

通信世界

COMMUNICATIONS WORLD

总第902期 2022年8月25日 第16期

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



工业和信息化部主管
人民邮电出版社有限公司主办



中国通信企业协会会刊

奋进新征程 建功新时代
信息通信业

非凡十年

(系列报道之一)

5G的交流融合
是建立6G共识的基础/P9

数读财报：“第二曲线”
助力电信运营商V型反转/P25

全球6GHz频段规划情况分析 /P37

ISSN 1009-1564



9 771009 156227

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

什么是电信运营商 中期业绩增长的驱动力？

赵宇

半月谈

最近，三大电信运营商公布了2022年中期业绩报告，营收、净利润再创新高，这一切源于通过“第二曲线”持续优化收入结构。

多年前出版的《第二曲线》指出，“第二曲线”必须在“第一曲线”到达巅峰之前开启，意指突破路径依赖，方能基业常青。

近年来，中国电信实施“云改数转”战略、中国移动发力CHBN、中国联通聚焦五大主责主业，电信运营商业绩增长背后无不是面向数字社会主动谋变的结果。

在今年上半年业绩中，中国电信产业数字化业务贡献增量收入的占比接近50%；中国移动数字化转型收入同比增长39.2%；中国联通产业互联网贡献了72%新增收入。

值得注意的是，三大电信运营商云业务发展迅猛，上半年天翼云收入达到280.82亿元，同比增长100.8%；移动云收入为234亿，同比增长103.6%；联通云收入同比增长143.2%，达到187亿元。央企国企上云选择电信运营商将带动云关键核心技术攻关，培育一批云技术产品和服务的“专精特新”企业。

云网融合是国内电信运营商区别于国外运营商的优势所在，将筑基未来十年算网一体发展，为6G高质量发展打下基础。当下，有的电信运营商实施“以网强算”，是基于自身定位促进产业良性发展的审时度势。与此同时，随着通信网络的迭代，云、边、端三级算力的协同将触发个人应用全场景体验的升级，使得to C沉浸式业务体验逐步走进生活。


在网络层面，截至6月末，我国移动通信基站

总数达1035万；截至7月底，我国建成开通5G基站196.8万座，所有地级市城区、县城城区和96%的乡镇镇区实现5G网络覆盖。渐趋完善的网络覆盖，以及多层次蜂窝物联的发展，有利于智慧城市逐步从感知走向预知，异网漫游也将有助于乡村振兴，“数字红利”使得新型信息基础设施的溢出效益逐步显现。

5G发牌已三年，实则触发了电信运营商通过技术的融合创新重塑商业模式与价值。一年前，在2021年世界移动通信大会上，中国移动董事长杨杰曾提及，运营商把握数字经济机遇，关键是要通过数智化转型，形成以网络为基础、信息技术和数据要素为驱动的新增长模式，打造自身发展的“第二曲线”。

不久前，中国联通董事长刘烈宏也指出，今天的电信行业已经不再是传统意义的“管道运营商”，而是自身已经先行成为数字化的企业并对外提供数字化服务的科技创新公司，包括“云、大、物、智、链、安”在内的数字业务板块正在成为三大电信运营商收入增长的主要引擎。

业绩增长背后，离不开电信运营商自身的技术创新，中国电信董事长柯瑞文认为，科技创新已成为建设智能化综合性数字信息基础设施的核心力量，是行业高质量发展的内生动力。2022年上半年，中国电信研发投入同比增长54.8%；中国移动研发投入同比增长20.3%；中国联通研发费用同比增长113.7%。

对于电信运营商而言，只一次又一次地跨越“第二曲线”，方能激发组织活力，促进业务创新，提升社会价值，而其根本在于科研力量的持续投入。 

CONTENTS 目录

资讯 Information

新闻

4 工信部举行“新时代工业和信息化发展”新闻发布会

评论

8 5G是数字经济发展的先导性力量

9 5G的交流融合是建立6G共识的基础

深度 Interpretation

“奋进新征程 建功新时代”喜迎二十大系列报道

- 10 信息通信业非凡十年
- 11 十年再跨越，打通经济社会信息“大动脉”！
- 13 十年突破，中国5G标准之路
- 15 5G“新时代”，千行百业欲换装
- 17 数字服务赋能传统行业精准运营，蜂窝物联网功不可没
- 19 从“制造”到“智造”：中国制造业十年数智化之路
- 21 十年加速度，人工智能从实验室走向生产生活



P11 十年再跨越 打通经济社会信息“大动脉”！

广告目录

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



P29 透视2022半年报 运营商发展趋势的延续和变化

产业 Industry

运营管理

- 23 破解“Z世代”的潮基因
广东移动“动感地带”运营创新探索

市场分析

- 25 数读财报：“第二曲线”助力电信运营商V型反转
- 29 透视2022半年报：运营商发展趋势的延续和变化
- 31 把脉我国电信业发展态势
- 33 2022年上半年：电子信息产业发展稳中存忧

技术 Technology

技术趋势

- 37 全球6GHz频段规划情况分析
- 39 算力网络一体化服务架构与实践
- 43 “单车道”升为“双车道”，2×2 Wi-Fi 6带来更畅快体验

建设运维

- 44 云计算数据中心Underlay架构之核心交换机高可靠方案

应用方案

- 47 智慧海洋，通信先行
——5G海面超远覆盖技术及应用场景探究



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 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 赵宇 甄清岚 王禹蓉

朱文凤 王鹤迦 包建羽

新媒体: 申晴 刘江 蒋雅丽 沈新竹 黄杨洋

工联网: 郗勇志 刘艳玲 盖贝贝 刘亚媛

技术部: 林嵩 杨斯涵 李曼 张航 伍朝晖

通信地址: 北京市丰台区顺八条1号院2号楼北阳晨光大厦3层

邮编: 100079

编辑部: +86-10-52266544

营销部: +86-10-52266541

发行部: +86-10-52265707

通信世界网网址

Website: www.cww.net.cn

投稿邮箱: cww@bjxintong.com.cn

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

出版日期: 2022年8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

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。

工信部举行“新时代工业和信息化发展”新闻发布会

8月19日，工信部举行主题为“打通经济社会信息大动脉”的“新时代工业和信息化发展”系列第二场新闻发布会。工信部信息通信发展司司长谢存、无线电管理局副局长徐波等出席发布会并答记者问。

谢存表示：“党的十八大以来，在以习近平同志为核心的党中央坚强领导下，我国信息通信业取得了跨越式发展，基础设施能力大幅提升，信息通信技术加速迭代，行业治理能力显著提升，业务融合应用蓬勃发展，安全保障能力不断增强，在经济社会发展中的战略性、基础性、先导性地位更加凸显，为全面建成小康社会、开启全面建设社会主义现代化国家新征程奠定了坚实基础。”

徐波在答记者“工信部在5G频

谱资源保障方面做了哪些工作”的提问时表示：“一直以来，我国5G频率管理工作坚持系统思维和长远谋划。立足我国5G产业链供应链情况，综合考虑高、中、低频段特点，工信部于2017年在国际上率先发布5G系统中频段频率使用规划，2018年12月为三大基础电信运营企业分别许可至少连续100MHz带宽的5G中低频段频谱资源。截至2022年7月，工信部共为基础电信运营企业许可了770MHz带宽的5G中低频段频率资源，许可的中低频段频率资源总量居世界前列，占国内已许可所有公众移动通信频率资源总量的69.4%，有力保障了我国5G规模部署和高质量发展，推动我国中低频段5G产业链的成熟和发展。”

两部门推进中小企业数字化转型试点工作

近日，工信部办公厅、财政部办公厅发布《关于开展财政支持中小企业数字化转型试点工作的通知》（以下简称《通知》）。《通知》指出，工信部、财政部拟通过中央财政资金支持地方开展中小企业数字化转型试点，加快带动一批中小企业成长为“专精特新”企业，推进产业基础高级化、产业链现代化。

《通知》提出，为加快中小企业数字化转型步伐，促进产业数字化发展，提升产业链供应链协同配套能力，从

2022年到2025年，中央财政计划分三批支持地方开展中小企业数字化转型试点，提升数字化公共服务平台服务中小企业能力，打造一批小型化、快速化、轻量化、精准化的数字化系统解决方案和产品，形成一批可复制、可推广的数字化转型典型模式，围绕100个细分行业，支持300个左右公共服务平台，打造4000~6000家“小灯塔”企业作为数字化转型样本，带动广大中小企业“看样学样”加快数字化转型步伐，促进“专精特新”发展。



张云明

全面推进5G商用部署和规模化应用

8月10日，工信部党组成员、副部长张云明出席“2022世界5G大会”开幕式并致辞。张云明强调，我国正处在转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的关键时期，推动经济数字化转型、提升产业链供应链现代化水平已成为必然选择。工信部将坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，紧抓5G发展历史机遇，着力提升5G产业链供应链现代化水平，全面推进5G的商用部署和规模化应用，培育壮大经济发展新动能，让5G更好地赋能实体、服务社会、造福人民。

赵厚麟

中国5G建设和垂直行业应用蓬勃发展

近日，“2022世界5G大会”在哈尔滨市成功举办。在开幕式上，赵厚麟发表了致辞。他指出，中国5G基础网络建设和在垂直行业的应用蓬勃发展，5G对垂直行业的适用性和价值得到了进一步验证。在充满巨大潜力的5G应用开发中，越来越多来自不同行业的企业，特别是中小微企业成为5G应用开发的合作伙伴和重要力量。中国政府制定相关措施，鼓励并推动各产业、行业、中小微企业积极参与5G应用市场的发展，其成果已经非常显著。

工信部等六部委印发《关于加快场景创新以人工智能高水平应用促进经济高质量发展的指导意见》

8月12日，工信部等六部委印发《关于加快场景创新以人工智能高水平应用促进经济高质量发展的指导意见》，在“推动场景算力设施开放”方面明确指出：“鼓励算力平台、共性技术平台、行业训练数据集、仿真训练平台

等人工智能基础设施资源开放共享，为人工智能企业开展场景创新提供算力、算法资源。鼓励地方通过共享开放、服务购买、创新券等方式，降低人工智能企业基础设施使用成本，提升人工智能场景创新的算力支撑。”

中国信通院发布《国内增值电信业务许可情况报告（2022.7）》

8月18日，中国信通院发布《国内增值电信业务许可情况报告（2022.7）》。数据显示，截至2022年7月底，全国增值电信业务经营许可企业共131597家（其中5531家企业同时持有工信部及省通信管理局颁发的增值电信业务经营许可），比上月增长1.53%，其中工信部许可的跨地区企业有29025家，各省（区、市）通信管理局许可的本地企业合计108103家，分别比上月增长0.55%和1.72%。

目前，全国增值电信业务市场区域发展不均衡特征突出。在29025家跨地区企业中，注册地在北京的有6141家，在广东的有5952家，在上海的有2935家，3地集中了51.77%的跨地区企业。在108103家本地企业中，北京19471家、广东9207家、河南8658家，接下来依次是江苏、浙江、上海，上述6地集中了全国53.88%的增值电信业务企业，西部12省份的增值电信业务经营者仅占全国的16.19%。

广东韶关数据中心集群起步区第一批5个项目集中开工

近日，粤港澳大湾区枢纽韶关数据中心集群起步区第一批项目集中开工仪式在韶关高新区浈江产业园举行。据了解，第一批集中开工共5个项目，分别为中国电信粤港澳大湾区一体化数据中心项目、中国移动粤港澳大湾区国家枢纽节点（韶关）数据中心项目、中国联通粤港澳大湾区枢纽数据中心集群项目、广东广电网络公司“广东省文化

大数据中心项目”、中瀚云科技股份有限公司“粤港澳大湾区一体化算力网络国家枢纽节点韶关集群—中瀚云韶关数据中心”项目。

韶关数据中心集群起步区选址韶关高新区，规划总用地面积约为418.51公顷，定位为打造全国一体化算力网络重要战略节点，全国一体化大数据中心集群融合发展、绿色低碳的创新样板标杆。

196.8万

8月19日，工信部举行主题为“打通经济社会信息大动脉”的“新时代工业和信息化发展”系列第二场新闻发布会。工信部信息通信发展司司长谢存透露，截至7月底，全国建成开通5G基站数达196.8万，所有地级市城区、县城城区和96%的乡镇镇区实现5G网络覆盖，5G移动电话用户达到4.75亿户，比2021年末净增1.2亿户；千兆光网具备覆盖超4亿户家庭的能力，已通达全国所有城市地区，千兆宽带接入用户规模超6570万户，比2021年末净增3100多万户。可以说，目前全国已实现了“村村通宽带”“县县通5G”“市市通千兆”。

280.82亿元

8月16日，中国电信发布了2022年上半年业绩公告。数据显示，天翼云收入再创新高，达到人民币280.82亿元，同比增长100.8%，半年度收入超过去年全年（279.03亿元）。其中有云收入同比增长115.2%，私有云收入同比增长70.9%，继续保持中国政务公有云市场份额第一以及专有云服务市场份额第一的市场地位。

我国最大的集装箱超算中心接入“中国算力网”

我国最大的集装箱超算中心——武汉超算中心，日前正式接入“中国算力网”。目前，武汉超算中心三层箱体结构已封顶，正在进行设备及管线联调。武汉超算中心首期算力将达到50P，相当于10万台高性能计算机的算力，其整体按照200P算力规划设计，技术底座由几万个鲲鹏处理器内核以及数千张加速卡构成。武汉超算中心

项目代表龚正表示：“预计超算中心将于9月30日投入试运营，届时可以为企业、研究机构及学校提供算力支撑服务。”

武汉超算中心接入“中国算力网”后，将利用武汉高校在分布式计算、海量存储、人工智能算力平台等方面的科研优势，打造中部地区数据中心和算力服务枢纽。

歌华有线、中广电移动北京分公司与北京移动在政企领域展开合作

8月16日，歌华有线、中广电移动北京分公司与北京移动签署《政企业务合作框架协议》。中国广电副总经理、歌华有线党委书记兼董事长郭章鹏与北京移动党委书记、董事长、总经理张冬见证签约。

歌华有线、中广电移动北京分公司将在中国广电领导下，秉承“共建、共享、共赢”基本原则，与北京移动深入开展政企领域合作，聚焦北京市政府

委办局及企事业单位、国家党政军机关事业单位、企业总部、金融总部，对标交通、应急、政务、军警、矿山、电力、工业能源、农业、文化、教育、医疗等行业，重点发展安全专网、工业互联网、智慧医疗、数字文旅、智慧社区、车联网等多种应用场景，共创政企信息化服务新模式，共同推动5G政企业务规模化发展，全力打造全国广电网络政企业务发展的标杆典范。

CCSA通过《5G移动通信网络切片安全技术要求》草案

8月18日，中国通信标准化协会发布消息称5G网络切片安全取得新突破。灵活的网络切片机制也会引入新的安全威胁，例如切片间的信息泄露、干扰和攻击等。

日前，中国通信标准化协会（CCSA）审查通过了行业标准《5G移动通信网络切片安全技术要求》草案送

审稿。该标准规定了5G移动通信网络切片的安全要求、5G网络切片准入控制、基于签约限制的同时注册网络切片、AF获取切片配额信息的授权等技术要求和关键流程，适用于5G移动通信网络切片的管理、部署和应用。该标准是5G移动通信网络切片安全的第一个行业标准，标志着国内网络切片安全的初步成熟。



声音

张平

构建以中国为主导的网络基础设施

近日，中国工程院院士张平出席了“2022世界5G大会”的“Tech Talk 2022”前瞻论坛。在探讨“6G发展依旧存在多个堵点”话题时，他认为，目前数字要素潜力在传统产业中释放不充分，“数字孤岛”问题突出，未来还需坚定不移走独立创新路线，破解6G演进中的堵点；此外，我国探索6G技术发展的路线选择、破解关键技术和全球供应链等核心问题，对于在全球科技竞争合作中构建以中国为主导的网络基础设施有着重要意义。

刘烈宏

中国联通股价不可能长期被低估

8月8日，中国联通发布2022年中期业绩。2022年上半年，中国联通实现营业收入1762.6亿元，同比增长7.4%；净利润为109.6亿元，同比增加19.5%；每股基本盈利为人民币0.36元，同比增长19.5%。在随后举行的业绩说明会上，中国联通董事长、党组书记刘烈宏在回答投资者提问时表示，公司股价变化受多种复杂因素综合影响，总体来看中国联通的发展前景良好，公司股价不可能长期被低估。

我国已启动5G核心网漫游现网试点工作

近日，工信部在新疆试点测试的基础上，已启动5G核心网漫游现网试点工作，在8个省（区、市）的8个本地网（新疆昌吉、青海海西、内蒙古赤峰、黑龙江佳木斯、云南玉溪、安徽安庆、四川德

阳、贵州毕节）开展5G核心网漫游现网商用试点，计划10月份完成试点及总结工作。目前中国联通已提交8个本地网的700MHz异网漫游需求，正在工信部的统筹下积极推进现网试点工作。

中国联通正式启动“5G点亮百城千校”专项行动

8月14日，中国联通以“5G领航，扬帆未来”为主题，携手教育行业伙伴、华为重磅发布5G校园随行专网产品，并正式启动“5G点亮百城千校”专项行动，共同探讨5G赋能教育行业数字化转型的趋势与未来。

中国联通政企客户事业群副总裁韩卓辰表示，5G已成为教育行业与信息通信领域技术融合、促进高质量发展的“新引擎”，中国联通作为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，深入开展实施《5G应用“扬帆”行动计划》，加速推进5G应用从“样板间”走向“商品房”。在5G技术赋能智慧教育方面，中国联通始终坚持需求牵引、应用驱动、深度融合、创新赋能的初心使命，目前已在复旦、上海交大、北邮、华科等40余所高校建设5G随行专网，在22个省落地200余个5G智慧教育项目，加速推进5G赋能教育行业数字化转型升级。

北京发布全国首个“数字人产业行动计划”

近日，北京市经济和信息化局发布《北京市促进数字人产业创新发展行动计划(2022—2025年)》(以下简称《行动计划》)，这是我国首个数字人产业创新发展的专项支持政策。根据《行动计划》，到2025年，北京市数字人产业规模将突破500亿元。在此基础上，培育1~2家营收超50亿元的头部数字人企业、10家营收超10亿元的重点数字人企业；突破一批关键领域核

心技术，建成10家校企共建实验室和企业技术创新中心；在云端渲染、交互驱动、智能计算、数据开放、数字资产流通等领域打造5家以上共性技术平台；在文旅、金融、政务等领域培育20个数字人应用标杆项目；建成2家以上特色数字人园区和基地。初步形成具有“互联网3.0”特征的技术体系、商业模式和治理机制，成为全国数字人产业创新高地。

241.6%

据央视财经日前报道，自去年开始，VR虚拟现实行业进入了发展“快车道”。2021年，VR头戴式显示器的全球出货量达1095万台，突破年出货1000万台的行业拐点。今年第一季度，VR头戴式显示器保持热销，全球出货量同比增长了241.6%。而在国内，VR行业的热度也正在提升。最新市场统计数据显示，2022年上半年，中国VR市场零售额突破8亿元，同比增长81%，头戴式显示器销售均价由早期的千元以下拉升至1740元左右。

22万个

在8月19召开的“中国联通2022年助力乡村振兴推进会”上，中国联通党组书记、董事长刘烈宏透露，目前中国联通数字乡村平台已累计服务行政村22万个。以南北计：北方超过14.9万个、覆盖率64.2%，南方超过6.7万个、覆盖率25.8%；以东西计：东部7.5万余个、覆盖率38.3%，中部7.9万余个、覆盖率55.4%，西部3.6万余个、覆盖率26.5%，东北2.7万余个、覆盖率88.8%。特别是山东省超过5万个，覆盖了75%的行政村，重庆市也打造了智慧农业、生猪大数据等一批样板项目。

5G是数字经济发展的先导性力量

姜玉泉


4G改变生活,5G改变世界。5G不仅是信息通信技术的一次升级换代,更是一场影响深远的经济社会全方位变革。但自5G商用以来,面对普通用户感知度不高的窘境,时常出现质疑5G的声音,更有甚者认为“5G应用应当定义为4G下无法平滑运营、必须使用5G的应用。”

5G与4G相比具有“超高速率、超低时延、超大连接”等显著优势。5G彻底改变了传统人与人的通信方式,开辟了万物泛在互联、人机深度交互、智能引领变革的新时代,代表了新一代信息技术的发展方向,引领经济社会数字化转型发展与深刻变革,是数字经济时代实现制造强国、网络强国、数字中国、智慧社会等重大国家战略的关键信息基础设施,是新一轮科技革命和产业变革的关键驱动力。

然而,5G自诞生之日起,就饱受争议,备受质疑。有人认为5G建设过于超前,数千亿级的投资让运营商倍感压力,且运营成本高,成本消化是难题。也有人指出5G商业模式不清晰,3G和4G时代基于流量的商业模式沿用至今,运营商增量不增收,流量收入“剪刀差”加剧。在个人消费领域,“机”“网”“套”匹配度仍然不高,像3G时代的微博、微信,4G时代的手游、短视频等“杀手级”应用尚未出现。在行业应用领域,5G处于可用可不用的尴尬地位,进退维谷。

那是不是因此就诟病、否定5G呢?当然不是!诚然,5G发展面临着巨大的挑战,但5G也取得了显著的成绩,为我们打开了一扇网络化、数字化和智能化的大门。在个人消费领域,5G像春雨“润物细无声”一般融入了生活的方方面面。5G不再像4G时代让人们坐在家刷视频、玩手机,而是融合物联网、云计算、大数据和人工智能等数字技术,打造一种全新的联网化、智能化生活方式,创造出健康、安全、舒适、低碳、便捷的个性化智慧家庭新生活。如果说4G服务点、线、面,那5G就是把点、线、面融合而构建出的一幅立体画卷。

在垂直行业应用领域,5G就像“星星之火可以燎原”一般席卷了国民经济千行百业,助力三大产业数字化转型,推动我国数字经济高质量发展。“5G+智慧农业”以病虫害防治、土壤成分检测、温湿度监测、农产品溯源等重点应用为抓手,开展基于5G的农业监测示范应用,推动形成农业生产5G智能化方案,实现农业生产、销售、物流等全流程闭环管理。“5G+智能制造”以5G与物联网、边缘计算、人工智能等数字技术的融合应用为抓手,重点开展柔性生产、工业视觉检测、工业AR/VR、无线自动化控制、云化机器人、物流追踪、远程操纵、设备定位等示范应用,打造基于5G的“数字化车间”“智能工厂”。“5G+服务业”(以教育为例)融合5G、超高清视频、VR/AR、全息投影等数字技术,发展远程智慧教育,实现教育资源分配,打造“异地双师”在线互动、沉浸式、交互式的教学模式,开展“5G+全息互动教学”“5G+虚拟仿真课堂”等智慧教育试点建设。

