400G/800G时代采用新型DSP技术，支持多种波特率和调制模式切换，以软件定义方式实现不同距离下不同容量的最佳适配，最大化容量距离积和频谱效率。

## 单波超400G技术研究进展

针对城域、干线等不同应用场景，400G传输系统采用不同技术，可以实现传输性能、频谱效率和成本的平衡，表1中列举了主要单波速率系统的特征与能力。100G与超100G技术有比较明显的代际特征，在工程应用中，一般下一代速率短距模块和上一代速率长距模块共产业链，从而实现产业链归一。

如图1所示，200G PM-16QAM与100G PM-QPSK共32G波特率产业链，400G PM-16QAM与200G PM-QPSK共64G波特率产业链，400G PM-QPSK与未来800G PM-16QAM共128G波特率产业链。

当前200G QPSK已广泛商用，共64G波特率产业链的400G 16QAM可以满足城域传输需求。400G传输技术目前是96G波特率的概率整形(Probabilistic Shaping,PS) 16QAM，最终演进到128G波特率的QPSK方案。400G QPSK背靠背OSNR性能相比400G PS 16QAM约改进1dB，同时入纤功率提升1dB以上，可覆盖各种干线长距传输场景，并与未来的800G 16QAM共产业链。

从芯片层面来看，相干oDSP技术已经历了多个代际演进，不同代际的差异主要体现在单波最高速率、调制码型以及尺寸和功耗等方面。目前，400G 16QAM的oDSP芯片采用7nm制造工艺，功耗约8W，支持64G波特率。针对下一代长

表1 不同单波速率系统的特征与能力

单波速率 (Gbit/s)/间隔 (GHz)	调制格式	波段与波道数	传输距离(km)/场景	备注
100/50	PM-QPSK	C/CE/C6T (80/96/120)	大于2000/干线	国内外已规模商用
200/50	PM-16QAM		大于600/城域	
	PS-16QAM	800~1000/城域		
200/75	PM-QPSK	C6T (80)	大于2000/干线	
400/75	PM-16QAM	C/CE/C6T(53/64/80)	约400/城域或DCI	国外已有小规模商用
400/100	PS-16QAM	CE/C6T(48/60)	约800/城域核心	
800/112.5	PS-64QAM	CE/C6T(40/53)	约200/城域或DCI	
400/150	PM-QPSK	C6T&L6T(80)	大于1500/干线	预计1年内实现国内外商用
800/150	PM-16QAM	C6T&L6T(80)	约400/城域	



图1 长距短距产业链归一化示意

距400G应用，头部oDSP厂家已发布单波1.2T产品路标甚至模块样品，最高支持140G波特率，采用5nm芯片制程。

从oDSP算法方面来看，星座整形以及高性能FEC编解码算法较为关键。星座整形分为几何整形 (Geometric Shaping,GS) 和概率整形 (Probabilistic Shaping,PS) 两种，分别如图2 (a)、图2 (b) 所示。GS和PS分别通过改变星座点的位置和出现的概率，使其呈现特殊的分布，提供比常规QAM更好的性能。

高性能纠错编码 (FEC) 技术通过采用级联编码和软判决、多次迭代译码相结合的方式，可获取更高的净编码增益。

高性能光电器件是实现电信号到光信号高保真转换的基础。面对长距400G光传输应用，系统的波特率大于100Gbd，光器件工作波段的频宽需要50GHz以上。目前，主流供应商基于硅光 (Silicon Photonics,SiP) 或砷磷 (Indium Phosphide,InP) 工艺平台开展小型化、集成化、大带宽光收发器件研究，推出了部分准商用样品。

先进的器件封装技术也是优化光电芯片带宽的重要手段。目前，硅光芯片通过集成Driver的Peaking功能和2.5D/3D封装工艺的优化，可将调制器的3dB带宽从30GHz提升到80GHz以上。这对于超400G高阶调制信号而言，可带来2dB以上的背靠背OSNR容限改善，该技术日趋成熟进一步加速了128Gbd长距400G系统的商用进程。

