

通信世界

COMMUNICATIONS WORLD

总第925期 2023年8月10日 第15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

RedCap

——触即发？

运营商开关eSIM业务
为何选择不同？ /P4

福建移动：以数为媒
绘就八闽大地“新画卷” /P26

国内外大模型产业
如何发展？ /P33

ISSN 1009-1564



9 771009 156234

广告

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

工业互联网“双跨”平台扩容容易“脱颖”难？

刘启诚

工业和信息化部近日发布了2023年新增跨行业跨领域（以下简称“双跨”）工业互联网平台清单。清单显示，2023年新增包括中国联通格物Unilink工业互联网平台、金蝶星域工业互联网平台、火石工业互联网平台、中国移动OnePower工业互联网平台、CHIM工业互联网平台、天翼云工业互联网平台等在内的23个“双跨”工业互联网平台，加上此前已获评的28家，目前“双跨”平台企业共计51家。

“双跨”平台如此大规模扩容，是否意味着我国工业互联网发展进入到了一个新阶段？原来28家“双跨”平台取得的成果如何？新进入的23家又有何优势和特点？这些问题想必都是业界比较关注的。

工业互联网作为数字经济的重要组成部分，已成为中国工业转型升级和创新发展的重要驱动力。过去的一年中，中国工业互联网的发展一直保持着高速节奏，不断涌现出各种新技术和新场景。近年来，中国工业互联网平台发展建设如火如荼，并呈现出百舸争流之态势，具有一定影响力的工业互联网平台已超240家。而工信部推出的“双跨”工业互联网平台对国内工业互联网快速发展起到了引领作用。

可以看出，本次23家工业互联网平台能够脱颖而出，在于其各项评价指标

（包括工业设备数量、工业模型数量、工业APP数量等21项细化指标）过硬。但未来，这23家平台能否成为工业互联网产业大潮中的中流砥柱，还要看自身过硬的本领。

当前中国工业互联网正步入规模化发展的新阶段，处于发展突破的战略“窗口”期、发展“快车道”和产业“深耕期”，谁能推动工业互联网在更多行业快速落地应用，谁就能在工业生态整体优化方面掌握更多话语权。

因此，对于这51家“双跨”工业互联网平台来讲，真正的挑战在于工业互联网平台生态体系的建设。从目前情况看，我国的工业互联网平台生态体系建设任重而道远。一方面，目前国内缺乏产业巨头，尚不具备整合控制系统、通信协议、生产装备、执行系统、管理工具、专业软件、平台建设等各类资源的能力，国内工业互联网平台企业业务仍局限于垂直细分领域，工业PaaS搭建、开发者社区建设、商业模式创新能力严重不足。另一方面，开源社区和工业APP开发队伍建设较为落后，开发者规模和能力与国外工业互联网平台相比差距显著，严重制约了工业APP的培育。51家“双跨”平台谁能最先孵化出自己的生态系统，谁就将在未来的竞争中脱颖而出。 

CONTENTS 目录

述评 Review

- 4 运营商开关eSIM业务为何选择不同?
- 5 千帆已过, 华为手机势头仍劲

专题 Topic RedCap: 一触即发?

- 7 RedCap标准及产业进展
- 9 图说RedCap
- 10 5G RedCap技术发展与应用
- 12 5G RedCap技术能否助力运营商重拾信心?
- 14 RedCap能否让5G真正“轻”下来?



P7 RedCap标准及产业进展

广告目录

封二 通信世界形象广告
封底 强化科技创新 赋能、释放数字经济新动能公益广告



P45 浅析基于“5G+千兆全光网” 构建智慧高校超融合网络架构

产业 Industry

- 17 中国蜂窝物联网模组产业发展研究
- 20 数字政府和智慧城市集成运维模式研究与实践
- 24 5G助力智慧铁路数字化转型
- 26 福建移动: 以数为媒, 绘就八闽大地“新画卷”
- 28 万物互联时代
物联网安全风险分析及应对措施研究
- 30 “军团”模式能否打开5G行业市场的新天地?
- 33 国内外大模型产业如何发展?
- 35 AI大模型风起云涌, 未来应着力推动数实融合
- 37 元宇宙没有“凉”, 正处于筑基时代
- 39 中国手机行业嬗变: 从销量驱动转向价值驱动
- 41 折叠屏手机高速增长
开启机遇与挑并存的“游戏”
- 43 看见数字湖北: 5G与算力共舞
共育数字经济累累硕果

技术 Technology

- 45 浅析基于“5G+千兆全光网”
构建智慧高校超融合网络架构
- 48 半有源波分技术在集团客户专线接入场景的应用
与实践



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

执行副主编：程琳琳

采 编 部：王 涛 甄清岚 梅雅鑫 王禹蓉 孙 天

朱文凤 王鹤迦 包建羽 盖贝贝

美 术 编 辑：杨斯涵 李 曼 张 航

持 证 记 者：刁兴玲 程琳琳 甄清岚 郑勇志

刘华鲁 梁海滨 牛晓敏

（国家新闻出版署 举报电话：010-83138953）

市 场 部：申 晴 孟 月 姜蓓蓓 沈新竹 刘适之 曹俊英

尹 源

工 联 网：郑勇志 刘艳玲 胡锦涛

视 频 编 辑：林 嵩 黄杨洋 卢瑞旭

技 术 支 持：伍朝晖

通信地址：北京市丰台区顺八条1号院2号楼北阳晨光大厦3层

邮 编：100079

编辑部：+86-10-52266521

营销部：+86-10-52266541

+86-10-52265997

发行部：+86-10-52265707

通信世界网网址

Website：www.cww.net.cn

投稿邮箱：cww@bjxintong.com.cn

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

出版日期：2023年8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 翀 中国工信出版传媒集团总经理

编委会副主任

赵中新 中国通信企业协会副会长兼秘书长

刘华鲁 中国工信出版传媒集团副总经理

编委会委员

蒋林涛 中国信息通信研究院科技委主任

余晓晖 中国信息通信研究院院长

鲁春丛 中国工业互联网研究院院长

李长海 中国工信出版传媒集团原总经理助理

沈少艾 中国电信科技创新部顾问

张成良 中国电信研究院院长

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程师

窦 笠 中国铁塔股份有限公司技术部总经理

杨 骅 TD产业联盟秘书长

吕廷杰 北京邮电大学教授

梁海滨 北京信通传媒有限责任公司副总经理

刘启诚 通信世界全媒体总编辑

陈山枝 中国信科集团副总经理

法律顾问：北京市蓝石律师事务所

发行范围：公开发行

国内发行：中国邮政集团公司北京市报刊发行局

订购处：全国各地邮局 **邮发代号：**82-659

国外发行：中国国际图书贸易集团有限公司（北京399信箱）

国外发行代号：T1663

广告发布登记：京东市监广登字20170149号

本刊声明

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

运营商开关eSIM业务为何选择不同？

马继华

不久之前，中国移动与中国电信相继宣布暂停办理eSIM手表业务，引发了业界关注。一时间，很多人都猜测运营商是因为安全原因暂停了eSIM业务。

不过，随后中国联通发布声明称，中国联通继2019年在全国范围内推出了eSIM“一号双终端”和独立号业务之后，将于近期推出“开通联通eSIM，享受购买智能手表直降”活动，也就是从侧面辟谣了。

实际上，中国联通前一段时间确实也曾宣布国内部分地区已无法开通中国联通 eSIM 安卓手表“一号双终端”业务，但现在应该是恢复正常了。

随着智能手机的发展演进，SIM卡也一直在进化，体积和面积越来越小，以致于大家都认定未来实体SIM卡将消失，也就是eSIM将变成主流。

一般来说，eSIM 即虚拟的 SIM 卡，直接嵌入到智能设备的芯片上，为每个终端设备提供身份证明，使其得以接入运营商的通信网络。eSIM的优点是大大节省了手机内部空间，也为用户减少了更换手机卡等繁杂流程。

智能手机采用eSIM，能够提高终端产品在外观、便携、防水防尘等方面的品质，也有利于实现业务“即通即用”的互联网化体验，节省用户办理业务时长，有效提升数字化水平和服务质量。

eSIM的上述优点可以为智能终端厂商的产品设计和运营带来很多好处，因此广受欢迎，特别是苹果公司。

据报道，苹果早在2011年就开始为eSIM申请专利，长期致力于将eSIM带入iPhone手机，并形成行业标准。苹果从最初的为手机提供eSIM选择，到iPhone 14的本土版只使用eSIM而取消了实体卡槽，始终是eSIM引领者，其“野心”不小。

不过，虽然苹果坚持不懈地推动eSIM产业向前发展，但运营商们并不热心，而其他智能手机企业好像也不太“感冒”，主要原因是苹果的eSIM“损人利己”太过明显。按照苹果公

司的设计，使用eSIM后，苹果手机用户换机将不再需要其他操作，只要在苹果体系内就能完成。那么，苹果手机用户换机到其他手机品牌的可能性将大大降低，而运营商也被抛在一边，用户换网甚至都不用通知运营商。

更为社会所关注的是，eSIM依靠远程管理平台，有被黑客入侵或感染病毒的可能，而空口传输增加密钥、证书等信息的生成和写入，也容易被窃听或干扰；同时，终端eSIM应用，同样可能存在安全漏洞。其中，任何一个环节出现问题，受损的都是用户和运营商，而作为主导方的手机厂商却可以完全置身事外，毫发无损。

在这种商业模式中，基本上只有苹果公司一家获益，其他所有相关方都没有什么好处，甚至连用户也没有实际收益，推动起来的难度自然很大。

在国内运营商中，中国联通对eSIM更为关注和支持，主要原因是中国联通与苹果有多年的合作关系，在中国联通的高端商务用户中有大量的苹果粉丝，eSIM的绑定行为对中国联通的用户而言“有百利无一害”。

公开资料显示，截至目前中国联通已经与产业链伙伴联合推出了超过20款eSIM终端产品，涵盖了手表、5G通信壳、摄像头、5G CPE等多种eSIM应用，并且正在从穿戴类产品向PAD/笔记本电脑、物联网、车联网等应用领域拓展。

同时，中国联通在eSIM上也是试点早、投入大，平台更为成熟稳定，在发展eSIM的主要终端智能手表方面拥有一定优势。坚持eSIM不动摇，对中国联通是合适的选择。

不管怎样，eSIM实际上是未来智能终端发展的必然选择，越来越丰富多彩的智能设备因eSIM而更加易用、可用、好用，新的数字化应用也将应运而生，现在需要做的就是调动各方的积极性、完善系统安全，使其尽快造福于信息化社会。

（作者为通信行业资深分析师）

千帆已过, 华为手机势头仍劲

朱文凤

千帆过尽, 华为依旧强大, 正逐步收复手机市场失地。

IDC近日发布的数据显示, 今年第二季度, 华为以13%的市场份额重回国内前五, 与小米并列, 并且创下了76.1%的同比增幅, 大幅领先其他厂商。芯片“断供”三年后, 在智能手机市场的激烈竞争中, 华为再次以“黑马”姿态出现。

其实在今年第一季度华为手机的增长之势就已经显露, Counterpoint数据显示, 今年第一季度华为智能手机出货量同比增长41%, 华为Mate X3中国区销量第一, 华为P60系列中国区4000~6000元价位段销量第一。

有消息称, 年初华为将2023年手机出货量目标设定为3000万部, 而近期已将这一目标上调至4000万部。显然华为有信心应对手机市场的变化, 其底气何在? 笔者认为有四大方面。

其一, 华为产品发布周期恢复正常, 产品线布局完善。麒麟芯片“断供”后, 华为一度没有产品推出。对此, 华为采取了一系列应对措施, 如积极寻找替代品、寻求国内与国际合作、加大自主研发力度等。随着供应问题的缓解, 今年华为产品发布节奏恢复正常, P60系列、Mate X3、nova 11、畅享60等高中低端产品均正常上市, 强劲的产品线是华为手机销量增长的重要保障。

其二, 华为手机竞争力不俗, 赢得消费者信赖。华为手机拥有非常庞大的制造体系, 工业能力、研发能力以及方方面面的运作皆是行业标杆, 曾经华为的高端市场份额超过了40%, 华为高端机型一度被认为是行业最好的手机。因此, 现阶段的华为手机在没有5G功能的情况下, 产品竞争力依旧不俗。同时, 华为在国内市场拥有广泛的用户基础和忠实粉丝, 有调查显示, 在华为手机用户中, 有高达73.3%的人下一部手机仍将继续选择或者首先考虑华为。今年“618”促销期间, 中国智能手机销量同比下降8%, 而华为手机销量却同比大幅增长52%。

其三, 华为手机把“人文”科技发挥得淋漓尽致。从Mate 50系列的北斗卫星通信、昆仑玻璃、华为影像XMAGE, 到Mate X3

以及P60系列上的华为临境显示、灵犀通信、双向卫星通信, 以及在续航、设计、人机交互等方面的创新, 华为在影响用户体验的各个维度不断优化, 使华为手机获得消费者的高度认可。加之目前手机同质化严重, 5G创新应用也几乎没有, 华为4G手机出色的使用体验让很多消费者觉得物有所值。此外, 鸿蒙OS拥有强大的跨平台协作能力, 这也成为消费者无法拒绝华为手机的一个重要因素。

其四, 华为领跑折叠屏手机市场。华为是行业内唯一一手握内折、外折、竖折三种折叠形态的手机厂商, 相关报告显示, 在折叠屏手机品牌的整体认知度上, 华为知晓率达84.1%。从2020年至2022年, 华为连续三年占据国内折叠屏手机市场份额50%以上。如今折叠屏手机市场是唯一增长的细分市场“赛道”, 华为折叠屏手机是其实现高速增长不可忽视的存在。

种种因素的叠加, 使得今年上半年华为手机销量一路上涨, 下半年或仍保持同比高速增长, 与苹果争夺更多的高端市场份额。华为手机虽然强势复苏, 但能否重回巅峰仍取决于海外市场 and 5G手机市场。

不可否认的是, 目前华为手机的海外市场份额仍非常低, 当然华为也开始加大重返海外市场的步伐, 今年5月, 华为在德国慕尼黑发布了P60系列手机及系列旗舰产品, 但重塑品牌价值仍需要时间。

而业内留给华为5G手机的时间不多了, 当前国内手机市场基本完成从4G向5G的过渡, 预计到2025年5G用户渗透率将超过50%, 届时天平将彻底反转。最近有博主爆料称, 麒麟手机芯片将于年内回归, 但专业人士表示, 除非在高通芯片上外挂5G基带, 否则短期内华为5G手机很难出现。

“我曾踏足山巅, 也曾进入低谷, 二者都让我受益良多, 攀登的过程也许漫长, 但巅峰的风景是值得的。”笔者相信, 华为的每一步都是更接近目标的一步, 我们期待华为再造一个新华为。(作者来自本刊编辑部) 

完善5G无线体系，助力5G应用“轻装上阵”。RedCap作为最具发展前景的轻量化5G技术，可有效降低5G行业终端成本与功耗，充分满足千行百业的中高速率、低时延、高可靠、低功耗需求，是产业公认的R17中最先商用、最具市场前景的新技术。

商用在即，一触即发！通信世界全媒体特策划“RedCap：一触即发？”专题，与ICT产业专家一起，为RedCap产业发展建言献策。

RedCap

— 触 即发？



RedCap标准及产业进展

■ 中国信息通信研究院移动通信创新中心 黎卓芳

3GPP于2022年6月冻结的5G标准版本Rel-17, 面向中高速连接场景引入了第一项基于5G的蜂窝物联网技术, 并定义为5G轻量化终端设备类型——“RedCap”。国内外同步启动RedCap技术研发, IMT-2020(5G)推进组基于产业发展节奏, 分两个阶段规划我国RedCap技术试验, 2022年已完成关键技术测试, 2023年将开展设备端到端的互操作测试。

首个5G物联网国际标准发布

基于5G统一空口的RedCap是“轻量化”的5G蜂窝物联网技术, 在满足特定应用需求的前提下, 通过精简设备能力和降低设备复杂度, 达到节约成本、缩小尺寸、降低功耗和延长寿命等目标。

RedCap重点面向工业无线传感器、可穿戴设备和视频监控等应用场景, 技术定位介于5G 增强移动宽带(eMBB)与低功耗广域(LPWA)技术之间。RedCap能够实现高于NB-IoT、LTE-M等LPWA物联网技术的数据传输速率; 同时, 其终端成本和功耗又远低于5G eMBB, 在使用RedCap后终端成本降幅最高可达70%, 在传感器场景下电池续航时长高达两年。

为降低成本和功耗, RedCap在Sub-6GHz频段将最大带宽从

100MHz收窄至20MHz, 带宽降至20%; 接收天线数/通道数从典型的4天线减少为2天线或1天线接收, 最小接收天线数/通道数降至1/4; 最大调制阶数从256QAM降至64QAM, 并支持半双工模式等。此外, RedCap终端还可以根据应用需求, 选择支持VoNR、小数据包传输、较低时延、网络切片、定位等5G原生能力, 通过定制化方案平衡性能与成本, 满足更多物联网场景需求。

目前, 3GPP正在制定的Rel-18标准, 面向智能电网、智慧城市、工业自动化和工业监测传感等速率需求更低、对终端成本更敏感的业务, 提出了5G RedCap演进技术, 进一步降低RedCap终端设备成本与复杂度, 拓宽5G在蜂窝物联网领域的应用空间。

分两阶段规划我国RedCap技术试验

2022年3月, IMT-2020(5G)推进组(下称“推进组”)基于产业发展节奏, 明确了我国RedCap技术试验规划包括制定试验规范和构建测试环境两部分, 并分两个阶段组织RedCap技术与产品测试。2022年面向典型应用场景, 推进组制定关键技术测试规范, 开展芯片测试终端和终端原型样机测试; 2023年面向商用需求, 重点验证RedCap商用和预商用设备的端

到端功能, 以及芯片测试终端和系统间的互操作能力, 推动产业成熟。

第一阶段的关键技术试验于2022年11月圆满完成, 验证了RedCap各项关键技术以及测试终端与系统配合工作的基本能力。其中, 华为、中兴、中国信科、爱立信和诺基亚贝尔5家系统厂商通过升级5G商用基站软件, 完成了系统侧的RedCap关键技术功能和外场性能测试; 翱捷科技(ASR)、紫光展锐等厂商基于芯片的RedCap测试终端参加了关键技术功能和外场性能测试; vivo、必博科技基于RedCap终端原型验证平台参加了关键技术功能测试。

RedCap外场测试是在怀柔外场的5G试验网络环境中, 采用3.5GHz频段商用系统配置, 对RedCap UE的接入与基本工作、下行和上行单用户峰值速率、多点接入与速率、用户面时延和基站间切换等内容开展测试。测试数据显示, 部分系统与芯片厂商组合的上下行峰值速率接近或可达到预期理论值, 但部分测试组合尚有一定差距; Ping包用户面平均时延最小可达7ms, 与eMBB终端时延相当; 部分测试组合的性能与工作稳定性仍有待提升。

第二阶段的RedCap设备端到端功能和互操作试验工作已于2023年初启动。今年6月, 推进组发布

了《RedCap终端设备技术要求》《RedCap终端设备测试方法》《支持RedCap的基站设备技术要求》《支持RedCap的基站设备测试方法》《RedCap外场性能测试方法》和《RedCap终端与基站互操作测试方法》等6项设备级技术试验规范。今年的试验将在第一阶段关键技术测试的基础上,重点验证RedCap设备和系统的商用能力,增加面向商用需求的基站功能、终端功能、终端与系统的互操作以及外场性能测试。目前,产业界正在进行RedCap芯片终端与5G系统的调试,8月底将正式启动测试,11月前完成二阶段全部试验工作,为我国RedCap的正式商用提供技术支撑。

快速推进RedCap通信行业标准制定

2023年4月,中国通信标准化协会(CCSA)无线通信技术工作委员会(TC5)的移动通信无线工作组(WG9),正式启动了基于Rel-17的RedCap终端设备及支持RedCap的基站设备通信行标制定工作。标准由中国信通院与运营商牵头,国内外基站、终端、芯片和模组等企业广泛参与。在起草单位的积极推进下,《轻量化(RedCap)终端设备技术要求(第一阶段)》和《6GHz以下频段基站设备技术要求(第三阶段)》已完成第三版征求意见稿,预计8月形成标准送审,年底前完成标准编制,并进入报批阶段。在技术要求标准内容基本定型后,开始起草3项测试方法标准,即《轻量化(RedCap)终端设备测试方法(第一阶段)第1部分:功能和网络兼容性测试》、《轻量化(RedCap)终端设备测试方法(第一阶段)第2部分:一致性测试》和《6GHz以下频段基站设备测试方法(第三阶段)》。这3

项标准将于明年6月前提提交报批,初步形成指导RedCap技术与产品研发的标准体系。

RedCap国际标准仍在持续演进,CCSA也于今年启动了面向增强RedCap技术的标准预研课题——《5G轻量化终端的演进关键技术研究》。产业界正基于应用发展需求,研究RedCap演进技术的新业务场景、关键技术和网络部署方案等,预计年底完成研究工作。2024年,推进组将基于研究结论,向工信部提交面向3GPP Rel-18版本的第二阶段RedCap通信行标立项建议,并于2025年形成标准文稿。

积极规划RedCap产品“路标”

RedCap是目前解决5G终端高成本问题的有效途径,产业界积极跟进RedCap产品规划,以期快速实现RedCap商用,助力5G与行业的融合向纵深发展。

在芯片方面,高通、联发科技、紫光展锐、翱捷科技等主流芯片企业积极投入研发,预计2023年第三季度将推出工程样片或预商用芯片,随后陆续发布商用芯片,2024年实现芯片的规模商用。值得一提的是,相比于5G NR,RedCap研发门槛较低,这也给予了国内芯片初创企业更多的发展空间,必博科技、新基讯、无锡摩罗科技等新兴芯片企业也启动了RedCap的技术和芯片研发。

在终端方面,厂商为典型的消费应用场景和行业应用场景规划了多样的RedCap终端设备。预计2023年RedCap终端将具备商用条件,业界出现面向智慧电力、视频监控等场景的终端样机,2024年RedCap终端进入商用阶段,形态日渐丰富。

在模组方面,预计2023年底移远通信、广和通、鼎桥等企业将推出基于RedCap模组的样机,2024年商用模组陆续问世。对于应用方最关注的成本问题,RedCap模组商用初期价格约在250~300元区间。随着应用规模的不断扩大,预计未来RedCap模组价格将逐步降至60元左右,与LTE Cat.4售价相当。