我国在经历“1G空白、2G跟随、3G突破、4G同步”之后,5G时代终于实现了“领跑”世界,成绩的取得来之不易,我们要倍加珍惜。“十四五”期间,运营商投资将逐步由5G网络建设阶段“重建设轻应用”的超前模式,向“以建促用、以用促建”的良性模式转变,5G将基本实现城市与乡村、室内与室外、个人与行业的全面覆盖,为个人消费领域的应用突破和行业领域的应用爆发提供坚实的网络支撑能力。5G发展的关键还是要自上而下利好政策的大力促进下,加快突破5G融合应用发展的难点堵点,推动虚拟现实(VR)、增强现实(AR)、元宇宙等5G特色应用的创新发展,让5G应用真正走进个人生活,让个人真正享受到5G带来的与众不同的体验感和获得感。加快5G行业应用导入,推动5G在矿山、港口、制造、医疗、交通、能源等重点行业的融合应用创新,形成可复制推广的5G行业应用解决方案,让5G真正赋能经济社会千行百业,加速数字经济发展。(作者为广东省电信规划设计院高级咨询顾问) 

5G的交流融合 是建立6G共识的基础

杨光

“2022世界5G大会”上，邬贺铨院士指出“当前研究6G与10年前研究5G相比形势更严峻，供应链市场遭遇国际国内标准化小圈子的风险，面临对中国的排斥和封堵”，同时他也强调“我们还是要坚持6G的标准化，本着开放合作的理念，以更大的精力开展6G技术与未来产业的国际合作，加大创新力度，贡献6G标准应用”。

邬院士准确点出了当前6G研究的关键问题。虽然距6G标准化工作正式启动尚有时日，但当下正是全球移动通信产业构建6G愿景、凝聚产业共识的关键阶段，将为形成6G全球统一标准奠定基础。

目前，产业界已开始积极推动6G国际合作。美国、日本、韩国及欧洲的行业组织和政府纷纷启动关于6G研究的双边合作，我国IMT-2030推进组也与欧洲6G-1A签订了6G合作备忘录。地缘政治形势确实为6G国际合作带来了不确定性，但我们也必须看到，当前全球5G发展节奏的差异同样会影响产业界对未来需求的理解与判断，并可能最终影响6G的愿景与需求共识。

自5G商用以来，中国、韩国等先锋市场采取了非常积极的发展策略，有效促进了产业和市场发展，显著提升了移动宽带网络体验。目前，中国每万人拥有的5G基站数量已是法国的2.5倍、日本的2.9倍、德国的3.7倍，平均5G网络速率也显著高于这些国家。在5G to B市场，中国依托运营商公网，已部署超过5000个5G行业虚拟专网。而德国、日本等国家则为5G行业应用分配专用频率资源，分别已有200多家和超过100家企业获批了专用频率。

可见，即使在传统的移动通信发达市场之间，其对于5G的发展节奏与思路也存在差异，这种差异必将影响到6G愿景与需求的讨论，并有可能引发市场的隔离与分裂。

技术进步一直是移动通信代际演进的主要驱动力，而技术进步是否与市场需求充分匹配则将决定新一代技术能否取

得商业成功。正如邬院士指出的，“准确预测2030至2040年移动通信需求的难度不亚于对新技术的探讨”，对5G市场的理解和洞见必将影响到对6G需求的预测，进而影响6G技术路线的选择。因此，5G市场的充分交流与融合以及关于5G发展阶段和目标的基本共识，将是深化6G国际合作、构建6G共同愿景的前提和基础。

这就需要进一步深化5G国际市场的双向融合，在保持国内市场充分开放与竞争的同时，推动中国成熟5G产业链对外输出。在4G时代，中国系统设备厂商已在全球市场占据重要位置，为4G的发展普及作出了重要贡献。中国作为5G先锋市场，拥有完整成熟的5G产业链，完全有机会，也有必要在芯片、终端、应用、服务等更多领域提升国际影响力。尤其是在5G to B领域，行业专用5G频谱的分配为数字化服务企业跨国开展业务创造了机会，日本NTT、美国Verizon等运营商以及AWS、Azure等公有云厂商都在进行积极探索。中国数字化服务企业完全可以利用在国内市场积累的项目经验和产业生态，进军国际5G行业应用市场。这样既能开辟新的业务增长点，又可带动国际5G产业链均衡发展，为6G时代的国际合作奠定基础。

同时必要保持对5G-Advanced标准进展的紧密关注。5G-Advanced既是对5G初始系统的增强与扩展，也是向6G标准演进的重要节点。保持并强化对5G-Advanced标准的影响力将有助于中国产业界影响引导关于6G的国际讨论。在3GPP逐渐恢复线下会议的当下，中国产业界需要尽力提升标准会议参与度，保持标准影响力。

虽然地缘政治现实对6G国际合作造成一定压力，但只要充分利用市场化手段，发挥中国5G产业链的先发优势，带动全球5G均衡发展，引领市场需求和技术趋势的讨论方向，就有希望实现邬院士提出的“为人类社会贡献无愧于时代的6G标准应用”这一伟大目标。（作者为Strategy Analytics高级分析师）

信息通信业 非凡十年

2022年是党的二十大召开之年，也是实施“十四五”规划、全面建设社会主义现代化国家的重要一年。党的十八大以来。以习近平同志为核心的党中央，以伟大的历史主动精神、巨大的政治勇气、强烈的责任担当，统筹国内国际两个大局，推动党和国家事业取得历史性成就、发生历史性变革，中华民族伟大复兴进入不可逆转的历史进程。

10年间，在党中央的领导下，在

科技领域全体同仁的共同拼搏下，我国科技事业发生了历史性、整体性、格局性重大变化，成功进入创新型国家行列，走出了一条从人才强、科技强，到产业强、经济强、国家强的发展道路。如今，世界百年未有之大变局正加速演进，我国正处在实现中华民族伟大复兴的关键时期。信息通信业需以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，心系“国之大者”，在新征程上奋力

谱写高质量发展壮丽篇章。

回望过往奋斗路，扬帆未来笃行时。通信世界全媒体特别策划“‘奋进新征程 建功新时代’喜迎二十大——信息通信业非凡十年”专题报道，生动展现新时代信息通信业的创新奋斗历程。本期将围绕5G、数字服务、智能制造、人工智能等关键词，全面展示十年间的变革性实践、突破性进展以及标志性成果。

奋进新征程 建功新时代

喜迎二十大系列报道

十年再跨越 打通经济社会信息“大动脉”！

■ 本刊记者 梅雅鑫（整理）

党的十八大以来，我国信息通信业取得了跨越式发展，行业综合实力显著增强。近日，工业和信息化部召开“打通经济社会信息大动脉”主题新闻发布会，工业和信息化部信息通信发展司司长谢存、信息通信管理局一级巡视员王鹏、网络安全管理局一级巡视员（正局长级）周少清、无线电管理局副局长徐波出席发布会并介绍相关情况。

十年来，我国信息通信业规模不断壮大，电信业务收入从2012年的1.08万亿元，增长到2021年的1.47万亿元，网民规模达10.32亿，比2012年增长了83%。同时，我国信息通信服务持续普惠民生，行业管理和改革开放持续深化，安全保障能力不断增强。

加快信息基础设施发展 5G基站数达196.8万

十年来，我国信息基础设施实现跨越式发展。谢存介绍，我国建成了全球规模最大的光纤和移动宽带网络，固定网络逐步实现从十兆到百兆、再到千兆的跃升，移动网络实现从3G突破、4G同步到5G引领的跨越。国家级互联网骨干直联点数量从3个增至19个，国际通信网络通达和服务能力持续增强。数据中心规模和能效水平大幅提升。固定



和移动网络的IPv6改造全面完成。工业互联网创新发展战略深入实施，产业规模迈过万亿元大关。

在5G和千兆光网的建设方面，工业和信息化部会同有关部门出台《“双千兆”网络协同发展行动计划（2021—2023年）》《5G应用“扬帆”行动计划（2021—2023年）》等系列政策文件，大力部署推进5G和千兆光网建设应用，取得了积极成效。截至2022年7月底，全国建成开通的5G基站数达196.8万，所有地级市城区、县城城区和96%的乡镇镇区实现5G网络覆盖，5G移动电话用户达到4.75亿户，比2021年末净增1.2亿户；千兆光网具备覆盖超4亿户家庭的能力，已通达全国所有城市地区，千兆宽带接入用户规模超6570万户，比2021年末净增3100多万户。可以说，目前全国已实现了“村村通宽带”“县县通5G”“市市通千兆”。

在5G频率资源保障方面，徐波介绍，截至2022年7月，工信部为基础电信运营企业许可了770MHz带宽5G中低频段频率资源，许可的中低频段频率资源总量居世界前列，占国内已许可所有公众移动通信频率资源总量的69.4%；全国累计完成受影响卫星地球站等无线电台（站）干扰协调或技术改造12779个，完成协调率达到99.91%。以上成果有力保障了我国5G规模部署和高质量发展所需的频率资源，推动我国中低频段5G产业链的成熟和发展。同时，在5G无线设备管理方面，工信部加强与有关国家和国际组织的双多边合作交流，持续推动相关频段5G/6G频率划分全球或区域协调一致。

持续普惠民生，单位流量 平均资费下降超过95%

一直以来，信息通信业坚持“以人

民为中心”的发展思想，传承“人民邮电为人民”的光荣传统，努力让人民群众在信息化发展中有更多获得感、幸福感、安全感。谢存介绍，自2015年以来，工信部连续多年组织实施网络提速降费专项行动，固定宽带和4G用户端到端平均下载速率提高7倍。相继取消手机长途漫游费、流量“漫游”费，实现单位流量平均资费下降超过95%。

网络提速降费的实施，促进了互联网新应用、新业态、新模式蓬勃发展，互联网生活性服务实现规模化推广。“目前，全国APP数量达232万款，服务千行百业，满足和丰富了用户消费、娱乐、社交、出行等各类需求。”王鹏说道。

与此同时，为了让服务更便捷、更普惠，工信部不仅推动基础电信企业陆续实现销户、补换卡、账单和流量查询等用户常用电信业务异地办、网上办，还全面实现携号转网，不断提高电信服务水平，用户权益保护持续加强。据悉，今年将新增1万家可办理携出服务的营业厅。

为了让老年人共享美好数字生活，工信部开展互联网应用适老化及无障碍改造专项行动，推出大字体、大图标、语音引导等多种适老功能。

在加强个人信息保护、维护用户权益方面，工信部持续加强监督检查，突出全链条治理，已累计完成630万次检测，实现对我国主流应用商店上架APP的全覆盖；紧盯热点问题，有效净化行业生态，推动主要互联网企业基本解决APP开屏“关不掉”、“乱跳转”、强制下载软件等热点问题。

移动互联网赋能作用凸显

十年来，在各方的共同努力下，我国互联网行业快速发展，取得了显著成效。

一是市场规模不断壮大。全国电信业务持证企业超过13万家，是2012年的

4.9倍，市场主体更加多元；10家企业跻身全球互联网企业市值三十强，核心竞争力不断提升；网民规模居世界首位，进一步奠定了我国超大规模市场优势地位。

二是移动互联网成为发展主流。手机上网比例达99.7%，月户均移动互联网流量增长130多倍；移动APP数量达232万款，全面提升了用户的生活品质；全球十大移动手机厂商有8家中国企业，华为、中兴成为了5G时代移动网络技术的引领者。

三是融合应用走深向实。“互联网+”蓬勃发展，带动信息消费持续扩大升级，2021年底全国网上零售额达13.1万亿元，数字消费市场规模全球第一；工业互联网加快崛起，全面融入45个国民经济大类，产业规模迈过万亿元大关，行业赋能、赋值、赋智作用日益凸显。

王鹏表示，工信部将坚持促进发展和规范监管并重，进一步夯实互联网产业发展基础，着力培育发展新动能，赋能实体经济和制造业转型升级。进一步提升互联网行业管理水平，推动我国互联网行业发展迈上新台阶。

安全保障能力不断增强

当前，网络安全在经济社会数字化转型发展中的基础性地位、全局性影响愈发突出，关系着制造强国、网络强国、数字中国的发展大局。

周少清介绍，党的十八大以来，国家高度重视网络安全工作，全面加强网络安全保障体系和能力建设，工信部以全面保障基础电信网络安全、筑牢国家网络空间安全屏障为核心使命，持续加强网络安全保障体系和能力建设，取得了显著成效。

一是网络安全管理制度体系全面构建。深入落实《网络安全法》《数据安全法》等法律法规，制定《网络产品


安全漏洞管理规定》等配套规范和数百项标准，行业关键信息基础设施安全保护、网络关键设备安全检测、重要数据保护等重大制度加快实施，安全管理制度基石日益牢固。

二是电信网络和数据安全保障能力显著提升。网络安全技术防护体系日趋完善，有效应对大流量网络攻击(DDoS)等安全风险，及时处置各类安全威胁，基础电信网络持续安全稳定运行，工信领域网络数据安全监管能力逐步增强，关键信息基础设施安全底座更加稳固。

三是新型网络基础设施安全体系初步形成。面向工业互联网、车联网、5G等新型网络基础设施，出台多项政策文件，创新实施工业互联网企业网络安全分类分级管理、车联网身份认证和安全信任管理、车联网卡实名登记管理等制度，初步建立适应我国新型基础设施特点的安全保障体系。

四是网络安全产业实现集聚式创新发展。布局建设北京、长沙、成渝三大国家网络安全产业园区，打造一批产业公共服务平台、创新示范中心，网络安全产业集聚式、规模化发展态势初步形成。2021年，我国网络安全产业总体规模突破2000亿元，“十三五”时期年均增长率达15%，产业综合实力快速提升。

五是网络综合治理全面加强。我国电话用户已全部实现实名登记，超过16亿张物联网卡全量纳入安全管理体系。防范治理电信网络诈骗、整治网络“黑灰产”等行业源头治理工作纵深推进，有力保障了人民群众合法权益。

站在新的起点上，信息通信业将坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚定信心、持续奋斗，坚决把党中央、国务院决策部署落到实处，加快制造强国、网络强国、数字中国建设步伐，为全面建设社会主义现代化国家作出更大的贡献。 

奋进新征程 建功新时代

喜迎二十大系列报道

十年突破 中国5G标准之路

■ 本刊记者 程琳琳

移动通信，十年一代。“谁制定标准，谁就拥有话语权；谁掌握标准，谁就占据制高点。”这一规则在5G标准制定过程中体现得淋漓尽致。标准一直是移动通信领域最为重要的战场，是行业最高话语权和全球产业竞争的焦点。

而中国的移动通信产业，十多年来一直处于“与时间赛跑”的状态，为占据产业发展制高点，我国移动通信实现了从3G突破、4G同步到5G引领的跨越。鲜花和掌声背后是辛勤的汗水，我国标准工作者栉风沐雨、薪火相传，十年如一日般推动移动通信标准工作发展，为全球5G标准烙上了“中国印”。

成长，十年蜕变

“5G之花”绽放的背后，凝结着无数移动通信人的辛勤劳动。长期以来，我国通信行业专家在技术创新的道路上被不断质疑，但这没有阻止他们前进的步伐，他们砥砺奋进推动我国移动通信技术实现了从落后、跟随到超越的完美蜕变。

十几年前，刚从北京邮电大学毕业的胡南，带着些许懵懂和好奇来到了中国移动研究院参加工作。刚加入研究院的胡南，尚未被分配工位，便在一些空着的工位上办公。

这些工位为什么经常没有人呢？胡

南对此感到很疑惑。“他们代表中国移动去参加全球标准会议了……”在听同事讲述了一些关于标准工作的故事后，胡南内心十分羡慕，想象着自己有一天也能像他们一样，站在国际舞台上纵横捭阖，为中国的标准事业出一份力。从此胡南便立志要投身于通信标准工作，并不断朝着这个方向努力。

在这条路上一走就是十几年。2008年，胡南加入3GPP标准化工作组；2015年成功担任RAN2工作组副主席，这是3GPP成立以来首次由中国人任职该职位，打破了标准组织领导职务的欧美垄断；2016年他在南京组织召开首次“3GPP中国伙伴”会议；2021年成功担任3GPP RAN全会副主席，这是中国标准专家目前在3GPP担任的最高职位。

胡南用“成长”这个词来总结自己这些年从事标准化工作的感受。“我有幸站在巨人的肩膀上。”胡南自豪地说道。这十年来，他从一名普通的工作者成长为RAN全会副主席，见证了中国移动从3GPP中默默无闻的运营商成长为举足轻重、引领全球标准化发展的中坚力量，也见证了中国移动通信产业的成长。十余年来，我国移动通信标准话语权不断提升，实现了从“3G突破”“4G同步”到“5G引领”的历史性跨越。

5G标准挑战知多少

5G标准这条路中国走得并不容易。要知道，在2G、3G时代，移动通信的标准一直被国外厂商垄断，在“大T”环伺的3GPP，想趟出一条路来可谓千难万险。再加上5G技术本身就十分复杂甚至某些架构前所未有的，这给我国的移动通信标准工作者带来了极大的挑战。

标准化是产业发展的基石，作为关键的网络基础设施，移动通信具有全球漫游和互联互通特性，要求通信行业必须具备全球统一标准。回顾全球5G标准制定过程，十年来曾面临产业分裂风险，而时间紧迫、技术复杂及新冠肺炎疫情又带来了会议组织困难等全方位挑战。

在5G标准研究启动之初，业内在5G频率和部署方式上曾产生分歧。关于5G走中频路线还是高频路线存在争议，标准也出现好几种版本，这促使3GPP加快了5G标准化进程。2017年12月，5G NR R15版本宣布正式冻结并发布，相比计划发布时间提前了半年。5G标准需要支持三大应用场景，并且引入了非独立组网（NSA）和独立组网（SA）两种组网模式、灵活可变帧结构等技术特性，这极大地增加了5G标准的复杂度。

2020年初正是5G标准制定的关键时期全球新冠疫情暴发，3GPP随即

取消了全部线下会议，改为采用线上会议的形式继续进行标准制定工作，这导致了R16/R17版本推迟发布。

此外，相对以前移动通信标准的制定，5G标准在技术方面面临着更大的挑战。一是相对4G来说，5G系统能力需提高10倍以上，这就要求引入更多的新技术、新算法；二是5G要为垂直行业赋能，因此应在标准制定时既要考虑5G的通用需求，也要考虑不同行业的差异化需求；三是在“双碳”的大背景下，如何进一步提升5G的能效成为摆在标准制定者面前的迫切问题。

时间紧，任务重，中国的标准工作者该如何突围？

加大技术投入，我国5G核心标准专利占比全面提升

我国移动通信行业在经历了3G突破和4G并跑之后，高度重视5G标准的研究工作。在3GPP 5G标准制定方面，国内企业充分展现了“中国力量”，积极投入技术力量，在全球5G标准制定过程中发挥了巨大作用。

根据国家知识产权局知识产权发展研究中心的报告，当前全球声明的5G标准必要专利共21万余件，涉及4.7万项专利族，其中中国声明1.8万项专利族，占比接近40%，排名世界第一。经历了“1G空白、2G跟随、3G突破、4G同步”的发展历程，中国在5G通信产业中已取得显著成绩。以5G R17标准周期为例，我国企业提交的技术提案总数达到全球的60%，牵头的项目数超过50%，成为3GPP标准化工作中一支不可或缺的中坚力量。中国移动通信企业（如中国移动、中国电信、中国联通、华为、中兴、大唐、OPPO、vivo等）在各个专业领域都提交了非常多的宝贵提案。

其中，中国移动3GPP标准团队申请4G/5G专利共计4000余项，专利申请量跻身全球运营商第一阵营。同时授权专利数量呈逐年提升的态势，从2012年近300项的授权专利水平，提升至2021年的700余项，实现了翻倍增长。中国移动还主导3GPP等核心国际标准110余项，牵头5G核心标准项目30余个，提交5G标准化文稿1万余篇，位居全球运营商第一。

担任关键领导职位，推动全球产业融合发展

在移动通信国际标准制定的舞台上，担任标准组织领导职务既是对标准化工作的肯定，更是赢得标准话语权的体现。要知道，不同设备厂商之间、设备厂商和终端厂商之间都存在利益分歧，同时不同厂商在不同国家面临的法规要求和市场竞争的压力也不同，况且还存在很多类似于IPR商用这种专利背后的竞争。

而3GPP在涉及具体的技术专利时，很大程度上是“博弈”，不会开发太多解决同一个问题的并行技术，因为这会造成产业资源浪费。因此要担任领导职务，就需要熟悉3GPP的规则，还能接受来自各方的质疑，最重要的是站在产业发展的角度平衡各方利益，这份工作的压力可想而知。

为了不断提升中国移动通信标准的话语权，中国的标准化工作者充分展现自己的聪明才智，“三顾茅庐”“围魏救赵”“合纵连横”……演绎出许多精彩的故事。在他们的积极推动下，我国提出的5G新型帧结构方案、Polar码、服务型架构等成为5G标准中的核心技术，为我国标准工作做出了极大的贡献。

在关键职位方面，中国移动研究院专家通过竞选，先后担任3GPP SA全会副主席、RAN全会副主席，以及多

个工作组副主席等3GPP重要领导职务。其中，徐晓东担任RAN1工作组副主席，胡南担任RAN2工作组副主席，这是3GPP标准组织成立以来首次由中国人担任该项职务，打破了标准组织领导职务的欧美垄断，实现中国从“0到1”的突破。此外，中国电信、中国联通、华为、中兴、大唐等企业的专家也在3GPP中担任重要职位。

以前，标准制定一直是一项曲高和寡的工作，标准工作者都是默默地在幕后推动标准进展。后来随着Polar码被3GPP确定为控制信道编码方案等里程碑式进展，标准工作开始进入大众的视野。再到之后的5G R16版本和R17版本的冻结，也引发了较高的社会关注度。

开拓进取，继往开来

虽有重重困难阻隔，5G标准依然高质量地如期完成了。

总体而言，5G技术标准的演进是一以贯之的。如果将5G标准比作“一座房子”，2018年冻结的第一版R15就是“毛坯”，以最快的速度产出“能用”的标准，满足了5G的基本功能；2020年冻结的R16版本则是“硬装”，实现了从“能用”到“好用”，进一步增强了5G更好服务行业应用的能力；而2022年6月冻结的R17版本就是“软装”了，实现了5G能力的进一步拓展，并且可以针对不同的行业进行差异化定制，可以说实现了5G技术的完美交付；预计将于2023年12月冻结的R18版本就像是“智能家居”，将进一步提高生产生活的品质。