在光系统核心器件方面，光放大器 (Optical Amplifier,OA) 和波长选择开关 (Wavelength Selective Switch,WSS) 最为关键。目前，商用OA以掺铒光纤放大器 (Erbium-Doped Fiber Amplifier,EDFA) 为主，支持C波段4THz、4.8THz甚至6THz带宽。L波段的EDFA也在开发中，L波段5THzEDFA样品已经通过现网测试验证，L波段6THz放大的技术瓶颈已经突破，样品单机性能符合预期，正在进行系统性性能验证和优化。但受限于掺铒光纤在长波处的放大效率，扩展L波段EDFA的噪声指数可能比扩展C波段劣化1dB以上，模块成本和尺寸也相应增加。

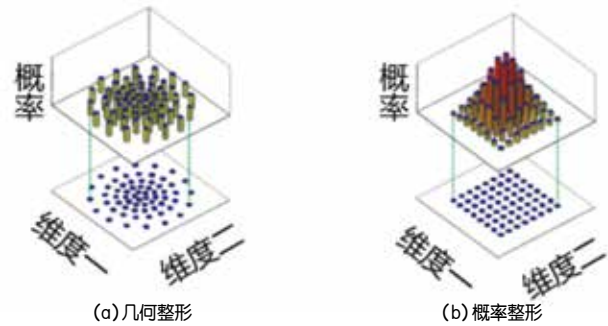


图2 星座整形示意

目前，商用WSS已经覆盖C波段6THz，典型插损约6dB，端口数高达32。采用最新的高分辨率硅基液晶 (Liquid Crystal on Silicon,LCoS) 技术，WSS的频谱切片分辨率为6.25GHz，多个厂商已经将工作频带扩展到L波段6THz。

在标准进展方面，国际电信联盟第15研究组 (ITU-T SG15) 开展了200G以及400G接口的物理层规范研究，将PM-16QAM作为400G城域应用的标准码型，推动了开放前向纠错编码 (oFEC) 的标准化进程。此外，业内多个多源协议组织 (MSA) 也相继发布了超100G的技术标准。例如，OpenROADM/OpenZR+发布的100~400G相干光模块规范，支持CFP2-DCO和QSFP-DD/OSFP封装，在400ZR帧结构的基础上增加100/200G QPSK、300G 8QAM等调制模式，并采用oFEC替代级联FEC (cFEC) 的方式来支持450km级的400G传输。中国通信标准化协会 (CCSA) 的相关标准制定情况如下：100G及以下速率的光传输和模块标准制定已完成，200G报批稿主要选择200G QPSK、8QAM、16QAM码型，400G城域标准实质上采用的是单波200G双载波方案，N×400G长距离增强型光波分复用 (WDM) 系统技术要求研究等面向更高速率应用的标准课题已经完成，明确指出QPSK是实现单波400Gb/s长距/超长距理想解决方案。

## 波段扩展技术研究进展

波段扩展技术是继承DWDM思想，在传统C波段之外进一步扩展可用传输带宽，通过提高共纤传输的波道数量来提升单纤传输容量。在传统C波段DWDM基础上，最近两年我国运营商和设备商主导了Super C波段 (C6T) 的扩展，将C波段的带宽从4THz/4.8THz提升到6THz，配合80波75GHz间隔的200G QPSK方案落地。实际上，单模光纤的低损耗窗口不仅包含C波段，还包括O、E、S、L、U等波段。近年来，美国也有少数运营商和互联网厂商在DCI和海缆传输中部署了C+L系统，可将光纤容量提升一倍。随着