在网络方面,5G基站可以通过软件升级的方式支持Rel-17协议版本和RedCap相关功能。面向智能可穿戴设备等消费类应用,推进组建议基站基于5G现网逐步升级RedCap功能,依托我国5G公网优势为消费类终端提供更广的覆盖和更稳定的连接。而面向智慧电力、视频监控等行业应用,推进组则建议根据不同场景的业务需求,制定差异化的网络部署方案,既可以升级现网支持RedCap及5G相关特性,也可以按需部署新的5G网络。2023年5G基站将支持RedCap,预计2023年底前我国将推出RedCap商用版本基站,同时运营商启动RedCap网络升级,围绕电力、工业、视频监控等重点行业进行项目试点,打造示范案例。从2024年开始,我国将根据不同场景的业务发展需求,有序推动5G RedCap网络规模升级和商用部署。

基于产业各方努力,2023年RedCap产业链将逐步成熟,预计年底商用芯片将陆续发布,5G网络启动RedCap升级并实现首个商用案例;2024年RedCap商用芯片模组和商用终端上市,网络升级范围扩大;2025年RedCap产业开始进入规模发展阶段。随着全球5G的大规模商用,5G发展进入“下半场”,产业界对RedCap赋能千行百业寄予厚望,期待RedCap在各方的共同努力下,在未来物联网领域实现“新爆发”。

图说RedCap

概念定义

RedCap (Reduced Capability) 也称轻量化5G, 通过缩减终端带宽、减少收发天线数量、降低调制阶数等方式降低终端成本和功耗。



技术优势

终端复杂度降低
约60%

可基于5G现网
平滑升级引入

延续了5G NR的各类优秀特性

标准进度表



政策牵引

《5G应用“扬帆”行动计划（2021—2023年）》

加快轻量化5G芯片模组的研究及产业化, 进一步提升终端模组性价比

《“十四五”信息通信行业发展规划》

加快模组分级分类研发, 优化模组环境适应性, 持续降低功耗及成本

应用场景

工业无线传感器

包括工业环境中的压力传感器、湿度传感器、运动传感器、温度计、加速度计、驱动器

视频监控

用于城市管理、工业/农业或各类区域监测场景中, 存在实时视频监控需求

可穿戴设备

包括智能手表、智能手环、医疗监控设备等, 普遍要求设备体积小、功耗低

产业推进

模组: 中国电信、中国移动 (MR880A)、中国联通 (雁飞)、移远通信、鼎桥、广和通、日海智能、美格智能

芯片: 高通、联发科技、紫光展锐、翱捷科技

重要节点

- 2022年3月, IMT-2020 (5G) 推进组明确我国RedCap技术试验规划
- 2022年6月, 3GPP R17冻结, RedCap完成标准化
- 2022年, IMT-2020 (5G) 推进组完成关键技术测试
- 2023年, 开展设备端到端的互操作测试
- 2023年5月, 中国电信发布《中国电信5G RedCap产业白皮书》
- 2023年5月, 中国联通成立5G RedCap产业联盟
- 2023年7月, 中国移动发布《5G RedCap轻量化通用模组技术要求白皮书》
- 2023年7月, 中广电移动网络完成了RedCap技术端到端能力测试



5G RedCap技术发展与应用

■ 中通服咨询设计研究院 朱晨鸣

第五代移动通信技术(5G)定义了增强型移动宽带(eMBB)、海量机器类通信(mMTC)和超可靠低延迟通信(uRLLC)三大应用场景,以满足不同用户的差异化需求。然而随着技术应用的深入,在视频监控、可穿戴设备等一些中高速应用场景中,5G新空口(NR)并不能满足其需求,5G技术需要进一步优化。因此,第三代合作伙伴项目(3GPP)在Release-17(R17)版本中定义了“轻量化5G”(Reduced Capability, RedCap)。

Redcap标准演进

为了满足eMBB、mMTC、uRLLC三大场景的业务需求,3GPP在R15版本中首次引入5G NR无线接入技术,并在R16版本中进一步增强了5G NR相关技术。

然而,在一些中高速率物联网应用场景(如智能手表等可穿戴设备、压力传感器、运动传感器等工业无线传感器,智能城市、工业视频监控等),5G NR技术难以做到适配。因此3GPP又在R17版本中定义了RedCap,以满足中高速率物联网应用场景的需求。

在继承5G NR关键特性的同时,RedCap降低了对数据速率、时延等的要求,而在设备成本、复杂性、功耗等方面有所提升。RedCap与eMBB、uRLLC和mMTC典型性能比较如图1

所示。

在时延方面,uRLLC的目标时延为1ms,而RedCap应用在工业传感器的目标时延低于100ms,视频监控的目标时延低于500ms。

在传输速率方面,eMBB的目标峰值速率在下行链路中可达20Gbit/s,在上行链路中可达10Gbit/s。而要求最高的RedCap应用(例如可穿戴设备),其下行链路要求为150Mbit/s,上行链路要求为50Mbit/s。

在电池寿命方面,mMTC的目标是10~15年,而对于RedCap应用来说,工业传感器的目标是几年,可穿戴设备的目标是一到两周。

R18标准中RedCap技术的性能有望进一步增强,RedCap也将对标4G Cat 1/1bis(专为4G LTE物联网应用而设计的终端类别),通过缩减业务带宽、降低峰值速率等方式降低终端复

杂度,并拓展智能电网、健康监测等新的应用领域。

RedCap技术特点

终端复杂度降低

目前RedCap的许多业务都可以由低等级LTE终端替代,这些LTE终端的硬件要求比NR终端更为简单。因此,需要引入一种复杂性较低的NR终端,以更好地适配现有5G网络。在R17版本中,相对于常规的5G NR终端,RedCap技术在减少最大终端带宽、减少终端的最小天线配置、放宽最大下行调制阶数和支持FDD频段的半双工操作等方面进行了简化。

与常规NR终端相比,RedCap终端预计可将低频段或中频段(FR1)终端的调制解调器复杂度降低约65%,将高频段(FR2)终端的调制解调器复杂度降低约50%,同时保持足够高的峰值数据速率,以便服务于要求更高的物联网应用场景。

节能技术优化

3GPP在R17版本中为RedCap终端引入了扩展不连续接收(eDRX)机制和放宽无线资源管理(RRM)的方式延长电池寿命。

1. 扩展不连续接收

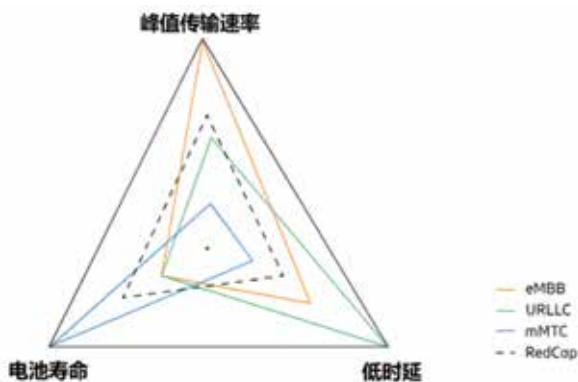


图1 RedCap与eMBB、uRLLC、mMTC典型性能比较

(eDRX) 机制

在物联网中，终端和网络之间的数据流量通常具有间歇性或突发性。在数据包到达前，接收机处于不活动状态；而当接收机需要接收数据流量时，则需要进入连续活动期。在R15版本中，3GPP为NR引入了不连续接收（DRX）机制，允许终端在不活动期间进入“休眠”状态。

在空闲和非活动无线电资源控制（RRC）状态下，配置DRX的终端基于DRX周期在寻呼时机监视下行控制信道（PDCCH），以接收寻呼消息的调度信息。终端可以在剩余时间内进入省电状态（例如关闭接收器），从而显著降低功耗。

在R17版本中，RedCap引入了eDRX机制以进一步优化节能效果。eDRX在DRX机制基础上，采用了更长时间的休眠模式，以此降低功耗、获得更高的续航能力。终端在休眠周期结束之前无法响应，因此在配置eDRX周期时，终端唤醒频率较低，并且不强制要求在休眠周期期间监控寻呼消息和通知。但eDRX技术在显著降低终端功耗的同时，也存在增加下行链路时延等问题。

由于RedCap没有像eMBB、uRLLC应用那样的低时延要求，因此可以牺牲时延性能来提高电池寿命。此外，当上行链路中有数据活动时，终端无法保持在休眠状态。因此，上行链路中的数据传传输越频繁，电池寿命的性能提升就越小。

2. 无线电资源管理（RRM）测量放宽

在5G网络中，终端会对基站广播的下行链路信号执行RRM测量。由于接收机（有时还包括发射机）需要始终保持活动状态，因此该过程会消耗终端中的能量。要想延长终端电池寿命，可以通过放宽RRM测量（即允许RedCap终端降低执行测量的频率）以

表1 RedCap模组价格预测（单位：元）

终端类型	2023年	2024年	2025年
eMBB	400	350	300
RedCap	200	100	60

减少消耗。

结合eDRX和RRM放宽，可大大延长RedCap终端电池寿命，为物联网实际应用提供坚实基础。

产业生态发展情况

近年来，RedCap产业生态建设不断提速。自2023年第二季度起，高通、MTK、紫光展锐、翱捷等芯片厂商不断加大RedCap芯片研发力度，芯片商用进程加速；2023年2月至5月间，RedCap模组由原先的1款增加至6款，联通雁飞、美格、广和通等厂商的RedCap模组陆续问世；2023年4月至6月，南瑞配网自动化终端、中移物联企业网关、中微普业工业网关等RedCap终端相继推出，短短一个季度RedCap终端就由3款增加至21款。

相较于常规NR终端，RedCap具有低复杂度、低成本等优点。在价格方面，RedCap相关芯片模组的成本也有望大幅下降，预计未来将与LTE Cat.4模组的价格看齐，未来几年的RedCap模组价格预测如表1所示。

RedCap的推出使得由RAN和核心网组成的5G独立网络能够满足行业数字化和业务转型的各种需求。同时，RedCap还将扩展5G应用场景和范围，将更多终端连接到5G网络中。

试点应用情况

自2023年第一季度5G RedCap首次商用发布以来，越来越多的RedCap模组逐渐投入到生产与应用中。国内运营商结合网络升级和部署情况，开始在多城市进行智慧社区、智慧

渔排等应用场景的试点工作。

(1) 智慧社区

目前，厦门、深圳等多个城市已完成RedCap视联网商用验证，5G RedCap模组成功应用在视联网中的AI垃圾分类、城管智能执法监控、城市智能管理等场景中。

(2) 智慧渔排

国内多个沿海城市已经开展RedCap智慧渔排试点项目，通过智慧监控管理平台，纳管接入渔排视频采集RedCap模组及终端，为用户提供全天候监控服务，并依托人工智能技术，分析拍摄的高清视频、设置电子围栏、提供防溺水人工智能识别，实时提醒工作人员潜在风险。

(3) 智慧电力

在电力领域，运营商开展多项RedCap智慧电力试点项目，连片开通电力硬切片、进行RB资源预留，同时结合硬切片基站，开通RedCap功能，通过智慧电厂管理运维系统，满足电力业务需求。

总结

RedCap的推出将促进更多厂家生产出成本/复杂性更低、尺寸更小、电池寿命更长的新模组、新终端，进一步扩展5G设备生态系统。作为匹配宽带物联网细分市场的新技术，RedCap能够在一些NR终端功能溢出的非高端物联网业务中完美“胜任”。预计R18版本将继续简化RedCap终端，进一步降低终端成本与复杂性，同时为R17版本提供改进的技术方案，将RedCap扩展到更多业务领域。



5G RedCap技术 能否助力运营商重拾信心?

■ 本刊记者 程琳琳

随着我国建成了世界上规模最大的5G网络, 各行各业的5G应用规模也随之不断扩大, 在实现海量物联的过程中, 终端成本高成为制约5G规模化发展的“瓶颈”之一。

RedCap的出现对于5G发展具有深远的影响, 有效降低了5G的成本和功耗, 进一步贴近了用户的实际需求, 使得一大批应用得以实现。为实现2023年底商用、2025年规模发展的目标, 中国电信、中国移动、中国联通、中国广电正积极推动RedCap产业成熟, 以期在物联网领域形成新的5G规模应用市场。

RedCap有望真正激活5G市场

虽然我国已经实现“物超人”, 但是5G模组产业发展并不理想, 年出货量仅达到百万级。这主要是由于5G与移动物联网的结合还存在技术短板, 终端存在

功耗大、成本高的问题, 40%~50%的5G中速率场景缺少合适的产品, 阻碍了5G在物联网市场的发展。

RedCap能够覆盖LTE Cat.4的需求场景, 同时又在“技术性能与部署成本”之间找到平衡, 为5G规模发展带来新机遇, 注入新活力。中移物联5G模组产品专家郑康伟告诉记者, 从产业发展的趋势来看, RedCap芯片和模组有望在一两年内达到LTE Cat.4的成本水平。

中国电信5G物联网联合开放实验室总监王志成表示, 目前RedCap在电力、视频传输、数据采集等场景中已经触发了明显的需求。未来在车载通信、远程控制、可穿戴设备领域都将获得长足发展。更为关键的是, 由于更多场景下的物联设备可以稳定接入网络, 这将进一步推动AI技术的演进和落地。

中国联通研究院泛终端技术研究

中心总监周晶认为, 根据RedCap的技术特性和产业需求, 可以将其适用场景分为3类, 分别是体验保障型场景、流量增长型场景和传统演进型场景。在这些领域, RedCap有望真正激活5G行业市场。

面向体验保障型场景, 如全连接工厂、电力配电/用电等, RedCap在满足数据采集类业务对网络速率需求的同时, 可以叠加5G网络切片、uRLLC、高精度授时等增强特性, 助力企业以更低成本实现5G数智化转型。面向流量增长型场景, 如“AI+视频监控”等, RedCap能够满足大部分场景下的连接需求, 助推无线摄像头规模化发展。传统演进型场景(如车联网、智能穿戴等)多具有从4G向5G升级的需求, 5G eMBB和RedCap能够更好地替代4G。未来RedCap的市场前景广阔, 例如在视频监控领域, 预计有数千万摄像头类终端升级到RedCap技术。

RedCap将推动网络实现新突破

对于部署RedCap是否会给运营商网络建设带来压力,中国移动研究院无线与终端技术研究所高级研究员陆松鹤在接受记者采访时表示,RedCap的部署主要是对在建基站和存量基站进行软件升级,不涉及改造或引入新的网络架构。但RedCap技术的引入,还是对接入管理、资源管理、信令开销、网络覆盖等方面产生了影响,包括RedCap终端早期识别及接入控制、RedCap终端与非RedCap终端在网络内共存时的接入拥塞、最大工作带宽差异造成的资源碎片化、业务保障策略的变化以及如何降低网络信令开销等问题。因此,确保网络采用匹配的管理策略,同时避免对非RedCap终端造成负面影响,将成为下一步运营商网络运维及优化的重点。

“5G RedCap的网络部署与5G网络整体的部署息息相关。从网络角度来说,RedCap并不等同于更高速率、更低功耗、更低时延的4G加强版网络,而是结合5G特性,寻找新突破,探索新可能性。”中移物联网通信技术专家宋宇对记者讲道。

中国电信: 依托5G inside计划, 实现RedCap改造

中国电信自2021年起便不断探索RedCap的应用场景。2022年初,中国电信在江苏镇江港、浙江国网电力、河北澳森钢铁、内蒙古准能煤矿、江西星火化工等企业展开了行业应用场景的RedCap网络验证。2023年,为进一步验证RedCap在广域范围内行业应用的拓展及协同,中国电信在深圳进行了“RedCap城市”试点,并同时启动全国15个行业试点单位进行场景验证。目前,中国电信已对接RedCap行业终端超

过50款,验证了超20个行业应用场景。

模组也是RedCap能否商用成功的关键之一。受益于5G inside计划,中国电信自研的RedCap模组具有终端管理、流量直配、自检定障等一系列专属功能。天翼物联将依托中国电信分布在8个省份的18个分支实验室节点,围绕行业应用场景,持续推动RedCap终端模组对接;并通过5G inside计划引入行业能力配合行业终端的RedCap改造,通过实验室体系不断探索、验证、优化RedCap模组和终端性能。

中国移动: 勇担“链长”职责, 开启专项攻关

中国移动明确了低速率NB-IoT、中速率LTE Cat.1、高速率LTE Cat.4和5G RedCap、超高速率5G NR多网协同的物联网技术体系,拉通产业各环节,与产业伙伴共同开展技术研究、测试验证等多维度的产业推进工作。

为积极践行国家“新基建”发展策略,力争RedCap于2023年底商用,中国移动携手产业合作伙伴启动“RedCap专项攻关”,加速RedCap商用步伐,邀请包括网络、芯片、模组、终端厂家在内的产业链各方,联合开展RedCap商用攻关,加快RedCap产品成熟及应用落地,推进RedCap技术与垂直行业融合应用。

中国移动勇担移动信息现代产业链“链长”重任,于2023年上半年成立6支RedCap战队,联合开展RedCap商用攻关。通过拉通端到端产业链各环节,缩短从产品研发到应用落地的周期,加速推进芯片产业成熟。中移物联也推出了RedCap模组——MR880A系列,面向智慧工厂、视频监控、智慧电力、智能穿戴、车载通信等多种行业应用。

在测试验证方面,中国移动与主流网络设备厂商、芯片厂商紧密协作,主

导开展面向商用的5G RedCap端到端测试验证,目前已完成5家主设备厂商5G RedCap组网试验,正在进一步开展终端芯片和模组的技术试验。

中国联通: 首发通用型5G RedCap商用模组

中国联通围绕RedCap技术研究、测试验证等方面开展了一系列工作。

在测试认证方面,中国联通业内建立了“仪表+模拟网+实网+场景试验场”四位一体的测试认证体系。

在网络方面,中国联通行业首发百站连片试验网,同时启动了多个省市分公司的网络试验,开展覆盖自有频段、相关厂商的RedCap功能、性能、网络优化、端网协同等技术验证。在终端模组方面,MWC2023期间中国联通发布了全球首款通用型5G RedCap商用模组——雁飞NX307,随后在5月再次发布了3款RedCap行业终端。

在商用推进方面,中国联通面向工业、电力、车联网等行业,在多个省份开展了基于真实网络、真实终端、真实用户的多项商用验证。在6月召开的“MWC上海”上,中国联通正式发布了端、网、业协同一体化的RedCap产品。

2023年7月,中国广电也联合产业合作伙伴,基于广电5G网络配置,在广电700MHz和4.9GHz频段开展RedCap商用关键功能和性能端到端测试,协同开展RedCap技术研讨、部署方案优化、业务场景构建分析等,进一步凝聚产业共识。

总而言之,在各方的共同努力下,2023年RedCap产业链将逐步成熟,预计至年底商用芯片将陆续发布,系统具备商用能力,网络升级启动并实现首个商用案例。期待未来RedCap在物联网领域形成新的5G规模应用市场。

RedCap 能否让5G真正“轻”下来?

■ 本刊编辑部 盖贝贝 (整理)

对话嘉宾:

中兴通讯无线产品规划总监	郝瑞晶
移远通信5G产品总监	姚立
广和通市场副总裁	朱涛
利尔达科技集团5G物联网事业部副总经理	田志禹



中兴通讯无线产品规划总监
郝瑞晶



移远通信5G产品总监
姚立



广和通市场副总裁
朱涛



利尔达科技集团5G物联网事业部副总经理
田志禹

作为“轻量级”5G技术, RedCap自诞生以来便备受关注。早期5G芯片和终端不仅设计复杂, 而且成本也较高。鉴于此, 3GPP提出了一种轻量化5G技术——RedCap, 其可在满足业务需求的同时降低终端成本和功耗, 有助于推动5G终端规模应用, 进一步丰富5G应用场景。

当前, RedCap蓬勃发展, 其相关产品也陆续推出。RedCap还存在哪些亟待解决的技术问题? RedCap业务何时迎来大规模商用? RedCap又将带来哪些增量市场? 本专题特设“圆桌对

话”环节, 与产业界专家们深度对话, 共同探讨RedCap发展新路径, 助推5G应用走深向实。

兼顾成本与性能 RedCap 应运而生

通信世界: 相较于其他5G技术或解决方案, RedCap的优势是什么, 又如何解决当前5G应用中存在的问题呢?

郝瑞晶: 目前5G商用已进入第四年, 随着5G应用的逐渐落地, 人们发现一些应用场景中5G性能超出了实际应用需求。因此, RedCap技术应运而

生。RedCap不仅继承了5G大带宽、低时延、网络切片及定位等代际能力, 还通过终端能力裁剪大幅降低了尺寸、成本与功耗, 在满足应用场景需求的同时, 实现了5G网络性能与成本的平衡。

姚立: 相较于传统5G技术, RedCap不仅精简了带宽, 而且仅支持SA组网模式, 使得模组尺寸更小、成本进一步降低; 采用简单的设计方案, 接收天线数降低为1Rx或2Rx, 终端设计复杂度显著降低; 引入了eDRX(扩展不连续接收)等节电技术, 功耗更低。此外, RedCap还继承了5G切片、

5G LAN、uRLLC等5G原始特性。因此, RedCap具有低成本、低功耗、低时延、高可靠等优势。

RedCap低成本、小尺寸、简单设计等优点, 缩短了终端的设计周期、降低了终端成本, 加速5G在中高速物联网应用场景的市场拓展进程。

通信世界: 在您看来, RedCap的出现对5G发展有哪些影响? 当前RedCap应用已经拓展至哪些新场景? 未来RedCap有哪些潜在应用市场值得关注?