有了标准，产业发展就有了航行的“灯塔”。全球移动通信技术竞争风云变幻，技术标准的竞争只是这场大戏的序曲，真正的产业融合发展大幕正在徐徐拉开。📶

奋进新征程 建功新时代

喜迎二十大系列报道

5G“新时代” 千行百业欲换装

■ 本刊记者 梅雅鑫

从高不可攀的珠峰到深不见底的地下矿井，从荒无人烟的戈壁滩到一望无垠的大海，5G正在“上珠峰”“下矿井”“入海港”“进工厂”……

在移动通信领域，我国经历了“1G空白、2G跟随、3G突破、4G同步”之后，终于在5G时代实现了“领跑”世界。而我们不仅见证了中国5G登上新的“高度”，也见证了全球第一通信大国的力量。

回看2012年，全国移动基站数刚刚突破200万；而到2021年末，这一数字就达到了996万。截至2022年6月底，我国5G基站数达到185.4万，5G移动电话用户数超过4.5亿，所有地级市全面建成光网城市，千兆光纤用户数突破6100万，启动建设多条“东数西算”干线光缆。

如今，随处可见的5G基站共同构成了一张“密不透风”的信号网，不仅为千家万户的信息通信带来了新体验，还为千行百业带来了前所未有的变革机遇。

5G让“煤黑子”变身“煤亮子”

“远看像逃难的，近看像要饭的，细看是下井挖炭的。”这句顺口溜是十年前矿工形象的真实写照。

来自山西吕梁的王刚是一个“煤二代”，他是听着父亲讲井下故事长大的。他回忆道：“由于长期待在阴暗、危

险，且煤粉飞扬的劳作环境，一天下来，除了牙是白的，全身黢黑，煤矿采煤工人曾被戏称为‘煤黑子’。最关键的是人身安全没有保障，大家都说采煤是‘把脑袋别在裤腰带上工作’，早上下井，晚上能否安全归来，谁也不知道。”

又有谁能想到，短短十年，无人化操控、远程开采、机器人巡检……在能源大省山西，一座座5G智慧矿山正在建成，刷新着人们对传统行业的认知，彰显出山西煤炭能源的新特色。“过去‘脏、苦、险、累’的井下工作，如今穿着白衣，坐在矿井上明亮的调度指挥中心就能完成。”王刚欣喜地说，这些智能化设备不仅为矿工减轻了负担，也将“煤黑子”的帽子摘掉改成了“煤亮子”，最为重要的是矿工安全得到了保障。

在缺乏信息化、数字化技术的过去，煤矿行业危险性极高，矿井下面的一切都是未知的，“轰隆”一炮放下来，工作面煤尘横飞，井下伸手不见五指，为了防止坍塌，矿工要钻进厚厚的煤尘进行支护作业，一刻也不得停歇。“小事故长流水，大事故不断线，几乎每个班都有人磕伤、擦皮，被工友抬着出去的也不少。”一位矿工苦笑道。

如今，5G已经为矿山装上了智慧的“眼睛”和“大脑”，不但让采煤高效，还大大提升了安全系数。更让人欣喜的是，这样的5G智慧矿山已经在全国各

地得以推广，越来越多的工人已经享受到了5G应用带来的“红利”。

“报告调度员，采三区综采面正在使用5G新通话与您连线，目前综采面各项设备运转正常……”，“采三区综采面已收到，通话声音清楚、图像清晰，按照生产流程推进。”2022年5月28日，经综合评定，贵州盘江精煤股份有限公司(简称“盘江股份”)山脚树矿5G无线通信系统工程达到标准要求，通过验收。

调度人员坐在远程操控台前，按下总控台的启动按钮，井下的采煤机、刮板输送机、胶带输送机便渐次开启，割煤、推溜、移架……采出的煤炭通过传输皮带源源不断地被运送至地面。大屏幕上，掘进、通风、机电、运输等环节的运行状况一目了然。

“该系统实现了井下移动音视频通话及设备数据无线传输，构建起大容量、高带宽、低时延、高可靠井下专用网络，无线侧端到端时延仅有20毫秒。”山脚树矿矿长王海涛介绍，此次与贵州联通六盘水分公司合作探索井下5G，减人增效的效果明显，一个采煤班组由15人减至7人左右，矿井生产能力从180万吨增至400万吨。

平台百花齐放，赋能千行百业

除了5G智能煤矿这一具有代表性

的行业实践外,《5G应用“扬帆”行动计划(2021—2023年)》实施一年后,5G在工业、医疗、教育、交通等多个行业领域发挥赋能效应,形成了多个具备商业价值的典型应用场景,已覆盖国民经济97个大类中的40个。

目前,我国5G应用案例累计超过2万个,5G行业虚拟专网由2021年7月的1655个提升至6518个,增长近3倍。中国信通院数据显示,2021年我国5G直接带动经济总产出达到1.3万亿元,同比增长30%以上。

其中,电信运营商充分发挥“国家队”作用,在消费市场、垂直行业、社会民生三大领域打造了一批“样板房”,有望在2023年实现由点状应用到规模化“商品房”建设的跃变。

依托“5G+”计划,中国移动聚焦18个重点行业领域,推动5G融入千行百业并深入行业生产场景,加速5G行业应用规模化商用的进程。目前,中国移动打造了200多个5G龙头示范项目、5000多个省级区域特色项目、超1.01万个5G行业商用案例、4400多个5G精品专网项目,在智慧矿山、智慧工厂、智慧电力、智慧冶金、智慧港口、智慧医院等多个典型行业实现规模拓展。为推动5G行业应用的规模化发展,中国移动还重点推出了面向行业的“5G智简行业网”以及“5G+行业现场网”两项创新技术方案。

中国电信已累计打造5G定制网项目超2500个,5G行业商用项目累计超6000个。在工业、交通物流、医疗、教育等15个行业与政府、大型企业开展合作并进行探索实践。聚焦5G+工业视觉、5G+生产现场监测、5G+远程设备控制、5G+厂区智能物流等20个5G行业应用场景,加快行业用户项目拓展,打造了一批业内标杆。

中国联通已建成全球规模最大、

感知最好、技术最先进、效能最优的5G SA共享网络,开通5G基站86万座,实现了城区、县城及重点乡镇5G连续覆盖,5G MEC边缘节点已达500余个。目前,中国联通已打造500多个5G“灯塔”项目、3000多个5G行业虚拟专网项目、8000多个5G商业化行业项目,覆盖钢铁、采矿、电力、教育、文旅、医疗等25个细分行业,加速推进5G应用从“样板间”向“商品房”转变。

有专家指出,行业应用是技术生命力的源泉。随着网络基础设施不断夯实,工业互联网平台带动效应持续增强,我国工业互联网融合应用的深度和广度也在不断扩展,为越来越多的行业数字化转型注入了源动力。

截至2022年上半年,我国国家级、行业级、企业级多层次的工业互联网平台体系初步构建,具有行业、区域影响力的工业互联网平台超150家,工业APP数量超过28万个,重点工业互联网平台连接工业设备超过7900万台(套),服务工业企业超过160万家。这样的“数字基建”不仅是数字经济发展的基石,更成为优化经济结构、促进经济中长期可持续发展的重要引擎。

当然,在5G应用落地过程中,华为、中兴等设备企业也起到了重要的支撑作用。

5G应用“扬帆”远航

对于5G应用的未来发展,我们满怀期待,诸多行业专家也给出了中肯的发展建议。

中国工程院院士、未来移动通信论坛理事长邬贺铨对5G未来发展充满信心:在5G商用三周年之际,可以看到我国5G网络建设全面铺开,5G在交通、医疗、电力、教育、娱乐行业的应用精彩

纷呈,超清视频、AR/VR、车联网等创新应用崭露头角,工业互联网典型应用遍地开花,5G对垂直行业的适用性价值得到进一步验证。

“所以从长远看,我们对5G的未来应该充满信心。”邬贺铨讲道。特别是当前我国正在大力发展数字经济,随着5G与实体经济的融合程度加深,5G将促进各类要素资源优化配置,5G与产业链、价值链融会贯通的优势和潜力将进一步显现。

在中国信息通信研究院无线电研究中心无线应用与产业研究部主任李珊看来,我国5G行业应用处于“从1到10”的阶段,正在从“试水试航”走向“扬帆远航”。5G行业融合应用促进安全、平台、网络、终端等领域全方位变革,推动形成新型产业体系。5G行业应用规模化发展是需求侧、供给侧以及发展环境共同作用的结果。

李珊表示,5G行业应用规模化面临问题的本质,是我国从模仿式创新到原始性创新的突破,是我国数字化浪潮各种矛盾和问题的集中体现。5G应用规模化的目标不仅是ICT本身的繁荣和创新,更是为实现我国数字经济整体发展、为千行百业数字化转型和创新发展提供动力和基石。

为推动5G应用规模化发展,李珊建议加强顶层设计,构筑创新体系。在国家层面,通过顶层设计,持续施加“源动力”;在行业层面,推动行业协作,实现发展“共振”;在垂直行业层面,激发行业积极性,推动应用走深向实。

总而言之,5G可以使生产制造更精益化,使供需的匹配更精准,使产业分工更加深化,这些优势将在应用过程中逐渐显现。届时5G应用创新会过渡到加速发展的阶段,更好地赋能传统产业优化升级,助力我国经济社会高质量发展。CW

奋进新征程 建功新时代

喜迎二十大系列报道

数字服务赋能传统行业精准运营 蜂窝物联网功不可没

■ 本刊记者 赵宇

十余年前的哈尔滨市，每逢长达半年的供暖季，“如何实现‘热平衡’”便成为业界探讨的话题。

张昊（化名）回忆起儿时的场景不无感叹，整栋楼宇供暖取决于室温最低的居民房，而他家每天需要开窗通风以缓解室温高的问题。

精准供暖：数字化手段实现三大目标

在哈尔滨，供暖季为每年10月20

日至次年4月20日，供暖周期较长。因此，如何做好按户精准供暖，决定用户体验的满意度，而数字化是解决问题的根本。

以往，供热公司按照片区供暖，受限于每栋楼宇的建筑结构、房屋户型及楼层位置等多方因素，各家室温并不均衡，影响了居民对供暖的体验。

除了建筑物因素之外，外在因素还包括日照程度、日照时长、供热管道，以及建筑是否处于风口等。即使在不供暖

时，楼宇内各处室温也不一致，每家每户采集的实时温度呈现非线性变化。

几年前，经过多方不懈的实验、论证，最终选择以蜂窝物联网+人工智能的数字化手段，实现政府可管、企业可省、百姓可感三大供暖目标，通过数字孪生提升物理社会对供暖的精准感知。

据了解，供暖管网主要分为两张，锅炉到每一个供热节点为一次网，供热节点到千家万户为二次网，而接近用户感知的便是二次网。以NB-IoT为代表

的蜂窝物联网，具备低功耗、大连接、广覆盖三大特性，充分满足供暖数字化对规模连接的需求，与一次网方案融合补齐了温度传感与下行指令远程控制的短板。

智慧供暖实现了对千家万户的温度调控，这是传统人工模式难以企及的。通过在每家每户安装室内温度传感器，实时感知室温并上传，然后根据实际室温下达指令，精准控制每个供暖阀门。其中，室内温度采集在窗边距离地面1.2米高处进行，而窗边一般是室内温度最低的区域。

基于人工智能对采集海量数据的深度学习和分析，勾勒出365天温度变化曲线，可精准调测并优化供暖模型。同时，根据天气预报信息，“智慧大脑”实现了对千万只“小手”的控制，保证了室温满足用户需求，节省了供热企业人力。

业内专家指出，“热平衡”落地将实现按需供热，以往按室内面积收取供暖费用，并非最公平合理的方式。实时感知、下达指令、灵活调控，在商业模式上为未来面向不同人群的按需供热和按需购热提供了基础条件。

数字服务：蜂窝物联让数据流动充满温度

今年6月，在“党的十八大以来工业和信息化发展成就发布会”上，工信部总工程师韩夏指出，创新应用在我国从消费领域向生产领域不断拓展，形成了全球最大、最活跃、最具潜力的数字服务市场。互联网应用全面普及，移动支付年交易规模达到527万亿元，新经济形态创造超过2000万个灵活就业岗位，5G行业应用案例累计超过2万个。工业互联网创新发展战略深入实施，打造了与制造业发展阶段相匹配、“补课、提升、创新”相并行的“中国方案”。

十年前的2012年6月，全国移动电

话普及率为78.3部/百人；十年后的2022年6月，移动电话普及率提升至118.3部/百人。当前，我国移动通信基站总数为1035万，良好的网络覆盖成为十年来数字服务健康发展的基础，而智慧供暖便是“中国这十年”数字服务的典型缩影之一，其背后是蜂窝物联网作为数字服务底座的有力支撑，让数据流动充满温度，而“物超人”也即将成为2022年的亮点之一。工信部披露的2022年上半年通信业经济运行情况显示，蜂窝物联网终端用户规模快速接近移动电话用户，两者规模差缩小至2949万户。

回顾蜂窝物联网“数字服务为民”的这十年，从仅面向车载OBD，到向水、气智能表计、烟感、移动支付等场景全面扩展，这期间最重要的时间节点需从“4.5G”说起。

2013年，华为提出“4.5G”概念；2014年，发布“4.5G”发展目标以及关键创新技术进展；2015年10月，3GPP将“4.5G”标准命名为LTE-Advanced Pro……自“4.5G”商用之后，蜂窝物联网开始满足低功耗、大连接的服务需求，从根本上解决了传统物联网规模商用的痛点。同时，基于蜂窝物联网特性，提升了终端在线率；智慧烟感取代传统声光告警，实时守护城市生命线；智能电动车实现防盗远程报警。

2015年，华为轮值董事长胡厚崑表示，“万物互联时代对于整个移动通信产业来说是一个巨大的机会，大规模的物联网需求已经产生，其连接数量将远远超过人与人的连接数量。其实，胡厚崑潜在表达了数据要素将成为经济社会发展的重要组成部分。

回顾4G商用初期，谈及蜂窝物联网发展，时任华为无线网络产品线首席营销官的杨超斌表示：4G时代人与人、人与物之间的通信需求得到满足，而后4G乃至5G时代，网络发展是以场景为

中心，对体验速率、连接数密度、流量密度、时延、峰值速率、移动性等方面均提出更高要求，与此同时，连接的需求也将从人扩展到物。不过，彼时的移动网络能力还不足以支撑物与物的连接，因此，“需要引入一些新的技术来增强移动网络的能力”。

如今，以NB-IoT、Cat.1/1bis等为代表的国内蜂窝物联网市场，从几年前“风口”初探期进入Gartner曲线平稳发展期，在数亿连接中，逐渐形成了千万级别连接服务于水、气、烟感、电动车等市场，百万级别连接服务于白色家电、路灯、停车、农业、门锁等行业，优化了传统行业的服务流程。更为重要的是，在国内有效形成了以蜂窝物联作为产业抓手，为国内物联网终端、平台、运营，以及场景拓展赢得先决条件，这也被视为5G商用初期行业应用可探索借鉴的标杆。

十年后的今天，华为无线产品线总裁杨超斌表示，未来十年内，基于移动通信网络的物联网技术有三类：第一类是RedCap，主要支持中高速率连接，将达几十亿量级；第二类是NB-IoT，主要聚焦低功耗、广覆盖场景，连接数可以达到百亿量级；第三类是Passive IoT，连接可以达到几百亿量级。在5.5G时代，基于这3项技术可以在移动通信网络上支撑起千亿物联网连接。

十年前，“4.5G”还只是概念；十年后，基于“4.5G”的蜂窝物联网已成数字社会的基石，在各大场景中服务于民；5G时代，NB-IoT随着标准演进得到了进一步增强；面向算力时代，中国科学院院士尹浩在《云网融合》一书中指出，日渐增长的数据规模对处理效率提出更高要求，没有强大的算力，物联网在行业中的落地应用就会失去关键支撑。因此，未来十年将是算网普及的时代，为数字经济高质量发展提供有力支撑。📶

奋进新征程 建功新时代

喜迎二十大系列报道

从“制造”到“智造” 中国制造业十年数智化之路

■ 本刊记者 沈新竹

一分钟可以用来做什么？

可以呼吸20次、跑步400米、看一个短视频、阅读一篇五六百字的文章。

而当这一分钟有了科技的加持，其所能创造的价值超乎想象。

在中国东南沿海的一片辽阔土地上，平均一分钟就能生产一辆汽车，一年可产出约24万辆新车，速度之快令人叹为观止。这就是有“科幻工厂”之称的上汽宁德智能工厂。

“无人化、自动化”是走进上汽宁德生产车间的直观印象。偌大的车间里却鲜少看见生产工人的身影。500多台工业机器人挥舞着机械手臂有条不紊

地在生产线上工作，点焊、激光焊、自动涂胶、自动铆接等，十八般武艺样样精通，焊接自动化程度高达99%。AGV小车自如地穿梭在车间的各个角落，无需人工帮助就能准确无误地完成各项任务。

这间上汽携手华为打造的“全联接”智能工厂，充分利用大数据、AI等技术手段，基于全面互联，实现数据驱动的智能制造。为更好地达成数字化智能工厂的战略目标，上汽宁德将生产工序、管理过程与“人-机-物”有机“联接”在一起，实现智能工厂中工业全系统、全要素的互联互通。

过去十年，智能制造加速进阶

上汽只是成千上万家积极拥抱智能制造的企业缩影。

近日，在工业和信息化部举行的“新时代工业和信息化发展”系列主题新闻发布会上，工信部有关负责人表示：“十年来，我国制造业增加值从2012年的16.98万亿元增加到2021年的31.4万亿元，占全球比重从22.5%提高到近30%，持续保持世界第一制造大国地位。”

但近些年，“制造大国”的地位面临着两方面的挑战。



一方面，国内制造业“用工荒”逐年加剧，特别是新冠肺炎疫情暴发之后，这一现象一度成为社会热点。年轻群体不再满足于传统制造业工人微薄的收入。在互联网大潮的裹挟下，转而寻求快递员、骑手、网约车司机等新的社会热门职业。

另一方面，产品是企业的“生命线”。随着生活水平的提升，人们对于产品的多样性和质量有了更高期许，这对企业的产品研发周期、质量把控等提出了更高要求。

劳动者薪酬上涨、产品更新迭代速度加快、原材料价格抬升……诸多因素叠加，使得许多制造业企业举步维艰。由此，一场浩浩荡荡的“智能制造”浪潮正式拉开帷幕。

如果从“自动化”兴起来算，那么中国制造业的智能化发展已有近20年的历程。自动化是智能制造的前身，当时所谓的“智能”，仅是利用电子信息系统围绕企业的某一方面功能发挥“画龙点睛”的作用，例如搭建生产线三维模型，在生产线上安装检测设备。

但经过一段时间后，企业意识到，这些简单的自动化并不能解决难题。

成本能不能再低一些？用工能不能

再少一些？交付能不能再快一些？

直到2015年，我国提出“制造强国”战略，明确将“智能制造”作为发展的主要方向。推动传统制造业转型，以“机器换人”的方式，缓解中国制造业所面临的问题。

一语定乾坤。

由此，智能化逐渐代替自动化成为一股势不可挡的潮流。伴随着大数据、云计算、人工智能、区块链等技术加速创新，实体经济与数字经济不断深化融合，传统制造业正在以智能制造为方向加快转型升级。

工信部数据显示，截至2021年底，全国工业企业关键工序数控化率、数字化研发设计工具普及率分别达到51.3%和74.7%，与2012年相比，分别提高了30.7和25.9个百分点。在新技术、新应用的作用下，我国制造业的生产方式、企业形态、业务模式和就业方式都加速变革，有力促进制造业提质、降本、增效，实现绿色、安全发展。

此外，我国先后发布了智能制造国际标准42项、国家标准300多项，基础共性和关键技术国家标准的覆盖率达到97.5%。建成了700多个数字化车间、智能工厂，实施305个智能制造试点示


范项目和420个新模式应用项目，智能制造试点示范项目生产效率平均提高48%，产品研制周期平均缩短了38%，产品不良品率平均降低35%。截至目前，我国已培育智能制造系统解决方案供应商超过6000家，炼化、印染、家电等领域智能制造水平处于世界领先。

未来十年，智能化仍将是制造业发展主方向

虽然目前我国智能制造发展已取得明显成效，但与发达国家相比，仍存在一定差距。

业内普遍将智能制造的发展分为初级、中级、高级三个阶段。在智能制造发展初级阶段，人工智能等先进技术不断向传统的工业自动化系统延伸，通过先进的手段，辅助操作者作出正确的操作或决策，优化工业自动化系统的功能。在智能制造的中级阶段，智能制造系统在工业生产中的作用将变得越来越重要，逐步针对生产过程的特定单元或特定功能实现完全的控制，传统的工业自动化系统出于安全生产的考虑，可作为智能制造系统的补充或后备。到了智能制造的高级阶段，随着人工智能、物联网、区块链、云网融合等技术的进一步发展，智能制造系统将由辅助地位过渡到统领地位，形成多个局部自治的智能制造系统。

目前，中国制造业的智能化发展已经过初级阶段，正在向中高级阶段迈进，未来仍有很长的一段路要走。

中国工程院主席团名誉主席、机械工程专家周济曾指出，未来15年才真正是智能制造这一新一轮工业革命核心技术发展的关键时期。中国制造工业完全可以抓住这一千载难逢的历史机遇，集中优势力量实现战略性的重点突破、重点跨越，实现中国制造业的“换道超车”、跨越发展。 

奋进新征程 建功新时代

喜迎二十大系列报道



十年加速度 人工智能从实验室走向生产生活

■ 本刊记者 孙天

夫妇俩喜极而泣，抱头痛哭，漫长的十年寻子路终于结束了。

“小耗子”于2006年7月出生，非常乖巧懂事，2009年6月12日下午5时20分，夫妇俩发现“小耗子”不见了，四下寻找仍没找到……从此开始，漫漫寻子路持续了将近十年。

此事直到2017年12月才出现转机。公安部刑侦局副局长陈士渠前往腾讯调研时，了解到优图实验室的跨年龄人脸识别技术，于是将这一技术介绍给了四川警方。对于跨年龄人脸识别，优图人脸识别算法研究负责人李博士和同事对0~18岁的人脸成长变化进行

模拟建模，生成大量可供学习的人脸样本，然后采用深度神经网络算法，学习这些人脸在不同年龄段的复杂变化。经过专家团队的不懈努力，分布式蒸馏学习法则的算法模型对跨年龄人脸识别的准确率达到96%以上，“小耗子”也正是通过这种人脸识别技术成功回到失散多年的父母身边。

通过AI人脸识别技术寻亲，只是人工智能应用的冰山一角。目前，人工智能已经被广泛应用于日常生产生活的各个领域，如农业领域的无人灌溉、通信领域的智能外呼、金融领域的大数据分析、交通领域的无人驾驶等。中国联

通智能城市研究院首席咨询顾问、华东大区总监董正浩表示：“当下，人工智能技术正在与制造业、农业和金融业等传统产业深度融合，实现了产业的升级换代，优化产业结构，重塑生产组织方式。”

