

# 中兴通讯技术

简讯

ZTE TECHNOLOGIES

2023年2月/第2期

准印证号：(粤B)L011030048

## 视点

06 创新引领，5G行业应用从管理域走进生产域

09 RAN智能化：从补丁式创新到智能内生



## 专题：5G-Advanced

12 面向5G-Advanced的“1+2+3”新生长范式





第27卷/第02期  
总第413期

中兴通讯技术 (简讯)  
ZHONG XING TONG XUN JI SHU (JIAN XUN)  
月刊 (1996年创刊)  
中兴通讯股份有限公司主办

#### 《中兴通讯技术 (简讯)》顾问委员会

主任: 刘健  
副主任: 孙方平 俞义方 张万春 朱永兴  
顾问: 柏钢 方晖 李伟正 刘金龙  
陆平 胡俊劫 华新海 王强  
王全

#### 《中兴通讯技术 (简讯)》编辑委员会

主任: 林晓东  
副主任: 黄新明  
编委: 丁翔 黄新明 姜永湖 柯文  
刘爽 林晓东 马小松 施军  
孙彪 魏晓强 杨兆江 朱建军

#### 《中兴通讯技术 (简讯)》编辑部

总编: 林晓东  
常务副总编: 黄新明  
编辑部主任: 刘杨  
执行主编: 方丽  
发行: 王萍萍

主办单位: 中兴通讯技术杂志社  
编辑: 《中兴通讯技术 (简讯)》编辑部  
发行范围: 国内业务相关单位  
印数: 6000本  
地址: 深圳市科技南路55号  
邮编: 518057  
发行部电话: 0551-65533356  
网址: <http://www.zte.com.cn>

设计: 深圳市奥尔美广告有限公司  
印刷: 深圳市旺盈彩盒纸品有限公司  
印刷日期: 2023年02月25日



柏燕民  
中兴通讯RAN产品总经理

## 未来无界，探索无限

伴随着5G网络规模的发展和5G网络覆盖的提升，新一代信息高速公路建设已迈入了“使能全社会数智化转型”的新阶段。中兴通讯以内生智能为核心的5G持续创新，聚焦以简为美、以连接为本、以零碳为目标、以业务为牵引的能力增强，面向数智未来，打造极致体验、万物智联、绿色高效和丰富业态的5G-Advanced网络，让5G技术的创新演进在新业务和新场景的牵引下不断生长。

产品设计上，中兴通讯坚持以简为美，简而不凡。通过产品创新演进，以更强的频谱整合能力、更高的集成度、更高的频谱效率，实现网络极简、性能极致、未来极速的网络演进；网络连接上，中兴通讯从“连得深、连得起、连得广”着手真正实现“全连接”，通过深入生产域，以更低的终端成本实现海量的5G连接，让5G的高速体验更加广泛可达；能效提升上，中兴通讯以零碳为目标，不断追求“比特瓦特完美曲线”，形成设备级-站点级-网络级多级联动的节能方案，让能耗完美匹配业务需求；网络智能上，中兴通讯率先提出内生智能理念，以基站内生智能为基础，基站间的算力编排实现算力成池，按需共享，加上算力单板进行算力拓展，实现业界独有的基站级业务识别，并孵化出多样的智能业务分级保障方案，内生智能也成为面向R18及未来演进的重要方向。

基于网络能力的增强与应用场景深度融合，中兴通讯持续挖掘和拓展5G能力，服务于更广阔的应用场景：持续深入研究智能超表面，实现业界首个5G基站和动态智能超表面协同的波束赋形技术验证；积极探索NTN技术，构建空天地一体、无处不在的网络；拓展5G感知能力，业界首家实现单AAU通感一体化技术验证。

从5G到5G-Advanced，中兴通讯将在持续构筑网络优势的基础上不断探索，助力运营商打开全新空间、带给用户全新体验，为数智社会创造无限价值。

# 目次

中兴通讯技术（简讯）2023年第02期



## 面向5G-Advanced的“1+2+3” 新生长范式

随着5G-Advanced成为产业共识，如何围绕运营商、垂直行业和社会等方面的需求共同定义5G-Advanced网络关键特征、部署策略、重点研究方向以及应用实践，成为业界需要共同思考的问题。中兴通讯是5G上半场的重要参与者，对5G-Advanced投入了大量资源探索，2021年我们就提出了面向5G-Advanced的“1+2+3”新生长范式。

### 视点

06 创新引领，5G行业应用从管理域走进生产域  
柏钢

09 RAN智能化：从补丁式创新到智能内生  
詹勇，唐雪

### 专题：5G-Advanced

12 面向5G-Advanced的“1+2+3”新生长范式  
柏燕民

15 5G NTN，引领星地融合网络发展新方向  
王跃，郝瑞晶

18 提升频谱柔性，子带全双工成就“单频多能”  
白炜，郝育鹏

20 智能编排持续演进，实现网随意动的体验提升  
郑玲霞

22 中兴通讯DeepEdge基站业务识别和智能保障方案  
韩翠红

24 基站内生智能使能网络绿色生成  
范英鹰，张景煜

26 智能超表面：助力5G-A无线网络可持续高效演进  
任涛

28 通感算控一体化方案，开辟5G应用新蓝海  
海振坤

### 成功故事

30 四川移动联合中兴通讯采用5G游牧式基站在  
石棉震区保障应急通信  
任杰，杨宏宇

32 福建移动携手中兴通讯完成意图驱动业务分级  
体验保障商用验证  
潘飞，杜永生

34 5G双层网助力海螺水泥打造矿车无人驾驶精品专网  
杨德，胡剑斌

### 解决方案

36 X-Edge助力XR走向多元化商用场景  
李婷

38 数字孪生技术，助力网络向高阶自智演进  
苏可可，詹勇，王栋

02 新闻资讯

## 中兴通讯与双登集团达成战略合作

2023年2月，中兴通讯股份有限公司（以下简称“中兴通讯”）与双登集团股份有限公司（以下简称“双登集团”）战略合作协议签署仪式在江苏泰州举行。中兴通讯高级副总裁杨建明、张健鹏，中兴通讯副总裁刘剑锋、赫二会，双登集团董事长杨锐、执行总裁杨宝峰等出席。中兴通讯副总裁陆平和双登集团副总裁李猛作为双方代表现场签署协议。

中兴通讯与双登集团已携手走过23年，双方合作从新能源备电领域拓展至5G+工业互联网领域。此次签约，标志着双方在新型ICT基础设施建设、5G业务应用创新、行业解决方案开发、产业链生态拓展等多个方向上达成全面合作，进一步深化战略合作关系。

## 广东移动携手中兴通讯完成广东首个5G新通话试商用验证 启动省内友好用户招募

2023年1月，广东移动携手中兴通讯在广州完成5G新通话端到端商用能力验证，并启动第一批友好用户规模招募。本次广东省内试商用友好用户招募，是继2022年11月底完成5G新通话外场测试后的又一个关键里程碑，标志着一场传统通话业务焕新升级的变革正式拉开帷幕。

2022年4月，中国移动正式发布了5G新通话产品，成为全球首发该业务的电信运营商。作为一款重塑基础通信体验的新产品，5G新通话具备可视化、多媒体、高感知、全交互的体验优势，让传统通话从“听得见”升级到“看得见”，从“信息沟通”升级到“情感互动”。

为了让用户尽快体验到这些新通话业务，广东移动联合中兴通讯快速部署试商用VoNR+平台，通过升级现网，引入音视频AI处理能力，以高清视频通话为基础提供智能翻译、趣味通话等实用、有趣、好玩的增值应用。已经开通VoLTE/VoNR通话功能的Android用户，无需换机换卡，签约5G新通话业务后，拨打视频电话即可体验到全新的通话业务场景。

新年伊始，广东移动将继续携手中兴通讯等产业合作伙伴，以5G新通话友好用户招募为起点，快速完善新通话业务体验，争取早日规模商用，用科技构筑美好数字生活。

## 中兴通讯5G NR产品获得德国联邦信息安全办公室（BSI）安全认证证书

2023年2月，中兴通讯5G NR gNodeB产品（HW Version V9200，SW Version 21.2，audit process HPPD Process-2017）获得由德国联邦信息安全办公室（BSI）颁发的“网络设备安全保障方案网络安全认证计划-德国实施”（NESAS CCS-GI）认证证书。

通过本次认证，中兴通讯充分证明了其产品安全治理和5G NR产品满足德国严格的安全标准。

## 中兴通讯荣膺“ICT中国2022案例征集及发布”34项大奖

2022年12月15日，中国通信企业协会负责的“ICT中国（2022）案例征集及发布”活动获奖名单揭榜，中兴通讯荣获大赛“优秀组织奖”1项，“优秀创新应用案例”奖共计33项，分别为“卓越创新应用案例”奖3项，“最佳创新应用案例”奖11项，“优秀创新应用案例”奖18项，“最佳创新先锋”奖1项，覆盖政务、工业、能源、教育、通信等领域。

## 中兴通讯服务器及存储产品获2022年度中国电子报编辑选择奖

2023年1月，中兴通讯服务器及存储产品获2022年度中国电子报编辑选择奖，充分展现了其在服务器及存储领域的创新能力。

中兴通讯从2005年开始研发服务器及存储产品，目前已广泛应用于全球40+国家和地区，全面覆盖通信、互联网、金融、电力、政务、交通等行业，是近3年来中国增长最快的服务器厂商。



## 盛京银行与中兴通讯签署战略合作协议 共创科技金融新发展

2023年2月6日，中兴通讯与盛京银行在沈阳签署战略合作协议。中兴通讯执行董事、执行副总裁顾军营，盛京银行党委书记、董事长邱火发出席签约仪式。

顾军营表示，期待双方互为客户、优势互补，最大化发挥各自领域的专业优势，实现在金融和科技领域的共同发展。

邱火发表示，盛京银行深耕行业金融战略，聚焦数字科技等十大优选行业，强化信贷资源供给，服务实体经济与产业发展。中兴通讯是全球领先的综合通信信息解决方案提供商，期望双方深化战略合作，充分发挥双方的行业资源和技术优势，推进智慧金融开花结果。

## 中兴通讯荣获PMI马来西亚分会“2022年度杰出项目奖”冠军

2023年1月，由PMI马来西亚分会（简称PMI MY）举办的“2022年度杰出项目奖”颁奖典礼在吉隆坡成功举行。中兴通讯凭借在马来西亚某项目中的杰出贡献，荣获2022年度杰出项目奖冠军。该奖项旨在表彰在马来西亚具有优秀项目管理能力的组织。

中兴通讯该项目于2020年8月启动，作为向5G网络过渡的一步，对城市、郊区、农村和偏远地区的4G网络进行升级，目的是为当地人民提供更广

的网络覆盖和更好的宽带网络体验。该项目的难点是站点地理分布广，因此，如何在疫情之下，实现有效的进度管理、成本管理、质量管理成为需要重点考虑的问题。

借助中兴通讯成熟高效的项目管理运作机制，实时智能的项目管理数字化系统和素质硬、专业强的项目管理人才队伍，该项目设置了具有可实际操作落地的项目管理方法，有效指导项目管理有序开展。

## 湖北移动联合中兴通讯完成AAX/EFP双平台对接 加速自智能力提升

2023年1月，中兴通讯AAX（告警自动化专家）、EFP（设备故障预测）智能运维系统解决方案成功完成与湖北移动集中故障管理系统平台、自智平台全面对接，实现告警根因诊断和基站隐患故障识别，助力自智网络能力提升的同时，也实现了告警智能处理融入到运维工作，极大地提升了故障处理效率。

## 河南移动携手中兴通讯成功商用全国首个SPN小颗粒政务专线

2023年1月，中兴通讯联合河南移动在安阳完成全国首个基于FGU（Fine Granularity Unit）小颗粒的SPN政务专线商用。在该项目中，河南移动采用业界领先的中兴通讯SPN切片专线解决方案，首次通过尊享FGU小颗粒硬切片实现高价值政务专线业务承载，为SPN切片专线规模商用打下坚实基础。

## 中国电信卫星公司携手中兴通讯及合作伙伴完成全球首次S频段5G NTN技术外场上星实测验证

2023年1月，中国电信卫星公司携手中兴通讯、紫光展锐等产业伙伴共同完成全球首次S频段5G NTN（non-terrestrial network，非地面网络）技术外场上星实测验证。

本次验证使用我国自主研制建设的天通一号卫星移动通信系统，采用3GPP R17 NTN标准协议，实现了5G NTN端到端全链路技术贯通。



## 中兴通讯斩获中国移动2023年智能机顶盒集采大单

2023年1月，中国移动公布了2023年智能机顶盒产品（公开采购部分）的集采结果，中兴通讯两款产品全部入围并分别获得综合排名第二和第三的好成绩，中选份额共计26.4%。

中兴通讯智能机顶盒以4K超高清、AI语音、特效渲染、多路解码为特色，打造沉浸式的视频体验，全面满足中国移动对视频业务的发展需求。

截至目前，中兴通讯机顶盒产品已经在全球超过45个国家和140个运营商实现规模商用。

## 中兴通讯发布G5系列服务器新品

2023年1月12日，中兴通讯在北京举办“智算筑路数字经济”服务器新品发布会，正式推出基于第四代英特尔®至强®可扩展处理器（Sapphire Rapids）的G5系列服务器新品。

中兴通讯此次发布的服务器新品共计5款，包括R5200 G5高密度服务器、R5300 G5全场景通用服务器、R5500 G5海量存储服务器、R6500 G5异构算力服务器和R8500 G5高性能服务器。G5系列服务器新品支持液冷散热，具备高密度算力、灵活扩展、异构算力、海量存储、稳定可靠等特性，将为数字经济发展提供更加强劲的算力支撑。

中兴通讯G5系列服务器新品，采用最新的英特尔®至强®第四代可扩展处理器，内置加速引擎，有效提升应用性能，双路最大支持120核，提供强大算

力支持；高内存带宽设计，提供32条DDR5内存插槽，速率最高可达4800MT/s，带宽性能提升50%，支持英特尔®傲腾™持久内存300系列（Crow Pass）；全新PCIe 5.0，IO带宽提升150%，提供强大的硬件加速能力。

中兴通讯R6500 G5异构算力服务器内置10~20个异构计算智能加速引擎，根据不同应用场景，灵活调度各种不同的异构算力资源，实现算力的最佳组合，如CPU+GPU、CPU+GPU+DPU，满足AI/超算等多样性算力场景需求。