姚立: 依托成本和功耗等方面的优势, RedCap可以满足对传输速率要求不高, 但对低时延、高可靠性、网络切片、5G LAN等功能有需求的场景。因此, RedCap实现了面向中高速物联网场景的5G网络服务能力, 使5G面向各类物联网应用形成了低(5G NB-IoT)、中、高、超高(5G NR)分档分级能力的完备技术承载体系。RedCap的出现进一步降低了终端成本, 将推动5G技术加速惠及千行百业。

随着RedCap商用以及R18对RedCap的进一步完善, 未来RedCap的重要应用场景将包括工业控制、能源电力、车联网等, 市场前景十分广阔。

朱涛: 在5G应用中, “降本”是企业最关心的问题之一。作为轻量化5G技术, RedCap通过精简带宽、天线、基带/射频, 在为物联网终端提供5G特性的同时, 有效降低成本和功耗, 这也意味着企业能够以更低的成本享受5G网络带来的便利。广和通在对RedCap技术特性、终端需求深入研究后, 认为RedCap将率先在固定无线接入(FWA)、智能电网、智慧安防、可穿戴XR等行业应用。

田志禹: 自测试工作开展以来, RedCap已完成在电力场景、智能制造工厂场景、视频监控场景的验证。随着运营商网络进一步升级, RedCap

将率先在这三大场景中得到规模应用。根据行业预测, 在电力场景方面, 预计电力系统每年将新增5G终端约400万个; 在工业数据采集、远程操控、物流AGV等应用场景中, 每年也需要百万级别数量的5G终端; 在视频监控方面, 随着RedCap商用, 未来5G安防摄像头的渗透率将增至15%。因此, 我们预测电力、智能制造工厂、视频监控这三大应用场景将在三年内带动RedCap终端数量达千万级。

长远来看, 未来车联网、智能穿戴也将是RedCap的重要市场, 其终端应用数每年将达到千万级别, 同时随着RedCap模组价格的不断降低, Cat.4终端将大规模升级为RedCap终端。

通信世界: RedCap的部署需要更多基站以及不同的网络架构, 这将增加运营商的建设和维护成本。您认为运营商应该如何应对这个问题?

郝瑞晶: RedCap部署对核心网和基站的硬件没有影响。运营商可以在5G现网基础上通过软件升级平滑支持RedCap终端, 因此不会产生很高的建设和维护成本。

我们认为, 运营商应该加快5G网络中的RedCap能力升级, 建议按照“适度超前”的原则, 分阶段、分区域加快推进5G RedCap商用网络部署。建议推动主要城市实现5G RedCap连续覆盖, 提升面向物联网的覆盖广度, 保证广域物联网业务的连续性和可靠性。同时, 5G RedCap技术需在行业专网按需开通, 完善网络物联能力, 更好适配行业特点并满足应用需求。

研究工作正当时 产业各方显成果

通信世界: 贵公司围绕RedCap技

术研究、测试验证等开展了哪些工作, 又取得了哪些成效和进展?

郝瑞晶: 目前, 中兴通讯已与IMT-2020(5G)推进组及中国四大运营商完成国内5G全频段RedCap功能及性能测试验证, 并与多家主流芯片厂商完成端到端对接测试, 中兴通讯RedCap具备商用条件。同时, 中兴通讯的RedCap增强功能验证测试也在筹备中, 该功能将推动RedCap从可用“进化”到好用。此外, 中兴通讯积极布局电力、制造、安防等应用场景的RedCap试点, 这将进一步推动RedCap在行业中的应用。

姚立: 在RedCap技术研究方面, 移远通信积极行动, 率先开发了RedCap模组产品——Rx255C系列, 为产业研究RedCap提供了基础。在测试验证方面, 移远通信与中国联通携手, 基于移远RedCap模组RG255C-CN, 在上海率先完成了RedCap端网兼容性现网测试; 同时, 移远通信还联合多家测试仪器公司针对RedCap的性能进行了各项测试, 为加速RedCap在中高速物联网领域的商用部署奠定了良好的基础。

此外, 围绕RedCap技术的推广和应用, 移远通信与运营商等伙伴展开了深度合作, 不仅成为了国内5G RedCap产业联盟的首批成员, 还加入了中国联通泛终端技术生态创新联合实验室的RedCap技术攻关组, 推动了《中国联通5G RedCap白皮书》的发布, 同时还联合中国移动研究院等伙伴发布了《5G RedCap轻量化通用模组技术要求白皮书》。未来, 移远通信将持续与运营商等伙伴携手共进, 推进RedCap标准制定、技术提升、产业成熟、应用示范等, 共促5G产业生态繁荣。

通信世界: 贵公司关于RedCap的模组产品有哪些? 与普通模组相比, 这

些RedCap模组的功能和优势有哪些? 贵公司在研发过程中遇到的主要挑战是什么, 又是如何克服这些挑战的?

姚立: RedCap是一种新兴的技术, 因此对研发人员的技术要求比较高, 同时该技术尚未完全成熟, 市场对其认知度还不够, 这些挑战都对RedCap产品的研发产生了一定阻力。面对挑战, 公司加大RedCap技术研发投入, 提升相关研发人员的技术水平, 积极参与RedCap技术的推广和宣传, 与芯片厂商、运营商等合作伙伴紧密合作, 共同推动RedCap模组的研发、测试, 助推RedCap技术成熟落地、走向市场。

目前, 移远通信RedCap模组Rx255C系列已正式推出, 该系列模组符合3GPP R17标准且支持5G SA模式, 在Sub-6GHz频谱下最大带宽可达20MHz。同时, Rx255C面向全球市场设计, 拥有LGA、M.2等封装方式, 主要包括RG255C和RM255C两大版本, 向后兼容LTE网络, 可覆盖全球主流运营商。该系列模组基于高通骁龙X35 5G调制解调器及射频系统, 在提供卓越的无线连接能力和低时延通信的同时, 对产品的尺寸、功耗和成本效益等进行了大幅度优化, 在成本和性能之间实现了良好的平衡。Rx255C系列的推出有助于进一步拓展5G应用场景, 助推5G探索新的垂直业务领域, 赋能入门级移动宽带、笔记本电脑、工业自动化、智慧城市、智慧能源、智能可穿戴设备等移动宽带场景。

朱涛: 目前, 广和通已发布尺寸精简、地区版本和封装方式齐全的5G RedCap模组FG131&FG132系列, 该模组已形成覆盖国内及北美、欧洲、大洋洲、亚洲等地区, 涵盖LGA、M.2、Mini PCIe等封装方式的全系列产品阵列, 兼容广和通Cat.6与Cat.4模组, 在多个领域推动5G物联网规模商用。

在速率方面, FG131&FG132系列在5G SA网络中下行速率峰值达226 Mbit/s, 上行速率峰值达120Mbit/s, 可满足目前大部分终端对5G速率的需求。在4G网络环境下, FG131&FG132系列下行速率峰值仍可达200Mbit/s, 上行速率峰值达66.6666Mbit/s, 带来优于传统LTE Cat.4的速率体验。得益于对Open CPU、OpenWRT操作系统及丰富接口的支持, FG131可应用于CPE、ODU、MiFi、USB Dongle等FWA终端。FG132系列则采用29mm×32mm的LGA封装尺寸, 兼容广和通Cat.4模组NL668、L716和Cat.1模组L610、MC116, 以精简的射频结构、小巧尺寸、更低功耗等特性聚焦IPC摄像头、无人机、可穿戴XR等终端应用。同时, FG132系列还可拓展至M.2与Mini PCIe封装, 帮助工业网关、电力设备等用户快速迭代至5G。

田志禹: 在RedCap模组研发之前, 利尔达量产了展锐平台的5G eMBB模组, 因此利尔达有成熟的5G模组产品开发经验, 在5G模组小型化、温控温保技术等领域有着成熟的解决方案。目前, 利尔达RedCap模组已经在研发调测阶段, 预计于今年下半年完成数传版本RedCap模组量产及端网联调工作, 该版本主要包含4款模组, 涉及3种封装(LCC+LGA、M.2以及MiniPCIe)。

“轻装上阵” RedCap未来可期

通信世界: 作为一项全新的技术, RedCap的商用也并非一路坦途。贵公司将围绕哪些方向开展RedCap攻关行动, 加快RedCap产业化和性能提升?

郝瑞晶: 作为设备商, 中兴通讯已推出5G RedCap核心网和无线基站产品的商用版本, 支持RedCap基本功

能、增强功能, 并叠加面向行业应用的定制功能, 助力RedCap匹配多行业场景, 持续拓展5G物联边界。

此外, 中兴通讯还将联合芯片、模组和终端厂家, 加快推动5G RedCap端网功能对接和性能攻关验证, 联合运营商加快外场技术验证和商用网络部署, 联合行业龙头企业和运营商打造5G RedCap应用示范标杆, 推进5G RedCap技术在工业传感器、产线设备控制、视频监控、可穿戴设备等重点场景的应用拓展。

姚立: 移远通信将从以下三个方面行动, 加快提升RedCap性能。一是继续加大RedCap技术团队建设, 不断推动RedCap技术的创新; 二是持续加强与芯片商、运营商等行业伙伴的合作, 推动产业链的发展和完善, 携手共建RedCap产业生态; 三是积极参加RedCap标准制定、应用示范等, 推动RedCap技术性能提升, 加速RedCap产业成熟。

此外, 移远通信还将进一步丰富RedCap产品线, 不断推出适用于不同应用场景的RedCap模组, 满足用户多样化的需求; 不断优化RedCap模组性能, 持续降低产品成本, 提高产品竞争力。未来, 移远将立足市场需求, 持续推出更多RedCap产品和服务。

田志禹: 从产品定义的角度来看, 未来RedCap模组将持续向小型化、低成本方向发展。RedCap产业的发展壮大, 一方面需要各平台厂商的支持, 另一方面也需要射频、芯片等上游厂商的帮助。目前, 利尔达积极与PA等射频、芯片上游厂商合作, 开展集成度更高的射频方案开发工作。利尔达的“凌云”系统及“微服务”功能, 将更好地为客户提供OpenCpu开发的能力, 便于客户软件应用从Cat.4、Cat.1、5G eMBB等平台向RedCap平台转移。CW



中国蜂窝物联网模组产业发展研究

■ 中国信息通信研究院 姚可微 王筠婷

蜂窝物联网是数字基础设施的重要组成部分,经过多年的政策扶持和市场培育,我国蜂窝物联网模组产业已实现快速发展,设备出货量占全球一半以上,助力我国成为全球首个实现“物超人”的国家。但也应当看到,随着全球经济增长不确定性因素增多、技术标准迭代升级,行业正处于加速“洗牌”、转型升级的关键时期。因此,需进一步加强政策支持,引导我国蜂窝物联网模组产业持续扩大全球市场份额、进一步提高国际标准话语权、加速向价值链中高端迈进,巩固产业领先优势,支撑数字经济高质量发展。

我国蜂窝物联网模组产业发展情况

蜂窝物联网已成为支撑数字经济快速发展,推动千行百业数字化转型的重要数字基础设施之一。经过多年的政策扶持和市场培育,我国蜂窝物联网模组产业实现了跨越式发展,在网络部署规模、产业整体实力、融合应用探索等方面均走在了全球前列。

蜂窝物联网基础设施全球领先

从网络建设情况来看,当前我国已建成全球规模最大的蜂窝物联网网络,构建了高、中、低速协同的网络架

构。截至2022年11月,我国NB-IoT窄带物联网基站数达到75.9万,规模位居全球第一,实现了全国主要城市、乡镇以上区域的连续覆盖。从用户规模来看,根据全球移动通信系统协会统计,2019年以来,我国移动物联网连接数的全球占比稳定在70%以上。根据工业和信息化部统计,截至2023年6月底,蜂窝物联网终端用户达到21.2亿户,占移动终端用户总数的比重为55.4%,我国因此成为全球首个蜂窝物联网终端用户数超过移动电话用户数的国家,这为蜂窝物联网产业创新发展打下坚实基础。

技术产业实力稳居全球第一梯队

从国际标准推进来看,随着5G R17标准于2022年6月冻结,我国着力推动5G RedCap落地,分别开展了关键技术、外场部署和业务场景等一系列技术验证。2022年9月23日,中国信息通信研究院率先完成全球首个5G R17 RedCap基站芯片关键技术测试。从产品研发部署来看,我国企业正加快将4G时代积累的技术优势延续到5G时代。中国电信与智联安、利尔达联合发布全球首款基于3GPP R17定位规范的5G RedCap低功耗定位模组;移远通信推出全球首款5G RedCap模组——Rx255C系列;中国联通发布全球首款通用型5G RedCap商用模组产品——雁飞NX307。从市场份额占比来看,我国企业在全球蜂窝物联网模组市场中的优势持续扩大。根据市场研究机构IoT Analytics统计,2022年我国蜂窝物联网模组出货量达到2.3亿个,全球占比达到50%;全球蜂窝物联网模组出货量排名前五的企业均为国内企业,分别是移远通信、广和通、日海智能、中国移动、美格智能。

蜂窝物联网融合应用创新活跃

我国蜂窝物联网已逐步形成低、中、高速协同发展的融合应用生态体系。从应用场景来看,速率较低的NB-IoT窄带物联网已形成水表、气表、烟雾感应器、资产追踪等4个千万级应用场景和“白电”、路灯、停车、农业等7个百万级应用场景。4G在共享经济、工业传感等领域被广泛应用,5G在智慧城市、工业互联网、公共安全等领域也加快落地。从用户规模来看,蜂窝物联网终端应用于公共服务、车联网、智慧零售、智能家居等领域的规模分别达4.96亿户、3.75亿户、2.5亿户和1.92亿户,行业应用正不断向智能制造、智慧农业、智慧交通、智慧物流等领域拓展。

我国蜂窝物联网模组产业发展面临的形势

尽管我国蜂窝物联网模组市场份额已成为全球第一,但当前全球物联网连接数仍处于高速增长期,市场格局尚未稳固。根据市场研究机构IoT Analytics预测,2027年全球物联网连

接数将在2022年144亿的基础上突破300亿。随着竞争不断加剧、技术演进升级,行业仍处于快速变化的阶段,我国蜂窝物联网模组产业面临一系列新形势、新挑战。

产业进入加速“洗牌”期,头部企业市场竞争加剧

一是应用需求下降,行业增长整体放缓。在全球经济增长放缓、我国经济恢复不确定性因素增多、物联网终端企业去库存等因素共同作用下,我国蜂窝物联网模组需求开始放缓,导致生产企业出货量和营收“双降”,在需求收缩的背景下,行业集中度可能进一步提高。二是行业利润下滑,头部企业间的盈利能力出现分化。受到国内基础电信企业蜂窝物联网模组集采价格持续走低、蜂窝物联网芯片集成度不断提高等因素影响,企业开始被动打“价格战”,蜂窝物联网模组产品毛利率持续被压缩。2022年,国内排名前五的蜂窝物联网模组企业中有两家出现亏损,企业盈利能力出现分化,利润空间的压缩可能导致部分盈利能力较弱的企业加速退



出。三是竞争激烈，市场格局尚未稳固。一方面，全球排名前十的蜂窝物联网模组企业每季度市场份额排名不断变化，反映出当前市场竞争仍然激烈。另一方面，头部企业为了巩固优势，频繁开展并购重组。例如，2023年国外最大的两家蜂窝物联网模组企业Telit和Thales实现了模组业务合并，合并后其市场份额上升至全球第二，成为改变市场竞争格局的新变量。

模组产业正处于技术升级迭代的关键时期

一方面，虽然我国蜂窝物联网模组产业在4G时代走在了全球前列，但5G时代的竞争刚刚拉开序幕。2022年6月，随着5G R17标准冻结，5G RedCap正式诞生，并步入标准演进、技术验证、终端研发、商用预演阶段。2023年2月，高通推出了全球首个5G RedCap物联网芯片，并计划于下半年量产，抢占发展先机。而国内头部企业紫光展锐、翱捷科技的5G RedCap芯片预计于2024年才能面世，国内模组企业面临差距被进一步拉大的风险。另一方面，革命性的新技术、新工艺持续涌现，可能颠覆当前市场竞争格局。2023年2月，智汇芯联完成全球首次无源蜂窝物联网芯片与移动基站的通信联调，该技术一旦规模化商用，除了将抢占射频标签（RFID）的市场份额外，还可以分流部分NB-IoT应用场景的市场需求。此外，系统级封装（SiP）工艺在蜂窝物联网领域的推广应用，也有可能颠覆现有的“芯片-模组-终端”产业链分工，模组企业将面临被“换道超车”的风险。

我国物联网模组仍处于价值链中低端，高端市场由外企主导

从产业链分布来看，蜂窝物联网模组的上游原材料主要包括基带、射频、存储、电源等芯片以及电阻、电容、电感

等电子元器件。其中各类芯片占采购成本的80%以上，国产芯片主要集中在NB-IoT和LTE Cat.1等低附加值、低毛利的产品上；而LTE Cat.4以上速率以及5G等利润较高的芯片产品主要由国外企业占据市场主导地位。从应用场景来看，我国蜂窝物联网应用主要集中在远程抄表、POS机、资产跟踪等低速率、低成本场景，而在工业控制、智能网联汽车、医疗器械等对速率、可靠性要求较高的应用领域，国内蜂窝物联网模组企业由于资质认证、产品性能、芯片供应等原因，尚未完全打入国际主流终端企业供应链。从产品服务来看，国内蜂窝物联网模组企业通过低价走量的方式迅速占领市场，产品毛利率低、同质化竞争严重，而在物联网云平台、整体解决方案等增值产品及服务上与国外企业仍有不小差距。

我国蜂窝物联网模组产业加速发展的建议

当前，全球数字经济发展方兴未艾，产业数字化转型已成为各国抢占技术前沿、打造竞争新优势的必争之地。我国正处于加快发展蜂窝物联网产业的关键时期，建议坚持问题导向和需求导向，按照“网络先行、应用牵引、市场主导、政策推动”的原则，进一步强化政策引领，统筹做好标准、产业、建设、应用等方面衔接，巩固产业领先优势，营造持续健康发展环境。

一是加快蜂窝物联网基础设施建设，夯实产业发展根基。坚持“适度超前”的原则是我国数字基础设施建设取得突出成就的重要经验之一，抢占物联网发展先机，“宁可路等车，不能车等路”。建议结合需求持续深化NB-IoT网络部署，深化LTE Cat.1网络覆盖，提升5G网络覆盖的深度和广度，强化面向自贸区、工业园区、企业厂区、医疗卫生机构

等重点区域的网络覆盖。引导工业企业实施企业内网改造，加强5G行业虚拟专网建设，加快形成固移融合、宽窄结合的物联接入能力。

二是积极参与国际标准与规则制定，提升在国际竞争中的话语权。目前，全球多种物联网技术并存，众多品牌各自为营，平台、产品间难以互联互通，不利于产业发展壮大和应用推广。建议国内企业持续深度参与蜂窝物联网国际标准制定，提升我国在国际标准化活动中的贡献度，积极推动物联网技术路线收敛。同时，紧扣国际标准演进节奏，加快推进5G RedCap关键技术研究测试和端到端联合技术验证，分阶段开展技术、产业化和应用导入，加快5G蜂窝物联网标准推广落地。

三是持续拓展各行业、各领域应用场景，促进蜂窝物联网规模化应用。超大规模国内市场孕育出的丰富应用场景，是我国加速新技术推广应用和迭代创新的特有优势。建议围绕智慧城市、数字乡村、智能交通、智慧农业、智能制造、智能建造、智能家居、公共卫生等重点领域，遴选典型案例、打造标杆应用，促进蜂窝物联网与行业融合发展。推进蜂窝物联网模组与工业终端的深度融合，打造5G全连接工厂标杆，推动“5G+工业互联网”服务于制造业生产核心环节。

四是努力打造蜂窝物联网全产业链优势，稳步向价值链中高端迈进。我国信息通信产业体量大、产业链完备，是蜂窝物联网模组产业实现跨越式发展的重要支撑。建议鼓励行业龙头企业发挥产业优势，加快物联网传感器、芯片、操作系统等短板环节的关键核心技术突破，带动产业链上下游协同创新、开展联合攻关。加快推进5G RedCap芯片、模组、终端等产品研发与产业化，加速5G RedCap商业化进程，抢占5G物联网发展先机。

数字政府和智慧城市 集成运维模式研究与实践

■ 中国移动雄安产业研究院 刘伟 李晓龙 黄静 刘卫亮

2016年发布的《国家信息化发展战略纲要》和《“十三五”国家信息化规划》均提出要建设“新型智慧城市”。同年，国家发展改革委、中央网信办牵头，会同国家标准委、教育部等23个相关部门成立了新型智慧城市建设部际协调工作组，并组织开展“新型智慧城市评价工作”，标志着智慧城市建设进入了新的发展阶段。

智慧城市项目没有统一技术标准，具有属地化、定制化特点，业务系统也十分庞杂，涉及的厂家和产品种类较多。智慧城市项目的运维与其他领域产品线的运维相比，难度较大，不仅运维技术要求较高，还需面对协同效率低、故障定位难、问题响应慢等问题。

笔者近些年参与了一些典型智慧城市项目的维护工作，针对这类项目的常见问题，总结了一套行之有效的集成运维模式。集成运维模式为用户和厂商提供统一运维界面，明确责任分工，建设专业运维管理平台，从业务全局的角度统筹管理智慧城市项目的运维工作。将业务运行可视化、问题处理流程化，使得问题处理和需求响应在所有项目参与方中实现高效运转，解决智慧城市项目运维工作中普遍存在的散、难、慢等问题。

数字政府和智慧城市运维充满机遇

智慧城市运维市场空间较大

伴随着数字中国的建设发展，我国在智慧城市、数字政府领域的投资规模也不断扩大。2012年我国智慧城市市场规模仅0.65万亿元，至2021年提升至21.08万亿元，2012—2021年期间年均复合增长率为47.2%。据前瞻预测，至2025年智慧城市市场规模将超过30万亿元。

“有建必有维”，海量智慧城市建设带来了巨大的运维需求。信息化项目每年的运维费用大约占建设费用的15%，预计到2025年数字政府和智慧城市运维的市场规模将超过4.5万亿元，市场发展空间巨大。

各级政府积极营造运维产业良好生态

我国各级政府及行业组织引导颁布了多项关于支持和鼓励运维行业规范发展的相关政策。

2022年国务院印发的《“十四五”国家应急体系规划》指出，建设新一代智能运维体系和具备纵深防御能力的信息网络安全体系。

2022年中国银行保险监督管理委员会发布的《关于银行业保险业数字化

转型的指导意见》指出，建立对信息科技资源全方位覆盖的统一监控平台。提高运维侧研发能力，积极运用大数据加强态势感知、故障预警和故障自愈，不断提高运维智能化水平。

在地方政府层面，早在2021年，《河北省建设全国产业转型升级试验区“十四五”规划》就指出，提升运维服务水平，建设智能化建筑设施系统，搭建信息化运维管理平台，发展智慧感知、物业通信、运维互联等智慧运维产业。

2022年印发的《湖北省应急体系“十四五”规划》指出，建立全面立体的安全防护体系和科学智能的运维管理体系，实现多层次、多维度的安全防控，保障全省应急管理网络和信息系统安全、稳定、高效、可靠运行。