加速商用，不断丰富数字生活

党的十八大以来，我国抢抓新一轮科技革命和产业变革的重大机遇，高度重视并积极支持人工智能的发展，围绕技术创新、产业发展、人才培养等进行重点布局，相继出台一系列相关政

策法规，推动人工智能发展驶入“快车道”，人工智能也随之涌现出一大批创新应用。

近十年来我国人工智能加速发展，董正浩表示：“从2010年起，我国人工智能的专利产出量超过了美国，并长期占据申请量首位，特别是在语音识别、文本挖掘、云计算领域专利数量优势明显，这离不开我国在科技创新方面的全方位推动，包括高投入高强度的研发、专业人才队伍的建设和产业政策的扶持等。”

有了十余年的技术积累和不断创新，各种类型的商用机器人已经被普遍用于人们的日常生活中，如扫地机器人、快递机器人、送餐机器人、大型游乐园的表演机器人等都已经成熟商用。其中快递机器人和送餐机器人在新冠肺炎疫情防控期间起到了关键作用。

智能语音类的服务型AI助手已经深深融入电商购物、地图导航、语音电话等人们的日常生活中，其代表产品包括各大电商平台的AI客服、百度地图、腾讯地图、高德地图等以及各大银行、运营商的智能外呼系统，这些都已成为人们日常生活中不可缺少的一部分。2021年研究数据显示，智能客服用户比例不断攀升。手机业务办理是用户使用智能客服最常见的场景，所占比例为62.4%；在电商平台购物，智能客服使用比例为42.3%；在办理银行业务中，智能客户的使用比例为40.0%；违章查询及处理等交通业务使用比例为36.4%。人工智能和实体经济的深度融合，正在成为驱动中国经济转型升级和可持续发展的动力源泉。

以智能语音、智能机器人为代表的人工智能产品，不仅极大地丰富和便利了人们的数字生活，还促进了人工智能与其他产业的融合发展，形成“软件+硬件”的带动作用，促进数字经济的发展。

加速融合，为生产提质增效

在工业生产中，运用机械臂分拣、加工、协同是常见的生产场景，而这类机器人大多属于“串联机器人”，这就意味着在遇到一些复杂的协同处理时，“串联机器人”不能很好地胜任。2021年阿童木机器人公司发布了“并联机器人”，作为目前工业机器人中速度最快的机型，“并联机器人”在医药、食品、物流分拣等轻工业领域被广泛运用。另外，还有一些机器人也同样出众，如达闼机器人目前已经运用到农业生产中，可进行割草、喷药、采摘等作业。

在一些新开发的应用场景中，人工智能技术被运用于各种直播、文旅等活动中，被称为“数字人”。在今年7月三大运营商举行的投资者交流会，虚拟“数字人”作为主持人登台亮相，与三大运营商董事长进行交流互动，构建了“元宇宙”沉浸式场景交互。目前科大讯飞已推出线下数字虚拟人方案，可在银行、营业厅、地铁站等诸多场景中应用AI虚拟人交互一体机。

近十年来，我国人工智能处于加速发展的状态，其最直接的佐证就是应用场景不断丰富，不仅是商用机器人、智能语音、“数字人”，还包括了自动驾驶、人脸识别、智慧城市、AI芯片等。

全面开花，众多科技巨头积极布局人工智能

十年来，我国在人工智能领域取得了非凡成就，互联网企业、科技巨头、设备厂商纷纷入局人工智能领域。《中国人工智能发展报告2020》显示，过去十年全球人工智能专利申请量超52万件，而中国专利申请量为389571件，占全球总量的74.7%，位居世界第一。


自动驾驶一直是人工智能应用的重点研究领域，而百度在该领域毫无疑问地处于领先地位。市场调研数据显

示，截至2021年6月，我国有8275家公司参与了自动驾驶专利申请，专利合计40682件，其中授权专利14018件。在这些企业中，百度以2009件的专利申请数量、461件的专利授权数量稳居第一。

智慧城市是人工智能中一项集合了多项要素、复杂的研究项目。早在2013年，住房和城乡建设部就公布了90个国家智慧城市试点名单，而智慧城市的研究也随之兴起。阿里巴巴“城市大脑3.0”强化了感知能力，通过城市空间基因库连接农田、建筑、公共交通等全部城市要素，实现交通、医疗、应急、民生养老、公共服务等全部城市场景的智能化决策。目前，“城市大脑”已经在北京、上海、天津、郑州、海口、石家庄以及马来西亚吉隆坡等城市落地应用。

在人工智能这十年的发展历程中，随着人们对“云”需求的不断增加，“智慧云”的发展随之而来。腾讯云拥有完整的人工智能产品矩阵，不仅包括腾讯云神图、慧眼、图像分析等视觉服务，还包括语音合成、机器翻译等。其中，由腾讯云AI和腾讯优图协同打造的全栈式人工智能服务平台TI Matrix，对我国企业的数字化转型和AI行业生态的建设起到了重要的支撑作用。

十年来，我国人工智能领域不仅涌现出腾讯、百度、阿里，还有一大批企业积极布局人工智能产业，如华为、中兴通讯、字节跳动、科大讯飞、商汤科技、海康视威、京东、浪潮、小米、比亚迪、紫光等，使我国在人工智能领域取得了跨越式发展。

从近十年的发展成果来看，人工智能已然渗透到各个领域，推动着医疗、交通、物流、文旅等各个行业的发展。人工智能不断从实验室的理论创新走向社会实践，并在各个领域全面开花。人工智能不断深入发展，将越来越多地影响并改变人们的生产和生活方式，为我国经济发展注入新动能。 

破解“Z世代”的潮基因 广东移动“动感地带”运营创新探索

■ 中国移动通信集团广东有限公司 黄瑛 吴晓宁 吴奕柳

谈起运营商的品牌，可能给中国移动用户留下印象最深的就是“动感地带”了。2001年，广东移动推出“动感地带”；2003年，“动感地带”作为中国移动集团三大品牌在全国全面推广。这是中国通信业内首个不以业务为区分，而以用户群体为导向的品牌，目标受众直指15至25岁的年轻时尚人群。此后周杰伦成为“动感地带”品牌代言人，一时间“我的地盘 听我的”，风靡大街小巷。

“动感地带”品牌的推出对中国移动的业务组合及市场竞争态势产生了重要影响，使中国移动成功抢占了近90%的年轻人市场，与“全球通”“神州行”共同成为中国移动客户品牌的“三驾马车”。可以说，“动感地带”几乎承载了“80后”对青春的回忆，并由此也成为时尚、好玩、探索的代名词。

在随后的3G、4G时代，移动运营商开始了同质化竞争，品牌被逐渐淡化。2019年，随着5G时代的到来，中国移动再次认识到品牌运营的价值，并对“动感地带”品牌焕新升级，邀请了蔡徐坤、张艺兴担任品牌5G合伙人，为“动感地带”注入5G、权益等新基因。然而面对全新的5G数智时代，“动感地带”品牌运营又该如何破局？作为“动感地带”的发源地，广东移动勇为人先，进行了全新的探索。



聚焦“Z世代”，破解潮基因

目前，“Z世代”人群已成为数字化消费的主力军，“Z世代”特指1995年至2010年之间出生的人群，也被称之为“后浪”“90后”“00后”。目前，中国“90后”人数已超过2.3亿，而“00后”人数超过了1.46亿。作为互联网原住民，“Z世代”新青年的消费具有以下特点：既注重品质，又注重颜值；感性和理性并存，棱角分明，自成一派，尽情展露个性；对兴趣的热爱，使其自成潮流趋势。对于“Z世代”，“动感地带”客户的定位就是：天生潮能量，理性奋进与感性玩乐共生。

打造新人设，引领正能量

面对“Z世代”，广东移动将“动感



地带”客户设定为“有颜值、有才华、有个性、有梦想”的“四有”新青年，将“动感地带”的品牌基因设定为：激发年轻人社交活力的“时尚潮牌”。“潮”包括“感性潮态度”及“理性潮态度”。

“感性潮态度”就是释放年轻人的天性，“动感地带”要让年轻人“潮玩潮乐”；“理性潮态度”就是奋斗逐梦，“Z世代”是正能量的一代，奋斗、挑战是年轻人的成长理想基因，“动感地带”要让年轻人梦想有指引，为梦想创机会，为此广东移动打出“不要让别人定义你的人生”口号。

圈层渗透，兴趣为先

针对“动感地带”客户特点，广东移动携手广东省电影家协会青年影视创作基地、8090门、芒果TV、微谷众创社区，启动“动感地带”“筑梦人”青年创作人计划，联合院线电影《毕业第一年》的“95后”主创团队，聚焦年轻人影视圈层爱好，进行品牌内容的定制合作——青年创作团队入校巡演，电影主

创团队大学城品牌店培训课堂持续开讲。在粤享5G APP上开设专题版块，为青年人提供上传、观看、分享视频及互动内容的渠道，且可以同步直播，精准高效地将APP打入全省160所高校的200万客户群体中。

多元破圈，舞动青春

通过与“B站”当红“UP主”的合作，以及“动感地带”标志性元素搭配魔性配音打造《919，动感快乐星球》持续宣贯，“动感地带”实现多元破圈。与中国体育舞蹈联合会（CDSF）联合主办的校园街舞IP赛事——“动感地带2021中国街舞联赛校园赛”在高校热度爆棚，更让“动感地带”成为青春活力的象征。

动感5G，IP升级

紧密结合移动5G科技优势，融入盲盒、手办、艺术彩绘、密室剧本杀等“Z世代”年轻人的首选元素，广东移

动“动感地带”引领“最潮”文化，打造“动感地带”“919”整合营销活动（每年的9月19日），实现“动感地带”IP升级的全新突破，以潮玩为支点，以M仔为纽带，成功构筑专属于“Z世代”的动感潮玩元宇宙。

经过广东移动近一年的“动感地带”品牌运营创新，活动曝光量超过5000万人次，用户渗透率超过17%，活跃率达到了全品牌客户的1.8倍，有效促进了“动感地带”客户的价值运营。过去“动感地带”是一个满足年轻人实现自我价值的品牌，现在“动感地带”是一个聚合年轻人兴趣圈子的平台，未来“动感地带”将成为年轻人心中代表青春潮流的挚友。“动感地带”将与年轻人一起发现世界，潮玩数智时代。

未来中国移动将围绕“潮流特权Z计划”，持续推进产品权益升级、圈层运营升级、私域流量升级及校园营销升级，强化对“Z世代”年轻客户的渗透、覆盖，为“Z世代”打造全新“地盘”！

数读财报

“第二曲线”助力电信运营商V型反转

■ 金峰

2022年8月,中国移动、中国电信和中国联通先后发布了各自的2022年上半年财报。综合整理既往5年三大运营商的上半年财报数据,可以看出:第一,在运营商整体经营方面,V型反转态势明确;第二,在公众市场方面,移动业务稳定,家庭业务场有效增长;第三,在政企市场方面,多业务齐头并进,为运营商绘制了“二次增长曲线”。

整体经营: V型反转态势明确, 竞争格局基本无变化

营业收入和利润: 2019年触底后, 增长态势明显

综合分析三大电信运营商2018H1—2022H1的财报,2019年之后,各运营商的收入和利润均呈现连续增长的趋势。

在营业收入上,2022年上半年,尽管受到新冠肺炎疫情的不利影响,但三大运营商的营收增速普遍高于10%,尤其是体量最大的中国移动增速更是达到了12.0%,而中国联通则实现了增速的四连涨。具体数据如图1和图2所示。

在净利润方面,2022年上半年,三大运营商的净利润呈现高速增长态势,全面超过18%,且均高于营业收入增长幅度,这表明各运营商一方面加强内部管理,降本增效成果显著;另一方面,加



图1 2018H1—2022H1 三大运营商营业收入(亿元)

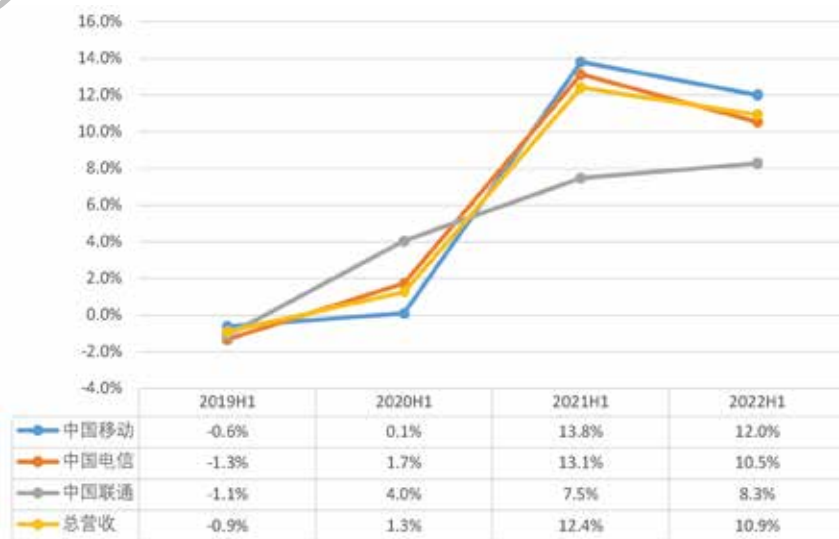


图2 2019H1—2022H1 三大运营商营业收入增速

大业务拓展力度,强化高利润的平台服务、应用内容服务等方面的经营,尤其是

中国移动增速连续跃升,展现了“大象也能跳舞”。具体数据如图3和图4所示。

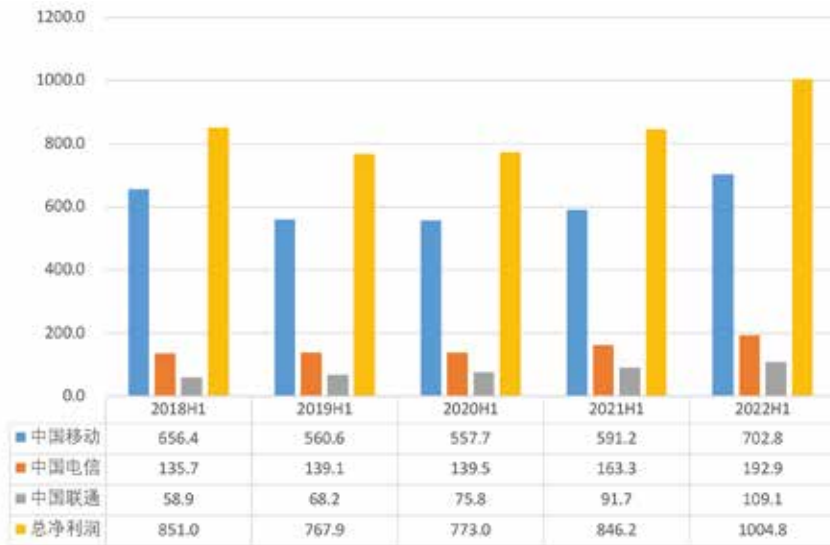


图3 2018H1—2022H1 三大运营商净利润(亿元)

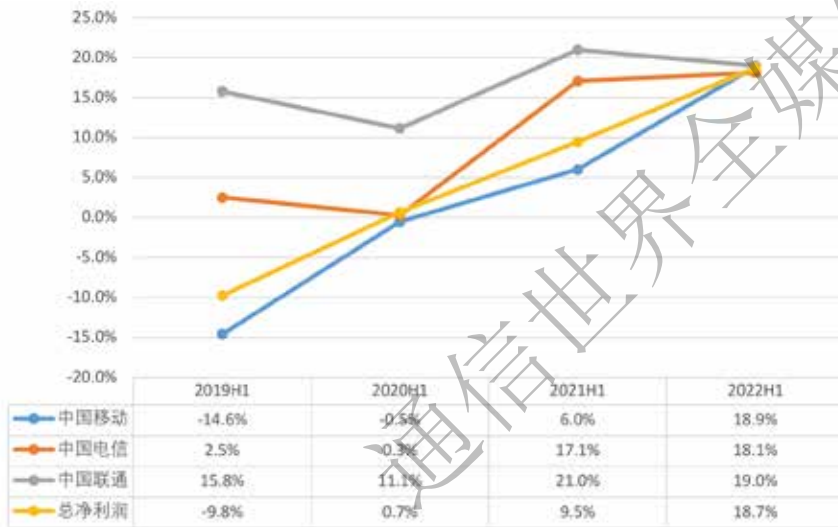


图4 2019H1—2022H1 三大运营商净利润增速

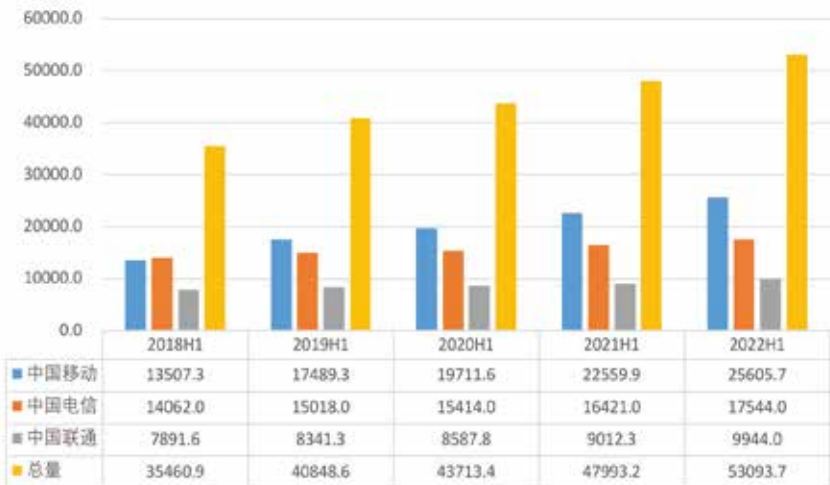


图5 2018H1—2022H1 三大运营商宽带出账用户(万户)

竞争格局: 市场占比基本稳定, 总量差距持续放大

对比三大运营商的营收: 首先, 中国移动的绝对优势不可动摇, 营收占比突破55%, 高于其他两家之和; 其次, 各自的市场占比总体上基本稳定, 其中中国移动略有上升, 中国电信基本不变, 中国联通略有下降; 最后, 三大运营商的总量差距持续扩大, 中国移动和中国电信之间的差距已经突破2500亿元, 中国电信和中国联通之间的差距亦突破800亿元。

公众市场: 移动业务稳定 家庭业务有效增长

移动业务: 用户总量稳中有增, ARPU值有所回升

尽管国内移动用户市场基本趋于饱和, 但随着各运营商加大营销力度、新型智能终端不断推出、网约车等“零工经济”带来的需求, 导致多卡、多终端用户数量有所增长, 由此带动了移动用户总量的稳步增长。其中, 中国电信在融合套餐等营销政策带动下, 移动用户数从2018H1的2.8亿户, 增长到2022H1的3.8亿户, 增量最大。

从2019年6月5G牌照发放以来, 各运营商的5G用户数量持续增加, 目前三大运营商5G套餐用户占移动用户比重均超过50%, 其中中国电信超过60%。而5G用户的高ARPU值, 也助力各运营商移动用户整体ARPU值的有效提升。

家庭业务: 用户增速重拾升势, 宽带填充提升ARPU值

受疫情带动数字化、信息通信普惠化等因素的影响, 家庭宽带用户总量不仅持续增长(如图5所示), 并且整体市场的增长速度从2020年以后, 呈现企稳回升的态势(如图6所示)。而中国移动在各类营销策略支持下, 继2019年完成宽带业务对中国电信的超越后, 保持快速增长,

基本夺取了用户量的半壁江山，实现移动、宽带业务的双领先。

从宽带的ARPU值上来看，近年来随着高价值的千兆宽带推广，各运营商基本扭转了宽带连接ARPU值持续大幅度下降的趋势；并且随着家庭大视频、全屋组网、智能家居等业务的发展，单根宽带所创造的附加值保持增长，具体体现在宽带综合ARPU值与宽带连接ARPU值的差额上。

政企市场：多业务齐头并进 产业数字化成为“第二曲线”

产业数字化：成为三大运营商收入增长的核心驱动力

三大运营商在财报中对产业数字化的名称、定义与统计口径略有差异，但总体形势基本相同。

首先，从收入规模上看，2022H1中国移动已经突破900亿元，中国电信接近600亿元，而中国联通亦超过300亿元，具体数据如图7所示。

其次，从收入增速上看，2022H1三大运营商在产业数字化领域的增速均远高于总体营收的增速，表明产业数字化已成为拉动营收增长的核心驱动力。具体数据如表1所示。

最后，从收入占比上看，自2020H1以来，三大运营商产业数字化营收占总体营收的比重均处于持续增长中，表明其地位日益提升，具体数据如图8所示。

具体业务1：物联网——成功实现“物超人”

在物联网领域，根据工信部发布的《2022年上半年通信业经济运行情况》，截至2022H1“物超人”成功实现。而在公布数据的运营商中，中国联通收入达到43亿元（增长43.3%），中国电信连接数达到3.6亿（增长30.2%），中国联通连接数达到3.4亿（增长24.0%）。

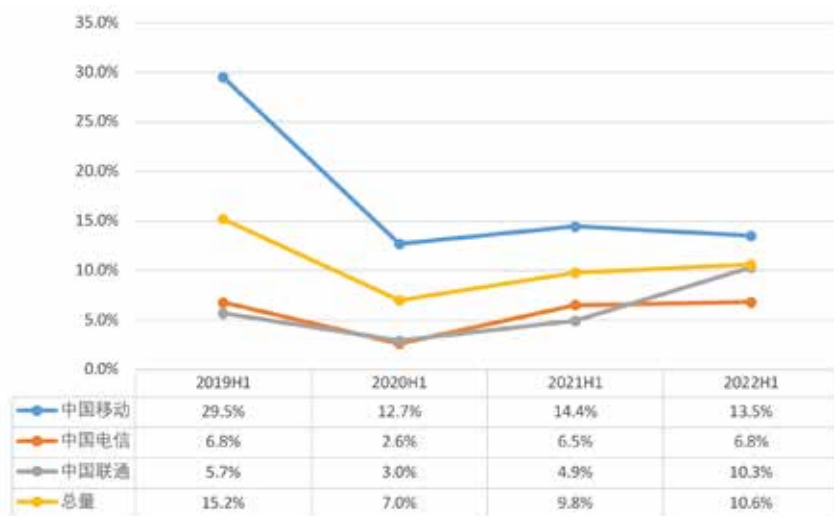


图6 2019H1—2022H1各运营商宽带出账用户数增速

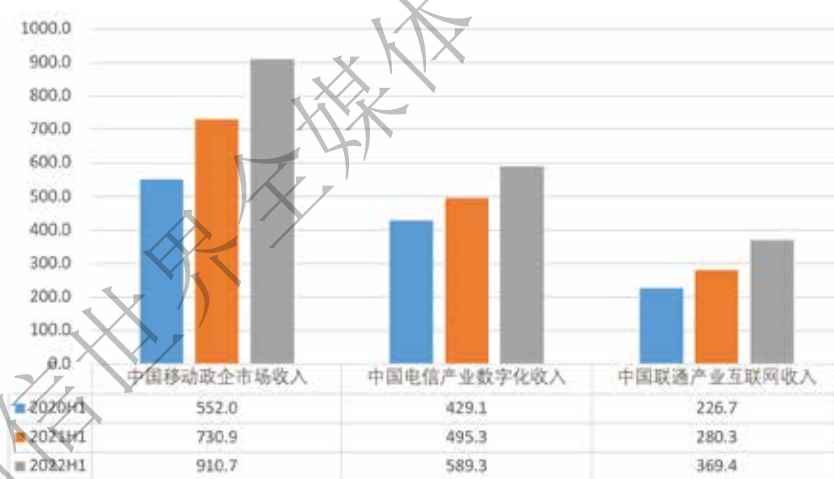


图7 2020H1—2022H1三大运营商产业数字化收入(亿元)