与此同时，G5系列服务器新品具备灵活扩展能力，以R5300 G5为例，最大提供41个2.5”盘位或20个3.5”盘位+4个2.5”盘位，提供高速I/O接口，基于硬件模块化和软件平台化设计，通过按需配置，匹配不同应用场景的差异化需求。

## 中兴通讯携手中国电信完成业内首次基于商用M-OTN/OSU设备的现网试验

2023年1月，中兴通讯联合中国电信在安徽完成业内首次基于商用M-OTN/OSU设备的现网试验，实现中兴通讯域内以及中兴通讯与其他CPE厂家OSU基本功能互通验证，并开通了首条OSU承载的友好客户以太网专线业务，验证了OSU小颗粒技术的先进性和相应产品的成熟度。

## 中兴通讯“千兆光网筑基云VR教育创新应用”荣获最佳“创新应用案例”奖

2023年1月，中国通信企业协会主办的“ICT中国（2022）优秀案例征集与评选”公布了获奖名单，中兴通讯“千兆光网筑基云VR教育创新应用”荣获最佳“创新应用案例”奖。

中兴通讯为解决传统职业教育实训难题，将XGS-PON+Wi-Fi 6千兆光网技术和云VR技术产业化融合应用于全国首个国家级职业教育VR虚拟仿真示范实训基地。

## 中兴通讯首家完成中国移动NB-IoT R17连接态邻区测量测试验证

2023年1月，中兴通讯与中国移动合作完成首家NB-IoT R17连接态邻区测量特性实验室及外场测试验证。NB-IoT R17连接态邻区测量技术有助于极大提升NB-IoT终端在移动场景下跨小区业务性能，更加匹配移动性业务需求，推动NB-IoT应用于更丰富的业务场景。



## 中兴通讯与18国合作伙伴共赴聚力共赢之约

2023年1月，中兴通讯全球服务国际合作伙伴大会在斯里兰卡、印度尼西亚、菲律宾、马来西亚、泰国、孟加拉、印度、巴基斯坦、南非、埃及、利比亚、阿尔及利亚、尼日利亚、墨西哥、意大利、哥伦比亚、秘鲁、西班牙等18国成功举办。大会以“聚力共赢，生态共荣”为主题，邀请400余家国际合作伙伴，聚焦深化合作、数智提效、合规治理、阳光共建等主题展开交流与研讨，同时对200余家优秀国际合作伙伴进行了表彰。



## 中兴通讯荣获Lightwave三项大奖

全球光网络领域知名媒体Lightwave公布光通信年度创新大奖评选结果，中兴通讯大容量400G ULH（超长距离）传输系统、Fiber Fingerprint方案、Light POL方案获奖，充分印证了中兴通讯在光通信领域的强大实力，体现了业界对中兴通讯的高度评价和肯定。

中兴通讯大容量400G ULH（超长距离）传输系统基于128Gbd超高波特率、3D融合光电封装、Flex Shaping 2.0算法这三大创新技术，大幅提升400G骨干网传输性能，传输距离比业界当前400G方案提升60%，网络可使用尽可能少的电中继实现超长距传输，助

力运营商节省投资。

中兴通讯Fiber Fingerprint方案为光纤链路节点设备及线缆赋予独特的“光纤指纹”，基于智能图像识别技术，对光纤链路中的资源信息进行识别，并对资源数据进行收集、传输、管理以及校验。该方案极大提高了运营商运维效率，有助于节省运维成本。

中兴通讯Light POL方案基于全光网络架构组网，构建简单、可靠、安全、绿色、持续演进的FTTx全光网络，帮助企业、园区、校园等客户提供高速全光接入，为企业、园区等数字化转型打下坚实基础，并可帮助运营商更好地开拓企业市场。

## 中兴通讯助力淮北联通成功商用承载网智能运维工具

2023年2月，安徽淮北联通联合中兴通讯实现承载网智能运维工具ZXSEM正式上线商用。双方联合开发的这套系统可对承载网络运行状态、告警数据和网络隐患进行分析，自动输出网络评估报告，用于对承载网进行健康体检、隐患排查、故障定位，同时为承载网络规划、建设提供重要参考依据。

目前已上线的系统包含智能巡检、智能升级、网络规划、操作比对、智能脚本等多个功能模块。

## 200M双载波动态功率打造湖南电信5G用户新体验

2023年1月，湖南电信携手中兴通讯在长沙五一商圈、高铁南站、重点高校等人流量密集区域，通过200M双载波动态功率共享创新技术应用，对NR载波级功率按照业务需求，在不同载波间智能动态调度，有效提升了5G 200M带宽利用率，实现了5G网络覆盖、小区容量以及用户感知的全方位提升，助力长沙电信5G标杆网络更快、更优。

## 天津移动携手中兴通讯率先打造绿色生成网络

天津移动携手中兴通讯持续探索能量信息化和信息能量化，节能创新技术PowerPilot为能量的高效配置和充分利用提供全新手段应用，共促5G网络体验与能效共生。天津移动引入自动启停和绿色生成创新技术进一步实现将最大化关断的极致休眠与最小化唤醒的极致感知在网络中融合共生，创新打造能效与体验双优的低碳运营范式。

# 创新引领，5G行业应用 从管理域走进生产域



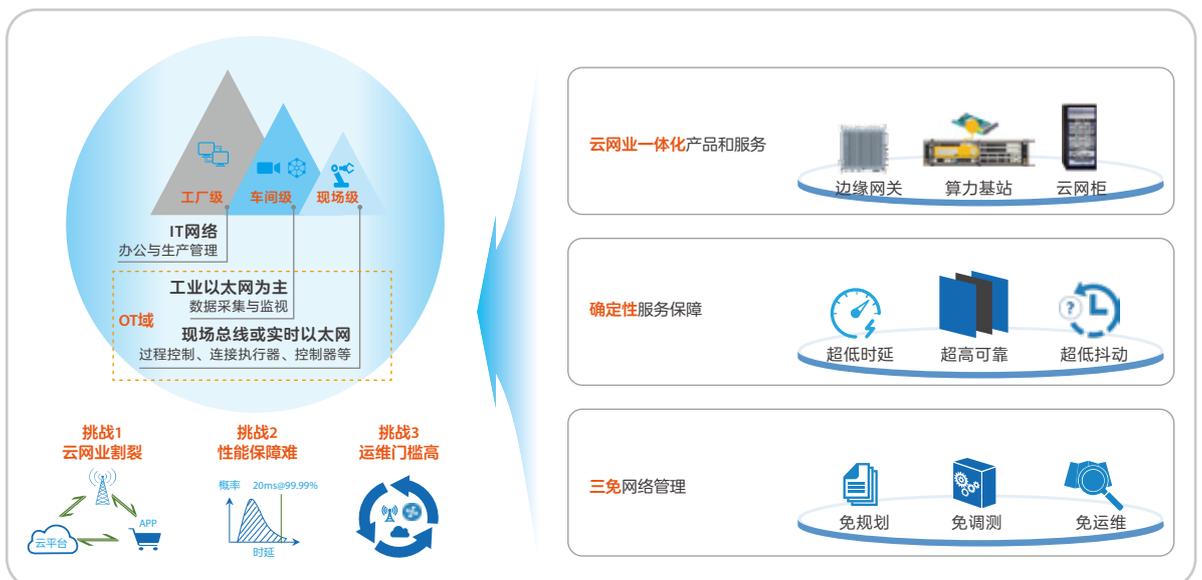
柏钢  
中兴通讯RAN产品副总经理

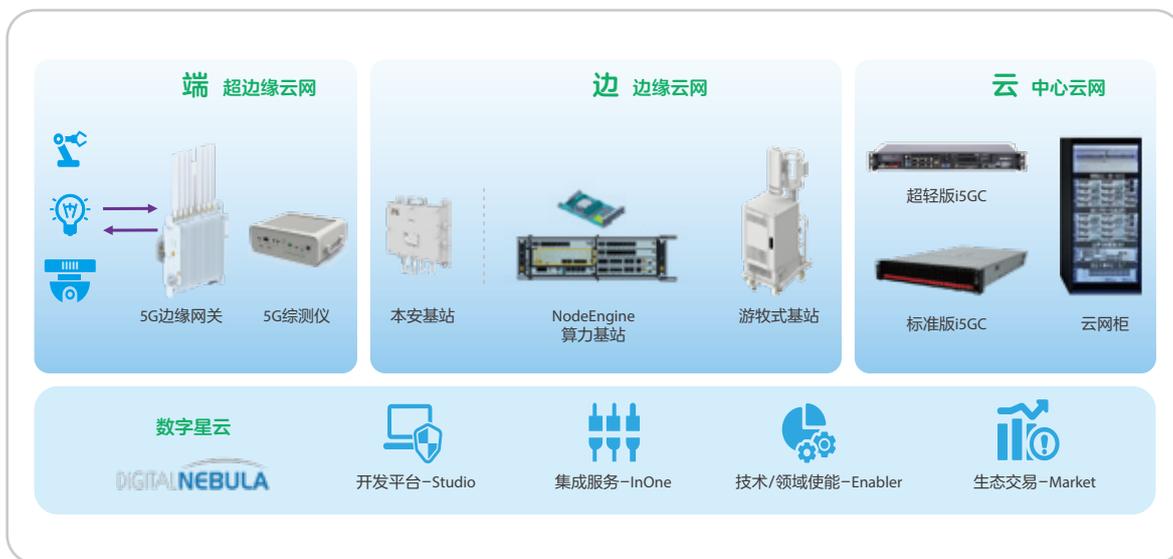
**5**G正式商用以来，在垂直行业的应用渐入佳境，已培育孵化了多个具备商业价值的典型应用场景。根据中国信通院统计，截至2022年9月，我国已建成5G ToB专网超过7900个，5G已经在制造、港口、矿山、电力等多个行业逐步显现其赋能价值。随着5G行业应用向纵深发展，5G将从主要服务于工厂级的管理域网络逐渐渗透到车间级和现场级的生产域网络，

5G网络的价值将会得到更好的体现。与此同时，面向生产域的5G专网也会面临一些新的挑战，主要包括云网业割裂、性能难以保障、运维门槛高。

这些问题不解决，会直接影响5G在行业的纵深发展。通过多个项目的摸索实践，中兴通讯提出了5G走进生产域必须具备的三大核心能力：云网业一体化、确定性保障、三免网络管理（见图1）。

图1 5G进入生产域的挑战和解决方案





◀图2 面向行业应用的云网业一体化产品方案

## 云网业一体化，提供一站式服务

行业数智化转型，应用是关键。为了实现各类行业应用的灵活、便捷、低成本部署，云化已经是当前的趋势，行业赋能同时需要云、网、业，三者缺一不可。为此，中兴通讯定制了一系列云网业一体化的产品方案，为行业客户提供一站式服务（见图2）。

在端侧，中兴通讯推出了5G边缘网关、5G行业综测仪。边缘网关不仅提供丰富的接口，可以对接工业现场各种产业设备，同时内置算力，可以为视频编码、PLC控制等提供基础的算力平台。综测仪可以模拟现场应用，在开站时快速实现业务的对接验证。

在边侧，基于NodeEngine的业界首款算力基站，通过在原基站BBU内插入算力单板，可以快速将普通基站升级为算力基站，实现本地流量卸载、本地应用部署。基于算力基站，可以承载工业场景的各类应用，把5G基站和工业应用融为一体。同时针对一些特殊行业场景，我们推出了深度定制的产品解决方案，比如针对临时性覆盖场景需求的游牧基站解决方案、针对煤矿等爆炸危险场所的本安基站解决方案。

在中心，中兴通讯推出云网柜、各种轻量化的5GC解决方案等。云网柜面向企业园区专网场景，集成了云、网、业、维能力，是满足行业客户4G/5G连接和边缘算力需求的一站式解决方案。

基于云网业一体化的产品方案和服务，中兴通讯为行业客户构造了一个无处不在的算力环境，支撑生产域各种应用的灵活按需部署，例如PLC控制、数据采集、视频转码分发、机器视觉等。为了更好地服务企业数字化转型，中兴通讯还推出了“数字星云”一站式解决方案。数字星云依托云网基础设施，以积木化业务组件的方式为企业提供统一架构、能力标准化的数字化整体解决方案。数字星云解决方案通过数字底座平台集成能力，实现南向标准化连接以及北向个性化服务，解决传统产业信息化痛点问题；同时一站式高效开发工具可提供一体化开发运维服务，提升开发效率，降低开发难度，助力企业敏捷创新。

## 为OT域应用提供内生确定性保障

为了给OT域提供确定性的保障，中兴通讯

推出精准无线解决方案，在时延、抖动、可靠性、网业协同等几个方面进行了增强。

- 超低时延

生产域很多场景需要超低时延保障，比如双AGV协同，需要准确知道对方的状态从而协同工作。为实现对目标场景的低时延保障，一方面需要组合多项eMBB增强或者URLLC技术，例如智能预调度、DS帧结构、minislot等技术，提升网络保障能力；另一方面，基于网络边缘智能，对业务进行动态识别与调度，对于不同QoS要求的业务实现调度策略的精准匹配。

- 超低抖动

为了支撑云化PLC节拍的精准性，需要确定性的时延。中兴通讯精准无线方案通过引入TSN相关技术，在网络侧的边缘，利用TSN流量整形和门控技术，可以实现微秒级的时延抖动。

- 超高可靠性

钢铁冶金的天车远控，需要5个9的高可靠性，而无线链路由于干扰的存在，具有天然的不确定性。为了提升数据传送的可靠性，我们通过2条链路的双发选收（FRER）技术大幅提高可靠性。

- 网业协同

钢铁/港口等场景经常部署密集的视频监控（比如40个摄像头），多个摄像头I帧并发的客观问题客观存在，而基于商业化的考量，网络无法按照最大突发情况来规划网络能力。我们通过I帧避让解决方案，调整摄像头的I帧时序，降低网络突发的峰值流量，从而实现视频业务的保障。

### 三免网络管理，降低5G行业专网导入门槛

为了降低行业导入门槛，中兴通讯开发了一系列使能专网自部署的特性功能，包括免规划、免调测、免维护。

- 免规划

免规划方案通过精心设计的线上规划流程，

实现规划/优化/配置一体化。只要输入业务的SLA要求、业务分布/轨迹、业务发生环境的地图等信息，系统就可以自动进行业务建模、网络规划，最终输出5G设备的安装点位建议、网络的配置参数等。以钢铁厂房覆盖为例，传统方法需要2~3轮现场工勘和作图，网规耗时6天左右；新方法使用激光3D扫描生成地图，自动实现站点规划，整个过程1天完成，效率提升6倍以上。