数字政府和智慧城市运维复杂度升级

在数字政府和智慧城市领域，运维工作的复杂度主要体现在3个方面。一是技术栈多、网络复杂、运维层级深、安全要求高；二是厂商众多，难以统筹和协同，运维数据之间易形成“壁垒”；三是由于问题定界、定位困难，各方易相互推诿，导致问题无法快速解决。综合来看，其特点可总结为

“难”“散”“慢”。

第一个特点是“难”

智慧城市和数字政府系统从基础设施层到平台层再到应用层，每一层的产品和组件众多，架构复杂，技术栈多种多样。此外，网络环境也较复杂，系统多是跨云部署，业务运维层级深入，数据和网络安全要求高。

深圳市智慧城市建设设总体架构如图1所示，不仅包括基础设施层、平台层、应用层、网络和信息安全保障体系、政策及标准规范体系、统一运维及统一运营体系等模块，还有各个模块所包含的系统、组件、设施以及应用等。

第二个特点是“散”

传统的IT运维多由系统建设方提供，运维数据分散在各个厂家，形成“数据烟囱”，多厂家各自分散运维，缺少统筹指挥。当系统发生故障后，问题定界与定位缺少全局视野及高效协同，各相关运维单位容易互相推脱责任，致使问题不能及时处理，系统故障的影响被放大。

图2为某市数字政府运维现状的调研情况分析，其中的数字为样本数量。从结果来看，各市直单位和各区县已建系统数量繁多，且运维方“碎片化”现象严重，其中包括管理部门自运维、上级管理部门运维、承建方或第三方运维，甚至有些系统无运维单位，缺少统一的运维管理体系。此种情况存在较大的运维风险，不利于业务的健康稳定发展。

第三个特点是“慢”

客观上的“难”，以及传统分散运维方式带来的“散”，导致运维效率低，故

障恢复慢。具体来看，问题排查需要从数据源头开始查找，问题定界慢；问题定位的手段参差不齐，问题数据不能及时发现，问题定位慢；多厂家协同机制不完善，没有考核约束，问题处理慢。

数字政府和智慧城市运维模式亟需变革

“烟囱式”运维已无法满足当前需求

现有的“烟囱式”运维模式在集约化经营和数字化转型的背景下，显现出越来越多的弊端，不能适应数字政府和智慧城市建设发展的要求。

以下两个数字政府领域的案例可以充分体现运维现状。

2022年1月，某市“一码通”系统崩溃，故障时间长达数个小时。时值疫情期间，“一码通”是市民出行、核酸检测最重要的凭证，该系统注册用户超千万，此次崩溃造成大量市民出行与核酸检测受阻，该市大数据局局长被免职。



图1 深圳市智慧城市建设总体架构

2022年9月，某市核酸检测系统出现故障，卡顿严重。时值全面核酸检测时期，大量市民因系统故障无法做核酸，在大雨中排队数个小时，多家媒体报道该新闻。在故障发生后，系统各相关厂家互相推诿，迟迟无法及时协同处理问题。

从以上案例可以看出，数字政府和智慧城市领域的系统由于用户量大，又多与民生相关，一旦发生故障，很容易引发较大的社会影响，因此系统的稳定运行至关重要。

集成运维模式有望解决当前痛点

针对当前智慧城市的运维需求，本文提出了新型的集成运维模式，并在一些大



图2 某市数字政府运维现状调研结果

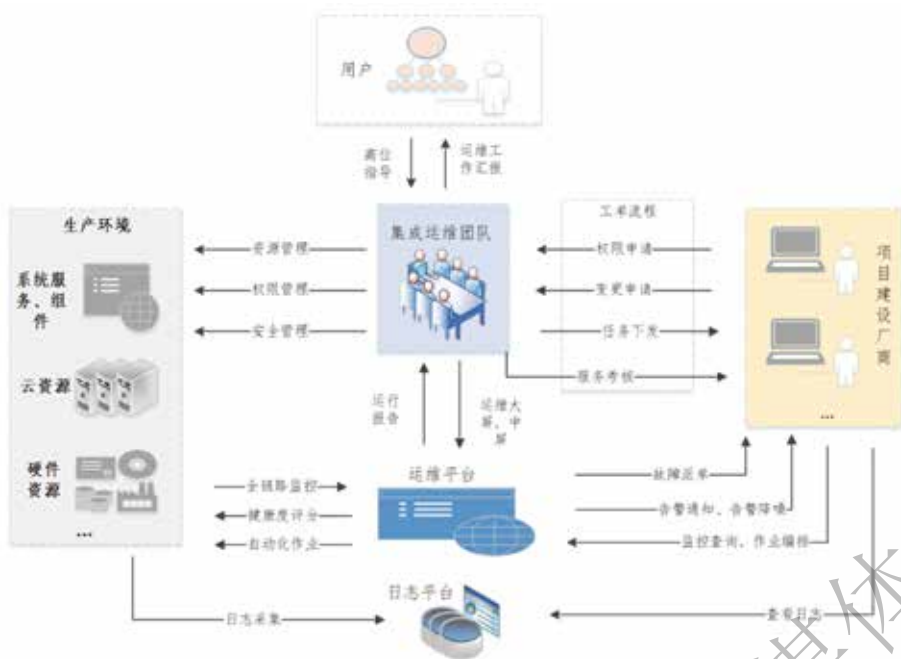


图3 集成运维模式示意

型项目中落地验证，取得了良好效果。

在集成运维模式下，用户依靠专业的运维团队和工具，可以从业务维护工作中解脱出来。由此可见，集成运维可以更好地为业务发展提供支持，解决运维“难”的问题。

集成运维模式可以整合现有运维资源，有效组织起现有的零散运维单位，实现运维数据与告警统一管理、故障处理统筹推进，从而解决“散”的问题。

集成运维模式需要打造专业的智能化运维管理平台，对业务系统资源统一纳管，实现业务系统性能端到端的管理，从真实用户视角对业务系统的应用情况与用户体验进行监控，主动发现问题，定位应用系统的错误及异常，助力问题定位更加高效，从而解决“慢”的问题。

智慧城市项目在集成运维模式管理下，用户可以更专注于业务服务体验，不再对运维问题做人力投入。项目建设厂商可以节省大量运维投入，减少定界不清的责任推诿，同时获得产品及服务的优化建议，使得用户和项目建设厂商实现共赢。

集成运维模式的方案设计

集成运维模式体系设计

集成运维体系框架设计参考国际最佳实践ITIL、国际标准ISO20000、ITSS等先进理念，以及行业先进经验与理论指导，将其与智慧城市运维实际需求结合，优化运维服务管理流程、制度等，形成结构化、体系化的流程、制度，并构建持续改进的机制，促进运维服务管理体系不断优化完善。

集成运维模式定义

集成运维模式是多方协同参与的一种新型运维模式，由用户、集成运维方、项目建设厂商等共同组建集成运维团队，基于专业的运维团队、智能化运维管理工具、标准的服务目录、规范的业务流程及管理制度的，由集成运维方统一调度运维人员、运维工具和运维资源，建立面向用户的统一入口。运维团队集中管理项目资源及系统权限，处理用户反馈的问题，明确厂商问题处理边界，打破厂商间的责任壁垒，增强问题处理的全局性、协同性，实现复杂业务场景下的低风险、低成本、高效率

精细化运维，为智慧城市项目提供“管家式运维服务”。集成运维模式如图3所示。

集成运维模式要素

1. 运维团队

集成运维团队面向用户与项目建设厂商，作为项目运维中间桥梁，制定运维管理规范，向上对用户汇报运维工作开展情况，承接用户反馈的运维需求及问题，向下管理各集成厂商运维工作，考核各厂商的运维服务水平、产品稳定性等指标，督促厂商整改问题项及修复安全漏洞，通过持续协同作业保障项目系统运行稳定性不断提升。

集成运维团队统一管控项目资源，通过安全管理平台审计运维操作，并结合服务流程管控日常运维工作。各厂家提供少量研发人员，其职责是关注系统稳定性，解决日常告警故障，解决系统运行bug，提供系统变更升级方案。

2. 制度规范

运维制度规范编制从智慧城市项目运维需求出发，保障常态化运维制度的落实并开展制度执行情况检查。

运维制度覆盖需求管理、事件管理、应急处理、安全管理、质量管理等常用运维场景，对运维人员具备行为约束和指导作用。

3. 流程规范

在流程规范方面，需梳理并制定统一的、可执行的、符合ITIL标准的服务流程，统一运维服务台，明确问题分工，闭环管控问题解决过程。

建立健全工单管理系统以及常用运维场景的审批流程和内容流程，快速实现灵活多变的流程配置，通过线上填报和审批完成无纸化办公，满足电脑端和手机端协同办公需要，实现运维工作

全流程管控和SLA考核落地。

4. 运维技术

在制度和流程具备的前提下,引入自动化运维、大屏显示、业务链监控、根因分析、故障预测等先进运维技术,满足智慧城市复杂业务场景的运维需求。提升监控覆盖和可视化水平,可辅助运维团队更好地掌握业务运行情况,提升应急场景下的运维决策能力;提升自动化运维水平,可解放人力,降低人为操作风险。

5. 运维平台

运维管理平台可以实现从基础设施到业务的多层级、“穿透式”运维,统一对外提供业务资源监控、告警处理、日志管理、自动化运维、流程管理、跨网管理等服务能力。同时具备数据、流程、操作等运维标准,打通运维壁垒,实现多单位协同运维,提供集约化、主动式和高质效的“管家式运维服务”。

集成运维模式效果评估

集成运维模式旨在通过集中管控,明确各方在项目中的分工,实现运维工作高效协同,降低沟通成本,减少推诿扯皮;通过运营化管理、可视化业务运行状态、以及流程化运维服务,实现运维服务标准化和精准考核;通过智能运维工具,提升工作效率,降低人力成本,大幅减轻智慧城市复杂业务场景的运维压力。集成运维模式效果评估可参照的5个关键指标如表1所示。

集成运维模式行业实践及效益分析

集成运维模式行业实践

我国西北某省致力于建设中西部领先、全国一流的服务型数字政府。随着数字政府建设的不断深入,IT系统愈发庞大复杂。目前已建400多套业务系统、4000多节点资源,共涉及3个云平

表1 集成运维模式效果评估可参照的5个关键指标

序号	指标	指标解释
1	运维成熟度	运维服务标准达到ITSS二级及以上
2	运维服务响应时间	故障出现后1分钟内告警通知到位,10分钟内人员联动响应
3	问题定界率	99%以上的故障能定界清楚,无推诿情况发生
4	平均故障修复时间(MTTR)	业务故障平均修复时间在30分钟以内
5	系统运行稳定性	系统年平均稳定运行时间在99.9%以上

台、6个网络区。

中国移动承接该省智慧城市项目后期运维服务,初步引入集成运维模式。由省政府、中国移动、相关运维单位共同成立了集成运维中心,中国移动牵头编制数字政府运维管理制度,设计数字政府运维服务管理流程,建设一体化运维管理平台,搭建数字政府运维服务质量保证体系。实现了省、地市范围内所有业务系统、主机、数据库、中间件等业务资源的统一纳管和监控,并以集成运维角色管理项目参与方的日常运维工作。

引入集成运维模式近一年后,集成运维中心累计受理4.4万余次运维热线咨询、近万人次直接或转派运维需求,系统平均故障修复时间从当初的60分钟缩短至现在的29分钟。期间组织完成春节、国庆、重大会议等14次重保支撑工作,支撑该省高考、地市中考查分保障工作,高效完成240余万人次查分保障工作,完成省政府210场次会议保障、132场次演示支撑,成为数字政府复杂业务场景下集成运维模式探索落地的标杆。

集成运维模式效益分析

1. 降低运维服务风险

运维的基本目的是保障业务系统的平稳与安全运行,核心办法是减少、避免运维过程中潜在的人员、管理、技术等各类风险。集成运维模式通过制定规范的流程制度,提供更标准化、更稳定、更可靠的运维服务,降低业务中断

风险。依托运维管理平台,工作人员能够及时发现系统风险,在问题发生之前将其解决。

2. 优化运维服务成本

运维投入是持续性的,用户、项目建设厂商每年都要投入大量的人力、物力和时间以确保业务系统的稳定运行。而不可预测的支出往往导致服务成本频繁增加,同时也意味着难以持续控制并降低服务成本。集成运维模式通过建设专业运维团队、集中管控业务资源、量化服务成本,释放项目建设厂商的运维压力、提高协同处理问题的效率、达到优化成本的效果。

3. 强化运维服务效能

运维的基础目标是稳定,高层次目标是效能提升。集成运维模式实施标准化的运维服务,经运维服务后评估、资源使用后评估、产品质量后评估等,能更合理地分配和使用IT资源,让用户所采购的IT资源能够得到最充分、合理的使用。该模式凭借专业的运维团队、规范的运维流程以及统一的运维平台工具,可以实现运维效能的全面提升。

4. 提升运维服务质量,助力精细化运营

通过量化和监控,运维服务方可以更好地提升服务质量,从而有助于提升用户满意度。凭借深厚的运维经验、专业的运维工具和先进的运维理念,集成运维团队可实现资产、资源、人员、作业等的精细化运营管理,辅助决策层制定长期发展战略,全面助力用户业务发展。🔗



5G助力智慧铁路数字化转型

■ 中国电信集团有限公司政企信息服务事业群 计德宇

近年来,在“交通强国”政策的指引下,我国铁路基础设施建设在全国范围内加速开展。目前,我国在铁路,尤其是在高速铁路和重载铁路等领域的技术实力已处于全球领先水平。《新时代交通强国铁路先行规划纲要》明确提出,“铁路自主创新能力和产业链现代化水平全面提升,铁路科技创新体系健全完善,关键核心技术装备自主可控、先进适用、安全高效,智能高铁率先建成,智慧铁路加快实现。”

随着5G技术的发展,5G的大带宽、低时延、广连接等优势充分体现在铁路的建设运营中。在新一代铁路移动通信系统建设中,5G、大数据、物联网等新兴技术加速融合,结合边缘计算和

网络切片等技术,助力中国铁路实现数字化转型,推动中国铁路智慧发展进入全新阶段。

铁路通信网络的现状和未来发展预期

目前,铁路建设部门通过3GPP所拟定的GSM或LTE网络的子协议,构建了面向铁路的专用网络(GSM-R和LTE-R网络),并取得了良好的应用成效。但随着业务的增长,GSM-R已无法满足日益增长的铁路通信需求。GSM-R作为第二代移动通信技术,属于窄频通信系统,主要承载语音业务和少量数据业务,数据传输速率较低,且

不支持视频、图片的传输,目前在现有的GSM-R平台上很难再开拓新业务。而这些“不足”也加速了5G在铁路行业的应用,5G的大带宽、低时延、广连接等特点可以完美地解决以上问题。

在5G时代,铁路在网络层面的规划主要聚焦在四个方面。第一,适时引入5G技术,对铁路专网进行升级,形成5G-R网络;第二,使用卫星网络打造“空地一体”无缝覆盖网络,保障运输全程重点数据传输连续不中断,车辆位置监控到位;第三,在基础电信运营商提供的网络(包括5G定制网)与内部专网实现一体化融合的基础上,进行有效分工,使得不同密级的数据承载在不同

的网络上;第四,引入量子通信等先进网络技术,保障铁路通信的安全。

智慧铁路技术研究

智慧铁路的发展,需要有三大核心技术的支持:一是北斗导航,二是5G技术,三是自动驾驶。北斗导航为智慧铁路提供精准定位、自主导航等基础支撑;5G为铁路联网、车路协同、人车交流等提供重要支撑;自动驾驶则更为直观地推动铁路智能化发展进程。

其中,5G在铁路上应用的技术核心点可以概括为以下几个方面。一是面向超高速的5G公共网络服务技术,核心场景是乘客在高速列车上能够获得相对较好的网络服务体验;二是面向火车站等室内超大客流场景下的技术支持;三是面向应急保障的服务体系建设;四是面向各类站场的5G定制网场景落地;五是面向运营商5G定制网与铁路专用5G-R网络的融合发展。

智慧铁路应用案例

智慧铁路的建设是当前铁路信息化的重点发展方向,近年来已经产生了一些应用案例,特别是与5G融合的智慧铁路应用案例。

案例1: 北京铁路局的5G智慧车站

智慧车站利用新型室分基站和大数据平台,实现室内外定位、人流轨迹分析、票务数据汇总、实时监控等功能,可为客流分析、应急管理、候车大厅商业价值分析、广告精准投放等贡献价值。通过室内蜂窝网络、大数据、人工智能、可视化等技术应用,5G智慧车站能够让车站的运营管理工作变得更加智能化、数据化,以可视化的画面、可量化的数字帮助车站进行运营决策支撑、信息化改造以及客流价值转换。基于5G与终端的结合,实现对车站内客流

的全方位数据采集,实现大客流预警、精准营销支撑等功能。

智慧车站系统通过“5G+MEC”专网与车站内的各业务系统进行数据交换,利用“5G+MEC”专网的高带宽、低时延传输特性并结合大数据,可提高车站旅客服务质量、扩展车站服务场景、逐步降低车站运营成本。在安检环节,利用5G将人脸识别数据上传至AI云平台进行匹配对比,从而实现“秒”进站,提高安检效率。此外,安检工作人员可以通过佩戴AR眼镜,实现红外体温检测和可视化融合指挥调度等。车站内的5G服务机器人还可以为旅客提供余票查询、最优路径选择等互动式旅客服务;车站内的VR娱乐设备也可以为旅客提供云游戏等娱乐服务,满足旅客多样化的娱乐需求。

案例2: 西安铁路局基于“5G+AI”的火车头“医生”

对于司机的监管:通过5G技术进行视频的平台转储,当火车头缓慢进入列车段时,车载终端自动与轨旁基站建立千兆以上的高速通道,转储速率最大可达1.5Gbit/s以上。火车头执行一次任务产生的近30GB数据,在3分钟之内即可自动完成转储。全量司机视频录像数据采用5G技术回传,通过高速缓存设备进入智能分析中心后,可借助AI技术自动识别司机的违规行为。该方案还可根据实际场景,进行视频行为分析算法的定制开发,目前已实现了11个违章项的自动智能识别,如未比手势、玩手机、未握大闸、瞌睡等,并通过构建司机智能评价模型规范其行为。

对于火车头机械设备健康的监管:基于走行部车载传感器数据以及地面运安、整备、检修等数据,结合合作伙伴长期在走行部领域积累的大量专家经验和故障样本,构建火车头走行部故障

预测及健康管理模型,实现走行部的健康评估、寿命预测等功能,推进火车头从“计划修”向“预测修”的转型。

案例3: 广州铁路局的5G高铁智能运维

将预设 in 动车走行线路的电务车载悬挂设备防松脱检测站所拍摄的高清外观检测图片,通过5G网络上传至铁路局数据处理中心进行智能分析,形成检测报告,用以排除设备隐患,防止危险发生,为安全出行扫清障碍。该检测站拍摄角度更精准,清晰度更高,可实现精度和效率的双提升。

5G海量车地数据自动下载转储是基于5G的巨量车载行车数据及视频数据转储业务,实现列车运行中的数据传输,大幅提升了传输效率,简化了传统有线传输、移动硬盘拷贝等繁琐的人工操作环节,实现无感知、无人工干预的数据传输,以达到10倍以上效率的提升。

5G高铁超视距预警“千里眼”是在高铁沿线开展“视频上车”业务,可将视距外的路况高清视频通过5G网络实时回传到动车组司机室的监控预览屏上,为司机提供“千里眼”功能;同时将前方的安全告警视频实时传输上车,并给出预览提示,便于司机及时作出应急决策并采取相应处理措施,提升行车安全,为人民群众生命财产安全保驾护航。

结束语

综上,5G在铁路运输智慧车站、智能运维、车地通信和高清监控视频传输等场景的应用,不仅增强了铁路运输的安全性、提高了运输效率和线路巡检效率,还节约了大量的人力成本。5G技术的应用为中国铁路智能化建设提供了自主创新能力,使中国铁路不仅在速度上,更在技术上领先于世界。

福建移动: 以数为媒 绘就八闽大地“新画卷”

■ 本刊编辑部 舒文琼

从3G时代的无线城市,到4G、5G时代的“数字福建”,在八闽大地上,数字化浪潮奔涌激荡,汇聚起强劲的发展动能。

作为算力网络建设的主导者、数智融入百业的推动者、信息服务大众的先行者,福建移动全力构建“连接+算力+能力”的新型信息服务体系,在八闽大地上播撒数字化的“种子”,并呵护其落地生根、茁壮成长。

日前,通信世界全媒体编辑部受“数字中国移动行—福建站”活动之邀,前往厦门、南平,体验数字经济如何为传统产业插上“新翅膀”、为新兴产业开辟“新蓝海”,感受福建移动如何以数为媒,绘就数字经济时代“新画卷”。

厦门: 打造“5G+车路协同”应用新场景

“城在海上,海在城中”,拥有黄金海岸线的厦门素有“海上花园”之称,被公认为我国最宜居的城市之一。而除了气候宜人、风景秀丽、环境整洁之外,厦门富有吸引力的还包括其便利的生活设施,例如便捷、舒适、现代化的公共服务体系。

据悉,福建移动与厦门公交集团长期深度合作,早在3G时代,就打造了首个基于TD-SCDMA技术的“无线城市”应用——“掌上公交”;到了4G时代,在常规公交车上部署了“智能公



“5G+车路协同”应用场景正在福建厦门规模化落地

图片来源: 福建移动

交通安全节能行车诱导系统”;步入5G时代,进一步在BRT专用道打造5G智能驾驶系统,建设路云平台、车云平台,实现人机共驾。“聪明”的车、“智慧”的路、安全的云、强大的网……在5G智慧“公交大脑”平台实时管控下,城市级“5G+车路协同”应用新场景正在福建厦门规模化落地。

在城市公交方面,福建移动联合厦门公交集团等打造5G智慧“公交大脑”,为3700多辆公交车装上“5G安全节能智慧诱导系统”,通过云端下发车速及加速度限制策略,实现对油门、刹车的智慧控制,以及在斑马线及进站前自动限速等,以精准定位、平稳起步,减少超速行为,大幅提升市民乘车体验。此外,福建移动还提供了灵活调度平台和车载控制设备,基于此,厦门公交集团根据流量、流时、流向的实时统计分

析,在上下班高峰期的人流密集区域投放“区间灵活公交”450余辆,改变了传统公交固定线路、固定班次的单一投放模式,实现“人多车多、人少车少”的高效运营。

在BRT高架专用道上,福建移动打造“5G+人机共驾”,为厦门公交集团提供亚米级乃至厘米级的BRT车辆定位信息,在遏制危险驾驶、斑马线礼让等方面做到高级辅助驾驶的主动干预,实现安全车距保持、智能平稳起步、智能减速等功能,成为全国首个城市交通“5G+BRT”高精度大规模商用项目,也是“5G+北斗高精度定位”平台在智慧公交领域的又一标杆应用案例。截至目前,该系统已在厦门250多台BRT车辆应用,使BRT快速公交驾驶及运营更为安全、高效、智能。

精准的数字最具说服力。厦门鹭城

巴士集团有限公司品牌服务中心负责人董丹丹表示,自从使用“5G安全节能智慧诱导系统”以来,公交司机的急加速下降97.65%,急减速下降73.69%,不良起步下降80.74%;与之相应,有责行车事故起数下降77.59%,客伤事故起诉下降76.51%,事故经济损失下降84.89%。

如今,厦门市民已经切实感受到乘车舒适度的提升。正因如此,高德地图发布的《2022年度中国主要城市交通分析报告》显示,厦门的出行幸福指数、绿色出行意愿指数、高峰期平均候车时长等指标均优于同类城市,这背后自然离不开数字技术的赋能。

鼓浪屿：元宇宙带来“打卡”新体验



依托元宇宙技术的鼓浪屿比特空间已上线测试

图片来源：咪咕公司

椰树树影,碧海蓝天,厦门的鼓浪屿已经成为很多文艺青年的“打卡胜地”。那么,当鼓浪屿与元宇宙结合,又将开启怎样的奇妙“打卡”体验?