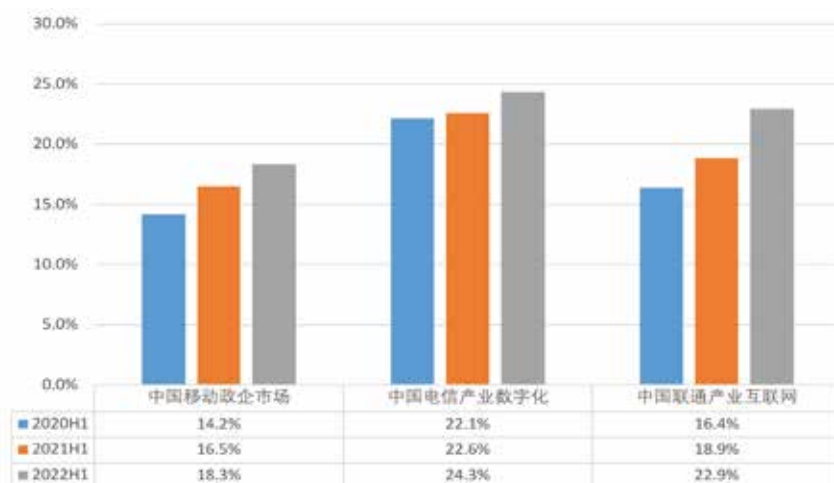


图8 2020H1—2022H1三大运营商产业数字化收入占总营收比重



具体业务2: 云和IDC——云网设施加强建设, 收入高速增长

财报显示, 三大运营商积极响应云网融合、算力网络等战略, 并承接“东数西算”工程, 纷纷加强相关基础设施的建设, 包括建设全国范围内的层次化、高速算力节点, 以及推动绿色设施的建设等。以基础物理设施 (IDC 机架) 为例, 中国移动、中国电信和中国联通的IDC机架数分别达到42.9万、48.7万和34.5万。

从业务收入角度来看, 三大运营商的IDC收入稳步增长 (如图9所示), 而云业务收入则呈现“爆发式”增长, 中国移动和中国联通较去年同期均实现了倍增 (如图10所示)。

具体业务3: 5G to B业务——进入快速商业化阶段

截至2022年上半年, 中国移动、中国电信和中国联通5G基站数分别为100万和87万 (电信和联通为共建共享), 实现了全国地级以上城市的全覆盖, 为5G to B项目的开展奠定了良好的基础。

基于前期的试点以及标杆项目建设, 目前5G to B进入了快速商业化阶段, 中国移动、中国电信和中国联通的5G to B项目数, 分别超过了10000、9000和8000; 而在体现5G to B深度应用的5G专网方面, 三大运营商分别达到4400个、2500个和2014个, 以中国电信为例, 2022年上半年新增5G专网1300个, 实现倍增, 这充分体现了市场的接受程度。☞

表1 2021H1—2022H1三大运营商产业数字化营收与总营收增速

时间	中国移动		中国电信		中国联通	
	政企市场	总营收	产业数字化	总营收	产业互联网	总营收
2021H1	32.4%	13.8%	15.4%	13.1%	23.6%	7.5%
2022H1	24.6%	12.0%	19.0%	12.0%	31.8%	8.3%

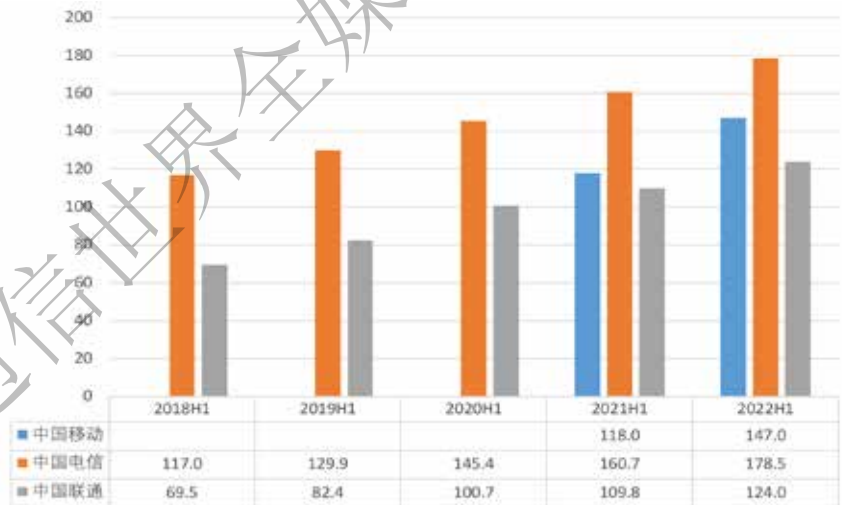


图9 2018H1—2022H1三大运营商IDC业务收入 (亿元)

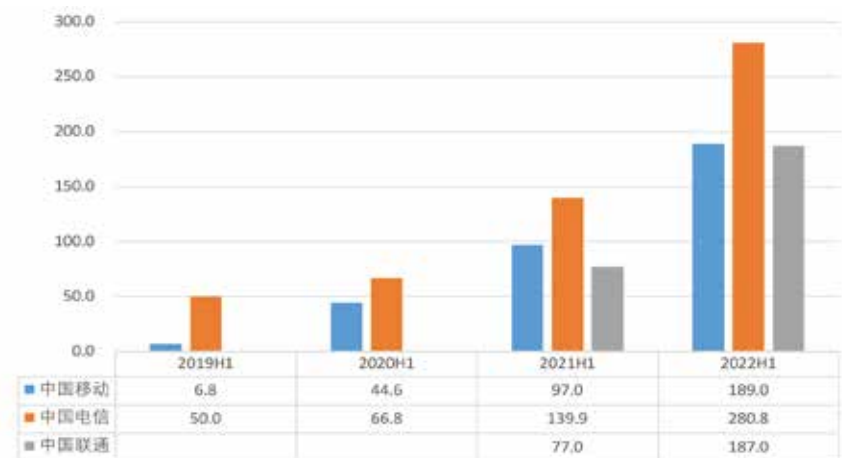


图10 2018H1—2022H1三大运营商云业务收入 (亿元)

透视2022半年报 运营商发展趋势的延续和变化

■ 中国信息通信研究院产业与规划研究所 毛骏

近日三大电信运营商的2022年中期业绩报告陆续发布,主要的经营指标均保持良好,中国电信、中国移动、中国联通的主营业务收入同比分别增长了8.8%、8.4%、8.3%,归属于上市公司股东的净利润同比增长了3.1%、18.9%、18.7%。运营商财务指标向好,表明近期的发展态势优化,然而要洞悉通信业的发展势头强劲,需要关注运营商财务指标之下的运营趋势的延续和变化。从运营商发布的数据来看,连接和增长动能的发展趋势得以延续并出现了新变化,算力和“双碳”成为新亮点。



连接：物联网连接整体超越移动电话用户数的时刻即将到来

从终端连接的发展态势来看,移动电话用户数净增量起起伏伏。全行业移动电话用户在2014年普及率超过90%后,净增用户开始下滑,之后运营商开启激发“第二卡槽”需求的行动,净增用户重拾升势;“第二卡槽”发展到2018年出现饱和,净增用户再次出现快速下滑。目前,移动电话用户数的发展态势总体上处于“第二卡槽”饱和后的用户增长下行周期之中。

与此同时,自从2017年运营商陆续大力发展万物互联后,物联网连接数快

速增长。2019年蜂窝物联网连接数超过10亿,工信部的数据显示2022年上半年基础电信企业的蜂窝物联网连接数达到16.4亿,与三大基础电信企业的移动电话用户数16.7亿相比,差距已经不足3000万。物联网连接数总体上已接近移动用户数,超越的临界点即将出现。从基础电信企业公开披露的数据来看,尽管在统计口径上有所差别,但从不同侧面显示了这一发展态势。中国移动2021年的物联网智能连接数为10.49亿,已经超过其当年9.57亿的移动电话用户数;中国联通2022年上半年物联网终端连接数为3.36亿,超越了其移动

出账用户数;中国电信2022年上半年物联网终端连接数为3.6亿,与其移动电话用户数的差距进一步缩小。三大基础电信企业的移动网络终端连接数统计如表1所示。

收入：产业互联网全面接力移动流量,新旧动能转换的临界点来临

无论是中国移动提出的“数智化转型”,还是中国电信提出的“产业数字化”,亦或是中国联通提出的“发展产业互联网”,都表明基础电信企业收入增长的动能正在从支撑消费互联网的移动流

表1 三大基础电信企业的移动网络终端连接数统计

指标	中国电信 (截至2022年6月)	中国移动 (截至2021年12月)	中国联通 (截至2022年6月)
移动电话用户数	3.84亿	9.57亿	3.20亿
物联网终端连接数	3.60亿	10.49亿	3.36亿

注：表中中国联通移动电话用户数统计口径为移动出账用户数，中国移动物联网终端连接数统计口径为物联网智能连接数

表2 中国移动个人市场收入指标变化情况

指标		2021年	2022年上半年
个人市场收入	同比变化	1.4%	0.2%
	占主营业务收入比	64.3%	60.0%
其中无线上网收入	同比变化	2.0%	-0.2%
	占主营业务收入比	51.0%	47.6%

表3 三大基础电信企业IDC机架统计

时间	中国电信	中国移动	中国联通
2022年上半年	48.7万架	42.9万架	32.9万架
2022年全年预计	-	45万架	34.5万架

注：数据来自三大基础电信企业2022年中期业绩报告和高管在业绩发布会上的发言

量，向支撑产业互联网的创新业务转换。这个进程虽然已经开始了一段时间，但是现阶段加快新旧动能转换尤为迫切。

在基础电信企业的2022年中期业绩报告中，有一点需要特别注意，即作为拥有移动电话用户数接近10亿的我国最大移动电话运营商中国移动的无线上网业务首度出现负增长，个人市场收入接近“零增长”，可见以移动流量引领的增长曲线已经见顶（如表2所示）。在语音业务、短彩信业务、无线上网业务收入逐个出现负增长后，要实现持续增长，新业务的增长需要覆盖旧业务收入的萎缩，这意味着新旧动能转换的临界点来临。而代表着新动能的产业互联网、产业数字化、数字化转型收入，也在加快增长的速度。2022年上半年，中国联通产业互联网实现收入较去年同期增长31.8%，贡献了公司超过70%的新增收入；中国移动的数字化转型收入同比增长39.2%；中国电信的产业数字化收入按可比口径同比增长19.0%，占增量服务收入的49.3%。

转型：加快算力基础设施的投资和区域布局

算力基础设施是我国数字经济，特别是产业数字化的重要支撑。发展算力业务是基础电信企业拓展产业互联网市场的重要抓手，也是融入数字经济发展浪潮的重要依托。从2022年中期业绩报告和高管在业绩发布会上的发言可以看出，算力已经成为基础电信企业近期及未来几年转型的重要发力方向。

中国联通优化数据中心的布局，聚焦京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝、鲁豫陕重点区域，提升算力服务品质和利用效率，IDC机架数较去年底提升1.9万，总数达到32.9万，预计2022年底达到34.5万，其表示后续两年继续加大算力投资。

在中国移动全年投资计划中，投向算力领域的资金达480亿元，占资本开支额的25.9%。中国移动上半年对外可用IDC机架达42.9万架，净增2.2万架，累计投产云服务器59.3万台，净增11.2万台；预计年底累计投产云服


务器超过66万台，对外可用IDC机架约45万架，其预计云业务在未来10年将高速发展。

中国电信围绕算力中心进行网络重构，推动流量由“南北向”为主向“南北向+东西向”转变，目前有700多个数据中心，IDC机架达到48.7万架，净增1.9万架，上半年新建天翼云服务器8.1万台，算力规模达到3.1EFLOPS，提高了1.0EFLOPS，IDC和算力是投资的主要方向。三大基础电信企业IDC机架统计如表3所示。

绿色：由数量共享型减碳走向质量提升型减碳

长期以来，共建共享和节电技术是基础电信企业节能的主要手段，并发挥了重要作用。从2022年中期业绩报告看，中国联通与中国电信通过持续推进4G基站和5G基站的共建共享，累计减排二氧化碳超过600万吨，累计为双方节省CAPEX 2400亿元，每年节省OPEX 255亿元。

中国移动通过基站节能技术节电超过1.8亿度。随着“碳达峰、碳中和”战略的落实，目前通过共建共享减少资源重复投入的数量共享型减碳，将向质量提升型减碳转变。

从半年报来看，中国电信已经开启新的绿色化发展探索。中国电信建立体系化的绿色低碳发展模式，将绿色发展贯穿生产、经营全过程和各领域，从“能耗双控”全面转型“碳双控”。对数据中心的能耗进行管控，新建数据中心PUE小于1.3，枢纽节点南方PUE小于1.25、北方PUE小于1.2，全国首个100%清洁能源的数据中心PUE小于1.2。在对内挖掘降碳空间的同时，中国电信对外积极参与绿电市场化交易，加快绿电引入，布局优化能源结构。 

把脉我国电信业发展态势

■ 中国电信研究院 胡世良

电信业是我国基础性、战略性、先导性产业，在赋能经济社会数字化转型、做强做优做大我国数字经济中发挥着重要作用。本文将着重分析近几年（包括2022年上半年）我国电信业的发展情况，并提出些许观点建议，旨在更好地推动我国电信业持续健康发展。

观点一：电信业增长态势较好，但从今年3月起收入增长逐步放缓

根据工信部公布的数据，2022年上半年，我国电信业务收入达8158亿元，同比增长8.3%，较2021年净增0.3个百分点。但从2022年1—6月我国电信业发展来看，电信业务收入增长率先升后降（见图1），由2021年的8%持续上涨到2022年一季度的9.3%，从3月开始，电信业收入增长率逐月回落，由1—3月的9.3%，下降到1—4月的8.8%，又下降到1—5月的8.5%，再下降到1—6月的8.3%，收入增长逐步放缓。

收入增长放缓的原因有两方面：一方面是固定互联网宽带业务、移动数据流量业务收入增速放缓，2022年1—6月，移动数据流量业务收入实现3336亿元，同比增长0.7%，较2021年下降2.6个百分点；另一方面是2022年3月以来受疫情频发多发、国际地缘政治冲突等因素的影响，我国经济发展面临较大压力，部分中小企业经营困难，客观上

减少了对信息通信的消费需求。此外，电信运营商积极响应国家稳企纾困政策，对广大中小企业实行宽带专线资费降低10%等各种优惠，切实减轻了中小企业经营压力，运营商则因履行企业的社会责任而损失了一部分业务收入。

观点二：2022年上半年电信业增长速度高于GDP增速

从图2可以看出，2017—2022年上半年，只有2020年和2022年上半年我国电信业务收入增长率超过同期GDP增速，其他年份GDP增速都高于同期电信业务收入增长率，其中2021年我国电信业收入增长率与GDP增速基本同步，仅低于同期GDP增速0.1个百分点。而到2022年上半年，在多重因素影响下，我国经济发展面临更大的困难。2022年上半年，我国GDP同比增长2.5%，这是在克服多重压力和挑战下取得的，充分反映了我国经济增长的韧性。相对而言，2022年3月以来我国电信业保持较快增长，2022年上半年，我国电信业务收入同比增长8.3%，高出同期

GDP增速5.8个百分点，取得这一成绩也在意料之中。随着我国电信业转型发展进一步深入，2022年下半年及未来几年我国电信业务收入增长率大概率仍将高于同期GDP的增速。

观点三：新兴业务成为主要驱动力

从近年来我国电信业收入增长贡献来看，新兴业务增长迅速，成为推动电信业收入增长的主要动力。2022年上半年，IPTV、数据中心、大数据、云计算、物联网等新兴业务收入达到1624亿元，同比增长36.3%，在电信业务收入中的占比为19.9%，对电信业务收入增长的贡献率达到69.9%。其中云计算和大数据收入同比增速分别达到139.2%和56.4%，数据中心业务收入同比增长17.3%，物联网业务收入同比增长26.9%。

虽然新兴业务发展较快，但收入占比还不高，在满足人们不断增长的数字化美好生活需求方面尚有较大差距。因此，我国电信运营商应紧紧把握产业融合发展的机遇，尤其是数字经济快速发展的机遇，积极拓展产业边界，加快新兴业务创新和发展。

观点四：电信业务收入增长低于预期

从2022年上半年我国电信业发展

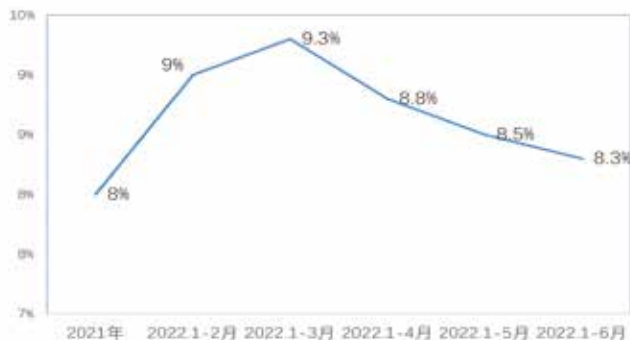


图1 2021—2022年上半年我国电信业收入增长率变化情况



图2 2017—2022年上半年我国GDP增速与电信业务收入增长率比较

情况来看,虽然保持8.3%的较快增长,但仍低于预期。主要原因有两方面:一方面在5G规模发展带动下,基础电信业务仍保持稳步增长的态势,对整体电信业务收入起到稳大盘、稳增长的积极作用,贡献不言而喻;另一方面新兴业务虽然发展较快,但收入占比不高,对整体电信业务收入增长的拉动作用有限。如果近几年电信运营商的新兴业务发展得更好、更快、更持续,且在业务收入中占比更高,那么我国电信业务收入至少保持两位数增长。据初步测算,如果新兴业务收入占比达到40%以上,那么我国电信业务收入增长率可达近20%。对新兴业务作进一步分析可以看出,除IDC、专线、物联网连接等资源型、连接型业务收入外,真正体现运营商拓展数字化信息服务领域的收入占比更低,尚不足10%。这说明运营商业务和服务转型并没有取得实质性突破,同时也是我国电信业不能保持较高增长的主要原因。

观点五: 电信业务收入增长模式需进一步创新和突破

我国电信业发展长期依靠规模和流量取得发展。2022年上半年,我国移动电话用户达到16.7亿户,较2021年净增2552万户,其中5G移动电话用户达到4.55亿户,比2021年净增10055万户。宽带接入用户达

到5.63亿户,较2021年净增2705万户。此外,IPTV用户达到3.66亿户,比2021年净增1785万户;物联网终端用户达到16.4亿户,较上年净增2.4亿户。2022年上半年,移动互联网累计流量达到1241亿GB,同比增长20.2%,移动ARPU的提升90%左右靠流量拉动,应用服务还不是驱动5G用户增长的主要动力。新兴业务发展目前仍然主要靠IDC、专线、物联网连接等资源型、连接型业务,产品附加值不高。

由此看出,我国电信业务收入增长仍然过度依靠规模、流量以及资源型、连接型业务,面对新形势、新机遇、新挑战,这种增长方式需要改变。因此,对我国电信运营商来说,要切实把握数字经济快速发展的机遇,以更大力度推动新兴业务发展,转变发展模式和收入增长方式,在机制体制、企业运营、产品研发、技术、商业模式、生态合作等方面不断创新,以新产品、新模式、新品牌、新机制推进我国电信业高质量发展。

观点六: 电信业发展不能只看收入增长,更要看其综合竞争力

评价我国电信业发展的优劣,不能只看收入规模和收入增长率,更要看收入增长背后的我国电信业综合竞争力。

近日,《财富》杂志发布2022年世界500强排行榜,中国移动、中国电信、中国联通分列第57名、131名和267名,连续多年进入世界500强,但与2021年相比,中国移动、中国电信、中国联通的排名分别下降了1位、5位和7位。进入世界500强看的是企业收入规模,并不能说明该企业是一家具有全球竞争力的公司。党的十九大报告提出,要深化国有企业改革,发展混合所有制经济,培育具有全球竞争力的世界一流企业。2022年2月28日,中央全面深化改革委员会第二十四次会议审议通过《关于加快建设世界一流企业的指导意见》(以下简称《意见》)。《意见》提出,加快建设一批产品卓越、品牌卓越、创新领先、治理现代的世界一流企业。毫无疑问,这为打造世界一流企业指明了方向。因此,我国电信业发展不能只看收入规模,更要看行业的国际竞争力,需要从产品、品牌、创新、治理4个方面全向发力。对照世界一流企业四大标准,我国电信运营商的差距仍然较大,集中表现在:科技创新能力不强,在操作系统、芯片等底层技术、共性技术、关键技术等方面缺乏话语权;品牌战略不够清晰,品牌影响力不高,品牌内涵缺乏科技感、现代感和时尚感;在拓展数字化服务领域真正叫得响、广受欢迎数字化平台和应用服务不多,产品品质和附加值低;企业治理尚不适应企业转型发展的需要,现代企业治理能力有待进一步提升。

对于我国电信企业来说,应正视上述差距。企业发展不仅要追求收入规模,更要向打造世界一流企业的目标迈进,从强化科技创新、打造高品质的数字化产品、打造卓越品牌、提升企业现代化治理能力、建立健全创新体系等方面,系统推进,攻坚克难,勇于创新,综合施策,这才是行业发展和企业转型的重中之重。📡

2022年上半年 电子信息产业发展稳中存忧

■ 商务部国际贸易经济合作研究院助理研究员 刘娅
国家信息中心经济预测部产业经济研究室中级经济师 徐斯

进入2022年,面对复杂多变的国际环境和国内疫情散发等多重考验,我国电子信息产业认真贯彻落实党中央、国务院相关决策部署,坚持稳字当头、稳中求进,推动行业运行保持较快发展。