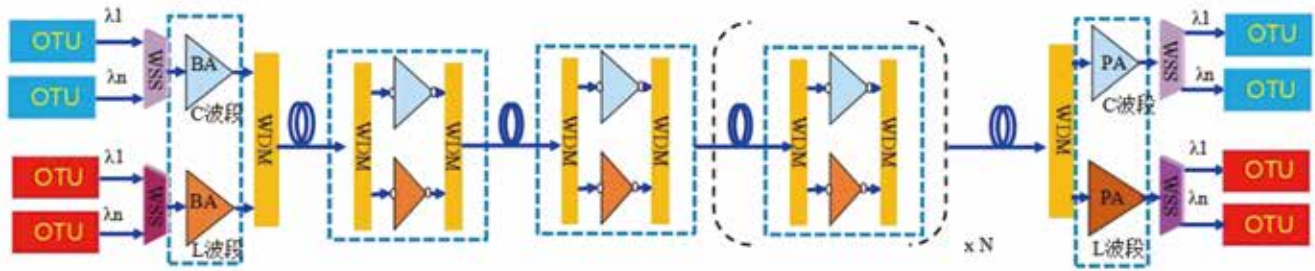


图3 多波段光传输系统基本架构

单模光纤在容量上逼近100Tbit/s香农极限，波段扩展技术成为学术和行业研究的热点。目前国内运营商和设备商正在积极推动C6T向C6T&L6方向升级，以期提供单纤80波400G QPSK长距传输能力。多波段光传输系统基本架构如图3所示。

目前C+L相关产业链的发展情况如表2所示。可以看出，随着技术难点的攻克，C+L扩展波段光器件供应链的发展进度符合预期，新一代C6T+L6T的12THz宽频光层配合单波400G QPSK光系统有望在1年内迎来商用部署。

光纤中SRS效应转移随着波段带宽扩展、入纤功率变大而显著增强，具有跨段累积效应；C+L系统不仅需要精细的光功率管理策略，在开局时实现增益及斜率的有效控制，补偿SRS引起的功率不平坦；还需要采用填充波配置，使系统时刻保持满配状态，降低业务动态增减对已有业务的影响。借鉴海缆系统的经验，在新增或删除波道时，只需用业务信号与填充波进行“真假替换”即可，业务开通

调测方便快捷。

在未进行功率调节前，由于C+L系统中存在强烈的SRS功率转移，系统末端单波功率平坦度劣化严重，无法满足系统应用需求。采用C+L功率预均衡策略对EDFA的增益和增益斜率进行调整后，系统的功率平坦度、OSNR平坦度、最小OSNR均显著提升，自动功率调节算法和填充波配置已经在现网测试中得到充分验证，为后续商用部署奠定基础。

### 单波400G系统研究进展

早在2018年，中国移动就联合设备商采用单载波400G 16QAM在现网开展测试工作，并实现最远600km传输距离。2021年10月，中国移动联合华为、中兴、烽火等设备商，在现网完成全球首个超宽谱单波400G大容量光传输验证，实现超过1000km的传输距离。2022年7月，中国移动携手中兴通讯在实验室模拟现网光纤长度、损耗和维护余量，基于现网要求进行400G QPSK传输验证，实现49跨段无电中继3038km的传输距离。基于实验室测试结果，2023年1月，中国移动开展400G QPSK现网测试，横跨浙江、江西、湖南、贵州四个省，涉及45个光放段，实现5616km超长距离陆地实时现网传输，创造了400G QPSK无电中继现网传输距离新纪录，并首次验证了频谱扩展至C6T+L6T的12THz传输性能。

面向算力网络及“东数西算”布局，需推进400G关键技术研究与发展，实现调制、频谱、基础设施全面技术革新。未来，中国移动将与业界伙伴一起，在400G QPSK现网长距离传输、C6T+L6T超宽谱波段扩展、光电联动全光组网技术等方面保持深入合作，推动超高速率、超长距离、超大容量、超宽频谱等关键技术研究突破，助力OTN网络向大带宽、低时延、高效灵活、安全可靠方向演进，实现算力网络全光高速互联和全光灵活调度。在此基础上，持续推动新一代光通信技术演进，筑牢算力网络全光底座，为数字经济发展贡献力量。