咪咕公司是中国移动探索移动互联网的前沿阵地,而咪咕公司的元宇宙总部恰好位于厦门。为充分发挥元宇宙总部的本地优势,中国移动与厦门市人民政府达成战略合作——推进厦门元宇宙建设,双方共同打造的国内文旅元宇宙项目“元宇宙第一岛”——鼓浪屿比特空间已上线测试。

该项目以鼓浪屿为原型,建设元宇宙比特空间,以中国移动算力网络为支

撑,以数实融合、时空重建为核心理念,通过映射物理时空、用户互动创造、聚合生态共建,完成了鼓浪屿1.88平方千米场景在比特空间的数智重现,让用户足不出户就能游览鼓浪屿的大美风光。

在咪咕公司元宇宙总部的元宇宙比特空间展厅中,笔者体验了“比特景观”“星际广场”“星座·M”等业务。“比特景观”包括比特空间、比特资产、比特数智人、比特场景、比特转播等。在“星际广场”,笔者可以获得专属比特数智人身份,进入比特空间中的各种比特场景,和其他比特数智人一起参与观赛、观影、观演等活动。通过“星座·M”,笔者可以抵达星际广场的标志性比特奇观。

发挥数智能力优势,咪咕公司还与敦煌莫高窟、洛阳博物馆、张家界武陵源等达成合作,为推动文旅产业发展作出了成功尝试。熟悉敦煌莫高窟的人都知道,面对浩如烟海的壁画和其中蕴含的知识宝藏,普通观众经常不知从何切入。为了丰富壁画历史背景及故事的表现形式,提高导览精确度与感染力,咪咕公司携手敦煌研究院以经典国产动画《九色鹿》中的“九色鹿”为原型,共同打造精灵讲解员“敦敦”,结合AR眼镜导览方案,为游客带来AR数字人活灵活现的生动讲解,提供沉浸式的文旅体验。

南平：数智技术助力“三茶”统筹发展

作为世界上红茶、白茶、乌龙茶的发源地和“万里茶道”的起点,南平市乡村



福建移动借助NB-IoT助力茶园实现科学管理

摄影：舒文翔

振兴的支柱产业无疑是茶产业。近年来,南平市全力打造“三茶”统筹发展先行区,以文化赋魂、科技赋能、产业融合,推动茶产业全链条绿色高质量发展。

近年来,福建移动积极融入当地特色产业发展,借助5G、AR、物联网技术,助力“三茶”统筹高质量发展。据介绍,福建移动在武夷山国家公园区域建设100多个5G基站,实现核心景区5G全覆盖;借助“5G+AR”技术,福建移动与南平市文旅局合作打造“南平茶旅智慧地图”小程序,推出以武夷山为核心景区的精品茶旅线路。

在福建省武夷山麓几家茶产业公司基地,福建移动通过“物联网数据卡+专线”助力基地视频监控图像传输。福建省瑞泉茶产业有限公司电商部总经理黄逸轩表示,借助NB-IoT的数据采集和传输技术,基地可以实时监控空气温湿度、检测土壤pH值、监测茶园动态、提前预防虫灾等,茶园管理者只需轻轻一点,即可通过生产大屏、手机小屏实时监控茶树生长情况、查看茶园动态数据,实现茶树生长环境的科学管理,提升茶叶产量与品质。

一杯好茶,从源头开始。在5G、物联网等技术的加持下,南平市的茶叶色泽更加鲜绿、滋味更加醇厚,香气更加怡人。

数字浪潮,澎湃奔涌。在福建移动的推动下,5G、物联网、元宇宙等“数字之光”,正在点亮八闽之地的美好未来。CW

万物互联时代 物联网安全风险分析及应对措施研究

■ 中国信息通信研究院 卜哲 赵勋 周成胜 王桂温

物联网是信息产业第三次浪潮和第四次工业革命的核心支撑,在与各行各业的深度融合中催生出众多产业及业务,如车联网、工业互联网、智慧电网、智慧城市、智慧农业、智慧医疗、智慧物流、智能家居、智能穿戴等,改变了人们的生活方式,更为人们的日常生活带来了极大便利。当前,全球物联网产业发展迅猛,GSMA发布的《The Mobile Economy 2022》预测,2023年全球授权蜂窝物联网连接数将达到25亿,预计到2030年,全球授权蜂窝物联网连接数将达到53亿。我国物联网产业发展居全球前列,移动物联网建设全球领先。截至2022年底,我国移动网络的终端连接总数已达35.28亿,其中代表“物”连接数的蜂窝物联网终端用户达18.45亿户,自2022年8月底“物”连接数超越“人”连接数后,“物”连接数占比已升至52.3%。万物互联赋能千行百业,蜂窝物联网终端应用于公共服务、车联网、智慧零售、智能家居等领域的规模分别达4.96亿户、3.75亿户、2.5亿户和1.92亿户。

随着万物互联时代的到来,我们感受到广泛互联、全域感知、远程控制所带来的方便和快捷,但物联网技术的应

用也带来了新的网络安全风险。近年来,针对物联网设备、系统、网络和平台的网络攻击事件不断增多,对个人隐私、企业生产、城市运行乃至国家安全都产生了巨大影响。

物联网安全面临新形势 新风险、新挑战

一是物联网设备自身安全隐患突出。物联网设备面临硬件设计缺陷、软件及固件漏洞、身份验证机制缺失等安全风险。厂商为控制物联网设备成本,往往会选择低功耗且廉价的硬件及芯片,这些硬件的计算性能和安防功能往往较弱,无法提供坚实的安全支撑,如无法进行加密处理、不具备防篡改设计等。物联网设备软件代码质量参差不齐,产生大量软件漏洞,常见漏洞包括缓冲区溢出漏洞、命令注入漏洞等,攻击者可以利用这些漏洞远程获取设备控制权,继而发动网络攻击。物联网设备的身份验证、访问控制机制不够完善,导致大量物联网设备可以被匿名访问,甚至被攻击者破解简单口令获取控制权限,如目前大量物联网摄像头存在弱口令被破解后越权访问的问题,极易引发恶意控制、DDoS攻击、数据泄露

等安全事件,危害网络关键基础设施正常运行。

二是物联网网络安全保障不足。物联网与传统固网、移动互联网等进行连接,形成多网融合的新型异构网络,在数据采集、数据传输等过程中均面临网络入侵、数据泄露等安全风险。感知层是物联网全面感知的技术基础,主要通过各种传感器收集物体的各类信息,然后通过NB-IoT、3G、4G、5G等接入技术将数据传输至上层。但感知层节点数据庞大、协议多样,且功能单一、计算存储资源有限,无法提供复杂的信息安全保障能力,在数据采集过程中容易受到恶意攻击和破坏,影响系统正常运行。网络层主要负责将感知层采集的数据准确传输出去,但由于物联网网络环境复杂,物联网节点资源有限,数据在传输过程中缺乏加密技术防护,极易遭到中间人攻击。攻击者可以在通信路径中非法获取数据包,直接读取明文数据或修改数据包破坏数据完整性,这种攻击手段易实现但难于防范,会导致大量敏感数据泄露。同时,由于物联网网络边界定义不清,攻击者可以通过伪装成网关或者用户节点的方式接入网络,在获取网络访问权限后针对网络组件和设

备发动进一步攻击。

三是物联网数据安全问题频频爆发。物联网基于自身互联属性会产生并共享海量数据,这些数据在存储、使用、共享过程中皆存在大量安全风险。数据存储在安全防护不足的设备及平台时,会直接被攻击者窃取。当数据使用和数据共享过程中缺乏严格访问控制机制时,他人在未经许可的情况下可获取甚至使用用户敏感数据,影响用户正常的生产生活。Unite 42威胁情报团队对美国120万个物联网设备进行监测发现,98%的IoT设备未加密,存在个人隐私及数据泄露风险。近年来,类似的网络安全事件还有很多,如大量家庭摄像头采集的图像被挂在网上出售、智能音箱泄露用户隐私等。

四是物联网平台安全应引起重视。物联网设备与云平台、应用平台之间时时刻刻都在进行数据交互,这些平台一旦被入侵,将导致整个物联网系统遭到破坏。当云平台、应用平台存在软件漏洞或配置错误时,极易引发应用层DDoS攻击造成服务中断。同时,物联网平台也面临代理商安全管理不足、供应链污染等风险。物联网设备供应链复杂,平台如果对供应商的安全控制管理不足,容易在硬件制造和软件开发过程中被植入“后门”,这种“后门”极其隐蔽,在设备交付使用后依然难以发现,一旦启用将造成不可估量的风险。因此,平台管理者应完善供应链监控和安全管理流程以降低风险。

物联网安全风险应对工作推进情况

近年来,中国信息通信研究院在工业和信息化部支持指导下,协同行业相关单位,积极稳妥推进物联网安全风险应对工作。

一是发挥行业组织引领作用,积极推进物联网安全相关标准编制工作。加快构建物联网安全监测标准体系,开展物联网安全监测系列标准研制,推动《物联网流量筛选技术要求和测试方法》《物联网网络安全监测与管理系统技术要求》《物联网网络安全监测与管理系统接口技术要求》《物联网终端网络安全风险分类分级评估方法》等行业标准立项,构建清晰明确的物联网网络安全监测系统技术要求、测试方法等,助力物联网产业良性发展。

二是依托行业网络资源和技术优势,初步构建覆盖基础电信企业物联网基地的安全监测体系。建成政企联动的物联网基础安全接入监测平台,具备采集、监测、研判、响应等功能,已对接三大基础电信企业侧平台,对公共服务、车联网、零售服务等8个行业领域的亿级终端实现监测,形成物联网整体安全态势感知及分析能力。同时,平台建立了物联网漏洞、恶意网络资源、安全规则等威胁情报库,累计积累万余条安全事件规则及恶意资源,具备物联网发展态势、安全态势、专题分析等功能。

三是持续开展专项研究,探索建设物联网安全威胁检测评估技术能力。聚焦物联网感知层、网络层、应用层面临的安全风险,开展物联网安全威胁检测系统效能评估指标体系研究,夯实物联网威胁检测工具及检测方法相关理论储备,积极指导相关企业开展物联网终端产品先进能力评价活动,完善硬件安全、软件安全、网络安全、应用安全和数据安全测评能力,初步形成物联网安全威胁检测评估技术能力。

基于物联网安全风险的思考和建议

一是加快推动物联网安全相关标

准研制和落地。开展物联网终端安全、网络安全、平台安全等标准研制,推进物联网家庭网关、网关安全测试标准规范修订,加快构建物联网安全监测标准体系,指导开展物联网产品安全测评工作,引导物联网安全向更加科学化、体系化的方向发展。

二是持续提升物联网安全监测技术能力。构建基础电信企业物联网安全监测技术体系,强化车联网、工业互联网、智慧城市等典型物联网应用场景的流量筛选能力,从监测覆盖度、功能完备度、业务成熟度等方面提升数据上报质量,推进5G物联网安全监测试点建设,不断完善物联网专网网络安全监测体系,提升行业物联网安全态势感知、风险预警、应急处置等综合技术保障能力。

三是加速构建物联网安全检测评估技术体系。建设智能家居、数字生产等典型场景安全仿真验证环境,面向物联网终端、网络、平台等,开展代码安全审计、高危漏洞扫描、访问控制机制验证、数据传输安全测试、网络节点身份认证评估等测评工作,打造漏洞挖掘、模拟攻击、情报收集等技术能力,定期开展物联网安全合规性评估测试活动,及时发现安全风险隐患,促进物联网相关企业增强自身安全防护能力。

四是不断加强物联网安全企业协同创新。聚焦物联网终端安全、网络安全、平台安全的“能力短板”和技术发展方向,增加物联网安全专项资金投入,开展物联网安全创新创业大赛及会议,整合产业上下游资源,凝聚“产学研”各方力量,培育推广一批物联网安全产品和解决方案,推动提升物联网终端、网络、平台及数据的安全防护水平,促进物联网安全产业高质量发展。



“军团”模式 能否打开5G行业市场的新天地？

■ Omdia 资深首席分析师 杨光

2019年6月工业和信息化部发放5G商用牌照，至今已历时四年。四年来，中国电信运营商在5G网络部署、业务开展以及技术创新等方面取得了令人瞩目的成绩。

在公众用户市场上，截至6月末，5G移动电话用户已达6.76亿户，占移动电话用户的39.5%。在5G行业应用市场上，产业界也进行了积极探

索，在采矿、港口、电力、医疗、教育等领域探索典型应用、尝试针对性解决方案，面向重点场景加快部署5G行业虚拟专网。根据工信部数据，目前我国5G应用创新案例已超过5万个，5G已融入97个国民经济大类中的52个，累计建成5G行业虚拟专网1.6万余个，为5G赋能行业应用打下了坚实基础。

5G行业应用发展催生 “军团”模式

在5G加速赋能行业应用的同时，我们也必须注意到，5G行业应用的部署与推广仍面临成本、商业模式、标准合规等多方面的挑战。尤其在5G应用进入各行业核心生产流程的过程中，更是要求传统电信企业深入了解行业需求，具备一定的行业知识。同时，由于行

业用户需求多样,涉及的应用场景和技术方案庞杂,也需要电信企业能够对内部资源进行有效整合,并与行业解决方案供应商紧密合作,使通信技术能够与行业解决方案有效整合与集成。这对电信企业的自身能力、组织结构、工作流程等都提出了新的要求。在此背景之下,“军团”模式应运而生,逐渐成为国内电信企业开拓5G行业市场的重要组织形式。

行业“军团”的运作模式最早由华为在2021年提出。2021年10月,华为成立了首批行业“军团”,包括煤矿军团、智慧公路军团、海关和港口军团、智能光伏军团和数据中心能源军团。华为希望利用这一组织形式,把原本分散在研发、营销、服务等不同部门和不同产品线的技术、产品、工程、销售、交付与服务等领域的专家汇聚在一起,整合成以行业应用场景为单位的独立团队,形成端到端的组织,可直接与地区销售代表处一起竞标行业项目、服务相关政企用户。华为打造行业“军团”的目的在于:通过构建跨越传统部门组织的集成团队,缩短产品和解决方案的研发上市周期,同时聚焦于对应行业,快速获取行业知识,构建与行业合作伙伴的紧密合作关系,从而对重点行业进行突破,打造新的增长引擎。

从2021年10月至今,华为已构建了3批约20个军团组织,除了上述行业“军团”之外,还包括聚焦于产品研发及技术攻关的产品“军团”,如园区军团、智能光伏军团、数据中心底座军团等。产品“军团”的目标是开发形成有竞争力的产品和方案,使之能直接被销售或集成到行业“军团”的解决方案中。

“军团”组织的专业化、扁平化、高效率,使华为能够更加灵活地构建与行业伙伴的合作关系,并深入行业的生产实践,实现自身业务成长和促进行业

数字化转型双赢的目标。例如,自2021年煤矿“军团”成立以来,华为利用自身在标准化运作方面的经验,积极参与了国家标准《智能矿山数据治理技术架构》的制定工作,既推动了智能矿山的发展,也使华为能够更加全面深入地理解矿山行业的业务需求,提升华为在行业中的话语权。基于对矿山行业需求的深入理解,华为开发了中国煤炭行业第一个拥有自主知识产权的操作系统——矿鸿操作系统,实现了不同系统设备间互联互通,为解决采矿行业痛点问题作出了贡献,也抢占了矿山数字化转型市场的先机。

“军团”模式获得广泛认同

在华为“军团”模式的示范之下,自2022年开始三大电信运营商也纷纷建立了自己的“军团”类组织,开拓5G行业市场。例如,中国联通先后建立了装备制造、智慧矿山、智慧钢铁、服装制造、汽车制造等九大行业“军团”;中国电信则成立了12个产业研究院,虽然未明确“军团”的名称和概念,但其内涵非常接近,每个研究院聚焦于一个重点行业方向,包括卫健、应急、文旅、教育、住建、金融等;中国移动也陆续成立了矿山、电力、智慧园区、智慧医院等“军团”。

虽然这些运营商成立的组织名称各异,但其实质都是利用专门组织,充分整合内部资源、加快市场反应速度,比如中国移动的“军团”就整合了集团政企事业部、上海产业研究院等专业部门,以及聚焦行业业务的省公司及地市分公司等力量,集合行业专家、方案专家、技术专家等专业力量,丰富行业产品体系,建立高效调度机制,使之能够高效支撑全国范围内的落地。同时,“军团”模式也使电信企业有条件不断

积累、沉淀在特定行业获得的经验与方法,形成针对特定行业的专家库、产品库、方案库等,在遇到同行业的类似项目时,可以快速复制应用,从而降低成本、提升效率。

2022年,三大电信运营商在行业数字化市场,尤其是5G行业应用市场,都取得了显著增长。例如,中国移动的政企市场收入同比增长了22.6%,5G DICT项目年签约额达到365亿元,落地了2300余家智慧工厂、370余座智慧矿山,车联网连接数超过两亿。其中,5G专网收入达到25.5亿元,同比增长了107.4%。中国电信的5G行业专网业务至2022年底已累计部署近1.5万个项目,其中2022年当年即新增超过8000个项目,并且在智慧工厂、智慧矿山等领域实现了规模化复制,同类工厂复制超过50家,同类矿山应用复制也超过40家。中国联通至2022年底累计部署超过1.6万个5G行业应用项目,其中5G全连接工厂项目超过1600个,形成了5G园区专网、5G产业集群等大规模部署的案例。行业“军团”模式的启动与推广伴随着这一快速增长过程,在其中起到了重要的推动作用。

推动5G行业应用发展仍需全方位努力

进入2023年之后,电信运营商继续投入“军团”建设。中国移动相继宣布成立了私有云、公安、全连接工厂、车联网等“军团”,显示出利用“军团”模式进一步推动5G行业应用发展的决心。但也必须看到,虽然“军团”模式确实有助于电信企业开拓5G行业市场,但全面深化5G行业应用发展、促进全社会的数字化转型仍需电信企业从多角度着手,不断提升自身能力,广交行业合作伙伴。



下,电信企业要坚持“有所为有所不为”的原则,根据潜在市场空间和自身资源条件,谨慎选择重点投入的行业市场,在长期增长潜力与短期盈利能力之间寻求平衡。例如,华为在2022年底撤销了“机器视觉军团”就反映了这样的商业考量。

虽然行业“军团”模式是伴随5G行业市场发展而生的,但我们必须认识到5G行业应用仅是全社会数字化转型大潮中的一个组成部分,在其之外仍存在

首先,电信企业仍需持续深化对行业需求的理解。作为行业的“外来户”,真正做到“懂行”并不容易,这就需要电信企业持续关注相关行业,不但要关注当期的营收机会,还要着眼于长期的行业演变趋势、标准发展走向以及相关的监管政策环境。例如,华为不仅参与了上文中提及的矿山行业标准制定,还积极参加了国家电网数字换流站系列标准的制定,这些工作对华为深入理解行业需求起到了重要作用。同时,广交行业合作伙伴仍是电信企业获取行业知识,进入行业“圈层”的有效手段。在渠道、方案集成等方面与行业合作伙伴的深入合作,可以帮助电信企业更为高效地拓展行业市场。

其次,自主开发能力是拓展行业市场的基础。“军团”模式确实能够实现电信企业内部的资源整合,但如果没有足够的内生技术能力,这种整合模式也会沦为“无本之木”。行业市场“长尾化”需求多,对定制化开发要求高,同时随着5G应用逐渐深入行业核心生产流程,其对快速响应的需求也日渐迫切,这些都要求电信企业具有

足够的自主开发能力,能够快速响应行业用户需求,实现对技术方案的有效控制与管理。

最后,无论是深入理解行业还是提升自主开发能力都不是一时之功,都需要长期的持续投入,而短期内可能反倒会影响电信企业的盈利能力,大量“长尾化”、定制化的需求也会侵蚀电信企业的利润空间。国内外的市场实践表明,虽然行业数字化业务正成为电信企业新的增长引擎,但在目前阶段其利润率显著低于传统连接业务。在这种情况

巨大的市场空间。例如,中国移动2022年的5G专网收入仅占其政企业务总收入的1.5%左右。在“军团”模式的进一步发展演变过程中,电信企业应该着眼于更为广阔的数字化转型战略空间,超越单纯的5G概念,充分利用多样化的技术手段,不拘泥于某一两项核心技术方案,而是以高效满足行业与社会的数字化转型需求为最终的追求目标。唯有此,电信企业才能将“军团”模式的潜力与优势发挥至最大,并借此在社会数字化转型市场上占据有利位置。CIV