一是行业生产总体增长较快。2022年上半年规模以上电子信息制造业增加值同比增长10.2%,分别高于全国工业平均增速以及高技术制造业增速6.8个、0.6个百分点,但比一季度回落2.5个百分点(如图1所示)。其中,6月同比增长11%,较5月上升3.7个百分点。从具体产品来看,移动通信基站、程控交换机、环境监测仪器仪表、单晶硅、多晶硅、太阳能电池等产品量快速增长,其中,1—6月程控交换机、太阳能电池、移动通信基站同比增长138.8%、31.8%、19.8%。

二是行业投资持续处于高位。

2022年上半年,规模以上电子信息制造业完成固定资产投资同比增长19.9%,高于全国工业平均增速8.9个百分点(如图2所示)。当前,集成电路、电子材料、新能源、5G等领域受关注度不断提升,投资力度不断加大,是推动产业投资增长的主要因素。今年以来,我国布局建设新一代超算、云计算、人工智能平台以及宽带基础网络设施,10个国家数据中心集群中的新开工项目投资超过1900亿元。此外,我国5G基站建设加快推进,上半年新建基站42.9万座,基站总数已达185.4万。

三是行业出口有所回升。随着国内疫情逐渐好转,国内助企纾困政策相继落地实施,企业复工复产不断加快,电子信息制造业出口增速由负转正。2022年6月,规模以上电子信息制造业出口交货值同比增长12.4%,较5月上

升6.3个百分点,连续两个月增速回升,上半年累计同比增长7.3%。从具体产品来看,2022年6月,太阳能电池、二极管及类似半导体器件、电子元器件、集成电路出口金额分别同比增长104.9%、67.1%、35.6%、28.1%,较5月上升9.2个、8个、10.8个、3.7个百分点。

四是企业营收持续提升。2022年上半年规模以上电子信息制造业实现营业收入70199亿元,同比增长7.7%,比1—5月提高0.3个百分点;营业收入利润率为4.6%,与1—5月持平。

新旧问题交织,电子信息产业发展困难重重

现阶段,受疫情冲击、西方国家恶意打压等多种因素影响,我国电子信息产业新旧问题交织——需求不足、企业外迁、产业链不稳、创新掣肘增多等问题持续存在并有进一步扩大的可能。

消费市场需求有所下降

今年以来,受疫情反复冲击以及国内经济压力持续加大影响,国内外电子产品消费需求有所下滑。一是手机消费需求大幅下滑。2022年1—6月,国内市场手机总体出货量累计1.36亿部,同比下降21.7%,5G手机出货量达1.09亿部,同比下降14.5%;1—6月,国产品牌手机出货量累计1.15亿部,同比下



图1 电子信息制造业和工业增加值累计增速



图2 电子信息制造业和工业固定资产投资累计增速

降25.9%。二是个人电脑需求量小幅下滑。根据全球著名科技市场独立分析机构Canalys公布的数据，2022年第一季度，中国个人电脑（包括台式机、笔记本电脑和 workstation）出货量为1170万台，同

比下降1%。其中，台式机（包括台式 workstation）出货量下降11%，跌至390万台；平板电脑市场再次下滑，出货量下降13%，跌至470万台。三是产品出口量明显减少。受国内疫情反复冲击及国外产

业链逐步恢复的影响，我国重点电子产品出口数量有所下降。海关数据显示，2022年1—6月，集成电路、手机、家用电器等重点出口产品出口数量同比分别下降6.8%、10.9%、7.7%，增速分别较上年同期大幅下滑42个、28.7个、38.2个百分点。

产业外迁压力有所加大

近年来，随着我国土地、人力成本上升以及产业转型升级加快，部分电子信息企业外迁倾向明显。一方面，我国手机等消费电子产品产量占全球比重持续降低。2021年中国生产智能手机10.98亿部，在全球占比为81%，但与2016年93%的全球占比相比，呈现逐年下降趋势。另



一方面，三星、富士康等企业加大对越南、印度等地区的投资力度不断加大。近年来，越南不断加大吸引外资力度，今年以来已经向富士康科技工厂、中国香港晶澳太阳能、新加坡Risesun Investment Pte.Ltd等多个企业颁发投资许可证。据不完全统计，富士康已经在越南投资超100亿元人民币。越南电脑、手机等电子消费品产量不断增加，越南统计局数据显示，越南的电子工业出口额从2015年的473亿美元增加至2020年的960亿美元，在全球电子出口商的排行榜中，越南从2001年的第47位提升至2019年的第12位。

产业链稳定运转仍有隐忧

电子信息产业是产业链供应链高

度全球化的典型行业。近年来，新冠肺炎疫情对全球产业链的开放稳定安全运行构成极大威胁，叠加中美贸易摩擦和科技竞争升级，我国电子信息行业产业链供应链面临多维度冲击。一方面，全球新冠肺炎疫情冲击影响仍在持续。2020年以来，电子信息产业先后经历了“中国-日韩-欧美-东南亚”四波新冠肺炎疫情冲击，汽车、手机、显卡等产品生产都面临长时间的缺芯影响，同时也推升了部分电子零部件的价格。7月以来，全球新冠肺炎疫情再度升温，美国、德国、日本等国疫情再度反弹，电子信息产业“断芯”风险仍然存在。另一方面，西方对我国电子信息行业打压升级，企业面临较大的断供风险。继华为、大疆等众多电子信息领军企业被美国纳入实体名单后，今年美国又先后将北京世维通光通讯有限公司、滁州惠科光电科技有限公司、上海微电子装备(集团)股份有限公司等20家企业纳入“未核实名单”，即要求美国的企业或者使用美国专利、技术的企业在与这20家企业交易时要额外遵守以下要求：不能使用许可例外向其出口、再出口或转移受出口管理条例管辖的物项；对于无许可要求即可向其出口、再出口或转移的受出口管理条例管辖的物项，需要从未核实名单的主体获取未经核实清单声明。此外，美国商务部有意加大对中国半导体产业企业的制裁，禁止美国公司向中国公司出售先进的芯片制造设备，华虹半导体、长鑫存储、长江存储等企业将受到影响，难以生产先进芯片。未来我国企业随时会面临打压制裁的风险，产业链供应链稳定运转的不确定性持续增加。

技术研发创新掣肘增多

近年来，以美国为首的部分国家和地区，对我国信息技术领域创新限制不

断增强。一是限制国内高校、企业、科研机构购买研发所需的关键工业软件、核心零部件、重要设备等科技研发设备设施。例如，2019年以来，美国将中芯国际等企业列入实体清单，限制其DUV光刻机、EUV光刻机等先进设备以及EDA等基础工业软件购买，导致中芯国际推进7nm工艺芯片、汽车芯片研发进度放缓。二是限制中国开展信息技术对外交流与合作活动。美国将我国北京邮电大学、哈尔滨工业大学、北京理工大学、北京航空航天大学等高校及科研机构列入实体清单，限制这些高校学生出国留学，对我信息技术国际交流和合作形成强大压力。同时，美国试图与日本、韩国、中国台湾组建“芯片四方联盟”，试图对中国大陆信息技术国际合作形成围堵之势，限制中国大陆信息技术研发进程。

六项建议，促进行业高质量发展

总的来看，我国电子信息产业发展面临着短期梗阻以及中长期问题，但也要看到，促进产业快速发展的有利因素在不断集聚，如各地加快推进新型基础设施建设、半导体产业国产化进程不断深入、“双11”“黑五”等活动促进国内外消费需求恢复等。预计下半年，我国电子信息产业将总体保持较快增长势头，预计全年规模以上电子信息制造业增加值同比增速保持在10%左右。下一步，针对我国电子信息产业发展面临的问题与挑战，建议从补短板、筑基础、扩需求、强支撑、稳链条、促合作等6个方面着手，做大做强电子信息产业，促进行业高质量发展。

一是加强基础创新，破解困境。首先，要牢牢把握产业革命大趋势，善于发现机遇，抓住新一代信息技术变革的

历史机遇,瞄准世界科技前沿,强化基础研究,深化科技体制改革,促进基础研究与应用研究融通创新发展,着力实现前瞻性基础研究、引领性原创成果重大突破。其次,聚焦芯片制造、工业软件等电子信息产业链的关键环节,以关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术创新为突破口,构建高效强大的共性关键技术供给体系,努力实现关键技术重大突破。始终坚持需求导向、问题导向、目标导向,从经济社会发展需要出发,从过去依赖后发优势的“技术引进—消化吸收—再创新”到打造形成更多的先发优势,以“体系-能力”为中心,加强系统化布局,破解难题。此外,大力推广“揭榜挂帅”“赛马”机制,引导“新基建”各领域头部企业、领军人物、科研机构、高校以及金融机构构建“产学研融”一体化创新平台,积极开展协同创新,对于一些投入大、周期长、风险高的科研项目,当地政府可以给予一定资源支撑,争取在5G、人工智能、物联网、集成电路、量子计算机等前沿领域取得创造性、突破性成果。


二是加快“新基建”布局,筑牢新时期电子信息产业发展基础。按照适度超前、科学布局的原则,积极布局5G基站、数据中心、工业互联网等新型基础设施建设。鼓励“北上广深”等重点城市积极推动5G基站建设,为促进新型电子消费品消费升级营造良好网络环境。引导和鼓励重点工业园区、关键港口、大型矿产开采区、农产品种植区以及国内大型物流配送中心,积极建设5G、物联网、工业互联网、数据中心等基础设施,为农业、制造业、采矿业、服务业等行业推动数字化、信息化、智能化奠定基础。引导和鼓励国内一二线城市积极推动智慧城市建设,加快布局人工智能、大数据中心,积极推动数字化治理模式创新,为提升社会管理能力打

下基础。

三是推动融合发展,开拓消费级、企业级新需求。加快消费电子产品的智能化、品质化、个性化升级,做大做强消费电子产业。大力支持可穿戴设备、消费级无人机、智能服务机器人、虚拟现实等高端智能产品创新,推动消费类电子产品智能化升级。推动新一代信息技术与制造业、服务业深度融合,通过供给侧结构性改革释放出传统产业转型、传统基础设施改造升级的需求。支持电信运营、通信设备、垂直行业、信息技术、互联网等企业结合自身优势,开展5G融合应用技术创新、集成创新、服务创新和数据应用创新。根据细分行业共性和企业个性需求,打造数字化改造“N+X”应用场景。面向同一细分行业,支持数字化总承包商为不同企业提供适配性强的“N+X”应用场景。打造数字化改造企业样本,择优遴选一批应用成效显著的试点企业作为企业样本。

四是加强要素支撑,优化我国电子信息产业布局。加快优化电子信息产业链布局,引导产业链关键环节留在国内,强化中西部和东北地区承接产业转移能力建设。引导中西部地区持续优化营商环境,破除地方保护和区域壁垒,强化反垄断,健全公平竞争审查机制,清除政府采购、招标投标等领域对外地企业设置的隐性门槛和壁垒。结合京津冀、长江经济带等国家重大区域战略,培育发展区域新增长极,推进东中西部地区差异化发展,打造优势互补的一体化发展新格局。鼓励中西部地区立足自身产业规划和区位优势,一方面以长三角一体化、长江经济带、粤港澳大湾区等战略机遇,积极承接电子信息产业项目,另一方面,通过引进新兴产业、推动制造业企业智能化改造等方式推动产业转型升级。

五是保障产业链供应链稳定,促进电子信息产业平稳运转。瞄准产业核心基础环节的短板,加快建设若干制造业创新中心,加快创新成果产业化。积极布局新一代通信、先进计算等前沿领域,抢占未来发展制高点。拓展内涵外延,推进产业链发展。把增强产业韧性作为制造业高质量发展的支撑,加强建链、延链、补链、壮链,打好产业基础高级化、产业链现代化攻坚战。系统梳理我国信息技术领域基础技术,按照保障产业安全的底线要求,发挥新型举国体制优势,加快实现关键技术创新突破。构建更为密切的产业网络,加强产业链上下游的协同和搭接,以网络化、系统性的产业体系应对供应链风险。

六是强化国际合作,推动信息技术“引进来”与“走出去”。坚持扩大开放、合作共赢,继续支持重点外资项目建设,营造良好的市场环境。进一步贯彻落实“一带一路”倡议,利用光伏产业外向型发展优势和全球能源革命机遇,推动光伏产业国际产能和应用合作进程。着力强化全球产业链拓展、价值链增值、创新链整合,建立健全国际资源有机互动的产业生态体系和全球研发创新网络。紧抓“一带一路”建设新机遇,强化智能终端、光伏等领域国际合作,搭建产业、技术、项目对接合作平台,积极推动优势产能“走出去”。不断完善中日韩、中俄、中美、中欧等双边、多边工作机制,拓展国际交流渠道,强化国际产业合作深度。指导企业增强法律意识,强化合规经营。积极参加多边和双边会议,与世界产业界加强交流合作,鼓励全球领先电子信息企业深化对华合作。办好世界虚拟现实产业大会、世界显示产业大会等国际性行业大会,凝聚行业共识,推动形成协同互利、共生发展的全球产业生态体系。 

全球6GHz频段规划情况分析

■ 中国信息通信研究院无线电研究中心 付琳琳 李辰 刘琪

无线电频谱作为稀缺的战略资源，是无线技术发展的基础。IMT（国际移动通信）系统及无线局域网（RLAN）系统的不断发展，以及数据业务量的不断增长，对可用频谱资源提出了更高需求。6GHz频段（5925MHz~7125MHz）是中频频率的重要组成部分，兼顾了低频段的覆盖优势和高频段的容量优势，能够实现数千兆赫兹大带宽频谱连续分配，是广域大容量连接的最佳候选频段。

以IMT系统为例，6GHz频段是对现有5G网络带宽的进一步扩展，可以满足多种不同场景需求。GSMA数据显示，截至2022年第一季度，全球75%的5G网络使用了3.3GHz~4.2GHz、4.4GHz~5GHz等中频频段。随着5G应用快速发展，中频段作为5G部署核心频段的需求将不断增加。GSMA预测，2030年5G中频段将带动超过6100亿美元的全球GDP增长，而6GHz频段是实现5G社会经济价值的关键。

当前，6GHz频段规划和使用成为各国关注的焦点，目前欧洲、美洲、亚太地区的部分国家已经提出或正在研究6GHz频段规划；而2023年世界无线电通信大会（WRC-23）的1.2议题，将对6GHz等频段新增IMT使用标识进行研究。

国际6GHz频段划分现状及发展情况

国际6GHz频段无线电业务划分现状

根据国际电信联盟《无线电规则》，6GHz频段被划分用于多种无线电业务。其中，5925MHz~6700MHz频段主要业务有固定、卫星固定（地对空）及移动业务，6700MHz~7075MHz频段主要业务有固定、卫星固定（地对空及空对地）及移动业务，7075MHz~7125MHz频段主要业务有固定和移动业务。

WRC-23将讨论6GHz部分频段标识用于IMT系统

据了解，WRC-23的1.2议题主要审议将3300MHz~3400MHz、3600MHz~3800MHz、6425MHz~7025MHz、7025MHz~7125MHz和10.0GHz~10.5GHz频段标识用于IMT地面部分频率的相关事宜，其中包括将6425MHz~7025MHz频段标识为区域性IMT新频段和将7025MHz~7125MHz标识为全球性IMT新频段。

ITU-R 5D工作组负责1.2议题研究工作，完成相关频段可能使用IMT系统的技术、操作和规则研究，开展频段共用和兼容性研究，为相关频段及相邻频段已有主要业务提供保护，不对其施加额外规则或技术限制。

ITU-R关于6GHz频段IMT与已有业务的共存分析初步结果

针对6GHz频段无线电业务共存问题，ITU-R 5D工作组正在起草《关于6425MHz~7125MHz频段IMT系统共存兼容性研究的工作文件》。该文件分析了7145MHz~7190MHz频段空间研究业务及固定业务、6425MHz~7025MHz频段的卫星固定业务（地对空）、6700MHz~7075MHz频段的卫星固定业务（空对地）与工作于6425MHz~7125MHz频段IMT业务的共存情况。目前报告整理了多个国家或组织提交的分析结果，尚未形成最终结论。

针对7145MHz~7190MHz频段空间研究业务与6425MHz~7125MHz频段IMT系统的共存，GSMA仿真结果显示，两种无线电业务不存在干扰问题。

针对6425MHz~7125MHz频段固定业务与IMT系统的共存，俄罗斯研究结果表明，IMT系统不会对固定业务台站造成有害干扰；德国研究结果表明，保护固定业务免受干扰的必要间隔距离可能超过100千米，固定业务与IMT系统同频共存可能具有一定挑战性；中国研究结果表

明,在不同干扰限制条件下,根据固定业务接收机天线高度和IMT系统参数,两类无线电业务系统的间隔距离有较大差别。

针对6425MHz~7025MHz频段卫星固定业务与6425MHz~7125MHz频段IMT系统的共存,日本研究结果表明,即使在不同干扰保护标准和概率条件下,卫星固定业务链路仍可满足保护标准,且有一定裕量;中国研究结果表明,在不同干扰保护标准和应用场景条件下,干噪比仍有一定裕量;法国研究结果表明,对于卫星天线的所有方向,来自IMT基站的集总干扰始终满足长期保护标准,具有一定裕量。

针对6700MHz~7075MHz频段卫星固定业务和6425MHz~7125MHz频段IMT系统的共存,沙特和约旦研究结果表明,IMT基站和用户设备会对现有卫星固定业务造成干扰;俄罗斯研究结果表明,城市IMT室外宏基站需要与卫星固定业务地球站保持一定间隔距离,才能满足干扰保护标准。

部分国家和地区6GHz频段规划情况

目前欧洲、美洲、亚太等地区的部分国家已经提出或正在研究6GHz频段的规划方案,各国方案有所差异。总体看,以美国为代表的部分国家将6GHz频段用于RLAN;欧盟内的无线电规则一区国家倾向于将6GHz低段(5945MHz~6425MHz)用于RLAN系统,将6GHz高段规划用于IMT系统。其他国家和地区正在考虑以6425MHz为分隔点,分别制定用于IMT及RLAN等系统的频率规划,具体结果将在WRC-23结束后尘埃落定。

欧洲部分国家6GHz频段规划

2021年,欧盟委员会宣布支持欧盟各国将5945MHz~6425MHz共计480MHz频谱用于RLAN系统。对于6425MHz~7125MHz频段,尚未确定具体方案。2020年7月,英国无线电监管机构Ofcom决定将5925MHz~6425MHz共500MHz频率用于RLAN,同时该频段需满足极低功率业务户外使用要求。2022年4月,Ofcom就6GHz高段部分(6425MHz~7070MHz)是否采用共享方式使用征求意见,最终结果即将发布。

美洲部分国家6GHz频段规划

2020年4月,美国联邦通讯委员会(FCC)宣布采用免许可方式开放使用6GHz频段,目前该频段共1200MHz可用于RLAN等系统。加拿大、巴西监管机构采用与美国相

同的6GHz频段规划方案。阿根廷正在研究将6GHz低段(5925MHz~6425MHz)用于RLAN系统。

亚太地区部分国家6GHz频段规划

2020年10月韩国科学与信息通信部将6GHz频段规划用于RLAN等系统,成为继美国之后第二个将6GHz频段全部规划用于RLAN的国家。2022年4月日本总务省将5925MHz~6425MHz规划用于RLAN系统,6425MHz~7125MHz频段规划正在制定中。2021年3月澳大利亚通信和媒体管理局将5925MHz~6425MHz作为RLAN系统频率,6425MHz~7125MHz频率规划正在制定中。新西兰尚未制定6GHz频段规划。

3GPP和Wi-Fi联盟围绕6GHz频段开展标准化工作

6GHz频段规划和使用成为各国关注的焦点,以3GPP为代表的IMT阵营与以Wi-Fi联盟为代表的无线局域网阵营分别围绕6GHz频段开展了标准化工作。

2021年12月,3GPP RAN全会启动U6G(6GHz高段,6425MHz~7125MHz)作为IMT授权新频段的标准化工作。2022年6月,在3GPP RAN#96全会上,3GPP正式定义了U6G授权频谱,频段号为n104。此外,大会还决议通过了针对全6GHz频谱的Rel-18立项工作。

2021年,Wi-Fi联盟发布了Wi-Fi 6(802.11ax)的增强版本Wi-Fi 6E,主要支持系统工作在6GHz频段。目前IEEE和Wi-Fi联盟正在制定的Wi-Fi 7(802.11be)标准将支持系统工作在2.4GHz、5GHz和6GHz频段,预计2024年开展应用。

随着全球5G商用步伐进一步加快,行业应用的发展需要更多频谱支撑,未来6G发展也需要中频段资源以满足覆盖和容量需求。6GHz频段能够提供超过1GHz的连续带宽,是全球IMT系统发展的关键频段。我国无线电管理部门从频率高效使用和长远规划的角度出发,一直致力于为5G及6G技术寻求更多的IMT频率资源。

目前,全球多国监管机构和运营商都在关注我国6GHz频率政策。笔者对于我国6GHz频段使用有以下建议:一是持续深化国际交流合作,积极参与ITU、3GPP等组织相关议题研究,推进6GHz频段国际标准化工作,展现中国智慧;二是根据国际发展形势,推动6GHz频段IMT技术研发和产业化发展,推进5G商用和6G研发进程;三是综合考虑无线电规则、技术和产业等因素,适时开展6GHz频段规划。📡

算力网络一体化服务架构与实践

■ 中国移动通信有限公司研究院 魏华 张婷婷 李莹

为满足AR/VR、车联网等新型业务对低时延、高带宽，以及计算轻量化、动态化的需求，网络和计算融合发展已经成为新的趋势。随着5G、云计算、边缘计算等新技术的发展，算网一体化发展逐步走向成熟，算力网络的出现实现了“云边端”三级无缝协同，从而可以向全社会提供“算力+网络”的一体化服务。

一体化服务包括提供算、网、数、智等多要素融合的一体化服务和端到端的一致性质量保障。为了让用户可以随时随地享受算力服务，发展算力网络需要重构现有计算及网络形态，使其形成继水网、电网之后国家的新型基础设施，从而最终实现“网络无所不达、算力无处不在、智能无所不及”的愿景。

本文针对算力网络中一体化服务架构、核心技术问题进行了探讨分析，为算力网络的技术发展、一体化服务部署以及未来的商业化应用提供了参考思路。

算力网络一体化服务的特征及架构

为了实现算力服务从传统简单的云网组合服务，向多要素深度融合的一体化服务转变，算力网络的服务模式需要逐渐从“资源式”向“任务式”转变，以便为用户提供智能、极简、无感的算网服务。

一体化服务的特征

算力网络的核心目的是提供算、网、数、智、安、边、端、链等多要素融合的极简一体化服务。算网服务从过去用户云、网分别申请开通服务，转变为从云向算、网随算动、多要素供给的跨层次、多形态的一体化服务，用户无需再关心分段、分类的能力供给及复杂的技术方案实现。算力网络一体化服务具有如下特征。