表2 C6T&L6T系统关键组件产业链进展

组件	C6T	L6T	技术难点
ITLA	已商用	样品已具备	重新设计增益区和选频光腔
光调制接收器件	与C4T基本相同	与C6T基本相同	关注偏置点和响应度波长相关性
oDSP	与C4T相同	与C6T几乎相同	L波段色散略大，不同波段器件差异补偿
EDFA	已商用	L6T样品已具备，系统验证中	优化掺铒光纤掺杂组份、配比改善增益带宽、噪声系数及泵浦效率
DRA	已商用	样品已具备	需要解决与OTDR的波长冲突问题
WSS	已商用	样品已具备	更换衍射光栅和空间光路设计
AWG	已商用	样品已具备	/
OPM	已商用	样品已具备	/
OTDR/OSC	与C相同	模块与C相同，反向配置	/

# 面向5G的高精度下沉式时间源部署方案研究

■ 中国联合网络通信有限公司研究院 赵良 张贺

随着5G网络的飞速发展,其三大应用场景——eMBB(增强移动宽带)、mMTC(海量机器类通信)、uRLLC(超可靠低时延),对基站提出了更为严格的时间同步要求。5G高精度时间同步需求主要体现在基本业务、协同业务和垂直行业应用业务3个方面。

第一,基本业务时间同步是所有TDD制式无线系统的共性需求,主要是为了避免上下行时隙间干扰。5G基站在承载基本业务时,其空口间对于时间同步精度的指标要求为 $\pm 1.5\mu\text{s}$ 。

第二,5G系统将广泛使用的多点协同(CoMP)、带内载波聚合(CA)等协同技术,对时间同步精度的指标要求为 $\pm 130\text{ns}$ 。

第三,随着5G网络的规模建设,无人驾驶、无人物流、智能机器人等基于5G的垂直行业应用层出不穷,这些应用也对5G网络的超高精度时间同步提出了更高的指标要求。

## 基于GNSS+1588v2技术的高精度同步网网络架构

传统的基站时间同步方案主要为直挂卫星天馈线接收GNSS(GPS/北斗)卫星信号,但由于天馈线部署难度较大,经常出现产权纠纷或者施工困难等诸多问题,并且成本也居高不下。近些年,三大运营商已经逐步开始采用IEEE 1588v2技术,通过地面承载链路传递至基站,目前可以满足基站基本业务的时间同步需求,实现高可靠性、天地互备的基站同步授时方式。

为保证时间精确传递,整个移动回传网络(包括时间服

务器、传送与承载网元、5G基站)需要以频率同步作为时间信号精确传递的基础支撑,整个网络由此形成两个逻辑层面——频率层和时间层。目前获得业界认可的同步传递技术是SyncE(同步以太)+1588v2,即频率层同步采用同步以太技术,时间层同步采用1588v2分组报文。本文提出的高精度同步网网络架构如图1所示。

数字同步网分为频率同步网和时间同步网。其中,频率同步网是全国性网络,时间同步网是以地市为单位的本地层面网络。同步网络采用“天面主用、地面链路备用”的原则,天面采用北斗/GPS双模接收,地面链路分别通过频率同步网、时间同步网传递频率和时间信号。

频率同步网属于全国性的频率同步网,分为省际、省内和本地3层。除5个基准参考时钟PRC节点外,省际层面在国内31个省(区、市)按每省“一主一备”分别设置两套区域基准时钟LPR。

1588v2时间同步网目前暂时局限于本地网层面使用,通过本地移动回传网络为5G基站提供时间同步。采用每个本地网内分别配置“一主一备”2套1588v2高精度时间同步服务器(PRTC+GM)的部署方式,每个PRTC+GM设备从空中卫星(GPS/北斗)获取时间和频率,然后通过传输承载网络传递给每个5G基站。

## 本地网小型化下沉式时间源部署策略

每个设备传递1588v2同步信号时都会引入误差。为了满足5G基站的基本业务时间同步精度要求 $\pm 1.5\mu\text{s}$ ,除去时间源自身和基站空口时间误差外,按照每个设备引入50ns误差