国内外大模型产业如何发展？

■ 中国电信研究院 彭卉 申红梅 方义松

人工智能是第四次工业革命的重要驱动力，也是数字化转型的核心技术。随着数据量的“爆发式”增长和算力的快速提升，人工智能技术正迎来新一轮的创新浪潮，其中最引人注目的就是大模型技术。

近年来，国内外都出现了许多具

有划时代意义的大模型，如OpenAI的GPT-3、华为云的盘古NLP、百度的文心等。这些大模型不仅在自然语言处理、计算机视觉、智能语音等领域取得了标志性的技术突破，在模型精度、通用性和泛化能力等方面也实现了跨越式发展，并在金融、医疗、传媒、游戏等

领域实现了多场景应用落地，提升了效率、降低了成本、创造了价值。

国内行业大模型发展模式

目前国内行业大模型发展模式主要有两种，一种是“自有通用大模型+外部行业数据”，另一种是“自有或其他开

源大模型+自有行业数据”。

“自有通用大模型+外部行业数据”主要是自有通用大模型的企业以“1+N”模式拓展多个行业大模型，比如百度基于“文心”拓展了金融、医疗、传媒等行业大模型。这种模式的优势在于可以利用通用大模型的强大语言能力，快速适应不同行业的需求，同时也可以借助外部数据源，增强行业相关性和准确性。

“自有或其他开源大模型+自有行业数据”一般是由行业公司结合自身领域数据训练，比如度小满基于“Bloom”通用大模型，结合自有千亿tokens金融数据，训练出金融大模型“轩辕”。这种模式的优势在于可以充分利用自有数据的质量和数量级，打造出更专业、更精准的行业大模型，同时也可以借鉴其他开源大模型的技术和经验，提升训练效率和效果。

尽管国内通用大模型能力尚有欠缺，但行业大模型可弥补差距，成为大模型产业落地的加速器。据不完全统计，截至2023年6月，国内已落地的行业大模型共36个，主要集中在金融、医疗、传媒及游戏等领域。

金融行业是大模型应用的重要领域。金融行业将大模型应用于智能客服、银行、保险、资管等细分领域，实现了客户体验、风险管理、业务效率等方面的提升。

百度基于文心通用大模型，打造了金融行业大模型“文心金融”，为金融行业提供了智能问答、智能写作、智能摘要等多项能力。“文心金融”可以根据用户提出的问题，从海量的金融知识库中检索或生成答案，实现高效准确的智能问答服务；“文心金融”还可以根据用户的需求，自动生成金融相关的文章、报告、评论等内容，实现高质量、高效率的

智能写作服务；“文心金融”还可以根据用户的输入，自动提取关键信息，生成简洁明了的摘要，实现快速高效的智能摘要服务。

医疗行业是大模型应用创新的重要领域。医疗行业对大模型的精度、可靠性以及学习理解能力有着极高的要求。医疗行业主要将大模型应用于药物研发、健康管理、辅助诊断、互联网问诊等场景，实现了医疗质量、医疗效率、医疗覆盖等方面的提升。

华为云基于盘古NLP系列大模型，打造了医疗大模型“盘古医疗”。“盘古医疗”可以根据给定的靶点或适应症，从海量的化合物库中筛选出候选药物，并预测其活性和毒性，实现高效准确的药物发现服务；“盘古医疗”还可以根据给定的药物或疾病，从海量的临床试验数据中提取出有效信息，并生成规范的临床试验报告，实现高质量、高效率的临床试验服务。

传媒行业涉及多种语言、多种模态、多种风格，对大模型的生成和创造能力有着极高的要求。传媒行业主要将大模型应用于信息采编、内容制作、播报传递等场景，实现了内容质量、内容效率、内容多样性等方面的提升。

国外行业大模型发展模式

据中国电信研究院分析，国外行业大模型发展模式主要有三种，且以前两种发展模式为主。

一是“龙头大模型+原有业务”。谷歌、微软、Meta等龙头厂商利用大模型重构原有业务，比如微软利用GPT-4全面赋能Azure云、Office365、Dynamics365等传统业务。这种模式的优势在于可以利用大模型的强大语言能力，提升原有业务的智能化水平，同时也可以借助原有业务的

数据和用户资源，增强大模型的应用相关性和准确性。

二是“龙头大模型+外部行业数据”。一般是中小型公司或创业公司，直接调用API或基于GPT大模型微调改进自身AI产品，比如哈维基于GPT及行业数据推出“AI法律助手”。这种模式的优势在于可以利用龙头大模型的先进技术和算力，快速打造出具有行业特色和竞争力的AI产品，同时也可以借助外部数据源，增强行业相关性和准确性。

三是“开源大模型+自有行业数据搭建行业大模型”。例如基于开源模型研发，实现LLM与金融垂直领域知识的深度融合。这种模式的优势在于可以充分利用自有数据的质量和数量级，打造出更专业、更精准的行业大模型，同时也可以借鉴开源大模型的技术和经验，提升训练效率和效果。

总体来看，国外通用大模型能力强，且“龙头效应”明显，能直接满足多行业需求。据不完全统计，至2023年5月，Bloomberg资讯中共有58个AI应用落地案例，主要集中在传媒、游戏、机器人、办公、医药等领域。例如Meta公司5月发布的AI Sandbox大模型，可以为广告生成不同的文字，以迎合不同消费者的需求。

大模型技术是人工智能领域的“新风口”，也是行业数字化转型的“新引擎”。国内外出现了许多具有划时代意义的大模型，也在各行各业实现了多场景应用落地，对社会经济发展产生了巨大的影响。同时，大模型技术也面临着诸多挑战和风险，如算力成本、数据安全、伦理道德等。未来，产业界需要加强基础研究和技术创新，强化场景牵引和应用落地，推动大模型技术的健康可持续发展。CW

AI大模型风起云涌 未来应着力推动数实融合

■ 本刊编辑部 王鹤迦 程琳琳

人工智能在经历前期技术积累和迭代后，逐渐突破传统分析型AI领域，迎来了生成式AI的爆发期。以生成式人工智能（AIGC）、数字人、多模态、AI大模型、智能决策为代表的热点为市场带来了更多想象空间和可能性。

IDC预计，2026年中国AI市场将达到264.4亿美元规模。为了抓住这个“风口”，近年来国内市场上涌现出许多基于AIGC的大模型产品，一些与AI深度结合的应用产品也开始进行线上测试，初步形成了“模型—场景—生态”的良性循环。从应用价值来看，AIGC有望成为数字内容创新发展的新引擎，为数字经济注入新动能。

政策驱动我国大模型发展

随着数字经济的快速发展和数字化升级的推进，人工智能的重要性日益凸显。AI技术的创新迭代驱动了应用场景的进一步落地，企业对自身“数字化”“数智化”转型的积极推动催生对AI技术的多元化需求，为中国AI市场规模的长期增长奠定了基础。

政策助推人工智能产业发展。2017年，我国出台了《新一代人工智能发展规划》，作为中国政府发布的首个人工智能国家级战略，该规划提出了到2020年和2030年的两个阶段性目标，



旨在抢抓人工智能发展的重大战略机遇，构筑我国人工智能发展的先发优势，加快建设创新型国家和世界科技强国。为进一步规范人工智能管理，国家互联网信息办公室还发布了《生成式人工智能服务管理办法（征求意见稿）》，明确提出国家支持人工智能算法、框架等基础技术的自主创新、推广应用、国际合作，鼓励优先采用安全可信的软件、工具、计算和数据资源。

地方政府也出台了多个推动大模型技术发展的政策举措。北京、上海、深圳等地先后出台政策举措，鼓励企业围绕人工智能大模型加快创新步伐，开展大模型创新算法及关键技术研究，探索通用人工智能新路径，打造人工智能创新高地。

政府对人工智能领域的重视，促进了“产学研用”结合，为中国大模型产业的发展提供了强有力的支持。随着技术的进一步突破和创新，中国有望在大模型领域取得更多的成果，并与全球领先国家共同推动人工智能大模型的发展和应用。

大模型如“雨后春笋”般涌现

抢抓产业“风口”，国内大模型如“雨后春笋”般涌现。今年6月，国内大模型产品和应用迎来集中发布。6月1日，阿里云宣布聚焦音视频内容的AI新品“通义听悟”正式上线，“通义听悟”成为国内首个开放公测的大模

型应用产品；6月6日，百度智能云推出基于大模型打造的新一代编码辅助工具“Comate”，并正式开放邀请测试；6月9日，科大讯飞发布星火认知大模型V1.5；6月13日，360公司发布认知型通用大模型“360智脑4.0”；6月28日，中国联通发布“鸿湖图文大模型”，这是国内首个面向运营商增值业务的AI大模型。

7月，更多大模型产品问世。7月4日，北大团队发布首个中文法律大模型“ChatLaw”；7月6日，中国电信发布大语言模型“TeleChat”，赋能数据中台、智能客服、智慧政务3个方向；7月7日，华为发布“盘古大模型3.0”；7月8日，中国移动发布“九天1+N大模型”，主要面向政务和客服两大应用场景；7月13日，京东正式发布“言犀大模型”，同时还发布了言犀AI开发计算平台，预计8月正式上线。

“AI正在走进人们的生活，未来将彻底渗透到每个人的生活和工作中。AI可以成为个人助理、生活助理、工作助理等，以赋能的方式影响人们生产生活的方方面面。”IDC中国研究总监卢言霞预测道。

产业场景是AI应用的最佳“练兵场”

总体来看，中国大模型产业化应用大致出现两种并行的发展路径。一是跨行业通用化人工智能能力平台，其应用正从办公、生活、娱乐加速向医疗、工业、教育等领域渗透。二是针对生物制药、遥感、气象等垂直领域的专业类大模型，提供针对特定业务场景的专业化解决方案。而大模型产业价值的关键，在于降低AI的使用门槛，将其特征、能力与各种场景结合，实现场景效率的提升，并成为新型数字化基础设施。

“对话、写诗、作画绝不是大模型的全部，我们需要深入思考大模型的应

用方向，要将大模型切实投入到城市发展、金融科技、生物医药、工业制造、科学研究等领域，也需要专业的企业和组织加速其在实体产业落地，为产业带来实实在在的大价值，从而在真正意义上大规模服务社会。”中国工程院院士邬贺铨曾讲道。

如今，AIGC在教育、金融、医疗、工业等行业的应用也快速发展。在教育领域，AIGC赋予教育材料新活力，相对于阅读和讲座等传统方式，AIGC为教育工作者提供了新的工具，使原本抽象、平面的课本具象化、立体化；在金融领域，AIGC助力实现降本增效，金融机构可通过AIGC实现金融资讯、产品介绍视频的自动化生产，提升内容运营的效率；在医疗领域，AIGC赋能诊疗全过程，如可用于改善医学图像质量等；在工业领域，AIGC提升产业效率和价值，极大缩短工程设计周期，加速数字孪生系统的构建……

总体来看，AIGC日渐成为与其他各类产业深度融合的横向结合体，其相关应用正加速渗透到经济社会的方方面面。而产业场景是AI应用的最佳“练兵场”。“在‘百模大战’之下，未来能够占据头部市场的或许只是少数具有实力的通用大模型及其引领的AI生态。”卢言霞认为，AI厂商不能局限于拼战略和概念，而应该追求大模型的效率提升以及实际落地的价值。

比起通用大模型，企业更需要针对具体行业的大模型，以结合企业自身的数据进行训练和精调，打造出更实用的智能服务。通用大模型不一定懂行业的专业术语，也不了解企业内部独特的情况，因此回答会比较笼统，信息也不够及时。企业如果基于行业大模型，再加上用自身数据进行精调，可以建构专属模型，打造出高可用的智能服务。

因此，未来AIGC的发展应聚焦于

实际产业场景，着力于推动数字经济发展。AIGC产业国际竞争的关键，不在于一个国家有多少大模型，而是大模型上有多少原生的AI应用，这些应用能够在多大程度上提升生产效率。因此，未来以大模型为代表的信息技术，应着力于驱动数字经济与实体经济深度融合，从而做强做优做大我国数字经济。

大模型发展还面临多方面挑战

如今，越来越多的企业和机构在各个领域积极探索和应用AIGC与大模型技术，数字化服务市场空间巨大；但随着人工智能技术的不断成熟，大规模落地问题逐渐成为企业关注重点，目前阻碍AI落地的原因主要在数据量不足、模型复杂度高、算力不足等方面。

首先是数据模态多维，质量参差不齐。获取大量高质量的数据是实现AI应用的前提。但是，中小企业通常面临数据量不足、数据质量差、数据格式不兼容等问题，这些问题对于模型的训练效率和输出效果都有直接影响。因此，高质量的数据是AI企业最宝贵的资源之一。

其次是算法模型开发、优化难度大。AI算法模型的研发和优化过程非常复杂，通常涉及多个学科领域，如机器学习、深度学习、统计学、计算机视觉等，需要不同领域的专业人才，而当前中国人才缺口较大。

最后是算力资源不足，投资成本过高。AI应用需要大量的算力资源，特别是需要通过GPU提高模型的训练和推理速度，中小企业往往很难承担投资压力。

未来大模型还需要在具备通用能力的基础之上，于垂直领域不断训练、提升专业能力。因此，我国未来要加强自主创新能力，持续优化算法，提升算力供给能力，从算力、算法、框架、工程化、人才等各个层面提升我国大模型的核心竞争力。CW

元宇宙没有“凉” 正处于筑基时代

■ 金峰

元宇宙在经历2021年至2022年初的热度高峰之后,产业关注度持续下降,加上一些“大厂”纷纷裁员,业内唱衰之声不断。结合对当前产业环境的判断,笔者认为元宇宙产业并未衰落,它只是被拂去前期积淀的“泡沫”,进入筑基时代,从而为未来发展奠定坚实基础。

热度下降:“泡沫”期快速结束

行业经验:“泡沫”破裂速度持续加快

根据Gartner的技术成熟度曲线,新兴技术均会经历技术萌芽期、期望膨胀期、“泡沫”破裂谷底期、稳步爬升复苏期、生产成熟期五个阶段。

根据对既往20余年信息通信产业的热点跟踪,新型技术从期望膨胀期进入“泡沫”破裂谷底期的时间不断缩短。例如,2000年前后的互联网,这个时间段长达4~5年;2010年前后的云计算、大数据,这个时间段缩短到2~3年,而2015年前后的物联网、区块链,这个时间段又进一步缩短到1~2年。

造成“泡沫”加速破裂的主要原因是供需两侧基础能力持续放大,加快了技术验证的进程。具体而言,在供给侧,随着云网基础设施的规模化,新兴技术能以更快的速度被打造成可供市场检验的商用产品;在需求侧,“数字化”人口和企业的规模不断扩大,企业可迅速

验证市场对于新兴产品的接受度,并制定下一步市场策略。

“泡沫”破裂:标杆企业收缩产品线

对于元宇宙热度下降,可以从两个方面进行审视。从社会层面看,产业关注度持续下降。根据百度指数的统计,元宇宙在2021年到2022年初形成了若干次关注度高峰之后,热度持续走低,在2023年,更是被生成式预训练Transformer模型(GPT)的光芒所掩盖。

从产业层面看,标杆企业短期营收承压,开始收缩以中短期盈利为目标的产品线。首先是Meta,在2021年10月宣布“All in 元宇宙”的战略之后,其元宇宙业务接连亏损,2022年亏损137亿美元,2023年上半年再度亏损77亿美元,并进行了1万人的裁员;其次是微软,今

年以来微软关闭了AltspaceVR平台,裁撤了工业元宇宙部门,砍掉了MRTK团队(HoloLens的研发团队);再次是迪士尼,该公司裁掉了整个元宇宙研发部门,且短期内将不再推出虚拟现实相关的产品;最后是PICO,在2021年9月被字节跳动收购之后,字节跳动向PICO投入了百亿元资金,但今年一季度PICO宣布裁掉四分之一员工。

筑基时代:产业着眼于长期布局

解读元宇宙:短期内无法完善的科技形态

针对元宇宙,目前业界达成的共识是,它并非是一个技术点,而是由多种新兴技术共同构成的科技形态。具体而言,元宇宙是一个多维的数字空间,是独立于人类世界的物理空间,但与人类



世界持续交互，并且基于人工智能、云计算等技术，元宇宙可以不依赖人类，实现自我运行。也就是说，在人类的可见范围内，元宇宙是人类信息科技文明的终极形态。

因此，元宇宙不会停止发展，除非人类信息文明不再演进，但元宇宙短期内无法实现“从0到1”的突破，其发展还需要新兴技术全面成熟。根据清华大学的《元宇宙发展研究报告2.0版》，元宇宙需要Web3.0、人工智能等12种新兴技术支撑其实现各种功能和应用。随着这些技术的持续演进，业界预计，2026年前后将出现让人“初步满意”的元宇宙世界。表1展示了元宇宙所需的技术，以及部分技术要点。

业内行动：着眼长期的元宇宙
根基建设

尽管元宇宙“泡沫”期快速结束，但产业各方仍在通力合作，着眼长期布局，夯实元宇宙发展根基。

元宇宙产业政策持续出台，着眼长期发展。目前国内一些地方政府出台了元宇宙的专项行动规划，持续看好元宇宙的长期发展趋势。随着发展路径明晰、资源持续涌入，元宇宙技术创新和应用场景落地将加速。例如《北京城市副中心元宇宙创新发展行动计划（2022—2024年）》提出，力争通过3

年的努力，培育、引进100家以上元宇宙生态链企业，落地建成30项以上“元宇宙+”典型应用场景项目。

标杆企业重点转向元宇宙基础层，实现长期布局。标杆企业并未放弃元宇宙，但不再追求短期盈利，而是为长远发展夯实根基。例如，苹果发布Vision Pro，其展现的技术底蕴作用远大于商业价值实现；Meta表示将继续加大元宇宙的投入，但重点将转向游戏引擎等基础技术；阿里云推出元宇宙的技术服务品牌“元境”，该品牌旨在强化基础技术建设，并对外提供服务；华为云发起元宇宙与Web3.0联盟，将长期推动元宇宙生态建设。

元宇宙关键技术持续升级，支撑长期发展。在人工智能方面，大模型将推动通用人工智能（AGI）时代的到来。在脑机接口方面，美国FDA批准Neuralink进行大脑植入人体临床试验，中国实现猴脑主动控制机械臂。在通信技术方面，全球6G技术研发全面推进，400G骨干网启动建设。

元宇宙资本投资，逐步侧重于长期技术研究。根据IT桔子公布的数据，2019年到2023年（前7个月），全球元宇宙产业风险投资的次数，分别为11、17、77、211和51。显然，资本市场仍看好元宇宙的长期发展，在具体的投资项

目上，2022年和2023年元宇宙产业的长期技术投资占比上升。

发展建议：产业协同实现
长期发展

技术协同：与5G、AI协同发展

当前，融合创新已成为产业发展的重要驱动力，大模型、5G等技术热点可极大助推元宇宙发展，未来各技术热点将交叉创新，协同促进产业升级。

元宇宙与大模型相互促进，共同发展。第一，元宇宙在大模型训练中的应用，大模型的训练需要大规模数据集，相关数据除了通过物理世界采集之外，还可以在元宇宙的数字孪生世界中仿真创造新数据，以及将存量数据通过旋转、平移、翻转、缩放等技术手段处理，生成更多的数据。第二，元宇宙为大模型提供了应用场景，未来大模型将支撑元宇宙世界的人机交互与分析判断。

元宇宙为5G发展提供“杀手级”应用场景。第一，元宇宙的数字孪生基座需要实时与物理世界保持同步，需要5G专网等高品质网络实现数据的采集与传输。第二，元宇宙应用需要依靠5G低时延、大带宽的能力提升用户体验，例如各类“5G+XR”应用。

生态协同：政策引领下的产业
全面协同

政策上，通过制订技术路线图和标准计划，引导产业发展。政府或标准化组织牵头制订相关元宇宙技术路线图、标准计划，为产业发展明确方向，确保资源投入的经济效益，实现产业协同。

产业上，推动各类平台建设，促进业内机构合作。产业联盟、联合实验室、公共资源共享平台等可作为元宇宙产业合作的载体，推动产业交流，明确重点研发方向；通过合作探讨，加快研发进程；通过资源开放，促进产业链企业发展。

表1 元宇宙的12种支撑技术

技术类型	典型技术
Web3.0	云计算、空间计算、边缘计算、普适计算、语义计算
人工智能	机器学习、自然语言处理、智能语音、大模型、AIGC
3D建模	实时渲染
游戏引擎	实时渲染
大数据	可视化数据
数字孪生	可视化模型、仿真应用
操作系统	通用系统、物联网系统
区块链	DAO、数字藏品、NFT、NFR等
扩展现实	xR（VR、AR、MR等）、裸眼3D、全息投影
通信技术	5G、6G、光纤
融合式交互	数字人、脑机接口
物联网	机器人、传感器

中国手机行业嬗变 从销量驱动转向价值驱动

■ 本刊编辑部 朱文凤

IDC最新数据显示, 2023年第二季度中国智能手机市场出货量约6570万部, 同比下降2.1%, 降幅明显收窄; 2023年上半年出货量约1.3亿部, 同比下降7.4%。从全球市场来看, 据Canalys统计, 2023年第二季度全球智能手机市场出货量为2.58亿部, 同比下降10%, 市场衰退趋势亦有所放缓。

IDC中国高级分析师郭天翔表示, 虽然市场规模降幅收窄, 但消费者需求尚无明显好转, 市场复苏进度低于预期, 预计要到今年第四季度手机市场才有望明显反弹。

“市场持续疲软之下, 中国手机行业正在经历一场由销量驱动向价值驱动的深刻转变, 不同的产品和品牌之间, 开始在参数配置、价值体验甚至品牌含金量上进行更激烈的竞争。”Sandalwood中国区CEO孙开表示, 折叠屏已成为价值驱动的典型代表, 推动手机厂商在高端市场逆势增长, 而生成式人工智能(AIGC)能否成为下一个“风口”仍需时间检验。

手机格局稳定, 华为回归亮眼

据IDC统计, 第二季度中国前五大

智能手机厂商分别为OPPO(17.7%)、vivo(17.2%)、荣耀(16.4%)、苹果(15.3%)、小米(13.1%)、华为(13%), 其中小米、华为并列第五。除苹果和华为外, 排名前五的手机厂商出货量均出现下跌, 如表1所示。