一是多要素一体化供给。算力网络可实现算、网、数、智、链、安等多要素深度融合，提供多层次叠加的一体化服务，如一项服务内可包含网络、算力、AI等能力。

二是多方多样算力融合。算力网络支持引入多方算力提供者，打造多样性新型算网服务及业务能力体系，并衍生出平台型共享经济模式，实现对社会闲散算力和泛终端设备的统一纳管。

三是智能无感极简。算力网络通过提供基于“任务式”量纲的新服务模式，可以让应用在无需感知算力和网络的前提下，实现对算力和网络等的按需使用和一键式获取，达到智能无感的极致体验。

一体化服务总体架构

为支撑算力网络一体化服务，算力网络体系架构从逻辑功能上分为基础设施层、编排管理层和运营服务层。其中，编排管理层和运营服务层是实现算力网络一体化服务的关键能力平台，算力网络一体化服务总体架构如图1所示。

●基础设施层

算网基础设施层是算力网络新型一体化基础设施的坚实基础，包含算网服务的基本要素。算力方面具备云边端多层次、立体泛在的分布式算力节点、资源和能力，满足中心级、边缘级和现场级的算力需求。网络方面基于全光底座和统一IP承载技术，实现“云边端”算力高速互联，满足数据高效、无损传输需求。使得用户可随时、随地、按需地通过网络接入算力，享受算力网络的极致服务。

●编排管理层

编排管理层是算力网络的调度中枢，包含智慧内生的“算网大脑”和控制器“算网手脚”。编排管理层是呈上启下支撑一体化服务的核心，主要包含算网统一编排、基于数据湖和人工智能引擎的智能化模块支持，统一编排向上支持算网能力的统一开放，向下通过各类控制器与基础设施各要素协同联动。算网统一编排模块具备两层核心能力：一方面通过横向编排，实现算网产品部署包管理、设计服务的AI等模型仓库管理、编排策略设计，将算力业务请求进行任务拆解和服务解构，实现服务的一体编排；另一方面通过纵向调度，

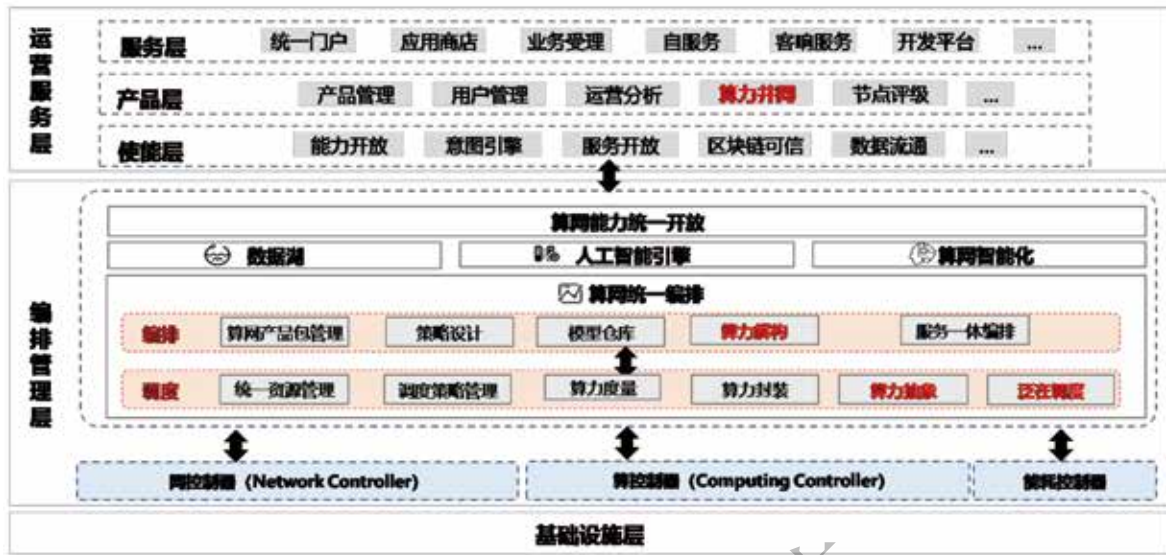


图1 算力网络一体化服务总体架构

将算、网等能力统一建模度量和抽象，封装成可调度的原子能力，综合业务需求和资源匹配进行调度策略管理。

●运营服务层

运营服务层是算力网络的服务和能力提供平台，通过将算力原子化能力封装并融合多种要素，实现算力量纲产品的一体化服务供给，使用户享受便捷的一站式服务和智能无感的体验。如图2所示，一体化服务需要通过算力并网吸纳社会多方算力，结合区块链等技术构建可信算力服务统一平台，提供“算力电商”等新模式，打造新型算力服务及业务能力体系。

面向一体化服务的关键技术分析

通过“算力大脑”的“编排-调度-控制”可以实现从一体化服务模型到算力资源模型的统一管理。利用算力并网

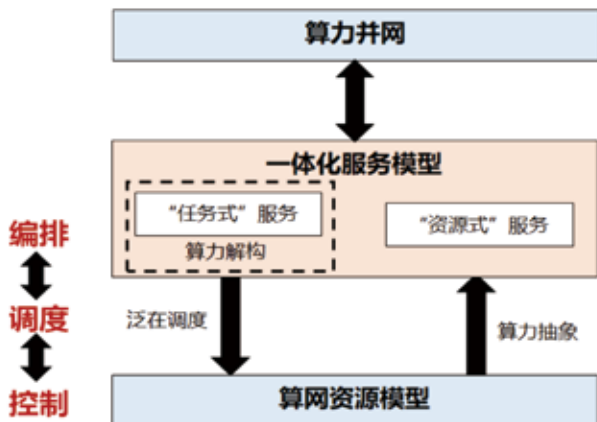


图2 一体化服务关键技术

技术可以实现算力资源的统一运营，进而构建全网的算力资源模型；通过算力抽象技术实现对底层异构算力资源的屏蔽，从而提供一体化服务；利用算力解构技术实现对“任务式”服务及应用的分解，进而可以通过泛在调度实现子任务的灵活部署及动态调度。

算力抽象

算力抽象需要屏蔽用户在开发流程中对底层硬件设施的感知，建立一套支持多种异构硬件开发的框架模型。算力抽象为用户提供一套统一的开发平台，对上统一编程标准，对下屏蔽底层硬件差异，从而实现一套代码跨硬件架构的开发、编译，实现用户开发无感，程序灵活迁移。

在算力网络的场景下，算力被抽象为一种类似电力的资源向用户提供，用户在使用算力时，对提供算力的底层硬件设施开发无感知。但当前存在两个问题：一是用户代码开发与硬件架构紧耦合，应用开发需要使用硬件特定的开发环境和编程语言；二是当前异构硬件开发框架和编程语言生态封闭，无法实现跨架构的芯片开发互通。

算力解构

算力解构是通过算力统一编排，将组成应用的大量功能组件划分为多个部分，每个部分称为“子任务”，可以在不同的计算节点执行。子任务相比整个应用对算力资源的需求更低，再结合算力网络对多级算力资源的协同调度，能更灵活和充分地利用网络中尤其是网络末梢终端节点的算力资源。另外，由于应用包含大量依赖关系复杂的功能组件，如果直接面向功能组件进行资源分配，难以满足算力资源调

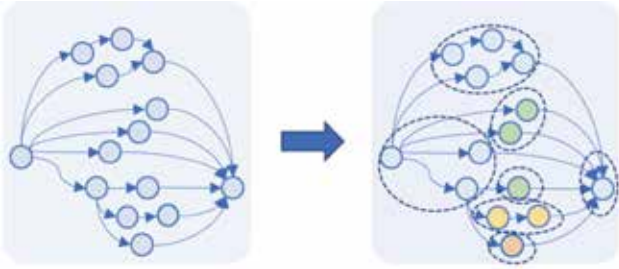


图3 任务分解概念

度的实时性要求。因此，预先提供各类网络应用的任务分解方案，再面向分解后的子任务进行资源分配，能显著降低资源分配和任务调度的复杂性。综上所述，算力解构对提高网络资源利用率和任务调度灵活性有重要意义。

如图3所示，将网络应用的功能组件按一定的方法划分为不同的子任务，随后在资源分配过程中，子任务中的功能组件将被整体部署到不同算力的网络节点上，即资源分配的粒度为子任务粒度，不需要从任务组件粒度来考虑，因此能够降低算力资源调度的复杂度。

当应用已有分解方案，算网统一编排系统可以提供多粒度分解方案，包括组件关系依赖图、各个粒度下子任务的节点算力资源需求，以及子任务间的关系需求；当应用没有分解方案，系统收集应用的各个子任务组件对节点资源需求，以及应用的各个子任务组件之间的通信链路资源需求，由算力解构功能组件进行多粒度分解，然后，再将分解结果信息返回给算网统一编排系统。

其中，子任务或任务元以镜像形式封装，应用或服务需要实例化多个镜像，来构建完整的应用或服务。在之前的研究中，中国移动提出了一种基于节点权重图聚类的多粒度任务分解算法，在考虑任务元之间的计算节点依赖关系的基础上，还考虑了任务元自身的计算需求量、存储需求量等因素的影响，通过将以上关系量化成关系指标，转化成距离关系，从而进行图聚类，并根据现有网络环境的因素，进行第二步聚簇细分，形成多粒度任务分解方案。

泛在调度

泛在调度以一种集中的方式来实现算网资源的统一调度，基于运营商对全网资源状态的感知能力，结合用户需求，可以为用户规划合适的部署或调整方案。

泛在调度系统利用算力感知功能获取网络中的算力资源信息（包括计算、存储、通信等资源），并通过对网络资源状态的监控获得链路信息。同时，算力结构功能将用户的服务请求分解为子任务，并通过算力调度功能，进行部署方案

规划，或对已有的部署进行调整。

利用算力解构对应用的分解，结合实际的计算及网络环境，泛在调度可以优化应用的部署方案。考虑到泛在调度受计算资源、网络资源、子任务间关系的影响以及优化目标的不同，关于调度算法的研究也相对较多。

本文提出了一个在云边协同框架中有效部署基于微服务的用户服务系统，确保了微服务的服务质量。系统由通信感知的微服务映射器、争用感知的资源管理器和负载感知的微服务调度器组成。映射器根据通信开销将微服务DAG组件图划分为多个分区，并将这些分区映射到节点。在每个节点上，资源管理器基于强化学习来确定其微服务的最佳资源分配。微服务调度程序监控整个服务质量，并在运行时将微服务从繁忙节点迁移到空闲节点。

对应用程序的计算消耗、通信消耗以及等待时间进行建模，根据整个任务的负载结果，对具有不同资源需求和时延敏感性的应用实施不同的服务分布处理。将时延敏感性应用分布到边缘，将计算型应用分布到云端，以达到减少等待时间和能耗的效果，满足不同应用的需求。

本文综合考虑边缘服务器容量的不同、请求数量的变化、应用程序的复杂结构以及不断变化的地理环境等，提出了多缓冲区深度确定性策略梯度，利用强化学习和神经网络来学习服务分布策略，达到减少设备平均等待时间的效果。

算力并网

据IDC数据显示，截至2022年，现有中心化算力（云计算中心）占比预计不超过12%，分布式算力（边缘计算节点、个人PC等）则超过88%，整体算力资源利用率偏低。边侧的算力还未形成规模化效应，端侧的海量算力未得到有效利用。

为了使社会闲散算力得到充分利用，同时有效避免算力资源的重复建设，需要构建多方算力交易机制。算力交易涉及参与者众多，各方正探索全新的算力交易模式。算力并网是算力网络运营交易的核心，其通过引入区块链等去中心化技术，可以实现对闲散算力资源、多方算力资源和算力服务进行统一注册和管理，实现分布式算力统一运营。

算力网络一体化服务实践

为了验证算力网络一体化服务架构及相关技术的可行性，评估未来一体化服务的商业应用模式及价值，中国移动某省公司依托现网验证环境，对算力并网、泛在调度、算

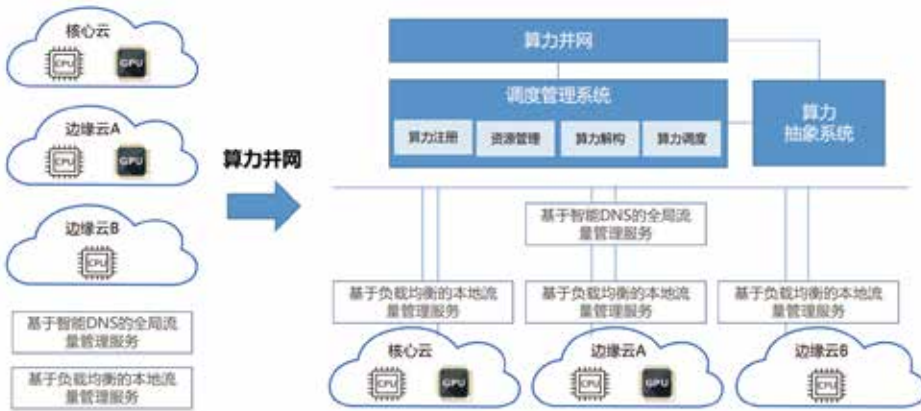


图4 算力并网架构



图5 算力解构

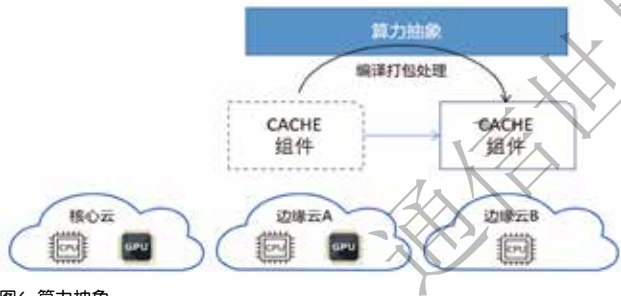


图6 算力抽象

力解构以及算力抽象的功能进行了验证。试验引入一个省中心核心云和两个不同地市的边缘云，云上算力包括CPU算力和GPU算力，测试业务采用商用CDN中VR/AR和高

清直播业务组件。

算力并网架构如图4所示，在测试过程中，首先通过算力并网，可以将云上部分算力、基于智能DNS的全局流量管理服务和基于负载均衡的本地流量管理服务两类一体服务贡献到算力网络系统中，实现闲散算力的流通及一体服务能力的应用。

其次，通过算力解构，CDN业务包可以被拆解为多种有状态（例如Livepackager组件）及无状态组件（例如CACHE组件），根据业务需求部署在靠近源码流端和靠近用户端的位置，如图5所示。通过泛在调度，在用户移动时，无状态组件可以随用户进行实时热迁移，为用户

提供优质连续的服务。

CACHE组件在不同云节点迁移的过程中，会面临底层算力异构的问题，通过调用算力抽象，可以屏蔽云上算力差异，实现一套代码经过系统编译打包处理，即可通过在CPU算力和CPU+GPU算力平台上的部署，降低组件迁移难度，提升资源利用率，如图6所示。

测试中实时监测的资源及业务状态数据如图7所示，当CACHE组件所在云节点计算资源利用率过高时，CACHE组件自动迁移会被触发，迁移完成后，计算资源利用率恢复到低于阈值水平，整个过程业务不中断，用户无感知。



图7 CACHE组件迁移前，CPU使用率超过阈值

“单车道”升为“双车道” 2×2 Wi-Fi 6带来更畅快体验

■ 本刊记者 刁兴玲 梅雅鑫

突如其来新冠肺炎疫情，在很大程度上改变了人们生活方式和社会的生产方式，催生了居家办公新模式，带动了在线课堂的火热，这些居家工作学习方式对家庭网络质量提出了更高要求。作为重要的联网方式，Wi-Fi被广泛使用。而良好的Wi-Fi质量是家庭用户体验的重要保障。

2×2 Wi-Fi提高网速、扩大覆盖范围

手机Wi-Fi通信需要借助天线接收和发射无线信号，而接收信号和发射信号需要使用不同的天线。在传统手机中，接收和发射各使用1根天线，也就是1×1 Wi-Fi，即单路Wi-Fi。

但随着信息技术和智能终端的不断发展，以及应用场景的日益丰富，人们生活中的Wi-Fi设备越来越多，手机、平板电脑、笔记本电脑、摄像头、智能电视、扫地机器人等终端均需要连接Wi-Fi，使得家庭Wi-Fi的终端密集度不断提高。与此同时，消费者对看视频、打游戏等各种不同类型应用的需求越来越强烈，这都对Wi-Fi数据吞吐量、延迟提出了更高要求，1×1 Wi-Fi逐渐无法满足用户需求，经常出现信号弱、延迟、卡顿的情况。在此背景下，2×2 Wi-Fi应运而生。2×2 Wi-Fi即双路Wi-Fi，可以实现双发双收，接收和发射同时进行。

1×1 Wi-Fi像是“单车道”，2×2 Wi-Fi则像是“双车道”。2×2 Wi-Fi的网速和覆盖范围是1×1 Wi-Fi的两倍，即使在难以触及或拥挤的区域，也能提供更优质的网络覆盖，同时还可带来高吞吐量、低时延和高传输速率。

2×2 Wi-Fi还具有支持多用户的性能，使全家在手机游戏、超高清流媒体和高性能计算等应用场景中，可以享受到更快的下载速度、更流畅的视频体验和更长的电池续航。

Wi-Fi 6“飞入寻常百姓家”

除了2×2 Wi-Fi备受业界关注外，当前Wi-Fi技术也迎来了重大变革，Wi-Fi 6应运而生。Wi-Fi 6引入了OFDMA（正交频分多址）、上行MU-MIMO（多用户多输入多输出）、TWT（目标唤醒时间）、BSS Coloring（着色机制）和1024-

QAM（高阶调制）等新技术，可提供更大容量、更低时延、更高频谱效率、更广覆盖范围的网络能力。

Wi-Fi 6具备的新网络能力使Wi-Fi的应用场景更加丰富，将为室内无线网络带来一次革新，彻底改变物联网和智能家居的实现方式，给人们带来前所未有的网络体验。随着联网终端数量的不断增加，Wi-Fi 6市场正在获得发展动力，“飞入寻常百姓家”，快速渗透到人们的日常生活中。

Wi-Fi 6不仅拥有先进的性能，而且拥有广阔的市场前景。市场调研机构Research And Markets预测，全球Wi-Fi 6市场规模将从2022年的115亿美元，增长到2027年的262亿美元，预测期内的复合年增长率为17.9%。当前运营商、芯片厂商、设备商、终端厂商等产业界各方纷纷发力Wi-Fi 6，例如高通等芯片厂商已实现Wi-Fi 6芯片在手机、路由器的旗舰、非旗舰等多个平台的商用，小米等厂商已发布Wi-Fi 6产品，中国移动、中国电信、中国联通三大运营商已全面启动千兆Wi-Fi网络升级，布局Wi-Fi 6新业态已久。

作为Wi-Fi技术的领航者，高通一直不断提升Wi-Fi性能，已推出FastConnect 6900、FastConnect 6800、FastConnect 6700等支持2×2 Wi-Fi、Wi-Fi 6的多款旗舰和非旗舰产品，助力Wi-Fi 6普及，为用户带来极致体验。可以看出，除了旗舰平台，高通也在推动非旗舰平台的Wi-Fi体验进一步升级，让诸如搭载高通FastConnect 6700的第一代骁龙7移动平台、骁龙778G和骁龙778G Plus移动平台等也具有更好的Wi-Fi 6体验。FastConnect 6700还将Wi-Fi 6扩展到6GHz频段（Wi-Fi 6E），支持2×2 Wi-Fi 6，通过1024-QAM调制解调技术和对160MHz信道的支持，提供接近3Gbit/s的峰值速率。

虽然目前2×2 Wi-Fi在大多旗舰手机中有所搭载，但是市面上仍然有很多终端尚未支持2×2 Wi-Fi。而让更多的手机支持2×2 Wi-Fi势在必行，这将为更多消费者带来普惠共享的Wi-Fi 6体验。相信随着Wi-Fi 6的规模普及，消费者随时随地畅享更高速的Wi-Fi 6的愿望将轻松实现。📶

云计算数据中心Underlay架构之 核心交换机高可靠方案

■ 熊学涛

随着云计算的发展，云网融合、算网融合已经成为近一时期网络发展的主要议题，不论是数据中心内还是DCI广域网，网络虚拟化、网随云动都是业内关注的重要方向。业界对Overlay技术和方案的关注程度远超Underlay，但Underlay组网才是网络的根基，没有强大而稳定的Underlay网络，Overlay能力无从谈起。

本文围绕云计算数据中心Underlay组网，对其中最重要的核心交换机的高可靠技术要求与实现方案进行论述。

核心交换机设备高可靠技术要求

核心交换机硬件可靠性要求

核心交换机设备对硬件有以下要求：设备主控板卡1+1备份；交换矩阵板卡N+M备份（ $M \geq 1$ ）；电源模块N+M备份（ $M \geq 1$ ）；风扇框N+1备份；设备监控板卡1+1备份。

核心交换机设备应支持1:8以上的虚拟化能力。为提高设备的可靠性，同时增加通风散热能力，建议核心交换机采用全正交架构，即设备交换矩阵板卡和线路板卡正交互联。

堆叠和跨机箱链路捆绑

核心交换机设备应支持堆叠和跨机箱链路捆绑两种方式。在业务或组网有特殊要求时，可以采用堆叠技术实现管理面和转发面统一部署，以简化逻辑组网和设备管理。堆叠方式部署应支持控制、转发、检测三通道独立部署，其中控制通道应为专用接口。

MC-LAG跨机箱链路捆绑技术转发面合一，管理面独立。捆绑的两台核心交换机间管理控制面独立运行，互不影响，可靠性更高，尤其在设备版本升级时，可以分设备独立升级版本，避免设备版本加载重启时的业务中断。同时，相比堆叠，跨机箱链路捆绑核心交换机间同步信息少，CPU负载低，因此可靠性更高。

三层路由转发及快速收敛功能要求

核心交换机应支持三层组网功能，以及OSPF、ISIS和BGP路由协议。在标准规模云计算数据中心组网中，推荐使用OSPF和ISIS路由协议组网，超大规模云计算数据中心可以采用EBGP路由协议组网。

同时，核心交换机要求设备支持基于BFD监测，以加快网络的收敛速度，同时应支持BFD的多Session部署。纯三层组网基于ECMP实现链路的负载均衡，其中ECMP应支持BFD监测，能实现100ms内的快速收敛。

核心交换机OSPF和ISIS路由协议应支持ISPF（Incremental SPF，增强SPF算法）和PRC（Partial Route Calculate，部分路由计算算法）等路由快速收敛技术，ISPF主要用于部分拓扑发生变化的情况，在这种情况下不需要重新计算整个网络拓扑，而只是将变化了的少量拓扑进行修正，从而大大节约拓扑计算时间。PRC直接利用ISPF计算出的最短路径树来计算路由，当有路由信息改变时，PRC直接判断出哪条路由发生了变化，之后直接基于现有ISPF的计算结果进行路由的选择与更新，从而大大节约路由计算时间。