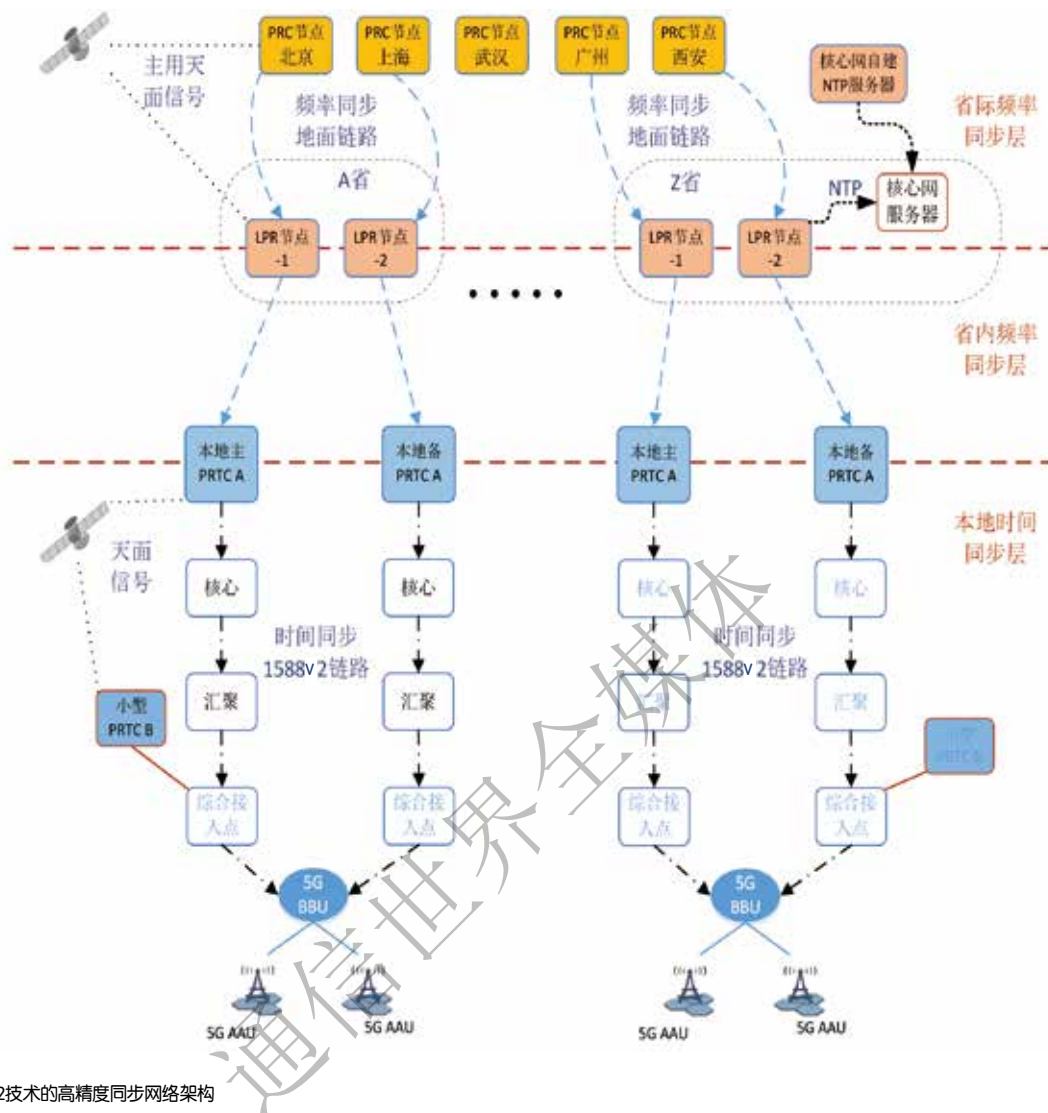


图1 基于GNSS+1588v2技术的高精度同步网络架构

计算，运营商一般规定从核心时间源设备到基站之间的同步链路经过的设备不能超过20个。但随着更高时间同步精度需求的5G业务发展，传统方式无法满足新的业务要求，其解决方案是提升传输承载网络中的每个设备的同步精度，从而达到端到端更高的精度。但提升设备的同步精度，一般都需要升级设备硬件，部署成本较高。