从厂商排名来看, 第二季度手机市场格局相对稳定, 还是这几家厂商“你追我赶”, 值得关注的新变化是, 华为重新回到前五的位置, 市场份额同比增长了76.1%, 增幅最大。郭天翔表示, 去年同期外部限制导致的供应问题比较严重, 因此华为的出货量较低。而今年华为采取了一系列应对芯片“断供”的措施, 如积极寻找替代品、寻求国内和国际合作、加大自主研发力度等。随着供

应问题的缓解, 今年华为产品发布节奏恢复正常, P60、折叠屏X3、nova11、畅享60等高中低端产品均正常上市。另外, 华为今年的优惠力度不小, 当季旗舰产品P60参加“618”促销, 进一步刺激了手机销量增长。

从厂商表现来看, 高端产品成为手机市场增长的关键力量。第二季度, OPPO凭借Find X6系列和Find N2&Flip系列产品, 在600美元以上高端市场份额进入前三位, Find N2&Flip系列成为上半年折叠屏单品第一。荣耀Magic 5系列相比上一代产品市场份额提升明显, Honor 90系列和X系列也获取更多线下市场份额。苹果对iPhone 14系列进行价格调整, 进一步

表1 智能手机厂商排名

2023年第二季度中国前五大智能手机厂商市场份额、同比增幅			
厂商	2023年第二季度市场份额	2022年第二季市场份额	同比增幅
OPPO	17.70%	17.70%	-2.10%
vivo	17.20%	19.20%	-11.90%
荣耀	16.40%	19.50%	-17.90%
苹果	15.30%	14.10%	6.10%
小米	13.10%	15.60%	-17.50%
华为	13.00%	7.30%	76.10%
其他	7.30%	6.80%	5.60%
合计	100.00%	100.00%	-2.10%

巩固了其在高端市场的优势地位。小米13Ultra在正式发布之前就获得消费者的青睐，渠道商多次加单，提高备货量，使得小米在600美元以上高端市场份额有所提升。华为在600美元以上高端市场销量保持在第二位。IDC数据显示，第二季度600美元以上高端手机出货量占中国智能手机市场的23.1%，相比2022年同期逆势增长3.1个百分点。

跨过启动期，折叠屏风景独好

高端手机的逆势增长有很大一部分助力来自折叠屏手机。目前手机硬件发展已经进入瓶颈期，各家产品同质化严重，软件方面近几年也无新的“杀手级”应用或新的使用场景出现。而折叠屏手机就是手机厂商打破瓶颈、实现价值驱动的重要尝试，可见手机厂商和供应链非常看好这个市场。

事实上，今年以来，在手机市场大盘走低的同时，折叠屏手机销量却是一路逆势增长。在835美元以上的价格段，折叠屏手机的销量已经占据了30%以上的市场份额，成为手机厂商在高端市场取得突破的关键产品品类。据Sandalwood中国电商市场监测，2023年上半年折叠屏手机的总销量达到48万部，同比增长78%。预计到2023年底，国内折叠屏手机的销量将超过百万部。

郭天翔表示，折叠屏手机市场目前体量基数比较小，因此增长速度较快，增幅较大，是目前唯一保持快速增长的细分市场。安卓厂商近几年谋求在高端市场有所突破，不断迭代升级折叠屏创新技术，在苹果短期内不会推出折叠屏手机的背景下，折叠屏手机市场更是成为安卓厂商抢得先机、打造与苹果差异化产品、缩小与苹

果差距的布局重点之一。

目前主要安卓和鸿蒙厂商都推出了折叠屏产品，甚至是“横折+竖折”的产品组合，与高端直板机一起，打造“双旗舰”产品布局。从最新发布手机来看，荣耀有Magic V2系列和Magic 5系列，OPPO有Find N2&Flip系列和Find X6系列，vivo有X Fold2、X Flip系列和vivo X90系列，小米有MIX Fold 2和小米13系列，华为有Mate X3和P60系列。值得关注的是，从2020年至2022年，华为已经连续三年占据国内折叠屏手机市场份额50%以上。

随着相关技术的不断进步，折叠屏手机的良品率和使用体验明显提高，整机质量、轻薄度等方面也比以前有了很大的提升。目前折叠屏手机市场已跨越启动期，进入稳步成长阶段，未来或将手机行业中占据更重要的位置。

而对于未来折叠屏手机的发展趋势，郭天翔表示，首先手机厂商将更注重屏幕质量、使用寿命和显示效果，屏幕的选择也将从比较单一的三星屏，转向更多的国产屏幕。其次，好的铰链可以延长折叠屏手机的寿命，使折痕更轻、更浅。再次，折叠屏手机的续航和影像要做到与直板旗舰手机相当的水准。最后是提升软硬件性能，当硬件创新进入瓶颈期，软件的使用体验会越来越重要，系统软件的适配尤为重要，目前应用适配仍是折叠屏手机普及的最大障碍。

“AIGC+手机=下一个‘风口’？”

在各手机厂商“卷”参数配置、价值体验的当下，除折叠屏手机之外，AI手机最有可能成为下一“风口”。今年4月，奇绩创坛创始人兼CEO陆奇在演讲中表

示，“未来是一个模型无处不在的时代”，并预言有一天大模型将在手机上运行。

AI的智能化应用将给手机厂商的创新带来了新的想象空间。今年6月底，荣耀CEO赵明表示，拟率先将AI大模型引入端侧，打造端侧“个人模型”。他表示，荣耀将在网络大模型方面与互联网公司进行合作，目前已有接触。Google、华为、小米、传音、百度等也表示将在手机上采用大模型相关技术。

手机芯片“大厂”高通也致力于把AI大模型引入终端。高通技术标准副总裁李俨表示，高通将通过低功耗、低成本的方式将大模型引入手机等终端，一方面继续提升手机算力，扩展硬件能力，优化软件功能；另一方面，不断打磨轻量化大模型，让用户获取更加经济、可靠、安全的AI服务。今年MWC期间，高通首次在安卓手机上展示了超过10亿参数的“Stable Diffusion”生成式AI模型。该模型基于文本提示，可在15秒内生成一张512×512像素的图像，时延也能媲美云端。高通相关负责人表示，高通年内有望支持百亿参数规模的大模型在手机上运行。

然而“AI大模型+手机”能否成为下一个折叠屏手机？或许有可能，但AI大模型在智能手机上的应用还处在用户需求未知的功能探索期，需要时间和创新技术去实现。郭天翔表示，对于AI大模型在终端上的应用，手机厂商和供应链都没有明确的发展路径。目前预估有两种可能性，一是代替手机终端AI语音助手，结合本地算力进行训练，使手机更加智能地理解用户。二是在教育场景，通过AI实现因材施教。

可以想象，未来手机将作为AIGC重要的应用端口，进一步拓展AIGC在文字、语音、图像、视频、音乐创作等领域的广泛应用空间，为手机产业、移动互联业务带来全新机遇。

折叠屏手机高速增长 开启机遇与挑战并存的“游戏”

■ 孙永杰

纵观手机发展史,直板智能手机凭借革新的产品体验替代了传统功能手机并成为主流产品形态,但历经多年的迭代和发展,如今直板智能手机的硬件配置和功能体验陷入发展瓶颈,用户的换机动力下降,换机周期也进一步延长。

此外,直板智能机的尺寸发展受用户便携性需求的制约,无法真正意义上满足用户对于大屏的需求;而折叠形态手机在保证便携性的同时,更大程度上满足了用户的大屏需求,因此折叠屏成为智能手机行业发展新的机会点。

市场低迷,折叠屏手机开辟“新赛道”

众所周知,自2017年起,中国智能手机出货量开始下滑,为了应对激烈的市场竞争,头部手机品牌进一步丰富自身的产品线,布局线下、线上销售渠道,使市场份额进一步向头部品牌集中。头部手机品牌逐渐将产品重心转向中高端市场,并致力于在旗舰手机上取得突破,借以提升产品力和品牌力。2022年,头部厂商纷纷进入折叠屏“赛道”,开启了各自的“双旗舰”战略。

事实是,仅在2022年,中国市场上市的折叠屏手机机型数量就达到了15款,涵盖了从内折叠到外折叠,从左右折叠到上下折叠的不同类型,而随着更多国产品牌的加入,折叠屏手机的竞争

格局正悄然发生变化,中国折叠屏手机市场也由此进入多品牌竞争时代。

Canalys数据显示,2022年折叠屏手机的出货量为1420万部,其中三星的出货量接近1200万部,华为排名第二,出货量不到200万部,而OPPO、vivo、小米和荣耀在2022年的出货量合计不足100万部。2023年折叠屏手机销量更是有增无减。

据Counterpoint Research公布的最新报告,2023年第一季度全球折叠屏手机出货量为250万部,同比增长64%;而同期全球智能手机出货量同比下降14.2%。报告中还提到,中国折叠屏手机出货量达到108万部,同比飙升117%。

正是由于折叠屏手机市场的“爆炸式”增长,未来或有更多品牌布局折叠屏手机,其种类也将增加。那么折叠屏手机何以成为智能手机的“新赛道”?

艾媒咨询调研数据显示,接近八成的受访用户因为娱乐的需求而购买折叠屏手机。不可否认,从传统手机到折叠屏手机,同一款应用的使用体验也在升级。以微博为例,折叠屏手机中的微博有“3倍热搜”的视野,还对悬停状态进行了适配。一直以来,在手机更新迭代的进程中,屏幕的变化是最直观的表现形式,据统计,智能手机屏幕已从2010年的3.5英寸增长至如今的6英寸甚至6.5英寸,以16:9的屏幕比例计算,

显示面积增长近200%。

有分析师认为,折叠屏手机作为智能手机和平板电脑的“集合体”,拓展了用户大屏显示的使用场景,刺激了用户换机需求。直板智能手机的屏幕尺寸已接近极限,折叠屏手机的出现可解决屏幕尺寸与单手操作便利性及便携性之间的矛盾。同时,外观升级打造了差异化的形态,而科技感及高端感也是潜在购机人群关注折叠屏手机的重要因素。

除了屏幕外,折叠屏手机在性能方面也开始向直板智能手机看齐。比如,华为Mate X2在折叠屏手机里首次配置了潜望式长焦镜头;vivo“X Fold”“X Fold+”采用了定制移动平台和蔡司四摄等。

中国与全球市场大不同 国内厂商“内卷”严重

虽然头部手机厂商去年纷纷涌入折叠屏手机市场,但相关厂商在全球和中国市场的表现却大相径庭。

以今年第一季度为例,数据显示,全球折叠屏手机出货量为250万部,中国市场为108万部,其中三星全球市场份额高达63%,出货量为158万部。而在国内市场,三星折叠屏手机的销量只有28万部左右,其余市场份额均被国内厂商占据。由此看来,国内手机厂商的海外市场份额只有8%,意味着国内厂

商的折叠屏手机基本都是在国内市场销售的，“内卷”程度可见一斑。

而“内卷”的直接结果就是不可避免的同质化竞争。主要表现在内屏多为8英寸左右，外屏多为6英寸以上，芯片、影像、屏幕与续航等方面差别不大，功能和体验也大同小异。

以屏幕为例，早期的折叠屏手机，各家厂商都在“卷”铰链、“卷”折痕，希望通过独家技术，使折叠屏手机做到与直板智能手机相当的使用体验。而现在，手机厂商的新“内卷”方向是外屏。

不可否认，手机厂商做折叠屏手机外屏的逻辑是分担内屏的压力、提升实用性，但丰富的功能，往往会将人们的注意力放在外屏上，而品质堪忧的显示面板也无形中降低了用户的使用体验。假如所有功能都被外屏承担，那么用户自然会减少使用支撑主流使用场景的内屏，那折叠屏的价值又如何体现呢？

基于上述折叠屏手机在使用逻辑上的悖论，为了打开市场，折叠屏手机的价格开始不断下探，此前市场上还是一众万元折叠屏手机时，OPPO 就将Find N2的起售价定为7999元，跨过了万元以下的门槛，而摩托罗拉发布的moto razr 40系列产品售价更是3999元起，与中高端直板智能手机价格相近。

不过，当国内厂商疯狂“内卷”折叠屏手机市场时，此“内卷风”却未能吹到海外市场，导致国内厂商在海外市场的整体表现乏善可陈，三星仍一家独大。究其原因，还是三星技术底蕴深厚，产业链优势突出。

与华为、OPPO等厂商不同，尽管Galaxy Z Fold和Galaxy Z Flip系列已经迭代至第四代，但三星在折叠屏手机上依旧坚持采用U型铰链的设计，并在耐用性、折叠效果、轻量化等方面不断对其自研铰链进行优化，例如Galaxy Z Fold4搭载的折叠屏铰链较上一代减少了60%的

元器件数量，重量相应减少了15%。

同时，三星也是率先将超薄柔性玻璃(UTG)应用到折叠屏手机上的厂商，得益于三星在显示领域的成熟技术和产业链优势，UTG和柔性OLED在综合性表现方面均是行业顶尖水平，能够最大化发挥折叠屏手机的“大屏”特性。

因此，下一阶段拓展海外市场才是国内厂商摆脱“内卷”、提升产品竞争力的关键。

折叠屏手机成为主流仍面临诸多挑战

虽然折叠屏手机增长迅猛，但要想在未来成为主流机型，依然面临诸多挑战。

众所周知，行业“内卷”的结果通常是产品配置越来越高、功能越来越多、体验越来越好、价格越来越低。而折叠屏手机却偏偏相反，配置和功能确实提升了，但价格却水涨船高(个别机型除外，例如上面提到的moto razr 40系列产品)，用户体验也没有多大提升。

据GfK中国零售监测数据显示，截至2023年1月，中国折叠屏手机市场均价为9559元，虽较2022年同期的1.14万元有所下探，但价格仍处于较高位，超过主流消费者的预算。

另据CINNO Research统计，2023年1月，中国折叠屏手机市场15000元以上产品销量占比12%，同比大幅下降26个百分点；10000~14999元产品销量占比从2022年同期的12%下降至7%；5000~9999元产品销量占比同比大幅增长31个百分点，至81%。

其实不仅是中国市场，Counterpoint Research公布的一项消费者研究显示，在美国月收入10000美元(约合人民币7万元)及以上的受访者中，仅有41%会选择折叠屏手机作为他们下一次换机时的首选。由此可见，价格目前仍是制约折叠屏手机成为主

流机型的主要原因之一。

除价格外，在技术和体验层面，折叠屏手机也面临挑战。以体验为例，艾媒咨询调研数据显示，67.5%的受访用户不购买折叠屏手机的原因是担心其频繁翻转带来的质量问题，59.5%的受访用户则因“价格贵”没有购买；对于折叠屏手机的期待，65.1%的受访用户表示期望折叠屏手机的硬件或软件能够得到比直板手机更好的改进。

简而言之，屏幕质量、铰链设计、防尘、售后质保等问题也是制约折叠屏手机成为主流机型的重要因素，并极大地影响了用户的购买意愿。而这背后则是因为折叠屏手机的技术尚不成熟。

例如，铰链是影响手机折叠平整度、开合顺滑度的关键部件，虽然目前手机厂商都声称自己在铰链方面的创新已经弥补了折叠屏手机的“折痕”短板，但事实却是，直到今天，作为全球折叠屏手机市场老大的三星依然在测试新铰链，以使屏幕更薄且折痕更小。

此外，折叠屏的大尺寸屏幕势必给电池续航造成更大压力，现有产品的常规解决方案是搭配两块电池来提高续航能力，这也导致折叠屏手机比直板手机厚重，日常握持体验大打折扣。而在生态方面，当折叠屏手机展开时，系统软件及交互逻辑还需要进一步优化，目前可以适配大屏的APP覆盖面较窄，只有软硬件的合理适配才能最大化折叠屏手机的价值。

目前全球经济环境低迷影响智能手机需求，今年市场规模预计低于12亿部，但市场的焦点会转向折叠屏手机。集邦咨询认为，2023年折叠屏手机预计出货量将达到1980万部，增长率高达55%。但整体来看，2023年折叠屏手机的市场渗透率约为1.7%，2027年有望提升至5%。下一阶段，就看手机厂商如何应对挑战，并将其转化为自己的机遇。CW

看见数字湖北: 5G与算力共舞 共育数字经济累累硕果

■ 本刊编辑部 包建羽

湖北简称“鄂”，位居中华腹地、地理位置优越，有“荆楚大地”之称。近年来，湖北紧抓数字经济发展机遇，加快建设以5G和千兆光网为代表的新型基础设施、部署以大数据和人工智能为代表的新一代信息技术，积极布局算力网络产业，逐步打造新时代的数字湖北“名片”。

近日，跟随“看见数字湖北——东湖算力大会媒体探营活动”的脚步，笔者实地探访湖北，深入当地5G、算力基础设施、数字技术应用等场景，寻找数字中国建设的湖北“足迹”，领略湖北数字经济发展成果，感受数字湖北的魅力所在。

5G加速赋能，跑出湖北加“数”度

2023年，中共中央、国务院印发的《数字中国建设整体布局规划》明确指出，要做强做优做大数字经济，推动数字技术和实体经济深度融合，在农业、工业、金融、教育、医疗、交通、能源等重点领域，加快数字技术创新应用。

数字技术的发展离不开网络支撑，截至今年6月底，湖北省5G基站达到10.3万个，5G网络已实现城区深度覆盖、县域全面覆盖、乡镇广泛覆盖。在加快推进5G网络覆盖的同时，湖北也积极布局5G专网建设，推动5G赋能千



武汉地铁19号线实现5G专网覆盖

行百业，深入行业应用的5G专网已经成为数字湖北建设中的一抹亮色。

武汉：5G智慧城轨迎来新发展

跟随“媒体探营活动”的脚步，我们走进了建设中的武汉市轨道交通19号线。在这里笔者发现，随地铁设施逐渐建设完善的还有地铁内的5G专网。近日，湖北移动联合华为顺利完成地铁19号线5G专网项目第一阶段建设任务，轨行区5G专网100%全覆盖，并成功进行试车验证，成为国内首条全线实现5G专网覆盖的智慧城轨线路。

值得一提的是，地铁19号线5G专网首次以4.9GHz EasyMacro设备实现全线部署，并且首次完成5G集群业务的部署，轨行区现场测试上行速率达到101Mbit/s、下行速率达到1067Mbit/s。此外，地铁19号线也是在国内地铁首次商用5G宽带集群，并实现全程视频通话等功能，让地铁联动指挥更便捷、

更高效。

不仅如此，武汉地铁还实现了全国首个“新一线城市”线网级城轨云建设。借助城轨云平台，武汉地铁能够打破“数据孤岛”，实现全业务数据的安全共享，

图片来源：湖北移动

平台也为数据标准化、数据挖掘、数据分析提供了基础。

荆州：5G全连接工厂树标杆

整个工厂没有一根网线，一台洗衣机从零部件到成品装箱下线仅需10秒……这是美的洗衣机荆州工厂为智能制造行业带来的“惊喜”。

据了解，该工厂是全球家电制造领域的首个5G全连接工厂，第一次真正意义上实现工业园区全场景依赖于5G，是目前全球5G终端规模最大、应用覆盖最广、与业务结合最深入的5G智能工厂。

在5G的加持下，荆州美的洗衣机工厂实现了生产效率大幅提升，每10秒即下线一台洗衣机，下线直发率提升1倍，库存降低50%，单台人工成本下降41%，实现提质、降本、增效、绿色、安全的发展目标。

荆州市经信局副局长黄茸在接受采



武汉人工智能计算中心外景

图片来源: 武汉人工智能计算中心

访时表示,美的是荆州市智能家电行业的龙头,美的洗衣机荆州工厂打造了家电制造领域全球首个5G全连接工厂,建成即达到了世界“灯塔工厂”的水平,并入选省级5G全连接工厂。下一步,荆州将以“省级中小企业数字化转型试点城市”为契机,引导更多中小企业开展“智改数转”,推动“荆州制造”向“荆州智造”转变。

宜昌:“5G+北斗”智慧海事项目成样板

不仅传统制造业逐步进行数字化转型,临近航道的海事管理服务也逐渐由传统人工模式向数字化模式转型。据了解,2020年9月以来,长江通信管理局联合湖北移动和华为,针对长江航道存在的待闸锚地船舶密集、执法监管强度高且压力大等问题,打造了长江航道上首个“5G+北斗”智慧海事项目,实现了长江宜昌段航道5G专网全覆盖。

“5G+北斗”的高精定位系统,能够让船舶监管更直观、更精确。借助线上系统,执法人员可及时回传现场执法视频,实现海事执法一键查询和一键归档,提高海事执法效率。不仅如此,在5G网络的支撑下,工作人员还能进行船舶远程检修。

宜昌海事局港区海事处副处长刘波在接受采访时谈道,在“5G+北斗”示范区建设的背景下,当地整合并优化

资源,通过相关的信息化改造适配5G网络,借助海事5G切片专网,打通了海事现场执法接入网络的“最后一公里”,探索实现了移动执法、移动指挥调度、智慧监管等海事应用,有力提升了海事部门的船岸协同能力,使海事人员的现场巡查执法更便捷、更高效、更智能、更精准。

以算力构筑新引擎,打造数字经济发展高地

算力作为新型生产力,是支撑数字经济蓬勃发展的重要“底座”,也是激发数据要素潜能、驱动经济社会数字化转型、推动数字政府建设的新引擎。凭借已有积累,积极布局新型算力,当前湖北地区算力发展已积厚成势,产业数字化与数字产业化成效逐渐凸显。

作为算力基础设施建设的积极推动者,武汉先后建设了武汉人工智能计算中心、武汉超算中心。凭借“双算力中心”,武汉已成为全国大型算力网络的关键节点。目前,武汉人工智能计算中心和武汉超算中心均已接入“中国算力网”,广泛联合国家级智算中心、超算中心及全国一体化算力网络枢纽节点,推动全国大型算力的协同调度与高效计算。

武汉人工智能计算中心自2021年5月30日投运至今,已具备“400P AI算力+4P HPC算力”(其中一期建设100P AI算力+4P HPC算力,二期建设100P AI算力,三期建设200P AI算力)的硬件、设备、系统、软件及运营服务能力。

就产业应用来看,以算力集群带动产业集群,武汉人工智能计算中心已

逐渐赋能千行百业。在公共算力服务方面,该中心已为武汉长江计算、武汉楚精灵、极目智能、斗鱼网络等多家重点企业提供普惠算力服务;在应用创新服务方面,该中心结合武汉产业特点,整合武汉大学、中国科学院等科研院所的最新科研成果,为武汉人工智能企业提供技术赋能;在科研创新方面,该中心已助力中国科学院自动化所成功发布“图像、文本、声音”三模态的大模型“紫东太初”;在人才培养方面,面向湖北省高校,该中心启动“湖北人工智能人才发展加速计划”,与产业伙伴共筑湖北省数字经济发展人才根基;在产业聚合方面,自2021年以来,“多模态人工智能产业联盟”和“智能遥感开源生态联盟”相继成立,目前已累计吸引上百家企业入驻。