核心交换机OSPF和ISIS路由协议，应支持基于BFD方式的快速收敛；还应支持BFD叠加ISPF和PRC的快速收敛，BFD用于实现链路故障的快速感知，ISPF和PRC用于故障感知后的路由快速收敛计算。

在使用EBGP协议作为底层路由协议的场景下，为加快路由收敛速度，不建议采用Loopback地址来建立EBGP邻

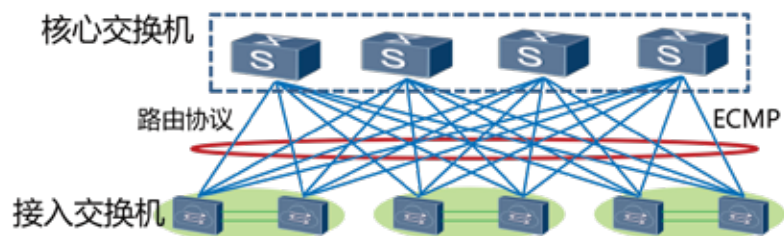


图1 云计算数据中心纯三层组网核心交换机部署

居,而是采用接口地址作为EBGP的邻居地址来配置部署EBGP协议。同时建议BGP协议支持接口状态的快速感知功能,在发现接口状态异常时,迅速发起BGP路由Update以触发收敛,建议支持BGP-PIC (Prefix Independent Convergence)功能。核心交换机要求支持BGP平滑退出,增强网络割接和设备升级时的可靠性和稳定性。

在采用EVPN作为转发控制面协议的场景下,所有硬件接入Leaf交换机和SDN-GW都要运行IBGP协议,为减少Leaf和SDN-GW上的BGP配置,建议选择核心交换机中的两台作为BGP-RR,因此核心交换机需要支持BGP-RR功能。

核心交换机设备高可靠部署与规划

大规模云计算数据中心的三层到边缘组网部署

云计算数据中心组网一般规模较大,推荐采用三层到边缘的Spine-Leaf架构组网部署。纯三层组网方式的核心交换机设备之间独立部署,不进行堆叠,不运行MC-LAG。核心与核心之间、接入与核心之间,均为三层接口互联,且运行动态路由协议(OSFP、ISIS或者EBGP)。在单一的链路或者设备故障时,基于路由协议的动态收敛来实现高可靠的冗余保护,没有类似堆叠技术的控制面主备切换过程,因此可靠性更高,稳定性也更好。

云计算数据中心纯三层组网的核心交换机部署如图1所示,接入和核心交换机之间三层互联,每台Leaf均与4台Spine全互联,多条链路间依靠ECMP实现负载均衡。单一链路或者单一核心设备故障,均不影响业务流量的转发。在极限情况下,3台核心交换机故障、只有一台核心交换机正常工作时,业务流量也能实现正常转发,相比传统的堆叠或者MC-LAG的核心部署方式,实现了更大的网络规模支持和更高层级的设备冗余可靠性。

在三层到边缘的组网方式中,核心交换机数量更多。不同于MC-LAG和堆叠对核心交换机只能为2台的数量限制,采用三层到边缘组网方式可以扩展到多台核心设备组网。例如在Leaf交换机为48万兆接入、6个40G上连的场景下,支持6个核心交换机的组网。

云计算数据中心三层到边缘的组网方式,路由协议的成熟度和标准化程度高,便于实现异厂家的Underlay混合组网。在纯三层组网时,使用VXLAN隧道技术实现跨越Leaf交换机的灵活Overlay二层通信。核心交换机只作为Underlay

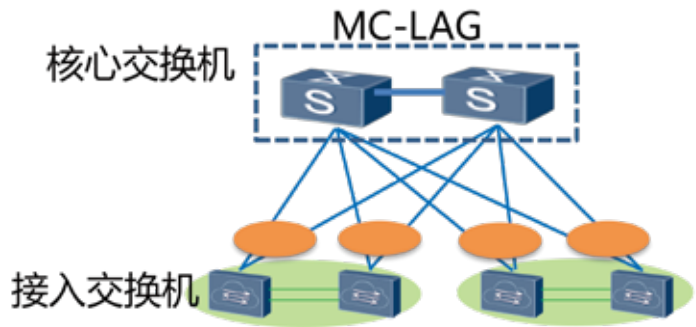


图2 云计算数据中心二层组网部署

设备来实现底层转发,基于ECMP实现负载均衡,相比MC-LAG等部署方式,配置简单,可以灵活扩容。

小规模云计算数据中心的二层组网部署

在云计算数据中心规模较小的场景下,核心交换机不超过两台,Underlay层面如仍需采用二层组网时,建议核心交换机优选MC-LAG方式组网。MC-LAG方式能提供更好的稳定性,实现不中断业务升级。接入交换机端口聚合上连两台核心交换机,实现链路的负载均衡。接入交换机和核心交换机间二层接口互联,接入交换机工作在二层模式,二层终结在核心交换机。云计算数据中心二层组网部署如图2所示。

需要注意的是在较小规模的云计算数据中心场景下,核心交换机数量不超过两台,因此可以将SDN-GW和核心交换机合设。在SDN-GW和核心交换机合设场景下,核心交换机可以采用堆叠方式部署,堆叠的管理面合一有利于SDN控制器的统一管理。

高可靠测试验证与倒换演练

三层到边缘云计算数据中心核心交换机可靠性测试验证、倒换演练

采用三层到边缘的Spine-Leaf架构云计算数据中心,核心交换机设备间相互独立部署。因此,在设备上线后的测试验证时,不用验证设备之间的主备切换等功能,直接验证链路中断、设备故障时的业务流量承载情况即可。

在设备安装网络工程施工完毕、核心交换机上线后,建议根据实际的业务需求和规划方案,检查设备部署模式和配置,检查设备状态和运行情况,并进行业务上线前高可靠性测试,测试步骤如下。

(1) 检查核心交换机所有端口和链路状态,检验到所有接入交换机的连通性。

(2) 查看各台核心交换机路由协议的配置和状态,并查看路由表。

(3) 选取分布在机房不同机架且位置较远的接入交换机作为测试点。两台堆叠的接入交换机为一组，选取两组，分别标识为组1和组2。

(4) 在接入交换机组1和组2下，分别部署测试服务器1和服务器2，进行业务流量的互访测试。

(5) 拔出一台核心交换机的主引擎，查看服务器1和服务器2的互访流量的中断情况。恢复此台核心交换机的主引擎，查看互访流量的中断情况。针对每台核心交换机，逐一进行拔插主引擎测试，要求测试流量不能中断。以此确认核心交换机设备的引擎能实现正常主备切换。

(6) 拔出一台核心交换机的一块电源模块，查看设备状态和服务器1、服务器2的互访流量的中断情况。恢复此台核心交换机的电源模块，查看互访流量的中断情况。针对每台核心交换机，逐一进行拔插电源模块测试，要求测试流量不能中断。以此确认核心交换机设备的电源模块能实现N+1备份。

(7) 拔出一台核心交换机的一块风扇模块，查看设备状态和服务器1、服务器2的互访流量的中断情况。等待一小时，持续观察设备状态和互访流量中断情况。针对每台核心交换机，逐一进行拔插电源模块测试，要求测试流量不能中断。以此确认核心交换机设备的风扇模块能实现N+1备份，且在一个电源模块拔出后，在一小时内设备无温度过高告警，设备工作状态不发生异常。（为加快测试速度，此步骤可以将所有核心交换机均拔出一块风扇模块，然后等待一小时，观察设备状态和互访流量中断情况）

(8) 接入到核心链路冗余测试。中断接入交换机组1到核心交换机的链路，逐条中断，在有M台核心交换机的场景下，最多中断M-1条链路。观察服务器1和服务器2的互访流量中断情况，要求流量可个别丢包（正好中断当前流量承载的链路时）但能迅速恢复，或者不丢包。

(9) 核心交换机设备冗余测试对核心交换机设备逐一断电，在有M台核心设备的场景下，最多中断M-1台设备的电源。观察服务器1和服务器2的互访流量中断情况，要求流量可个别丢包但能迅速恢复，或者不丢包。

MC-LAG或者堆叠部署的核心交换机可靠性测试验证、倒换演练

核心交换机采用MC-LAG或者堆叠部署时，测试步骤如下。

(1) 检查核心交换机所有端口和链路状态，检验到所有接入交换机的连通性。查看各台核心交换机的堆叠或者MC-LAG状态。

(2) 选取分布在机房不同机架且位置较远的接入交换机作为测试点。两台堆叠的接入交换机为一组，选取两组，分别

标识为组1和组2。

(3) 在接入交换机组1和组2下，分别部署测试服务器1和服务器2。进行业务流量的互访测试。

(4) 拔出一台核心交换机的主引擎，查看服务器1和服务器2的互访流量的中断情况。恢复此台核心交换机的主引擎，查看互访流量的中断情况。对另一台核心交换机，进行拔插主引擎测试，要求测试流量不能中断。以此确认核心交换机设备的引擎能实现正常主备切换。


(5) 拔出一台核心交换机的一块电源模块，查看设备状态和服务器1、服务器2的互访流量的中断情况。恢复此台核心交换机的电源模块，查看互访流量的中断情况。对另一台核心交换机进行拔插电源模块测试，要求测试流量不能中断。以此确认核心交换机设备的电源模块能实现N+1备份。

(7) 拔出一台核心交换机的一块风扇模块，查看设备状态和服务器1、服务器2的互访流量的中断情况。等待一小时，持续观察设备状态和互访流量中断情况。对另一台核心交换机进行拔插电源模块测试，要求测试流量不能中断。以此确认核心交换机设备的风扇模块能实现N+1备份，且在一个电源模块拔出后，在一小时内设备无温度过高告警，设备工作状态不发生异常。（为加快测试速度，此步骤可以将两台核心交换机均拔出一块风扇模块，然后等待一小时，观察设备状态和互访流量中断情况）

(8) 中断接入交换机1到一台核心交换机的链路，观察服务器1和服务器2的互访流量中断情况。恢复此条链路，中断接入交换机1到另一台核心交换机的链路，观察服务器1和服务器2的互访流量中断情况，要求流量可个别丢包（正好中断当前流量承载的链路时）但能迅速恢复，或者不丢包。

(9) 核心交换机设备冗余测试。

堆叠方式部署：将Master核心交换机断电，观察服务器1和服务器2的互访流量中断情况。以此确认原有Slave核心交换机单机工作时已变更为Master状态。将下电核心交换机重新上电，观察服务器1和服务器2的互访流量中断情况，要求流量可个别丢包但能迅速恢复，或者不丢包。对Slave交换机同样进行断电上电操作，观察服务器1和服务器2的互访流量中断情况，要求流量可个别丢包但能迅速恢复，或者不丢包。

MC-LAG方式部署：将一台核心交换机断电，观察服务器1和服务器2的互访流量中断情况。将下电核心交换机重新上电，观察服务器1和服务器2的互访流量中断情况。要求流量可个别丢包但能迅速恢复，或者不丢包。对另一台核心交换机同样进行断电上电操作，观察服务器1和服务器2的互访流量中断情况，要求流量可个别丢包但能迅速恢复，或者不丢包。 

智慧海洋, 通信先行

——5G海面超远覆盖技术及应用场景探究

■ 中国移动通信集团福建有限公司 冯焱彬 温国曦

近年来, 海洋产业生产总值始终占国内生产总值10%左右, 经济潜力巨大。随着国家“一带一路”倡议中“21世纪海上丝绸之路”建设的推进, 以及数字海洋、智慧海洋、智能航运等政策的陆续出台, 海洋通信的需求与必要性也日益凸显。现阶段, 由海上无线电通信系统、海洋卫星通信系统和岸基移动通信系统构成的海洋通信系统, 在一定程度上实现了海洋全球覆盖, 满足了航行船只的大部分通信需求; 但是对于大量其他海洋应用而言, 目前的海洋通信系统仍存在通信质量差、传输速率低等局限性。5G通信技术具有高速率、低时延、大连接的特点, 如何利用5G技术推动海洋经济高效发展, 是值得关注的课题。

5G海面超远覆盖技术

4G时代已有海面超远覆盖的相关研究与应用, 但规划覆盖距离普遍仅有20km, 且考虑到LTE带宽最大为20M, 容量无法满足当今多样化的应用需求。5G海面超远覆盖技术依赖岸基站实现对海面业务的通信服务, 即岸基站通过海域覆盖形成满足需求的海上小区; 同时用户终端通过与岸基站进行连接, 实现数据传输。因此, 整项技术可分为网络侧和用户侧两个部分展开研究。

网络侧

所谓的超远覆盖是相对于普通宏站覆盖而言的, 可实现大于普通宏站的覆盖范围, 小区覆盖半径在15km~100km。超远覆盖主要解决两个大问题: 传播模型和随机接入前导格式。

● 传播模型

超远覆盖距离主要指的是视距传播场景, 其有效覆盖范围取决于多种因素, 包括: 频段、传播模型、天线高度、基站功率、天线选型等; 频段越低, 天线海拔高度越高, 基站功率越大, 小区覆盖距离也就越远。其中, 据传播模型理论可得视距

能力理论值计算公式:

$$d = \sqrt{(Ht + Re)^2 - Re^2} + \sqrt{(Hr + Re)^2 - Re^2} \approx \sqrt{17}(\sqrt{Ht} + \sqrt{Hr})$$

式中, d 为视距距离(即小区覆盖距离), Ht 为基站天线挂高, Hr 为终端高度, Re 为地球半径(6370km)。可见, 可视距离与基站天线高度和终端高度有关。视距能力理论计算值如表1所示。

● 随机接入前导格式

超远距离无线覆盖的最终目的是要保证覆盖范围内的终端能够正常接入。3GPP在5G R15标准中定义了随机接入前导格式, 不同的随机接入前导格式决定了一个PRACH (Physical Random Access Channel, 物理随机接入信道) 占用的时域资源及小区的覆盖范围。如图1所示, 根据3GPP标准规定, 中国移动NR 2.6GHz只能支持PRACH Format 0格式, 支持的最大接入距离为14.5km; 若针对PRACH Format 0中GP (Guard Period, 保护时隙) 进行定制, NR 2.6GHz可拓展至支持最远59km接入, 目前业界主流厂家均对此功能展开了相应研究与应用。而相比之下, 移动

表1 视距能力理论计算值

基站天线挂高(m)	终端高度(m)	视距距离(km)
30	5	31.80
50	5	38.37
80	5	46.10
100	5	50.45
150	5	59.72
200	5	67.53
250	5	74.41
300	5	80.63
350	5	86.36
400	5	91.68

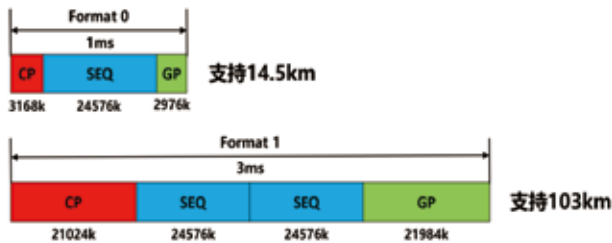


图1 PRACH不同格式支持的最大接入距离

NR 700MHz支持修改为Format 1格式，能够实现103km的最大接入距离，满足海面超远覆盖要求。

此前，福建移动在福州平潭海域进行了5G NR 700MHz的超远覆盖测试。测试结果表明，在距离400m站高的基站62km处，上传业务FTP速率仍有1Mbit/s；而在距离基站77km处，下载业务FTP速率为19Mbit/s，最终在79km处脱网。该测试表明，NR 700MHz超远覆盖可以满足用户70km以内网页浏览，50km以内1080p视频直播，40km以内VoNR、2K高清视频的需求。

用户侧

海上用户接入5G网络主要有用户手机终端直接接入和通过5G CPE接入两种方式。为直观体现两者的业务体验差别，笔者做了两种方式在上下行速率及信号RSRP值上的对比测试。测试站点高度95m，终端接入高度6m，700MHz天线增益15.5dBi。

CPE高增益天线上下行速率对比如图2所示，CPE不同增益天线上下行速率对比如图3所示，不同距离用户接入方式上下行速率对比如图4所示。

测试结果有如下结论。

- 1.CPE外接6dBi高增益天线相比3dBi低增益天线，上行速率提升约84%，下行速率提升约33%。
- 2.CPE外接四根高增益天线相比手机直接接入，上下行



图2 CPE高增益天线上下行速率对比



图3 CPE不同增益天线上下行速率对比

业务速率翻倍。

3.距离站点28km处的远点，手机上行速率约为8Mbit/s，CPE同比上行速率可达35Mbit/s，下行速率也有约56%的增益，能够有效解决超远覆盖远点上行受限的问题。

此测试结果为海域范围内场景化网络部署提供了建设性的指导建议。如近海范围内的小型渔船，可直接通过手机终端接入5G网络；中近海以及固定场景，利用CPE外接两根低增益天线实现覆盖，兼顾成本与体验；而对于中远海的货轮或to B大上行业务，可使用CPE外接高增益天线，解决室内信号弱的问题，相对卫星业务节省了资费，同时提升了体验。

5G海域应用场景

通过超远覆盖技术实现海面5G网络覆盖后，凭借5G高速率、低时延、大连接的特点，海上风电、渔排监管、旅游观光、执法救援等应用场景将迎来新的机遇。

海上风电

随着技术的不断演进，海上风电场逐渐走向深海，随之而来的高速通信保障成为一大难题。同时，海上风电特殊的环境与部署技术，也给运维带来了作业难、成本高、响应慢等困难。通过在沿海岸边建立高站，结合超远覆盖、载波聚合等创新技术，可满足风电场运维人员的基本通信需求。同时借用风电场的光电复合缆解决信号回传问题，在升压站部署5G设备、在风车内搭建4G/5G室分系统，可实现高速5G信号无缝覆盖，助力海上风电场引入高清视频监控、5G无人机巡检、AR远程协作、特种作业机器人等创新应用，减轻了人工运维的压力并降低了成本。海上风电监控业务组网如图5所示。

渔排监管

利用原有摄像头，以有线/Wi-Fi方式接入，通过5G CPE转换为5G空口接入5G蜂窝网络，渔排动态数据通过5G无线

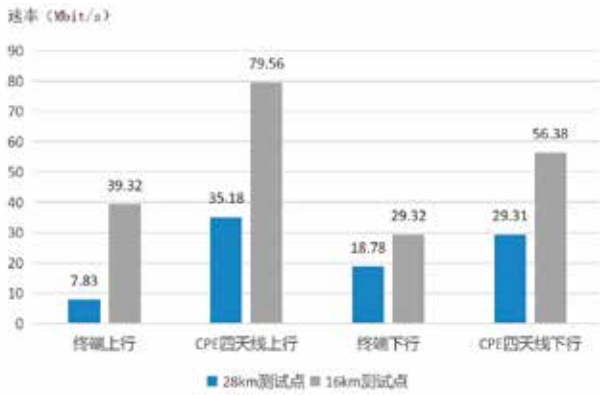


图4 不同距离用户接入方式上下行速率对比

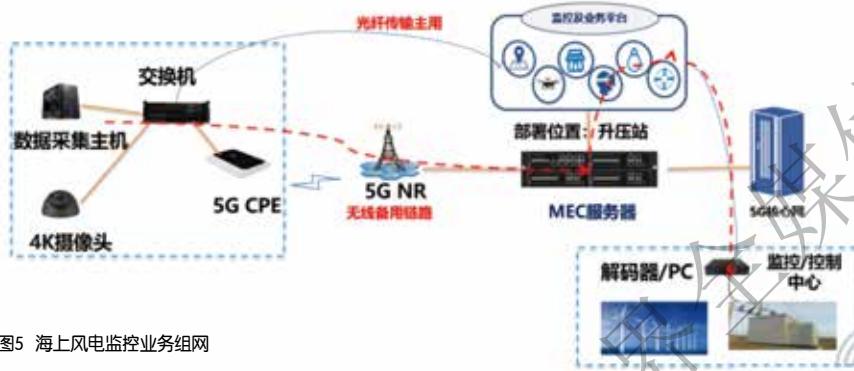


图5 海上风电监控业务组网

传输到岸边机房部署的MEC，再通过光纤回传到后方，便于管理人员统一监控，实现安全预警。

此外，也可以通过5G超低时延视频网关，实现80ms以内的端到端低时延视频传输，并利用AI识别能力，在监控画面无变动时不进行数据回传，进一步压缩回传带宽，提升网络整体利用效率。

旅游观光

5G与AR/VR旅游的融合，便于游客随时随地进行导航定位、信息浏览、旅游规划、高清直播等，让游客深度体验和了解景区，与景区实现实时互动，让景区信息更方便获取、行程安排更个性化。同时，5G网络凭借其大带宽、高传输、低延时的特性，能够有效解决延时造成的眩晕问题，将直播信号实时传输至云端供用户观看；5G也使VR直播突破了场地的限制，能够随时随地带用户进行风景名胜的沉

浸式游览。

此外，前文提到的渔排等养殖场景也在向“渔旅结合”方向进行转型，通过引入可灵活搭建的“游牧式”基站，快速打造本地5G专网，除了海洋环境生态的实时数据采集，还能满足旅游旺季旅客室内影音娱乐、直播等极致体验需求。

执法救援

在加快建设“海洋强国”的时代背景下，海上执法对于维护海洋秩序、维护海洋权益、发展海洋经济具有重大意义，包括执行打击海上违法犯罪活动、维护海上治安和安全保卫、

海洋渔业管理、海上缉私等任务。海域5G连续覆盖可以满足工作人员对现场视频的移动采集、处理和双向回传，以便后台管理人员与前端现场人员双向语音对讲，实现远程指挥，提高执法救援效率，不仅能够保障前线工作人员的正当权益，也保障了人民群众的利益。

同时，5G网联无人机可搭载高清摄像头、远程IP喇叭等设备，在进行巡查时，摄像头将现场视频通过5G无线网络动态传输到岸边机房部署的MEC，再通过光纤回传到监控中心。执法人员通过

摄像头对现场违法行为拍照、取证，并可通过IP喇叭对现场人员进行远程信息播报。执法救援业务组网如图6所示。

小结

5G通信技术从陆地走向海洋，能够有效解决海面离岸100km以内的通信需求，并在一定程度上释放了卫星资源。本文通过研究5G海面超远覆盖技术与实际测试结果，给出了网络侧与用户侧的部署建议；同时对5G+智慧海洋平台进行展望，赋能海上风电、渔排监管、执法救援等场景数智化转型，为海洋经济发展助力。



图6 执法救援业务组网

奋进新征程 建功新时代

非凡十年