- 免调测

传统网络开通需要下载版本、参数对接、业务对接，耗时在3天左右；中兴通讯免调测方案使用版本/参数预装，行业综测仪调测，小时级开通，可以实现10倍的效率提升。

- 免维护

从人工工作变为无人值守，一是业务端到端可视化呈现，二是故障自动定界、自动运维。

5G行业应用进入生产域核心业务流程目前仍然处于起步阶段，中兴通讯和产业链合作伙伴一道，已在矿山、钢铁、制造、港口等多个领域进行了很多成功的探索。在宁波奥迪斯丹工厂，中兴通讯、中国移动和业主一道，合作打造了全国首家智慧型纸箱生产工厂，采用业界独有的基于NodeEngine的云网业一体化基站，不仅提供了专网服务，还同步实现MEP平台，严选行业应用的集成部署，给奥迪斯丹工厂提供了“优质连接+丰富能力+特色业务”的云网业一体化服务，并合力打造了AGV、数据采集、智能仓储、电子围栏、运转车、生产看板等7个5G应用场景。在南京滨江中兴通讯5G制造基地，中兴通讯和中国电信合作，将PLC控制器云化，并按需灵活部署在5G算力基站和边缘网关的分布式算力上，实现5G网络和工业控制网络的融合一体。

未来中兴通讯将和合作伙伴一道，探索5G行业专网在更多OT域场景的应用，推广复制成熟的商业案例，让5G为行业创造最大价值。ZTE中兴



詹勇  
中兴通讯RAN产品规划总工



唐雪  
中兴通讯RAN产品线副总经理

## RAN智能化：从补丁式创新到智能内生

RAN内生智能是跨多个技术领域的融合创新，包括基于AI的智能优体验、基于AI的能效和运维效率提升，同时也可以为AI提供更坚实的数据、算力和连接的支持，驱动AI的持续产业创新。

**近** 10年，随着GPU（图形处理器）和机器数据存储能力的持续发展和成本下降，AI（人工智能）算法在诸多领域大放异彩，尤其是机器视觉、医学检测、搜索引擎和语音识别等领域。在无线接入网（RAN）领域引入AI同样可以带来显著的好处：降低算法复杂度、减少空口开销、减少数据获取成本、提升网络自智水平、提升网络性能和能效。

### RAN内生智能势在必行

尽管引入AI能为RAN带来诸多收益，但AI和RAN系统的结合仍面临一些挑战。5G发展初期，标准和商用产品软硬件设计主要关注网络基础功

能，甚少考虑AI相关的需求。因此，现网常见的AI引入都具备显著的外挂式和补丁式特征：集中部署在云上，由问题驱动，缺乏系统设计等。这种外挂式和补丁式的AI存在以下问题：无法有效利用边侧和端侧的算力（例如基站算力）；云上AI需要从RAN侧获取海量数据，存在数据隐私安全问题；云上AI闭环周期长，无法满足部分RAN侧功能高时延要求；数据传输成本高；碎片式AI应用，无法形成规模效应。

面向5.5G和6G，RAN内生智能势在必行。通过内生智能，可实现分布式智能：在离数据最近侧实现本地数据治理、机器学习模型训练和推理；融合无线网络云边端异构算力，实现AI工作流的跨节点灵活调度；支持AI全自动生命周期管理，自动生成AI任务，完成相关数据治理、模型

训练/验证/部署/评估和更新；支持AI能力开放，激发行业创新。

### RAN内生智能行业标准演进

为了推动RAN内生智能演进，3GPP R15启动了面向网络自动化和智能化的大数据采集和应用研究。同期，3GPP SA5启动了面向自配置、自优化和自愈的SON研究。在R16，3GPP利用AI技术对管理数据分析服务进行了增强，提出了MDAF（Management Data Analytic Function）。在R17，3GPP定义了MDA（Management Data Analytics）服务重点场景的输入输出，包括覆盖、资源管理、SLS（Service Level Specification）分析、Fault管理、移动性管理、能效管理、软件管理、MDA与SON协作和安全相关问题等。同期，在RAN3定义了RAN智能化架构，架构中涵盖了为AI模型训练和推理提供输入数据的数据收集模块，用于AI模

型训练、验证和测试的训练模块，用于获得AI模型输出的推理模块，基于AI模型推理结果执行相应策略的执行模块。在R18 3GPP新增了RAN1 AI接口和RAN3 AI RAN课题。

从R15到R18，3GPP在持续推进RAN智能化的演进，且明确向内生智能方向演进。以RAN3定义的RAN智能化架构为例，其中的数据收集模块、训练模块、推理模块和执行模块都可以同时在基站和OAM（Operation Administration and Maintenance）部署，实现RAN分布式的内生智能。

### 中兴通讯积极推动RAN内生智能商用落地

为了推动RAN内生智能商用落地，中兴通讯在2021年推出了基于内生智能的无线智能编排方案，包括用户编排和网络编排。无线智能编排充分利用基站算力，通过数据、算法和算力构筑智

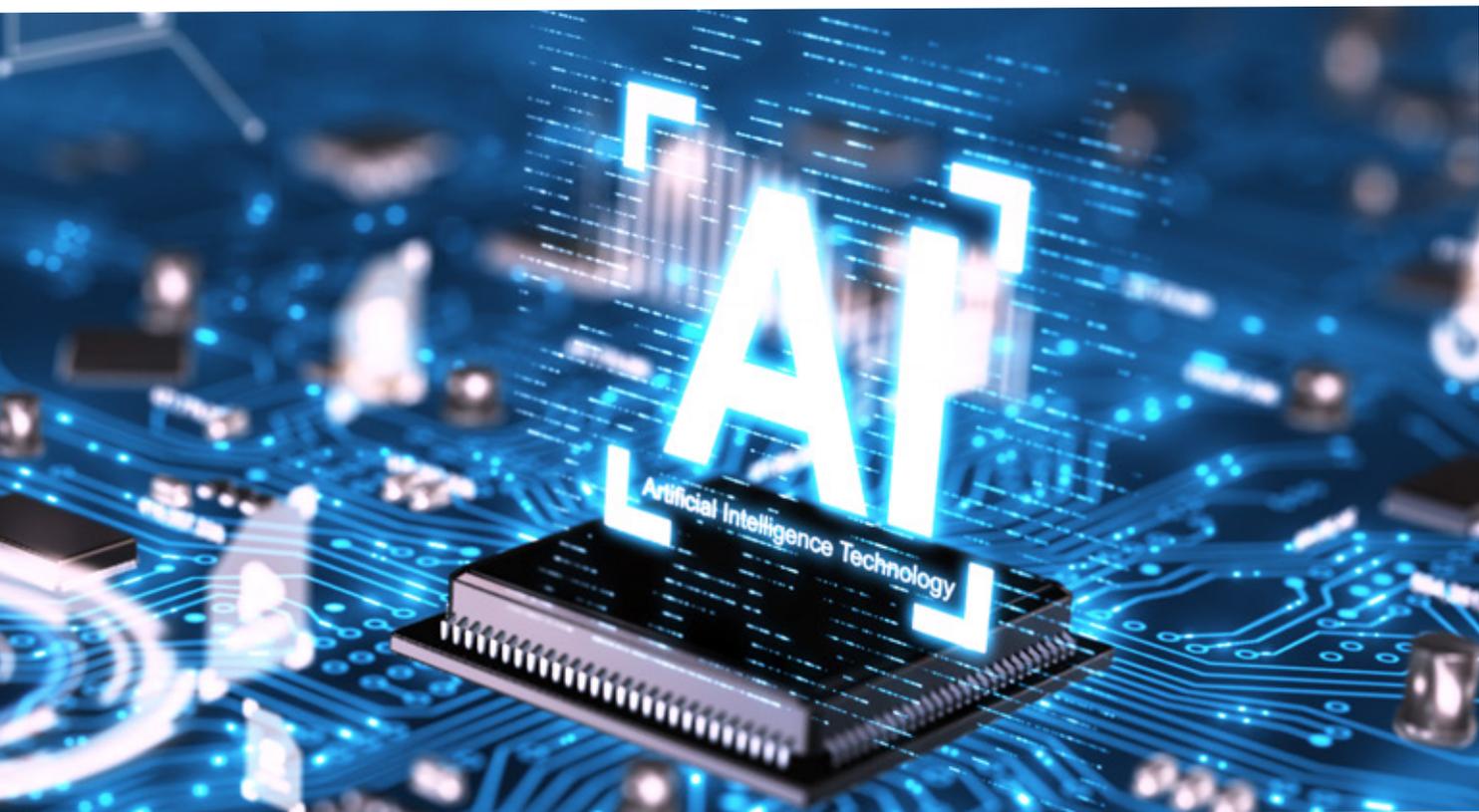




图1 中兴通讯RAN Composer架构

能底座支撑用户编排和网络编排。用户编排以用户为中心，及时将用户导引至体验最佳、资源效率最高的频层及小区，提升用户满意度；网络编排在保障4G网络需求的基础上最大化5G体验，为运营商提供收益更佳的资源共享方式，提升网络效率。2022年，在无线智能编排成功落地的基础上，中兴通讯正式推出RAN内生智能架构RAN Composer，包括基础设施层和智能应用层（见图1）。

在基础设施层，中兴通讯设计了端到端的数据模型用于数据采集、清洗、关联和标注，利用本地数据感知和分析能力，实现模型和策略毫秒级到分钟级的自动评估和闭环更新，提供分布式的数据服务；通过分布式智能支撑近实时和非实时的AI模型训练/验证/推理和部署，提供分布式的算法服务；通过异构算力编排服务，充分利用基站间和云边端算力，节省硬件投入，提供层级和分布式的算力服务。在智能应用层，基于基础设施层的智能底座支撑，中兴通讯打造了六维智能化应用，涵盖体验、能效、覆盖、容量、性能和健康度。Radio Composer实现智能优体验，边缘用户速率提升300%；PowerPilot智能节能解决

方案，在网络低负荷时可降低35%网络能耗；Performance Lens提升频谱效率5%；Coverage Tuner提升网络覆盖1dB~3dB；Capacity Balance提升网络容量10%；Health Guard实现小区断服时间MTTR降低20%+。同时引入意图驱动，将运营商意图通过智能化应用实现，极大提升运维效率，保障用户体验提升。

RAN Composer内生智能架构向上提供能力开放，通过智能应用层提供的意图接口，可服务运营商或第三方的业务运营层，实现意图驱动的跨域闭环运维、业务编排、跨域算力协同和面向商业运营的智能化应用创新。

在整个行业的共同努力下，RAN智能化从外挂式、补丁式到内生智能的演进趋势已势不可挡。RAN内生智能是跨多个技术领域的融合创新，包括基于AI的智能优体验、基于AI的能效和运维效率提升，同时也可以为AI提供更坚实的数据、算力和连接的支持，驱动AI的持续产业创新。中兴通讯愿与业界伙伴一起，在RAN内生智能关键技术研究、标准制定和商用落地方面持续探索，共同推进移动通信网络和AI的进一步融合。ZTE中兴

# 面向5G-Advanced的 “1+2+3”新生长范式



柏燕民  
中兴通讯RAN产品总经理

随着5G-Advanced成为产业共识，如何围绕运营商、垂直行业和社会等各方面的需求共同定义5G-Advanced网络关键特征、部署策略、重点研发方向以及应用实践，成为业界需要共同思考的问题。中兴通讯是5G上半场的重要参与者，对5G-Advanced投入了大量资源探索，2021年我们就提出了面向5G-Advanced的“1+2+3”新生长范式。

我们认为，5G的生长就像培育一棵参天大树，首先，需要茁壮的根基，向下扎根积蓄能量，“1”代表着5G-Advanced的根基，即芯片、算法、架构的内核实力；其次，需要粗壮的枝干向上输送养分，智算和安全的双链基因就是5G-Advanced的树干，他们贯通了5G-Advanced全域；有了这些基础，5G大树才能枝繁叶茂向阳生长，结出3E的果实，即Enhancement性能提升、Efficiency高效绿色、Extension业务边界拓展，从而释放5G潜能，为新业态、新场景、新领域持续赋能。

## 智算共生：AI融入5G

5G和AI的结合，是业界一个非常具有想象力的话题，目前还处于初级阶段。中兴通讯的5G新

生长范式中，智算共生是两大枝干之一，包括智能化和算力。

未来的5G网络是内生AI的系统，AI的理念将在标准制定阶段就融入到整个系统设计中，在核心网、接入网、物理层等各个层面为网络注智。智能化和算力不可分割，智能化的发展依托于强大的算力。智算共生已成为当前网络发展的重要引擎，也是后续5G-Advanced以及6G网络的重要能力底座。

中兴通讯已经摸索出一套无线智能化的框架。首先，无线智能化构建在智算底座上，包括数据、算法和算力三要素，并叠加了数据中台和智能中台；其次，通过底座能力的灵活编排，孵化多样化的智能应用；最后是无线网络的数字孪生，在现有物理网络的平行世界，构建一套数字孪生网络，实现虚拟和现实的实时交互、内外闭环，支撑各类智能应用的高效寻优。

围绕智算框架搭建，中兴通讯成果丰硕。

Enhancement  
极致性能Extension  
边界扩展Efficiency  
高效绿色

智能编排方面，中兴通讯于2021年推出业界首个基于基站内生AI的柔性资源编排方案，实现从“网络为中心”到“用户为中心”服务范式的转变。2022年，智能编排方案演进到2.0阶段，引入意图驱动，使网络实现“所想即所得”，并成功进行了商用验证。

算力编排方面，通过5G基站间算力的“借闲补忙”，突破单站算力瓶颈，以最低时延、最低成本和更高效率满足基站智能化应用的算力需求。2022年6月，中国移动集团研究院、中国移动浙江分公司联合中兴通讯在嘉兴完成了首个跨基站的算力编排，在网络负荷不均衡的场景下实现以基站簇为单位的算力编排，实现忙时站点算力提升12%。

无线网络数字孪生方面，中兴通讯在实验室构建了端到端的无线网络高保真孪生系统，通过服务器+超算平台，实现对站点、终端、信道、基站、核心网的孪生建模。基于这套系统，我们