武汉超算中心则是我国最大的集装箱超算中心,主要为高科技领域和尖端技术研究提供高性能算力服务。目前超算中心服务从航空航天飞行器的气动外形制造、深海石油勘探,到药物靶点的寻找及研发等领域,为“高精尖”技术领域输送算力能量。

在“东数西算”工程建设的大背景下,以武汉为代表的城市智算与超算中心建设无疑走在行业前列。不仅如此,依靠不同区位地理优势,湖北算力基础设施建设也因地制宜,逐渐形成地区发展特色。以宜昌市为例,三峡大坝的水力、电力优势,为宜昌市绿色算力发展提供了广阔空间,当地的三峡东岳庙数据中心在三期工程全部建成投产后,将成为我国华中地区规模最大的零碳数据中心集群。

竞逐数字经济“浪潮”,以5G与算力发展为代表的数字湖北已激起朵朵“浪花”。期待未来湖北继续奋楫数字经济“主航道”,为数字中国建设注入新动力。CW

浅析基于“5G+千兆全光网” 构建智慧高校超融合网络架构

■ 中国联合网络通信有限公司广东省分公司 梁毅 向红 杨天

目前,国内众多高校正处于以内涵式发展为核心,以服务国家战略需求和支撑科技创新发展为导向,以建设世界一流大学为目标的高校信息化建设中。高校智慧化创新应用不断涌现,新型智慧校园应用系统的快速部署及日常运营,对校园网络的承载能力、融合能力、互通能力提出了更高的要求。

新型校园智慧化应用需要基于一张稳定、可靠、安全、高速、可灵活部署与接入的网络来承载。传统的高校校园网络架构普遍存在多校区网络管理分散、网络制式多样化、网络供应商众多、应用系统日益增多导致网络管理压力增大、校园千兆光网与无线网无法融合互通、校区Wi-Fi网络存在覆盖盲区、多校区教学资源共享互动难、科研教学与后勤服务等不同业务需按不同优先等级实现安全隔离等一系列技术难题,因此需要一种创新的网络架构来解决以上问题。

中共中央、国务院印发的《中国教育现代化2035》提出,要充分运用新技术、新机制、新模式,创新教育服务供给方式,深化办学体制和教育管理改革,充分激发教育事业生机活力。5G具备超高速率、高可靠、低时延、广连接等特点,再结合SD OTN全光智能网络、10G XGSPON无源全光网、Wi-Fi 6、云计算、AI智能网管等网络创新技术,充分发挥全光智能“OXC+ROADM”、5G MEC随行专网技术、基于session缓存绑定用户的网络统一认证等技术特色,可实现校区间与校区内单程3ms的超低时延圈、5G与Wi-Fi 6实现校园无盲区覆盖,以及多校区一网统管、一网通用、多网互联、按需接入。本文将创新技术驱动为理念,整合多种网络创新技术助力智慧高校长足

发展,为弥补高校校园传统网络的短板提供了一种创新的解决思路。

网络设计与建设方案

校园超融合网络建设思路

校园超融合网络是指在统一安全和运维支撑下,融合5G MEC、Wi-Fi 6、千兆光网、云计算、AI智能网管等新一代网络基础设施,在集中统一管控、智能感知的软件定义网络(SDN)技术下重构的一种新型智慧校园专用网络,旨在打造泛在、融合的新一代校园网,成为构建“智慧高校”的网络基座。超融合校园网络的建设思路如图1所示。

在全光网络方面,采用SD OTN全光网络作为跨校区万兆全光网络的承载骨干,满足多校区创新教学应用系统间超低时延、超大带宽、全物理硬隔离、可按需调速的网络承载需要,网络网速上限可高达800Gbit/s,粤港澳大湾区内可实现3ms的时延圈,同一城市内可实现1.5ms的时



图1 智慧高校超融合网络建设思路



图2 智慧高校“三网融合”网络建设拓朴

延圈。在同一校区内则采用10G XGSPON无源光网技术实现校区内不同教学机构的光速互联，全部互联网络采用千兆级光纤接入，实现FTTR。

在校园无线网络方面，按需建设高质量覆盖的5G校园专网，在核心校区内部署下沉式UPF网元，实现校园应用流量分流。5G校园专网与校园原有Wi-Fi 6形成有益的互补，如在固定的教室、封闭式的教学单元，以校园Wi-Fi 6网络为主、5G校园专网为辅；在户外及移动场景，则以5G校园专网为主、Wi-Fi 6网络为辅。

在网络融合方面，以校园千兆光网为网络底座，承载校园千兆光网和校园Wi-Fi 6网络，通过“千兆光纤专线+防火墙”将5G MEC直连入校园千兆光网骨干节点，实现5G校园专网与校园光网、校园Wi-Fi 6网络的物理层、数据链路层和网络层互通；在网络管理方面，在高校核心校区内建立独享下沉式5G MEC作为全校校园网络管理中心的“中枢大脑”，统一纳管校园千兆光网、Wi-Fi网管、5G网管和其他各类网络管理系统，原有网络管理系统作为下级网管系统通过SAML2.0协议实现与上层网管系统对接；在多网融合认证方面，将校区光网的登录认证系统、5G校园专网的二次认证系统与校园Wi-Fi网络的登录认证系统均纳入校园的统一认证系统管理，基于session缓存绑定用户的技术原理，实现首次登录认证成功后，可按需在不同网络间快速无认证切换。

校园超融合网络建设方案

校园超融合网络融合了5G、Wi-Fi和千兆光网技术，总体架构自上而下可分为三个层次：核心管理层、三网汇聚层及网络接入层。智慧高校“三网融合”网络建设拓朴如图2所示。

其中，最上层为核心管理层，作为整个融合校园网络的核心承担了整个网络的接入控制、AAA认证、分流访问策略等管理功能。

校园超融合网络采用部署下沉式5G MEC作为网络“中枢大脑”，以此实现CT与IT的一体化融合，不仅可以保障校园网络的数据安全、可靠接入，同时完成5G、Wi-Fi及千兆光网的统一接入管理，实现三网统管。

中间层为三网汇聚层，此层可实现“三网融合”、固移互通、业务

统一承载。校园超融合网络借助先进的SDN、NFV等网络虚拟化技术，在校园内构建端到端的独立专用通道，为特定用户或特定业务提供端到端QoS、SLA、独立逻辑业务（如5G网络切片、5G校园业务随行专网等）通道等网络差异化保障能力。

最下层是网络接入层，合法授权校园用户可通过5G宏基站、5G室分、千兆光网及Wi-Fi 6 AP设备，实现多场景、多终端分权分区接入校园内网。

在千兆光网建设方面，跨校区及本地校园网分别通过SD OTN电路及XGSPON网络实现互联；校园内不同教学大楼部署汇聚层交换机，通过XGSPON全光网络实现高速互联；教学大楼内各楼层、各教室则采用千兆接入交换机实现末端设备接入，最终实现千兆到桌面。

在移网网络建设方面，以5G网络为主要接入方式，以5G MEC平台（“UPF+MEP”平台）为校园网络交换核心，千兆光网、Wi-Fi、5G统一接入至5G MEC平台，实现5G、千兆光网、Wi-Fi多网融合接入，构建智慧高校“5G+千兆光网+Wi-Fi”的超融合校园专网。其中，千兆光网、Wi-Fi接入用户通过由AP或交换机接入校园内网，针对5G校园用户在核心网后台配置专用DNN，采用联通5G随行专网技术，根据DNN将会话分流汇聚到不同的SMF/UPF，实现用户定向访问。例如，当5G校园用户访问校园内网资源目的地址时，学校ULCL UPF根据用户授权使用的DNN权限会自动定向路由访问数据到学校内网；当5G校园用户访问互联网资源网站时，学校ULCL UPF会自动定向路由到公众大网UPF直达互联网访问，从而实现不换卡、不换号、免VPN登录，在校园内可按需直接访问校园内网资源或互联网资源。

基于5G MEC的智慧高校超融合网络(如图3所示)是一张集千兆光网、5G、Wi-Fi的多网合一的校园网络,可推进校园网和校区间光传输网的升级换代,实现全校“一张网”管理,具有广覆盖、大带宽、管理简单、智慧感知、安全开放等特点。

方案技术创新点

基于5G MEC的校园超融合网络架构,是在传统校园网络的创新重构,实现了多校区融合、“三网融合”、教研融合、“用管维”融合的超融合效果。首先,它以下沉

式5G MEC为网络“中枢大脑”，实现超融合，打造智慧高校“5G+千兆光网+Wi-Fi”融合校园网。其次，它采用5G MEC（“UPF+MEP”平台）作为交换核心，千兆光网、Wi-Fi、5G统一接入至MEC平台，实现CT与IT的一体化融合，完成5G、Wi-Fi和千兆光网的统一接入管理，实现三网统管。

多校区融合：全校一张网

对于一校多区的高校，通过基础运营商提供的SD OTN智能全光网络实现网络互联，不同校区的学生均可通过5G签约后获得授权访问校区内网，不同校区之间的智慧应用也可以通过5G实现互动，让全校的5G融合为一张移动专网，提供低时延、大带宽的校园专网服务，从而可以把实力强的校区师资有效帮扶到其他校区，为学生、老师提供等同面对面的互动和学术交流，助力高校多校区的协同均衡发展。

教研融合: to C、to B双域同时提供专网服务

通过一张5G专网，同时为教育、科研两个领域提供专网服务。一方面，通过5G超融合网络，为高校师生提供不换卡不换号接入高校校园内网的服务，实现互联网和教育专网的无感切换。另一方面，基于5G MEC构建的高校超融合网络可作为科研专网，服务学校各种科研和科技应用创新，与产业深度融合，助力高校建设极具创新活力、特色鲜明的世界一流高水平大学。

“用管维融”合：用网、管网、维网并行

在用网方面，5G提供高效的无线承载网络，可承载各种智慧化校园应用。5G自服务平台作为统一网管纳管各网络管理子平台，原有网络管理系统作为下级网管系统通过SAML2.0协议实现与上层网管系统对接。基础通信运营

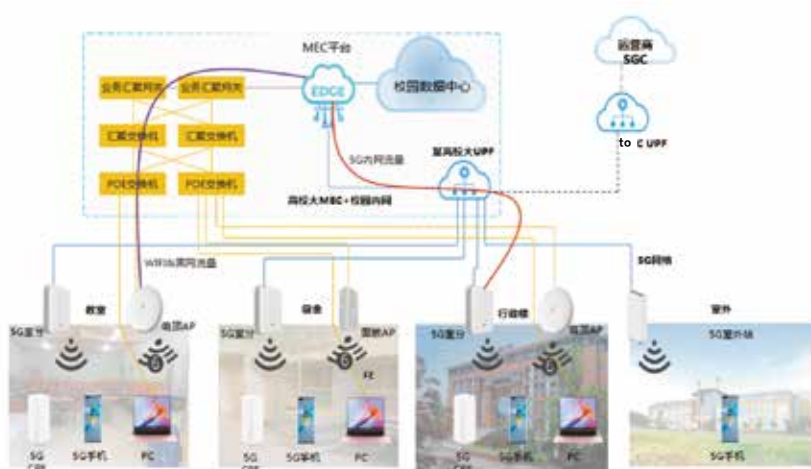


图3 基于5G MEC的智慧高校超融合网络

商可将5G网络能力、算网资源的灵活调配权限开放给高校的网络管理方和使用方,实现高效的网络管理与控制。在维网方面,通过整合了千兆光网网管和Wi-Fi网管的5G自服务平台,可实现高校对5G网络、Wi-Fi网络及千兆光网的全面感知、监控和维护,实现一网统管的高效网络运维管理。

网随人动，打造柔性园区网络

在个性化用网方面,创新引入“VXLAN+SDN”技术,通过识别、标记、策略、跟随等四个步骤,达到网络“位址分离”,即IP地址与位置解耦合,让同一IP可以在任意位置接入,包括有线网络与无线网络之间的漫游、跨广域网的多校区之间漫游、主校园与分校园之间漫游,满足特定用户或终端的即插即用、用户权限的全校园网络随行。

结束语

自2022年7月起，中国联通广东省分公司先后与广东工业大学、暨南大学、华南师范大学、华南理工大学等高校紧密合作，在各高校广州大学城校区率先试点建设基于5G MEC的智慧高校超融合网络。目前已完成广东工业大学城校区校园5G应用区域全面覆盖，5G MEC已部署到校区核心机房，实现与现有校园宽带网络、Wi-Fi网络的数据互通。目前，通过5G校园专网访问校园内网的访问效率已提升50%，网络运维效率提升33%，惠及该校5万多名学生和4000多名教职工，对提升全体师生的用网幸福感、实现智慧校园的数字化转型、建设网络强校具有重大意义。后续，中国联通广东省分公司将把构建智慧高校超融合网络技术和建设经验逐步推广到广东全省各高校，为广东高校加快建设世界一流大学贡献力量。

半有源波分技术在集团客户专线接入场景的应用与实践

■ 中国移动通信集团浙江有限公司杭州分公司 朱川奇 陈国军 叶汉文

电信运营商集团客户专线业务是为集团客户提供接入或数据传送的业务，根据应用类型主要分为互联网专线、数据专线、VPN (Virtual Private Network, 虚拟专用网络) 专线、语音专线等。其中，数据专线业务依托运营商丰富的传输网络资源，向企事业单位提供数字电路的租用和维护服务。另外，互联网专线、VPN 专线和语音专线业务虽首选 PON (Passive Optical Network, 无源光纤网络) 接入方案，但在面对大带宽业务或高业务保障等级业务时，仍需优先采用传输网络资源进行接入。

现有传输网络资源情况

目前电信运营商的传输网络资源主要有 SDH (Synchronous Digital Hierarchy, 同步数字体系)、PTN (Packet Transport Network, 分组传送网)、OTN (Optical Transport Network, 光传送网) 等。根据集团客户业务类型及业务保障等级不同，存在某个商务楼宇、园区，甚至某个客户采用多种传输网络资源的混合接入的情况。而传输网络接入的特点是点对点接入，即每条专线需通过一芯或两芯光纤从客户侧端到端跳纤至移动传输设备，且无法使用前期 PON 覆盖资源开通。

某商务楼宇为集团客户较为密集的区域，存在多个金融客户、政府客户、互联网企业客户业务，且客户业务通过不同传输网络接入。因此，需从各客户所在楼层新放一根或多根光缆至运营商传输机房。一方面，该接入方案将导致运营商工程施工成本增加、光缆资源消耗严重、业务开通效率降低、纤芯管理混乱、维护及排障困难等一系列问题的出现。另一方面，部分区域因物业协调难度大、入局管道封死等问题无法放置新光缆，导致业务开通受阻。因此，如何提高现有光缆资源利用率、提升纤芯承载能力，是集团客户专线业务接入面临的重要问题。

为解决该问题，中国移动杭州分公司启动了半有源波分技术应用与集团客户专线接入场景的研究和部署工作，提出了半

有源 CWDM (Coarse WDM, 粗波分复用) 网络接入方案。该方案可利用商务楼宇中前期已建设的 PON 覆盖资源开通传输接入业务，提升光纤资源利用率，缩短业务开通时长。

半有源 CWDM 网络接入方案及组网架构

CWDM 技术

WDM (Wavelength Division Multiplexing, 波分复用) 技术将整个波长频段划分为若干个波长范围，每路信号占用一个波长范围进行传输，从而提升光纤的传输容量，提高光纤资源的利用效率。WDM 技术又分为 CWDM 和 DWDM (Dense WDM, 细波分复用) 技术，而 DWDM 波段数量多、成本高，相比之下，CWDM 技术更适合在接入网使用。传统的无源 CWDM 技术已在 5G C-RAN (Cloud-Radio Access Network, 云无线接入网络) 基站前传场景得到大量应用，但因其存在缺乏合分波器波道利用率管理手段、光功率维护监控依赖传输设备、无主备光缆线路保护倒换能力等问题，在集团客户专线业务接入上较为少见。而基于 CWDM 技术的半有源波分方案，可以更好地解决传统无源 CWDM 技术存在的问题。

半有源 CWDM 网络接入硬件架构

半有源 CWDM 网络的硬件架构由局端彩光模块、局端有源 CWDM 合分波器、远端彩光模块、远端无源 CWDM 合分波器和中间传输线路组成，如图 1 所示。

在运营商机房侧，将局端彩光模块安装在传输设备上，每个不同波长的彩光模块对应 1 条集团客户专线业务，承载 n 条专线业务的光信号通过 n 根纤芯接入到局端有源 CWDM 合分波器后，合成 1 路光信号通过主干光缆传输至客户侧 (商务楼宇) 的无源 CWDM 合分波器，由其分出 n 路光信号，分别连接到不同专线业务的接入设备，并在接入设备采用对应波长的彩光模块，从而实现专线业务的端到端开通。同时，局端有源合分波器可自动向网管服务器上报各专线的局端设备和远端设

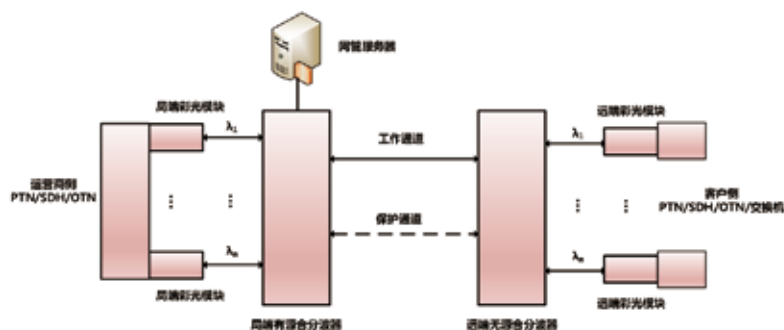


图1 半有源CWDM专线硬件架构

备之间的所有连接关系、线路状态、光模块参数以及端口收发光、端口资源情况等信息，极大方便专线施工和后期运维。

半有源CWDM网络的保护方式

线路“1+1”保护：局端有源CWDM合分波板卡及远端无源合分波器具具备主备保护功能，通过2个不同路由光缆组网，主用路由发生故障时自动倒换至备用路由，可实现线路“1+1”保护。

业务“双归属”保护：客户侧新增一套传输设备，通过2个不同方向的无源CWDM网络接入至2个传输上联机房，某方向发生故障时通过传输网络的自愈保护功能自动倒换至另一方向，实现业务“双归属”保护。

半有源CWDM网络的覆盖建设

半有源CWDM网络的覆盖建设取决于覆盖半径和覆盖客户数量，其中，覆盖半径一般为5~10km。网络覆盖可充分利用前期已建设的PON网络光缆资源，仅需完成覆盖楼宇至上联机房的单芯跳纤，即可实现半有源CWDM网络覆盖。

有源合分波器的部署规划应基于集团客户专线发展及现网限制等因素综合考虑。同时有源合分波器作为传输专线业务的收敛设备，部署初期应设立在机房条件好、归属长期稳定、传输资源丰富、光缆相对集中的汇聚机房内。后期随着传输专线业务量增加，有源合分波器可下沉至接入机房。针对业务量较大的商务楼宇、工业园区，可部署小规格的有源合分波器至楼内机房作为所有传输专线业务的汇聚点。

无源合分波器的覆盖规划应基于楼层数、集团客户数等因素考虑。初期无源合分波器所分波段以1:4、1:6为主，后期随传输专线业务数增加可增设1:12、1:16。

半有源波分技术用于集团客户专线接入场景的优势

针对集团客户密集分布的区域，使用半有源CWDM方案后，具有如下优势。

一是光缆纤芯资源节约。相比双纤接入方式，n条

集团专线接入仅需使用1芯，节约纤芯资源 $(2n-1)/2n$ 。

二是业务开通时长缩短。利用原先商务楼宇已覆盖的纤芯资源，实现与PON一样的快速开通能力，避免受阻于物业、管道堵塞等问题。同时从传输设备机房到客户分纤点所有的光纤可提前完成预跳，业务需求提出时做到“一次上门，当天开通”指令下达。

三是建设维护成本降低。业务开通无需大量工程施工及端到端跳纤，降低光缆投资成本及光纤资源维护成本，且半有源设备安装简单、投资低、功耗低。

四是业务保护级别提升。采用双路由预部署，实现双向双路由保护组网，确保高等级集团客户专线的高安全性。另外，半有源CWDM方案的有源仅仅是为了实现管理和保护倒换能力，即使在近端有源CWDM板卡断电的情况下，业务仍能保持正常运行。

现网测试分析

目前中国移动杭州分公司已在拱墅区华浙大厦完成半有源CWDM专线的试点安装工作。该点位重要集团客户数据专线业务需求较多，且存在光缆施工受阻于物业等问题。通过部署半有源CWDM网络，将局端有源合分波器安装在移动传输机房，远端无源合分波器安装在华浙大厦弱电间，并利用原有PON覆盖资源纤芯跳纤，顺利完成楼内多条专线开通，且业务Ping测正常、无误码及丢包，同时半有源设备可正常纳管（如图2所示），实现纤芯资源利用率最大化。

半有源波分技术适用于商务楼宇、工业园区等业务密集场景的网络建设。该技术有效解决了运营商光纤资源不足问题，也为今后集团客户专线业务的高速发展提供更高效、更可靠的支撑。

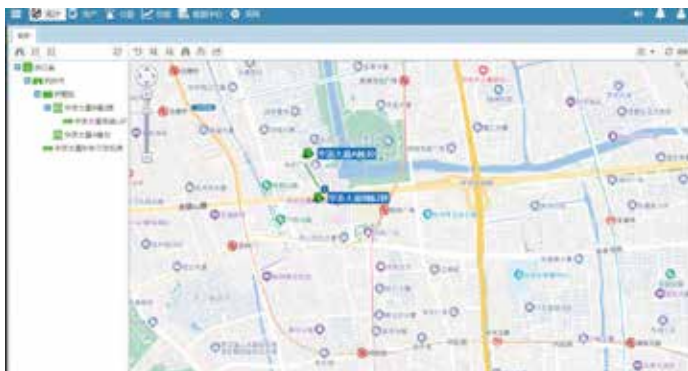


图2 半有源CWDM设备正常纳管

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！**