为了应对更高精度的时间同步业务需求，本文提出小型化下沉式高精度时间服务器部署的技术解决方案，即在靠近基站的综合接入点或汇聚节点位置，再部署新的下沉式时间服务器。通过减少时间源与基站之间的跳数，实现高精度时间同步，避免为了传递高精度时间同步而提高对传输承载设备自身时钟精度的要求，降低了网络建设的成本。下沉式时间源部署策略如图2所示，只在一个汇聚接入环上引入了两个下沉式时间源，实际部署时，可以根据每个环连接的5G基站是

否需要支持更高的时间同步精度而选择按需部署。

网络中引入新的下沉式时间源后，原位于核心节点的本地主/备用时间服务器（核心时间源）和下沉式时间源之间的联合工作模式原则为：5G基站及汇聚接入环设备优先跟踪下沉式时间源的1588v2信号，备份跟踪核心时间源的1588v2信号，具体如下。

首先，连接有下沉式时间源的汇聚接入环设备时，优先跟踪下沉式主时间源的1588v2信号；当下沉式主时间源发生故障时，切换跟踪下沉式备时间源的1588v2信号；当下沉式主、备时间源都发生故障时，汇聚接入环设备切换跟踪核心主时间源的1588v2信号；当核心主时间源也发生故障时，汇聚接入环设备切换跟踪核心备时间源的1588v2信号。

其次，核心汇聚环设备只跟踪核心主、备时间源的1588v2信号，不能跟踪下沉式时间源的1588v2信号。

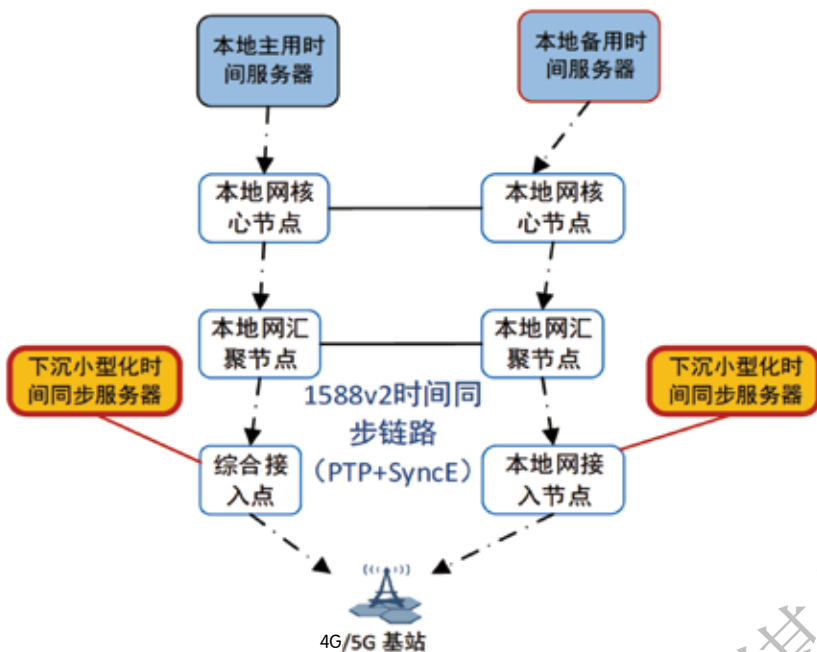


图2 下沉式时间源部署策略

最后，全网设备的同步以太部署方式维持现状，汇聚接入环设备的同步以太继续跟踪核心侧的同步以太时钟。

该下沉式时间服务器部署方案已写入ITU-T G.8275标准，并且在2022年11月正式发布。

### 本地网小型化下沉式时间源配置方案

基于上述原则，本文提出了Priority2+MasterOnly的

下沉式1588v2时间源配置方案，具体方案如下。

一是保持当前既有核心时间源配置不变，例如核心主时间源的1588v2参数Priority2配置为100，核心备时间源的1588v2参数Priority2配置为120。

二是根据国际标准ITU-T G.8275.1规定的BMCA选源算法，配置下沉式主、备时间源的Priority2参数值小于核心主、备时间源的Priority2参数值，如：下沉式主时间源Priority2配置为60，下沉式备时间源Priority2配置为70，使得汇聚接入环设备优先跟踪下沉时间源，备份跟踪核心时间源。下沉式时间源配置方案如图3所示。