模拟了商用终端的典型业务流程，建立了视频业务体验评估模型，评估值与真实值相比，差距仅为0.1。

## 5G“黑科技”集中亮相

有了强大的根基、枝干，5G新生长范式自然结出了“3E的果实”。其中性能增强（Enhancement）方面，5G-Advanced目标是实现吞吐量和连接数的10倍增长，因此需要更宽的频谱、更高效的空口、更协同的组网。

为提升吞吐量，中兴通讯推出SuperMIMO、首创的DAS/eDAS+QCell融合组网、首创的BBU+QCell二级极简架构三个子方案，并完成业界首个子带全双工的原型机和功能验证。

子带全双工技术通过在TDD单载波的频域上划分上行子带和下行子带实现基站侧的全双工，在单载波100MHz带宽内同时收发，这是TDD频

谱在空口上的一次突破式创新。子带全双工技术还支持跨子带的灵活调度，从而实现大上行+低时延业务并发。对于传统终端，可延续TDD半双工的工作模式，并配置灵活帧结构，无需改造升级即可兼容子带全双工。2022年第四季度，中兴通讯在西安完成了和中国移动及高通联合的5G子带全双工技术验证和兼容性测试，单用户上行吞吐量达1.4Gbps，同时端到端时延降低至4ms，单用户的大上行和低时延并发能力达目前业内最佳水平。子带全双工将更好地支撑ToB场景同时需要上行大带宽和低时延的应用。

面向连接数提升，中兴通讯深入研究RIS（智能超表面）技术，我们认为这是5G-Advanced和未来无线网络演进的关键技术之一。2022年第三季度，中兴通讯联合中国移动研究院完成业界首个5G基站和动态RIS协同波束赋形技术原型验证。此外，中兴通讯还探索NTN（非地面网络），作为TN（陆地网络）的补充与共存。2022年8月底，在北京召开的5G-Advanced产业发展峰会上，中兴通讯携手中国移动及产业伙伴完成全球首个运营商NTN技术外场上星实体验证，首次实现了NTN终端、卫星、地面信关站、基站、核心网、业务服务器的端到端全链路技术贯通和业务演示。

效率提升（Efficiency）方面，中兴通讯也有多项黑科技。运维效率提升方面，“中兴通讯推出了自智网络解决方案，致力于帮助运营商网络运维降本增效。目前可支撑运营商网络自智能力从L3走向L4，也就是从自动化向智能化升级。同时，我们也在试水一些前沿的L5的用例，比如意图驱动和数字孪生。

能效提升方面，中兴通讯提出追求“比特/瓦特完美曲线”，不浪费每一度电。中兴通讯业界首推零碳架构AAU，支持自动启停功能，在零话务时，AAU功耗可降至5W以下。另一方面，PowerPilot方案持续演进，形成“双智”节能，即在平台智能的基础上叠加基站内生智能，突破业内当前智能节能策略非实时的瓶颈，使能基站

实时处理海量用户测量数据，赋予基站额外的感知能力。智能基站可基于用户行为、网络负荷等精准预测，制定近实时的节能策略，实现频层的柔性打底，通过最大化的关断和最小化的唤醒，打造一张绿色的网络。

## 5G技术演进和价值

5G技术演进的价值不在于技术本身，而是在于对外赋能和价值呈现。

5G更重要的使命之一是改变行业。当前5G+行业实现了“从0到1”的突破，部分行业开始规模复制。但对于5G的价值，这些还只是冰山一角。面对5G行业应用，我们已经研发了一系列覆盖云-边-端的云网业一体化产品。在中兴通讯滨江工厂的现场，我们通过将PLC控制器云化，并按需灵活部署在5G算力基站和边缘网关的分布式算力上，实现5G网络和工业控制网络的融合一体。后续我们将持续研究，深入行业OT域，真正兑现5G的行业价值。

面向消费类业务，5G和XR的结合有望打开元宇宙的大门。未来，XR业务不仅面向个人用户，更多面向企业生产流程、医疗、飞行等教育培训等行业，都将越来越普及的业务形态。中兴通讯也在XR业务与网络实现上开展了多方面的研究和实践。

面向未来，我们还将结合更多新技术和新领域的探索，激发5G更大的潜能。比如通感算控，在5G基站通信功能的基础上叠加感知的能力，再将算力、控制融合在一起，孵化出各类新应用，预计在低空安防、车路协同等领域打开一片新的价值空间。

在后续的5G演进以及5G-Advanced演进中，中兴通讯将推动业务边界持续拓展，不断释放5G的潜能。我们相信，5G-Advanced将不断强化5G网络能力，通过消费新体验和产业新升级，激发数智社会的无限可能。ZTE中兴

# 5G NTN， 引领星地融合网络发展新方向

近来，面向5G-Advanced和6G演进的星地融合通信、终端直连卫星成为产业界的热门话题，多家行业头部公司在卫星通信领域展开了探索。如SpaceX星链与T-Mobile宣布合作，将采用Starlink V2.0卫星在1.9GHz频段上向现网存量终端提供连接服务，Globalstar也官宣与苹果合作搭载高通芯片的新款iPhone 14系列推出“卫星通信”功能。但以上应用均对使用地域、发送内容和对象有一定的约束和限制。

相比其他卫星通信方式，5G NTN（Non-Terrestrial Network）方案基于3GPP标准，在终端普及度、产业融合度、业务丰富度优势明显，将引

领星地融合技术方向。5G NTN当期IoT-NTN短报文和物联网业务先行，未来支持NR-NTN语音与数据宽带业务的存量手机直连，非常适合构建ToB的全域物联网+ToC的应急通信网，商业模式竞争优势明显；随着网络架构的演进，尤其在LEO低轨卫星情况下，可再生网络架构支持基站上星，支持现网存量终端无需改造前提下直接接入卫星，而存量终端带来的卫星链接规模经济效益显著，快速降低卫星连接成本，具备大规模商业应用潜力。

## NTN技术标准进展

NTN是3GPP在R17阶段制定的基于新空口技



**王跃**  
中兴通讯RAN产品MKT及  
方案高级工程师



**郝瑞晶**  
中兴通讯RAN产品规划总工

术的终端与卫星直接通信技术，是地面蜂窝通信技术的重要补充。利用卫星通信网络与地面5G网络的融合，NTN可以不受地形地貌的限制，提供无处不在的覆盖能力，连通空、天、地、海多维空间，形成一体化的泛在接入网，使能全场景按需接入。

NTN是3GPP R17版本的重要功能，在5G-Advanced中持续演进，并已成为3GPP Release 18工作计划的重要部分。NTN包括IoT NTN和NR NTN两个工作组，IoT NTN侧重支持低复杂度eMTC和NB-IoT终端的卫星物联业务，如全球资产追踪（如海上集装箱或蜂窝网络覆盖范围之外的其他终端），NR NTN采用5G NR框架来实现智能手机直连卫星，提供低速率数据服务和语音服务。

NTN网络由用户终端、卫星、卫星信关站、基站、核心网及业务服务器组成。NTN网络架构将从当前可行性更高的透明载荷架构向可再生载荷架构演进（见图1）。目前3GPP Rel17主要关注透明转发载荷结构。

针对目前卫星通信因场景距离远、移动快、覆盖广带来的多普勒频偏大、信号衰减大和传播时延大等问题，NTN进行了空口增强协议设计，引入了调度时序管理、HARQ功能编排、时延补偿、频

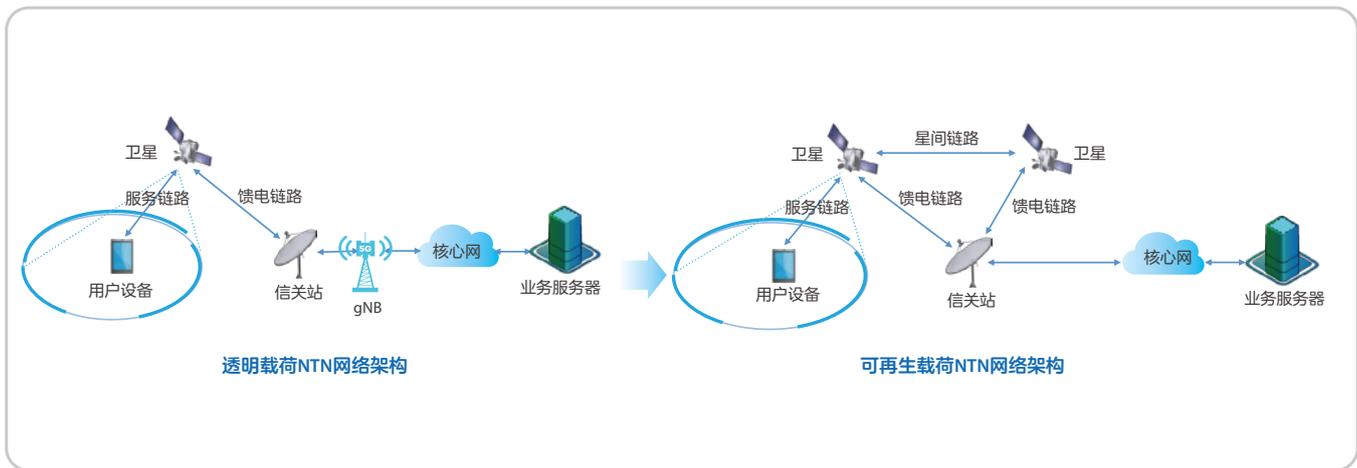
率补偿、空地快速切换移动性管理增强等先进技术，已具备基本普通终端直连卫星的通信能力。

### NTN技术应用场景

从全球网络覆盖面积来看，目前尚有80%以上的陆地区域和95%以上的海洋区域没有地面网络覆盖。5G NTN技术可实现智能手机和物联网终端直连卫星，并与地面蜂窝网络融合，从而构建连接泛在、场景丰富、产业链深度融合、建设与运维成本更低的天地融合网络，可广泛应用于应急通信、矿产、油气、电网、海事、物流、动保、农业等领域。

面向运营商，NTN技术通过卫星与地面网络的融合，大幅减少蜂窝网络在偏远地区的无效建设，降低网建和运维成本，同时可以拓展应急通信和广域物联应用的新市场；面向用户，NTN技术可提供更低成本的泛在连接，以及业务场景丰富的ToB+ToC服务；面向产业，NTN技术将有效促进卫星和蜂窝产业的深度融合，形成商业规模效应。

5G NTN未来应用场景广阔，在支持海洋强国、交通强国、乡村振兴、全国统一大市场等国家战略方面，将与地面蜂窝移动网络一起发挥不可比



▲ 图1 NTN网络架构演进示意图



5G NTN技术的端到端技术上星验证成功为手机直连卫星业务模式奠定了坚实的技术基石。手机直连卫星连通空、天、地、海多维空间，形成一体化的泛在网络连接，将为用户提供真正无处不在的一致性服务体验。

拟的巨大社会价值。

## 中兴通讯踔厉前行

2022年6月NTN R17标准冻结，8月中兴通讯携手中国移动研究院、交通运输通信信息集团等产业伙伴共同发布全球首个运营商5G NTN技术外场验证成果。本次验证基于3GPP R17 NTN协议，突破3.6万千米高轨同步卫星超远单程距离和普通手机直连两大挑战，形成超大时延动态补偿、星地间射频数据转化两大创新解决方案，实现了5G NTN端到端全链路技术贯通，验证了在满足3GPP协议前提下手机直连卫星的可行性。

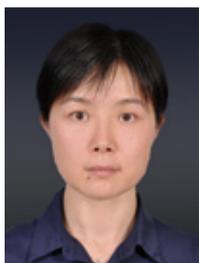
结合卫星物联市场需求及NB-IoT NTN场景价值，中兴通讯联合中国移动等合作伙伴先行基于高轨同步卫星进行试点。该方案由用户终端、卫星、卫星信关站、基站、核心网及业务服务器组成。L波段卫星和地面信关站位于NTN终端和基站之间，完成空口消息传输，地面信关站与5G NTN基站进行对接，终端依次通过卫星、信关站、NTN基站接入地面核心网和业务平台，实现星地融合的端到端业务贯通。本次全球首个运营商5G NTN外场验证，实测性能符合预期，支持短消息、语音对讲等业务，从架构、协议、设备等方

面全面验证了手机直连卫星技术的落地能力。在测试结果方面，链路质量符合预期，ping 64字节时延约4s，短消息业务功能正常，语音对讲清晰流畅，性能符合预期，基本具备落地可行性。本次试点从架构方面验证了高轨卫星透明转发的NTN组网可行性，从协议方面验证了NTN解决长时延、广覆盖等问题的可行性，从设备方面验证了通信设备增加手机直连卫星模式的能力，是NTN技术“从0到1”的突破，为手机直连卫星打下坚实的理论和技術基础。

2023年1月，中兴通讯携手中国电信卫星公司以及紫光展锐等产业伙伴，共同完成全球首次S频段5G NTN技术外场上星实测试验。本次验证使用我国自主研发的天通一号卫星，突破了频率同步、时间同步、时序关系增强等协议匹配性难题，实现了5G NTN端到端全链路技术贯通，并将在未来持续推进和加速NTN技术的商业化进程。

5G NTN技术的端到端技术上星验证成功为手机直连卫星业务模式奠定了坚实的技术基石。手机直连卫星连通空、天、地、海多维空间，形成一体化的泛在网络连接，将为用户提供真正无处不在的一致性服务体验。ZTE中兴

# 提升频谱柔性， 子带全双工成就“单频多能”



白炜

中兴通讯RAN产品技术方案总监



郝育鹏

中兴通讯无线产品规划总工

**随**着5G和千行百业的紧密结合，网络需要面对复杂场景和多样化的业务需求，如XR、云化PLC、AGV、机器视觉等。如何在有限的频谱资源上提供更优性能的思考一直驱动着5G技术的内在变革。

在2G、3G和4G网络中主要采用FDD（频分双工）和TDD（时分双工）的双工制式。FDD利用对称的频谱来区分上下行，其特点是时域连续时延小，但带宽小、容量低；TDD将不同的时隙划分给上行或下行，其特点是带宽大、容量高，但由于时域不连续，时延较大。FDD和TDD的时频资源固定使用方式既有优势，也存在其局限性。因此业界一直希望通过“全双工”的方式提升频谱效率和灵活性，即上下行在相同的频谱上同时发送和接收，也称为“同时同频全双工”，理论上频谱效率可提升一倍。

## “子带全双工”是“全双工”的首要里程碑节点

尽管全双工可实现时频资源的最有效利用，但由于上下行链路相互干扰，对基站和终端的设计复杂度提出了更高的挑战。因此在5G-Advanced初期，将会从子带全双工开始考虑，逐渐研究引入基站和终端都能支持的全双工网络。

子带全双工制式（SubBand Full Duplex, SBFDF）在单载波的频域划分不重叠的上行子带

和下行子带，使得基站可以在同一个频谱内同时收发；从终端侧看，其仍然采用TDD制式，但不同终端可能看到不同的TDD帧结构效果，因而频谱灵活性提升。

子带全双工是TDD频谱在空口上的一次突破性创新，可以为不同用户“按需”提供5G服务，满足运营商的中长期部署需求。

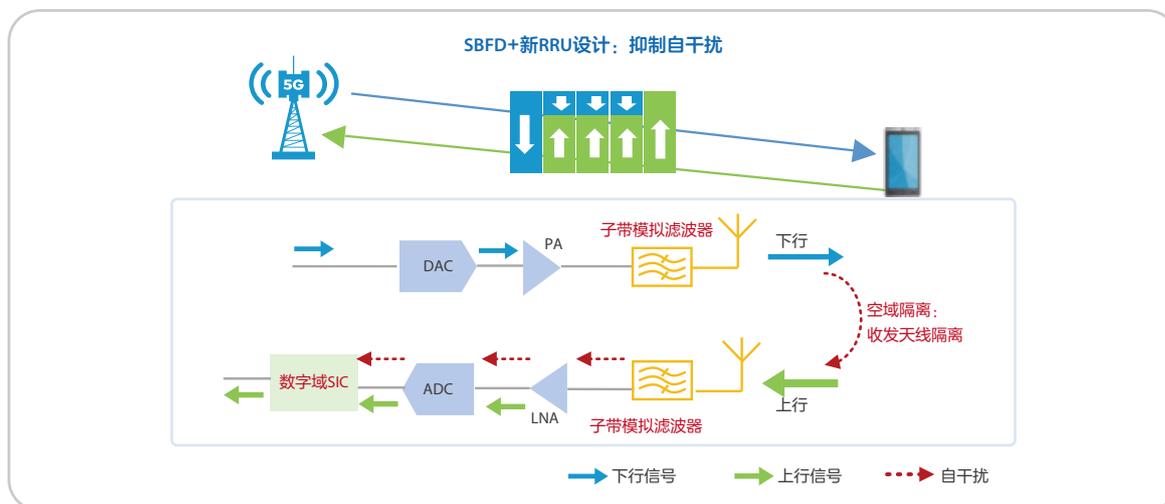
## 子带全双工产品和关键技术突破

中兴通讯与中国移动一起紧密协作推动双工技术的研究探索，已率先完成子带全双工技术突破和验证。

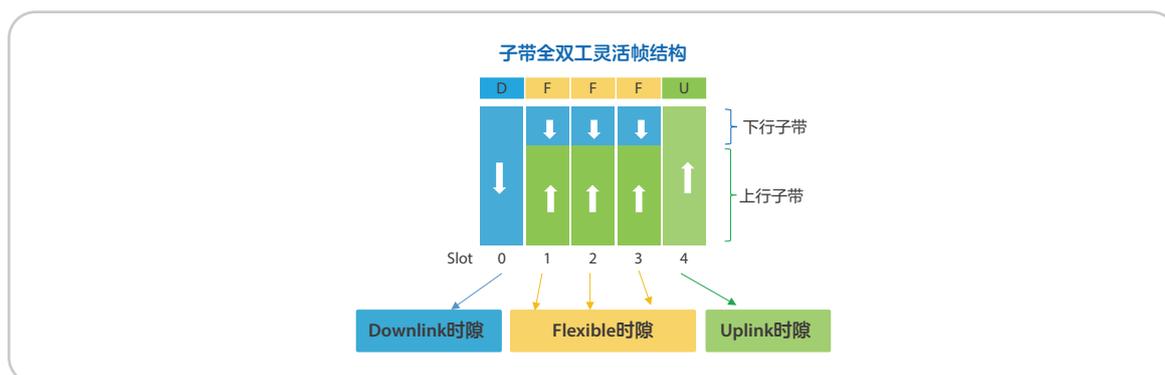
- 子带全双工RRU业内首发，通过空频域/模拟域/数字域抑制自干扰

由于基站具备同时收发能力，所以子带全双工面临的第一个技术难题就是“自干扰”：基站发射出去的大功率信号将会被基站自己直接接收，进而造成严重的自干扰。因此必须进行全新的射频模块的设计。

中兴通讯推出业内首个子带全双工RRU设备（见图1），该设备引入了多维的自干扰抑制技术，包括：将发送链路和接收链路隔离开，增加空域/天线域的隔离度；增加子带模拟滤波器，提升滤波性能；增加数字域联合的自干扰抑制技术，借助发送端的信息进行干扰抵消。通过空频域、模拟域和数字域的能力联合，使得自干



◀图1 子带全双工的RRU设计原理



◀图2 子带全双工的灵活帧结构

抑制能力超过了130dB, 可以将严重的自干扰抑制到预期水平。

- 灵活的帧结构设计, 兼容现网5G商用终端, 实现5G-A技术超前应用

为了尽量兼容现网的商用终端, 中兴通讯对子带全双工的帧结构进行了精心设计(见图2)。第一, 为了保护现网的存量商用终端可以正常接入系统, 将帧结构的第一个时隙固定为下行时隙(D时隙), 保证控制信息正常下发; 同时将帧结构的最后一个时隙固定为上行时隙(U时隙), 使得现网终端可以正常接入; 其余的3个时隙设置为Flexible时隙(F时隙), 在这3个时隙中可以基于子带划分和实际的业务需求进行灵活的资源分配和调度。

目前已经完成和商用终端的对接, 充分说明5G存量商用终端可以正常接入子带全双工系统中, 实现大上行业务和低时延并发的业务。

- 基站调度能力提升, 满足一网多能需求

基于子带全双工的灵活帧结构, 基站拥有了更为灵活的上下行资源调度能力, 可依据用户的实际业务需求进行资源调度。例如, 对于上行大带宽的业务, 可以调度F时隙上行子带和U时隙上的资源, 使得上行流量最大化。对于低时延业务, 可以进行类似于DS帧的调度, 单向时延可降至1ms。此外, 基站还可通过“跨子带调度”, 同时满足大上行和低时延并发的要求。通过调度能力增强, 基站实现用户级的服务能力定制, 做到“单频多能”, 灵活适配差异化的业务需求。

中兴通讯的子带全双工系统已实现单载波上单用户上行吞吐量达1.4Gbps, 端到端时延降低到4ms以内, 达业内最佳水平。

子带全双工技术是向“全双工”迈进的第一步, 释放了收发控制的自由度, 改变了网络频谱使用的传统模式, 是5G-Advanced关键技术特性, 将使能更多的应用场景。ZTE中兴

# 智能编排持续演进， 实现网随意动的体验提升



郑玲霞  
中兴通讯无线产品规划  
总监

5G作为新一代无线技术已经我们将带入了一个连接更流畅、更灵活的新时代，不断激发各行各业的数字化发展。到2025年，5G网络将会覆盖全球三分之一的人口，提供大连接下的最佳连接体验成为5G网络面临的主要挑战。这就要求5G网络能根据用户需求进行网络资源的精准自适应来实现用户体验和网络效率的双优，因此，将AI引入无线网络实现RAN智能化成为业界共识。

中兴通讯无线智能编排方案Radio Composer是业界首个基于RAN内生智能的体验提升方案，对网络中诸多因子（如终端能力、业务需求等）进行多维感知和学习，在差异化的5G服务场景及多变的无线环境下精准地感知个性化的业务需求，实现网络资源自适应配置和网络服务能力自适应调整，实现更优的用户体验和更高的网络效率，助力大连接下的优体验。

## 智能编排1.0，实现用户中心化体验

用户体验是5G网络发展的关键驱动力，然而日益多元的B2B和B2C业务需求对当前5G网络的资源策略提出了挑战。传统以网络为中心的资源分配策略下，用户体验的评估通过小区KPI来呈现，而多元化业务下用户个性化需求明显，需要实现“以用户为中心”的体验，因此我们在智能编排方案中引入了内生智能。

智能编排方案基于RAN内生智能助力运营商实现“以用户为中心”的优体验，对业务需求、话务分布、网络能力和终端能力等进行多维度感知和机器学习，实现这几个维度的最佳匹配，以获得最佳的用户体验和最高的网络效率。AI的训练和推理均在基站实现，且AI训练可在CPU低负载下进行，从而最大限度地减少对现网用户体验的影响。

目前，中兴通讯智能编排方案已在国内完成10000+站点的部署，实现5G网络容量提升30%，用户速率提升300%，同时在海外多个外场进行验证，包括泰国、西班牙和意大利，助力运营商建设更优质的5G网络。

## 智能编排2.0，意图驱动的体验保障

AI的真正价值并不仅仅体现在智能化的应用上，其终极目标是实现无线网络的智能化，助力网络实现高阶智能，这就是在智能编排中引入意图驱动的原因，实现网随“意”动。

智能编排2.0将意图驱动技术深度融入最日常的网络运维场景中，使用自然语言作为输入来描述运维需求，网络将意图自动进行转译，实现B2B和B2C场景下的调度策略自优化，无需手动执行和人工干预，提高网络运维效率和用户体验。意图驱动可基于运营商意图调用各种智能化应用，如通过用户编排保障用户体验提升，通过网



络编排提升网络效率，通过智能节能提升能效等，从而满足网络发展不同阶段下差异化的运营目标，实现从感知、分析、决策到执行的全生命周期保障。

以意图驱动的用户体验保障为例，如输入“明天上午10点左右浦东新区抖音业务体验流畅”，系统在进行意图转译后将执行业务保障流程，包括毫秒级调度策略自生成、分钟级性能反馈和业务体验的自优化。通过对数据包大小、数据包发送频率、数据包发送间隔、使用的传输协议、上下行链路收发间隔以及数据吞吐量进行历史学习，使用卷积神经网络等算法训练离线模型并将其内置于BBU中，这就是基于BBU的流量模式分析的实现。数据流进入网络后可实时识别，准确率高达90%，目前可识别16000种业务，覆盖95%以上的主流业务。以微信为例，系统至少可以识别出5种业务，包括微信语音通话、微信视频通话、微信支付、微信朋友圈、微信视频。

将AI引入到无线网络极具挑战，当前AI在通信行业的渗透率约50%，远低于互联网行业。以

数据和算法为例，传统数据是离散、粗粒度、无标签的，而用于AI的数据需要结构化 and 可识别，因此需要基于统一的数据模型进行自动收集、清洗、关联、识别和存储。算法则需要形成可独立演进的算法模型，如话务负荷预测模型，能被多个基于AI的智能化应用复用且可随着智能化应用的发展而演进。随着5G的发展，意图驱动的网络将得到广泛部署，将进一步扩大对算力的需求。充分利用基站的算力实现算力编排，可进一步提升可用算力。算力编排突破单站算力限制，实现跨站算力共享，忙时站点可用算力提升12%，从而赋能更多场景的智能化应用。

目前中兴通讯已在国内完成多个意图驱动网络商用验证，实现不同等级的业务体验保障，用户体验提升100%+，运维效率提升500%。将来，意图网络可实现更多综合意图，如面向双碳目标的节能意图，面向流量最大化的运营收入意图，或节能、用户体验、运营收入相结合的意图，为运营商创造更大价值。ZTE中兴

# 中兴通讯DeepEdge

## 基站业务识别和智能保障方案



韩翠红  
中兴通讯RAN产品方案  
经理

**根** 据《通信业统计公报》显示，2022年5G月户均流量（DOU）达到15.2GB。5G流量的快速增长带来了移动宽带业务的繁荣。各种APP应用呈现爆发式增长，再加之疫情的影响，视频、在线会议/直播、扫码、云游戏等业务使用越发频繁，用户对业务的感知体验要求也逐步提高。如何打造一个满足用户感知的无线智能网络是运营商面临的巨大挑战：既要保障用户业务体验，又要实时定位用户感知情况，减少或避免客户投诉。

传统的业务识别功能是在核心网侧实现的，基站仅作为承载方来接收核心网侧发来的服务质量（Quality of Service, QoS）信息，但3GPP关于QoS信息定义的颗粒度较粗，无法满足基站对业务差异化保障策略的需求。同时传统方式一般通过部署第三方评估系统来完成，无线侧不能独立构建，导致跨域协同困难；且市面上的第三方评估工具的评估体系相对固化，也无法满足快速增长的业务需求。再者，传统的网络运维以网络级的KPI作为主要评价依据，无法精确地与业务体验相关联，难以根据网络KPI对感知问题进行优化，也就无法做到基于用户感知的无线智能控制。

中兴通讯业界首创的DeepEdge基站业务识别和保障方案，在基站侧进行业务精细识别和网络精准保障，并通过网络地理洞察（Network Geographical Insight, NGI）进行数据分析、感

知度量和问题优化，实现无线单域的智能控制，从而达到用户体验的提升。

与传统方案相比，DeepEdge基站业务识别和智能保障方案是集采集、识别、保障、优化为一体的全流程方案：通过基站内生的业务识别能力实现对业务的精细识别，无需增加任何硬件资源，具有成本低、易部署、可扩展性强等特点；基于业务流对不同的业务类型使用差异化的保障策略；同时根据不同业务的关键质量指标（Key Quality Indicator, KQI）构建业务感知评估体系，对业务进行灵活的感知度量，无需部署第三方评估系统。

DeepEdge方案主要包括以下四大关键技术，其中业务精细识别和差异化保障这两大功能在基站内部即可完成，不同业务的感知量化（x Equivalent MOS Indicator, xEMI）及高效的运维优化在NGI服务器上即可实现。

### ● 业务精细识别

中兴通讯创新性地提出在基站内置业务识别和分析模块（Deep Recognition&Analysis, DRA），可以根据客户需求，对现网业务应用采用特征报文提取的方式进行自动识别，对业务进行精准画像，从而实现业务的精准识别。DRA模块具有识别速度快（可达微秒级）、识别准确度高（达95%以上）、识别种类多（目前支持识别16000+业务）等特点。同时通过不断的机器学习，自动发现新热点应用，结合AI决策树进行智能分析，



DeepEdge方案具有成本低、易部署、可扩展性强等特点，当前已经在广西电信完成业界首个视频外场验证，在广州移动完成视频、扫码、云游戏多业务的规模外场验证，用户体验明显得到提升，获得了客户的高度认可。