三是为了避免核心汇聚设备反向跟踪下沉式时间源，还需要在相应核心汇聚设备的端口（例如如图3中的OTN3、OTN4设备连接MER设备的端口）上配置为MasterOnly模式，即：该端口的1588v2状态只能为Master，不能为Slave或Passive状态。如果设备不支持MasterOnly的配置功能，也可以在对端设备的端口上（如图3中的MER1连接OTN3的端口，以及MER2连接OTN4的端口）上配置notMaster模式，即：该端口的1588v2状态只能为Slave或Passive，但不能为Master。

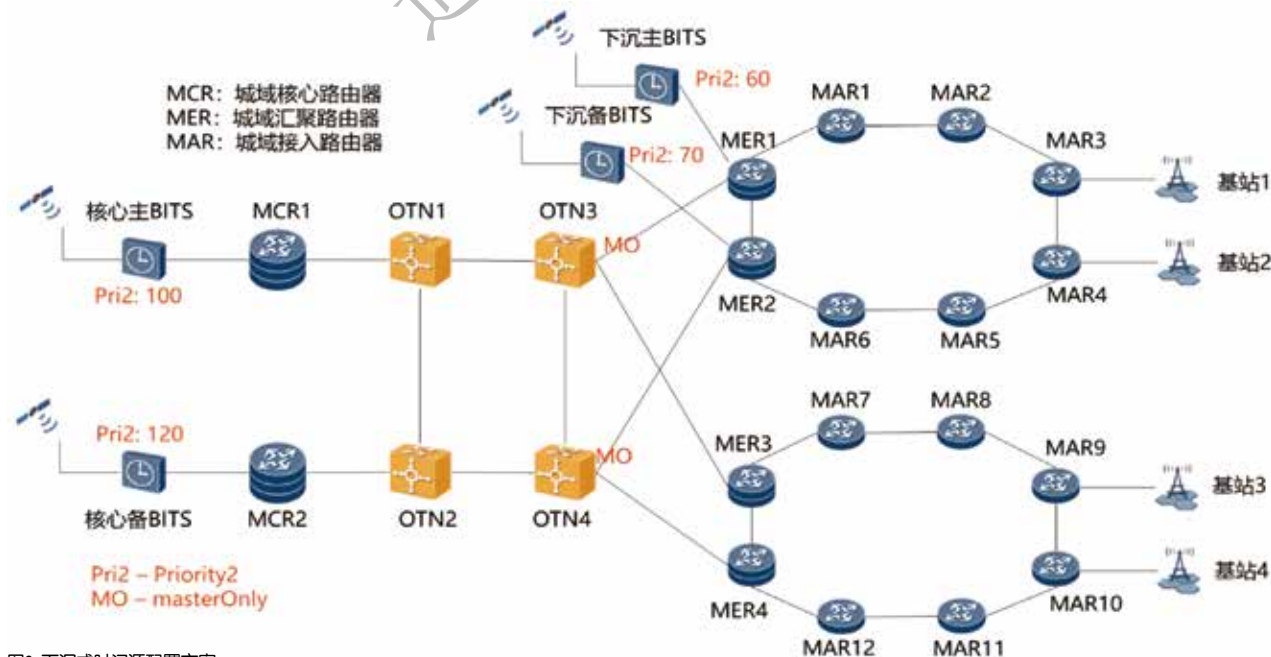


图3 下沉式时间源配置方案

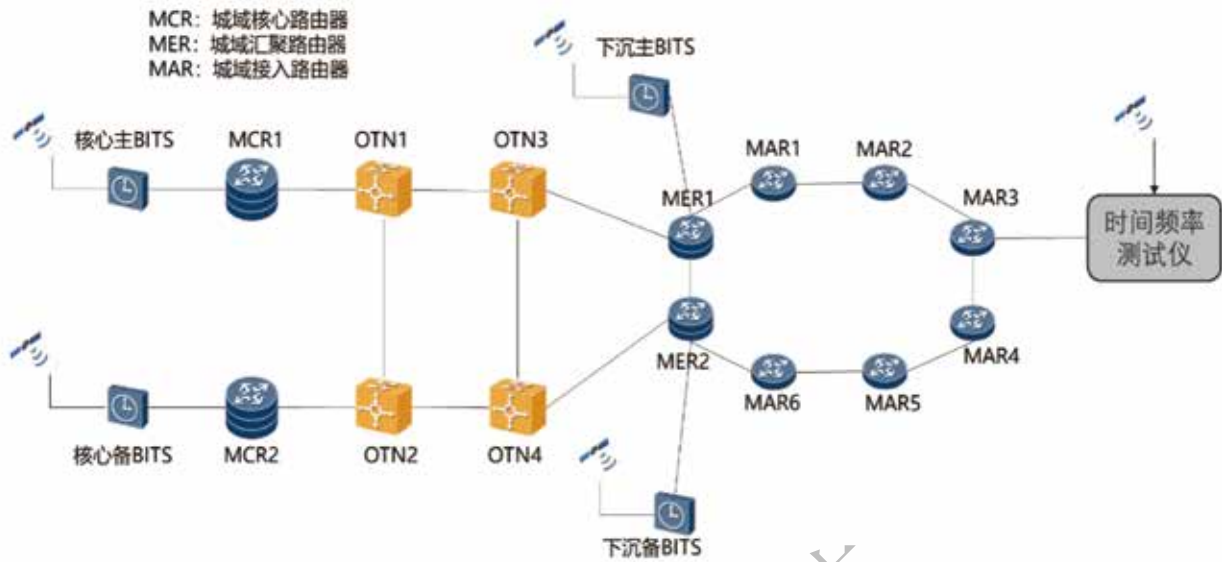


图4 实验验证拓扑

### 下沉式时间源实验验证

为验证上文提出的下沉式时间源部署策略及配置方案的实际效果，项目组按照图4的拓扑搭建了实验室测试验证环境。其中，BITS为时间源设备，OTN为光传送网设备，MCR/MER/MAR为智能城域网设备，核心主/备BITS、下沉主/备BITS均锁定北斗卫星。所有设备的同步以太都配置为跟踪核心主BITS，设备的同步以太端口优先级按照最短跳数原则配置，设备的1588v2配置模式遵从ITU-T G.8275.1标准。时频测试仪测量设备MAR3的1588v2输出信号。