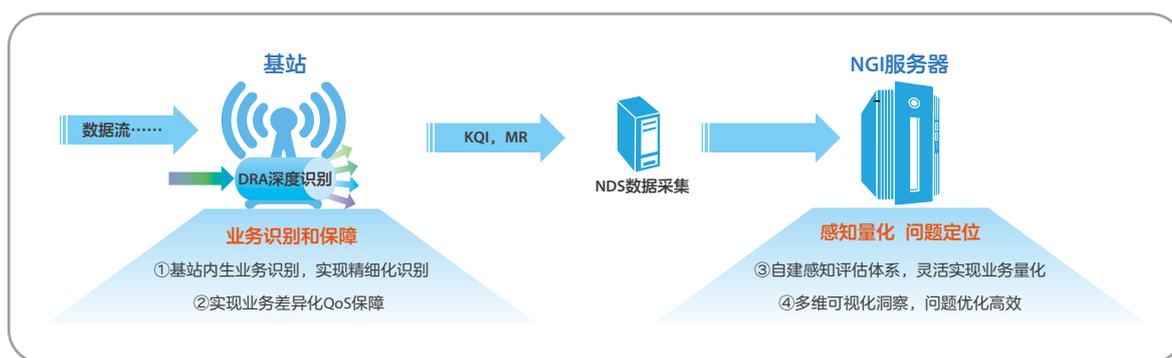


图1 DeepEdge基站业务识别和智能保障方案

DRA特征库也会周期更新，从而高效适配层出不穷的新业务。

#### ● 精准差异化保障策略

通过对识别的业务进行优先级排序和速率保障实现差异化保障。在完成业务识别后，为了确保用户的体验，必须要考虑保障策略。传统通过3GPP协议定义的QoS参数有限且模糊，无法适应日益发展的业务，故在原有的保障策略基础上对识别后的业务通过自定义Type类型配置不同的调度优先层级，在不同层级优先级队列配置不同的保障速率，从而实现对业务的精准保障。

#### ● 灵活感知量化

网络数据服务器（Network Data Server）通过采集基站识别后的不同业务的相关数据（如IP地址、生命周期、数据量、TCP时延、TCP个数、丢包数等）传递给NGI服务器，NGI服务器根据这些数据确定出不同业务源的质量及业务执行过程中的相关因素及相应权重，从而建立业务感知评

估体系xEMI，不同业务对应不同感知指标，实现业务精准量化。

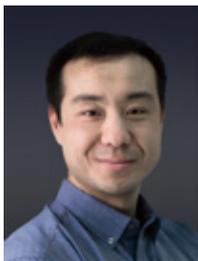
● 基于5G业务应用评估体系xEMI的运维优化  
对业务应用的xEMI评估数据进行多维可视化，实现小区、栅格、用户、话单等多个维度的统计分析，快速锁定业务感知差的小区、栅格或通话，关联无线空口KPI数据，从而定位业务应用感知差的无线侧根因，结合业务应用感知的异常事件进行详细分析和定位，给出相关优化建议。

DeepEdge方案具有成本低、易部署、可扩展性强等特点，当前已经在广西电信完成业界首个视频外场验证，在广州移动完成视频、扫码、云游戏多业务的规模外场验证，用户体验明显得到提升，获得了客户的高度认可。随着方案的日益成熟，中兴通讯DeepEdge方案将应用于大规模商用网络中，助力运营商提升用户体验及满意度，为运营商创造最大价值。ZTE中兴

# 基站内生智能使能网络绿色生成



范英鹰  
中兴通讯无线产品方案  
经理



张景煜  
中兴通讯无线产品规划  
总监

随着数字经济的飞速发展，数字技术不断与社会各个领域深度融合，尤其是5G网络，已成为社会转型升级的关键引擎和重要底座。同时，数字领域的高速发展需要以绿色低碳为前提，促进自身技术不断创新发展，ITU（国际电信联盟）在其L.1470建议书中希望移动通信网络在2030年可以降低45%的碳排放量。

目前，全国5G基站的建设正按计划有序进行。截至2022年底，中国新增88.7万5G基站，5G基站总数达231.2万站，全球占比超过69%。据GSMA报告，无线接入网能耗占通信网络能耗的73%，是实现移动通信网络节能降耗的关键。尤其多频多制式网络长期共存，频谱间穿损的不同导致多频多制网络实际在网络覆盖中存在站点比例的不同，单点需求会引发整体节能小区被唤醒，降低了节能效率。为此，中兴通讯提出“绿色生成网络”理念，即网络在有需求时竭尽全力，无需求时休养生息，有需求才有能耗，用最经济的网络资源最优质地满足用户需求，最终实现“体验与能耗双赢”。

业界当前广泛使用的网络级（网管层面）AI智能化节能处于远端，很难实现用户感知的实时性预判。为了达到“绿色生成”的效果，我们需要借助于基站内生算力，利用AI算法和大数据分析，实时处理基站运行中生成的海量用户测量数据，包括用户业务、用户位置、网络负荷需求、网络能耗等，赋予基站感知能力，实现基站侧覆盖识别和自配置，并通过构建栅格级指纹知识库，实现更精准的节能功能控制，比如实现最小

集节能小区唤醒，提升网络节能效率（见图1）。

软件节能技术一直以来都是提升网络闲时能效的关键手段之一，但各种节能功能深度部署的前提是需要维护和配置节能小区和基础覆盖小区的关系组，尤其像载波关断、深度休眠等功能的开启需要评估节能小区和基础覆盖小区负荷，需要维护配置节能小区和基础覆盖小区的关系，如果配置不合理，在节能时非常容易影响网络性能和用户感知。而传统的人工配置方式繁琐、出错率高、适配性差。

中兴通讯利用基站内生智能，实现基站侧覆盖识别及自配置：由基站通过海量测量报告（MR）的分析和深度学习，完成5G系统内、4G/5G系统间重叠覆盖识别与自配置，配置准确率达90%以上，支撑节能功能高效率部署。

与此同时，在用户实际使用中，即使在同一个小区网络覆盖区域内，不同位置的信号质量不同，当前对整个小区都使用相同的一套基于测量的业务策略显然不是最优解。若能根据不同位置的终端（UE）覆盖特征采取不同的策略，可达成更优的业务性能，为此我们引入逻辑栅格的概念。

逻辑栅格，简称为栅格，即根据小区内不同位置的测量情况将小区划分为若干逻辑覆盖上的格子。构建小区逻辑栅格旨在为精细化与个性化的网络优化提供数据依据。通过基站内生智能采集并分析大量UE测量数据，获得UE在服务小区内不同逻辑覆盖位置上的多个小区的SINR、RSRP等情况，采用K-means等聚类算法对这些数据聚类，获得每个逻辑栅格上用户信号、所处位置、



为了实现节能小区最小集唤醒，提升小区节能时长，提升节能收益，我们引入了基于无线指纹栅格的智能唤醒功能。该功能利用栅格级指纹知识库信息精准识别覆盖小区负荷、用户分布及与节能小区位置关系，仅针对用户所在的节能小区发起网络最小集唤醒。

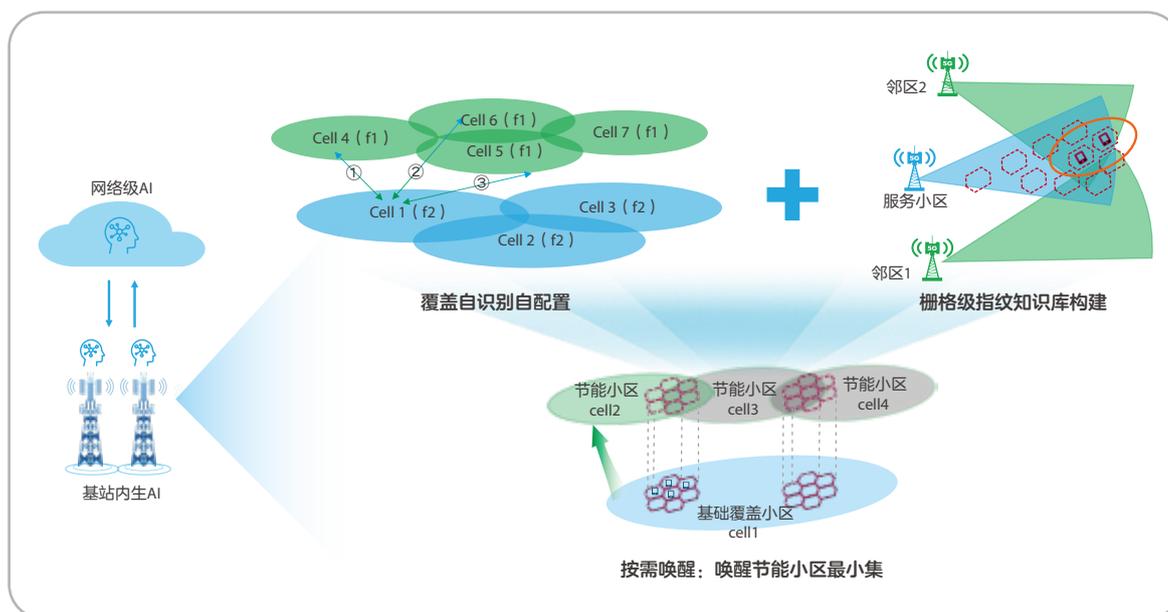


图1 基站内生智能使能网络绿色生成

业务需求等信息，构成栅格级指纹知识库，使能后续用户精准导引。

当基站完成覆盖自配置，并完成栅格级指纹知识库构建后，网络最小集唤醒，也就是我们希望的“利用最经济的网络资源，最优质地满足用户需求”就有了实现的基础。当前基于负荷的载波关断、深度休眠功能生效后，随着基础覆盖小区的负荷升高，业内传统的唤醒方式是将基础覆盖小区所对应的全部节能小区唤醒，多余小区的唤醒大大降低了节能效率。

为了实现节能小区最小集唤醒，提升小区节能时长，提升节能收益，我们引入了基于无线指纹栅格的智能唤醒功能。该功能利用栅格级指纹

知识库信息精准识别覆盖小区负荷、用户分布及与节能小区位置关系，仅针对用户所在的节能小区发起网络最小集唤醒。方案经天津、大连商用验证，有效提升节能小区30%平均休眠时长，提升2~4个百分点节能收益。

2022年是数字经济全面发力的一年，也是传统产业加速数字化转型的一年，绿色低碳已成为社会发展的必然要求，数字化和绿色化逐渐向共生互动阶段演进：以数字化赋能绿色化、以绿色化牵引数字化。中兴通讯将以创新为动力，与运营商一道，共筑绿色数字新未来，实现经济社会发展与生态环境保护的双赢。 ZTE中兴

# 智能超表面： 助力5G-A无线网络可持续高效演进



任涛  
中兴通讯RAN产品方案  
经理

5G网络已经广泛支持高速率、大带宽的应用。预期未来十年通信网络容量将呈千倍增长，无处不在的无线连接将成为现实。但高度复杂的网络、高成本的硬件和日益增加的能源消耗成为未来无线网络面临的关键问题，亟需探索新技术、新工艺、新材料。在候选新技术中，智能超表面（Reconfigurable Intelligent Surface, RIS）以其独特的可重构、低成本、低功耗和易部署的特点脱颖而出。

早期的静态超表面在设计完成之后，其电磁波响应及电磁功能就被固化了，无法调整，我们称之为RIS 1.0阶段。因其不支持按需动态调整，应用场景有限，仅适用于技术验证，实际很难进行商用部署。中兴通讯率先研发了动态RIS产品，将RIS技术演进至2.0阶段，并推出了业界首创的5G基站和动态RIS协同波束赋形算法，实现了毫米级的波束动态切换，使得RIS覆盖范围大大提升，并可保证用户移动场景的无缝连接，为RIS这项6G关键技术在5G阶段率先商用打下坚实的技术基础。

## 多频段多形态适应不同应用场景

为了实现RIS的动态可调，需要在超表面上集成有源器件（如PIN二极管、变容二极管等）或可调节材料（如液晶），通过改变外部激励，固定物理结构的超表面可以呈现可重构的电磁特

性。基于不同材料的特性，中兴通讯研制出了多种形态的RIS，适配不同的应用场景。

对于毫米波RIS，控制系统采用PIN二极管，通过对PIN管施加不同的偏置电压控制电磁单元的状态，从而实现入射电磁波相位的改变。通过对不同电磁单元的独立控制，叠加所有单元的相位调整的效果，最终实现精准的波束赋形。中兴通讯的毫米波动态RIS包含超过16000个电磁单元，可形成超窄的反射波束，单点RSRP增益超过30dB。此外，在控制精度上，中兴通讯实现了领先业界的2bit双极化控制，相比业界通常采用的1bit方案，覆盖增益可提升3dB。PIN管具备器件成熟度高、插损低、切换速度快（纳秒级）等优势，但也有成本和功耗较高的问题。为此中兴通讯也在积极探索其他的控制材料，如液晶材料。液晶材料具有连续调相（控制精度更高）、更低成本和更低功耗的优势，但对环境要求较高，目前认为适合在室内使用。此外，在透射场景，中兴通讯还研制出了透明透射RIS，通过在玻璃/PC等透明基材上叠加铜网格，在实现电磁波聚焦透射的同时，可实现超高的透光率，非常适合部署在建筑物玻璃表面和高铁窗户表面。

## 智能波束协同算法实现覆盖灵活重构

在硬件基础上，真正实现超表面智能化控

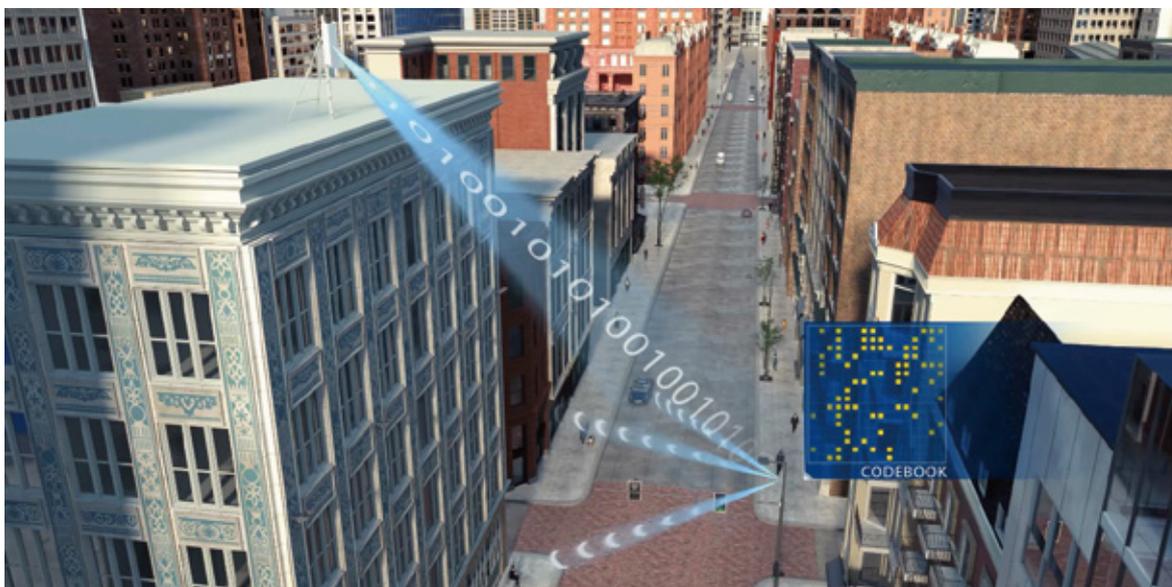


图1 5G基站与动态RIS协同波束赋形技术示意

制电磁波还依赖于精心设计的波束赋形算法。RIS依赖超窄波束实现了超高增益，但超窄波束带来的问题是覆盖范围很小，当UE移动时，很容易离开RIS的覆盖范围。这就要求RIS支持波束扫描实现UE的动态跟踪和更大区域的覆盖。中兴通讯在业界首家实现了基站RIS协同波束赋形算法。该算法通过基站指示RIS实现波束时分扫描/切换的方式，扩大RIS的覆盖范围以及达到UE波束跟踪的效果（见图1）。此外，该算法基于5G口空协议框架，支持5G商用终端，为RIS这项6G技术在5G阶段提前商用打下了坚实的技术基础。

## RIS的典型应用场景

RIS由于其灵活控制电磁波的特性，将在5G-A以及6G阶段具备广泛的应用场景。在5G-A阶段，RIS可应用于室外覆盖补盲、边缘覆盖增强、热点多流增速、室外覆盖室内、车厢覆盖增强等，此外RIS帮助毫米波实现密集城区连续覆盖，使得毫米波业务从FWA到移动业务，充分发挥毫米波大带宽的潜力。在6G阶段，随着太赫兹等更高频段的引入，RIS可帮助高频覆盖提升。此外，依赖RIS在非视距环境中建立虚拟视距链路的能力，以及RIS的超大规模天线阵列可实现更高的定位精度，助力通感融合业务的引入。

## 推动商用进程

自2021年以来，中兴通讯联合运营商伙伴进行了丰富的原型验证，探索智能超表面在多个频段多种场景下对覆盖和业务提升的可行性，积极推动其商用进程。

2022年8月，中兴通讯联合中国移动研究院完成业界首个动态智能超表面技术原型验证。验证结果表明，5G基站和动态RIS协同波束赋形技术不仅可大幅提升基站覆盖范围，还可支持移动场景下的用户无缝连接，为智能超表面未来商用奠定了重要的技术基础。

此外，早在2021年，中兴通讯联合中国电信完成业界首个5G高频外场智能超表面技术验证；携手中国联通完成全球首个5G中频网络外场下的智能超表面技术验证；联合中国移动北京公司发布了业界首个2.6GHz商用网络下RIS级联技术原型验证。

尽管目前对RIS在技术研究、工程应用和原型验证方面取得了巨大的进展，但是作为一项前沿技术，RIS仍然面临很多方面的技术挑战。例如成本和功耗更低的新材料的研究，简易部署方案的研究，不同运营商RIS间干扰问题的研究，RIS管理、运维等方面的研究等。中兴通讯将持续进行上述问题的研究，联合产学研共同推进RIS的技术发展和商用进程。ZTE中兴

# 通感算控一体化方案， 开辟5G应用新蓝海



海振坤  
中兴通讯无线产品规划  
主管

**在** 5G-A阶段，除了提升通信性能外，如何充分发挥5G网络的潜能，实现更多利润增长，是整个通信行业需要考虑的问题。通感一体化是通信行业赋能千行百业的路径之一。2021年7月，IMT-2020推进组成立了通感融合任务组，以通信与感知产业融合为契机，开展面向5G-A的场景、技术、试验和标准的研究。中兴通讯积极推进5G-A技术演进，提出通感算控一体化方案，为5G商用网络向垂直行业拓展提供创新思路。

## 何为通感一体

感知需求在千行百业普遍存在，满足不同领域需求的感知业务需要专用频谱资源和专属网络。已经广泛部署的5G网络具备得天独厚的组网优势，其覆盖能力强，天线阵列规模大，可以通过软硬件升级，在满足通信需求的同时使其具备

原生的感知能力，凭借广覆盖的优势汇聚各个感知端点，组成感知网络。

通感一体采用同一套设备、一张网络实现通信和感知两种业务，可以感知目标的方位、距离、速度等信息，实现对目标的检测、捕捉、跟踪、成像，从而实现通信网络任务外延化及感知业务普遍化，构建低成本、高精度、无缝泛在的通信感知一体化网络，实现面向行业的一网多能。5G-A将向垂直行业更深领域扩展，加强智能维度领域探索，从支撑万物互联到使能万物智联。

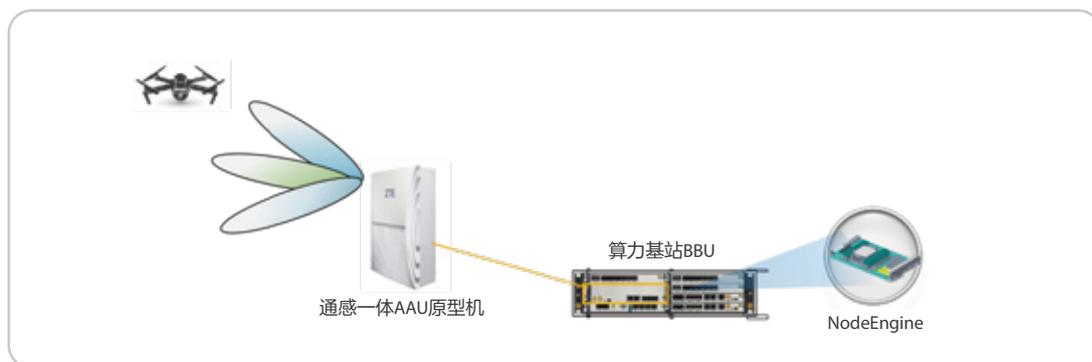
## 中兴通讯通感算控一体化方案

中兴通讯创新性地提出通感算控一体化解决方案（见图1），通过硬件共享和频谱共享等手段，实现通信、感知、计算、控制功能一体化设计。

### ● 通感一体

中兴通讯业界首家实现了单个AAU实现通信

图1 中兴通讯通感算控一体化方案



和感知信号的收发。相比多站感知，单站感知基站的组网更加灵活便利。此外，在工作模式上中兴通讯基于LFM/OFDM等波形，实现感知信号和通信信号时分发送；在组网架构上，高频通感采用单个一体化AAU组网，低频通感采用协同感知组网。同时，通过提升发射功率和天线增益来提升通感算控原型机感知距离，通过采用100MHz带宽和提升天线收发隔离度来提高通感算控原型机的感知精度。

#### ● 算控一体

中兴通讯在业界独有的NodeEngine算力基站上部署感知计算功能，完成整个系统算力和控制的工作，包括：感知计算、目标识别、轨迹预测、监测控制和视频处理等，并将能力开放给行业应用，形成和行业深度融合的闭环系统。

## 通感算控一体化方案应用场景

基于5G基站提供的泛在感知能力，通感算控一体化系统具有广阔的应用场景。

- 智慧低空：通感一体系统对无人机进行感知，可以在机场、政府大楼、科研机构等区域实现低空安防；此外还可以实现物流无人机的路径规划、航路管理等。
- 智慧交通：在车联网场景，可以实现对道路本身、道路环境的识别和感知，对车辆的位置、速度以及运动方向进行识别，实现车辆之间以及车辆与基础设施间的通信。
- 智慧生活：对人体进行心跳和呼吸监测，实现智慧医疗，也能通过手势识别和动作识别来控制智能家居。
- 智慧工业：未来需具备对智能机器人、AGV小车等设备的高精度感知能力，实现智能工厂的智能化生产和控制。

## 原型验证

中兴通讯一直致力于针对不同应用场景的业

务需求展开各类频段的技术研发与验证，并取得了一系列的成果。

#### ● 低空园区安防验证

2022年7月，中兴通讯完成了业界首个单AAU通感算控一体化技术验证，体现了中兴通讯通感算控一体化系统在低空园区安防方面的成功应用。系统可整合园区安防设施，提供侦测、定位、识别、跟踪、反制五位一体低空安防解决方案。此次验证，中兴通讯通感算控一体化系统实现基于单个AAU可达亚米级的感知精度和超过1千米的探测距离。

#### ● 智慧交通场景感知

2022年11月，中兴通讯针对智慧交通场景，完成基于真实交通路况和企业园区场景下车辆和行人感知的测试验证。此次实测通感算控一体化系统在交通场景下感知探测距离超过800米，感知精度达到分米级，实现单车变道跟踪识别，验证了基于通感技术对车辆、行人跟踪检测的可行性。同时检测系统提供感知平台能力开放，基于感知数据实现园区行人入侵的安全控制协同，助力智慧园区安防管理。

#### ● 低频通感测试

2022年11月，中兴通讯使用4.9GHz低频5G商用基站，完成了室外无人机、车辆和行人感知测试验证以及室内场景下呼吸感知的测试验证。验证结果显示，在一定环境下室外低空无人机最远感知距离超过1400米，同时实现无人机、车辆和行人多目标移动轨迹感知。室内场景下开展了视距和非视距呼吸感知测试，其中在视距场景下呼吸监测能力与商用呼吸监测仪表相当，准确率超过95%。

基于5G基站的海量泛在部署，通感算控一体化系统将具备大范围连续覆盖、低成本、易部署等多方面优势，将成为通信行业赋能千行百业的强大手段。对于运营商来说，通过部署通感算控一体化系统，将发挥5G网络的更大价值，实现一网多能、一数多用。ZTE中兴



## 四川移动联合中兴通讯

# 采用5G游牧式基站在石棉震区保障应急通信



**任杰**  
中兴通讯RAN产品方案  
经理



**杨宏宇**  
中兴通讯RAN产品方案  
经理

2022年9月5日中午12点52分，四川甘孜州泸定县发生6.8级地震，地震造成雅安市石棉县多处通信设施受损。中兴通讯与中国移动四川公司第一时间调配5G游牧式基站抵达石棉震区进行应急通信保障，迅速为指挥中心和居民集中安置点提供了4G/5G应急网络覆盖。

此次采用的应急通信系统以5G游牧式基站为核心，救援手机、灵活回传为配套，结合边缘算力引擎，为突发场景提供全方位的应急通信服务。其中5G游牧式基站是中兴通讯与中国移动共同研发的目前国内最小的5G+云基站，具备全天候即插即用、时延小、覆盖广等特点，可同时支持公网用户和专网业务的接入。

在石棉县新民乡，因受到地震影响，大多数公共通信设施已经退服甚至损坏，导致受灾区域通信网络失效，通信受阻。当游牧式基站抵达救灾指挥中心后，1小时内便完成了应急网络开通。借助强大的一体化射频设备，游牧式基站为灾区指挥中心及居民安置点提供了多频段、多制

式的4G/5G立体覆盖和容量保障。

同时，中兴通讯现场技术人员将5G游牧式基站内置的边缘算力引擎与指挥中心对接，构建了一张无线救援专网。通过该便捷本地专网，救援人员及指挥中心之间可实现救援图像、视频和语音等信息的共享。其中视频业务因采用本地分流方案，时延可降低80%左右，并支持10Gbps的处理能力，极大地提升了前线救援指挥速度。

随着救援的深入，指挥中心需要从新民乡前移到一线挖角乡，因大型应急通信车辆无法抵达，现场又立即组织部署无线多级级联方案，通过灵活部署多台游牧式基站相互接力，延伸专网的纵深覆盖范围，将通信保障推进至救援一线，为险恶环境下的抢救工作提供支撑。

5G游牧式基站麻雀虽小五脏俱全，包括5G射频模块、回传单元、边缘算力引擎，以及配套设备。其中，射频模块采用已成熟商用的轻量化射频单元，可提供多场景下的4G/5G信号覆盖；回传单元负责游牧式基站与核心网的互通；边缘算力引擎是游牧式基站的核心，其内置在BBU里，



◀ 5G游牧式基站

可提供基站级本地分流功能，在节省传输资源的同时，显著降低了时延；而配套设备则为整个基站提供了便利化移动的条件。与传统UPF专网相比，游牧式基站仅需将1块NodeEngine单板插入到BBU中便可提供简便、快速的本地专网服务。该单板不但功耗低，而且也不占用任何配套资源。而传统的UPF+MEC方案至少需要配置3台服务器、2台交换机和2套防火墙，功耗大于3kW，且UPF这种重设备模式在应急救援现场也很难展开拳脚。

此次5G游牧式基站首次投入救援现场便发挥了强大的保障作用，为灾区救援人员和受灾群众提供了及时可靠的通信保障服务，体现出以下几点优势：

- 快捷部署

游牧式基站体积小、重量轻、便于运输，而自带的便携小推车，也解决了基站设备移动不便和选站难的问题。同时，游牧式基站还具备快速开通的特点，落地后仅需20分钟便可实现网络开通。此外，游牧式基站支持运营商专线回传、Smart Relay回传、Internet回传、卫星回传等多种回传方式，支持各种场景下的快捷部署。

- 立体覆盖

游牧式基站可采用射频单元与天线单元二合一的AAU设备，其体积小、重量轻、结构紧凑，同时因采用通用化硬件平台，设备可支持4G/5G双模，可软件灵活配置4G/5G小区，为灾区和应急居民安置点提供多频段多制式覆盖下的立体容量保障。