为了验证下沉源部署前后对比的效果，首先配置图4中的核心主BITS的Priority2为100，核心备BITS的Priority2为120，所有设备跟踪核心主BITS，测试时长1h；然后再配置下沉主BITS的Priority2为60，以及下沉备BITS的Priority2为70，接入环所有设备均切换为跟踪下沉主BITS，测试时长1h，测试结果如图5所示。

从图5可以看出，在接入层设备跟踪核心时间源时，1588v2时间精度为97ns~105ns；当切换为跟踪下沉式时间源时，精度可以提升到19ns~38ns。设备在跟踪核心时间源和下沉式时间源之间切换时，切换规则和输出性能指标符合预期。该实验结果证明，下沉源部署策略及配置方案可以较好提升5G时间同步网络的精度。

5G系统需要纳秒量级的高精度时间同步能力，本文提出了本地高精度时间同步网络架构、

下沉式时间源部署策略及配置方案，并开展了实验室验证测试。实测结果证明下沉式时间源部署策略及配置方案可以提升5G时间同步网络的时间精度，从而满足更高精度的时间同步业务需求。

高精度时间同步网不仅可以为5G网络商用部署提供强大的基础支撑，同时可以为有高精度授时、导航和定位需求的行业级应用及消费级应用提供强有力保障，除大大提升用户感知外，还能增加运营商5G用户的黏性。高精度授时服务必将成为一种可以为运营商带来广阔市场前景的高价值服务。



图5 下沉源部署前后网络末端接入设备输出时间精度结果

# 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

# 释放

强化科技创新赋能，释放数字经济新动能。



脚踏实地，撸起袖子加油干，  
相信我们随着一段飞机般的滑跑，终会起飞！