- 强大的边缘算力引擎

游牧式基站在满足公共通信需求的前提下，其内置的边缘算力引擎可支持专网业务本地分流功能，将覆盖区域内的专网业务筛选后与本地指挥中心对接，进而构建无线救援专网。该专网支持现场救援人员之间，以及与指挥中心之间的互通，可实现文字、语音、图片和视频的共享。若结合更多应用，还支持高空照明、无人机搜救、红外探测等高阶功能。

灾情就是命令，中兴通讯与中国移动四川公司通力合作，众志成城，迅速协调应急、传输、电源、卫星等专业全力配合，迅速开通5G游牧式基站，快速为受灾居民恢复了通信，同时开通了抢险救灾专网，保障了抗击灾情的组织指挥、信息查询和需求传递，为险恶环境下的救灾工作提供了强力支撑。ZTE中兴



## 福建移动携手中兴通讯

# 完成意图驱动业务分级体验保障商用验证



潘飞  
中兴通讯无线产品规划总工



杜永生  
中兴通讯无线智能化架构师

**随**着智能化技术的广泛引入和应用，通信网络的智能化、简单化和去风险化的需求也日益迫切。意图驱动通过在网络中植入智能基因，让网络理解使用者意图，从而简化网络的管理和运维并提升最终用户和企业的体验，具有广阔的应用前景。

5G发展提速，业务千差万别，用户对5G体验的高期待带来了性能保障难和代价激增的问题。传统依赖于人工、专家经验的点对点保障方式已经无法匹配业务和话务量的快速变化，智能化成为必不可少的手段。福建移动携手中兴通讯，采用意图驱动业务分级体验保障方案实现所想即所得，在保障用户业务体验的同时实现网络效用最优，在2022年第五届“绽放杯”5G应用征集大赛5G增强技术赛道荣获二等奖。

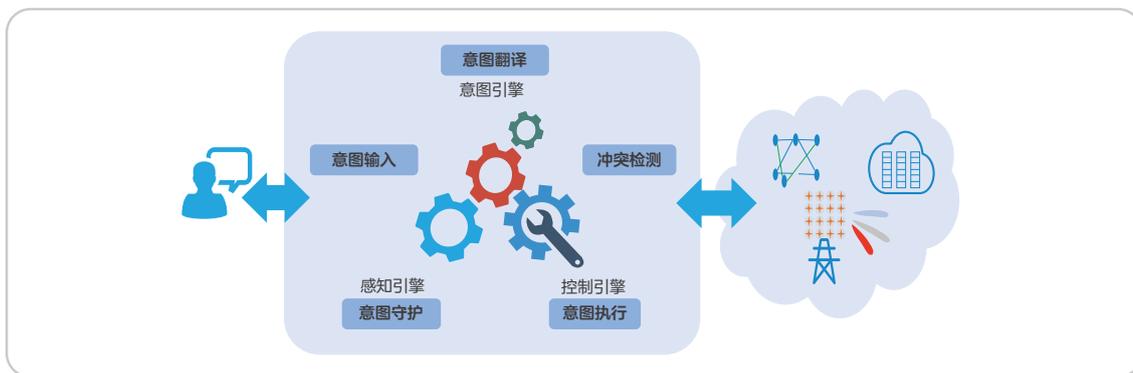
### 引入意图驱动的技术优势

在意图驱动技术炙手可热的背景下，通信行

业对其理论研究也一直维持在高热度。综合评估通信行业各场景的重要性和网络运维痛点，福建移动和中兴通讯一致认为，意图驱动技术在业务体验保障场景具有很高的价值和广阔的应用市场。

中兴通讯意图驱动业务分级体验保障方案创新地使用了基于智能化的意图驱动关键技术，即意图输入、意图翻译、冲突检测、意图执行和意图守护（见图1）。用户通过自然语言方式将意图输入系统，系统识别用户预期目标后匹配不同保障等级并采用最优的保障策略，实时监测业务状态并以此进行策略调整。在意图输入和翻译侧通过引入自然语言的BERT（Bidirectional Encoder Representation from Transformers）语言表征模型智能完成用户的意图获取和翻译，在意图执行侧基于智能DRA（Deep Recognition Analysis）完成业务特征智能识别和后续的深度优化。通过这些高阶智能技术组合用户带来所想即所得，网随意动的丝滑体验。

基于分级和差异化的调度方式，意图驱动的



◀图1 意图驱动业务分级体验保障

业务分级体验保障不仅实现了覆盖业务全生命周期的保障目标，还给网络带来了传统保障方式下不具备的诸多价值：

#### ● 优性能

系统通过实时监测网络环境并匹配合适的保障策略，实现系统资源差异化调度。基于优先级、策略和算法，将系统资源分配给目标用户的特定应用，从而保障最优用户体验，实现提升网络性能、减少网络能耗的目标。

#### ● 降成本

系统根据用户意图实现自寻优策略、自优化策略，极大提升了生产效率，同时也降低人工误操作对网络造成的风险，减少网络运维人力、降低运维成本。

#### ● 简单易用

通过引入基于人工智能的意图驱动技术，大幅降低用户使用系统的门槛。对于普通用户而言，只需明确目的无需关注过程，因此极大地降低了网络运维的复杂度，使得网络运维界面更加简单，运维系统更加易用。

## 实现业务体验和运维效率双增强

福建移动和中兴通讯将意图驱动引入到网络运维中，以业务保障为突破口，将以网络为中心的保障模式转变为以用户体验为中心的保障模式。在福建泉州进行的意图驱动业务分级体验保障验证中，使用传统业务保障方案对网络中10个站点进行保障操作，整体耗时约为30分钟。引入意图驱动相关技术后，同样站点数量，保障操作

耗时降低至约5分钟，仅为原用时的1/6，保障效率大幅提升。

为了进一步验证意图驱动技术引入对网络中用户业务的保障效果，测试团队选取了网络中热门的4个应用场景：腾讯视频播放、抖音直播、闽政通扫码和微信视频会议，分别在福建移动网络中进行了详细的商用验证。测试针对当前网络中的业务设置不同的保障等级和不同的保障预期——目标吞吐量提升幅度100%（一级）、50%（二级）和30%（三级）；目标时延降低至50%（一级）、30%（二级）和20%（三级）。通过对多组业务及保障等级组合的验证，证明了意图驱动业务分级体验保障场景下，受保障的业务吞吐量最高可提升760.55%、时延最低可下降88.70%，用户体验效果大幅改善，保障效果超出预期。

福建移动商用验证表明意图驱动业务分级体验保障实现了业务体验和运维效率双增强的目标，为意图驱动技术进一步的推广应用打下了良好的基础。接下来意图驱动业务分级体验保障将聚焦于规模扩展和场景丰富两大方向，通过扩大应用规模，进一步降低运维成本；通过扩展应用场景，实现场景间内生互联，打造意图保障生态圈。

未来，福建移动将继续携手中兴通讯开展意图驱动技术在通信领域的深入合作，共同打造“BEST”网络，即高收益（Benefit）、高效（Efficiency）、易用（Simple）和数字化转型（Transformation），迈向5G网络的高阶自智。ZTE中兴



## 5G双层网助力海螺水泥

# 打造矿车无人驾驶精品专网

2022年10月，安徽电信联合中兴通讯在安徽省芜湖市海螺水泥厂完成了基于8TR超级小区和32TR多小区双层网商用部署，通过超级小区、网络分层、业务保障、高效运维等方案，解决环境变化引起的多小区干扰切换和业务稳定性难题，显著优化无人驾驶业务时延，小于1s时延占比达99.99%，助力海螺水泥实现业界第一个规模商用的无人化智能矿山生产。



杨德  
中兴通讯RAN产品工程总监



胡剑斌  
中兴通讯无线ToB性能总工

**海**螺水泥成立于1997年，在香港挂牌上市，开创中国水泥行业境外上市先河。公司主要从事水泥及商品熟料的生产和销售，是世界上最大的单一品牌供应商。海螺水泥经过多年的快速发展，产能持续增长，工艺技术装备水平不断提升，市场区域不断扩大。2022年7月，海螺水泥上榜2022年《财富》中国500强排行榜，位列第82位。当前制造业转型升级浪潮正在释放巨大势能，5G、工业互联网、人工智能等新技术的快速发展正在加快推进数字产业化和产业数字化。水泥行业作为国民经济发展的重要支柱，是传统行业向数字化转型的重中之重，利用5G、云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术，加快推动水泥企业智能化转型升级已成为国家、行业和企业共同的目标。

在此转型升级背景下，海螺水泥股份的控股子公司安徽海博智能科技于2020年1月成立，主要从事露天矿山智慧化、无人化的整体解决方案研发和产业落地，海博全力打造以无人矿车为核心的综合性智慧矿山与人工智能产业基地，致力于成为国内先进的露天矿山智能化整体解决方案和技术服务提供商。

芜湖海螺集团水泥5G+智能矿山无人驾驶项目由海博智能科技主导，于2019年下半年立项，2020年1月正式投入开发建设，9月完成8TR超级小区和32TR多小区双层网建设。项目采用5G前沿技术，整合人工智能自动驾驶、北斗定位等先进系统，与水泥矿山开采工艺深度融合，突破自适应全尺度检测技术瓶颈，做到水泥矿山典型目标的全覆盖感知。相比32TR多小区网络，8TR超级

小区不仅可以提供同等的网络覆盖能力，还可以降低同频小区间的干扰和频繁切换带来的时延抖动，更好地保障无人驾驶感知。考虑到露天矿开采会不断带来地形地貌（无线环境）的变化，超级小区可以显著减少覆盖优化、站点搬迁的工作量，避免由于网络优化带来的工作中断，提升工作效率。同时，考虑到8TR超级小区容量负荷风险，以及工业生产对于网络高可靠的要求，安徽电信率先将8TR超级小区和32TR网络构建双网运行，通过业务分层技术，将ToB和ToC用户优先承载在8TR网络和32TR网络上；借助接纳控制、QoS独立、负荷均衡、PRB预留等策略，一方面保障ToB用户获得更高的优先级、更多的资源，降低ToC用户对ToB用户感知的影响；另一方面在ToB高负荷的情况下能够快速迁移到32T大容量小区下，保障ToB业务正常运行。此外32T多小区网络和8T超级小区网络采用不同硬件独立组网，即使单个网络出现异常业务也可无缝切换到另一张没有故障的网络，实现高可靠冗余备份。双网运行近2个月，相较于32TR单网，无人驾驶业务感知良好，PING包平均时延优化1.0ms，小于1s时延占比达到99.99%，丢包率降低70%。

基于安徽电信打造的5G高可靠性网络，目前海螺水泥无人驾驶项目已完成多台TR100矿车的无人驾驶改造，完成车队管理平台（云控调度系统）的研发，实现有人驾驶与无人驾驶混编运矿，无人驾驶矿车总运行时间超过8000小时，单班运矿量突破万吨，总计运矿量超过百万吨，实现了安全员离车编组运行。“水泥智能矿山矿车无人驾驶系统的开发与应用项目”经专家验收组



海螺矿车无人驾驶项目获央视报道

现场考察、质询、评议、讨论，顺利通过验收，这标志着全球露天矿山行业首个石灰石无人运输项目在海螺集团正式建成投运。

除了大大提升了生产效率，无人驾驶矿车对水泥行业的发展还有着重要意义：一是降低了安全事故发生率；二是提升员工从业幸福感、解决用工短缺问题；三是降低生产成本、提高设备利用率；四是促进关联产业可持续发展。2022年9月14日，海博公司凭借在矿山无人驾驶领域的核心竞争力，被成功认定为芜湖市“专精特新”中小企业。央视《智造中国》栏目以《“大块头”解锁“大智慧”》专题报道了海螺矿车无人驾驶项目，聚焦海螺矿山无人驾驶和生产线全程智控，挖掘传统水泥行业的智造“逆袭”亮点。ZTE中兴

# X-Edge助力XR

## 走向多元化商用场景



李婷  
中兴通讯RAN产品策划  
经理

**X**R产业是数字经济发展的七大重点产业之一，被业界认为是未来进入元宇宙的入口。2016年曾被称为国内VR元年，但是终端移动性差、分辨率低等痛点问题成为遏制行业发展的短板。随着5G的规模商用，XR业务迎来了拐点。

根据Precedence Research的数据，2022年全球XR市场规模约为351.4亿美元，预计2030年将达到3459亿美元，CAGR约为33.09%，亚太市场发展最为迅猛。随着内容的丰富、设备体验升级，VR/AR头显发货量呈现稳步增长的趋势。

### XR业务对网络QoS提出挑战

相比视频业务，XR对沉浸感要求更高，对分辨率提出了更高的要求。智能手机可接受的分辨率多为1080P，而XR为近眼显示业务，分辨率要达到8K才会彻底消除画面颗粒感，对网络流量的需求超过了10倍。

XR业务按照带宽与时延需求分为以下四个级别：

- 高保真、强交互型：网络带宽>100Mbps，网络时延<20ms；
- 高保真、弱交互型：网络带宽>100Mbps，网络时延>150ms；
- 低保真强交互型：网络带宽<100Mbps，网络时延<100ms；
- 低保真、弱交互型：网络带宽<10Mbps，网

络时延>150ms。

百兆带宽、20ms时延的网络要求在商用场景中存在极大挑战。当用户越来越多，如何保障每一个用户的体验最佳？这是亟待解决的问题。对于5G网络来说，这既是机遇，也是挑战。

### X-Edge，精准感知，保障用户极致体验

为了对XR业务提供针对性保障，中兴通讯提出了X-Edge解决方案。方案通过基站侧的智能识别功能精准识别XR业务，保障用户差异化业务体验；智能调度减少XR业务时延及时延抖动；多用户防共振保障大容量场景下XR用户体验。同时，中兴通讯建立了首个基于数字孪生的端到端的XR业务评估体系，为网络规划和优化提供多目标的智能寻优结果。业界独有的基于算力基站本地XR渲染，使时延最小化。终端节能方案缓解XR终端发热的情况，提升用户佩戴舒适度。

#### 智能识别：基站级业务识别库

XR产业逐步成熟，产业规模化发展，但业务种类繁多，各有特征，难以统一对移动网络的需求。中兴通讯拥有业界独有的基站级DPI，能够识别16000+业务（app），可对不同XR业务实施针对性保障。

#### 智能调度：减少XR业务等待时延

识别到XR业务流后，需要对不同XR业务提



数字孪生平台可以采集/处理数据、分析业务特征、迭代优化评估算法，提高评估体系准确性。

供保障，智能调度策略可以减少XR业务等待时延。XR视频源编码方式呈现准周期规律，例如120FPS (Frame Per Second) 视频每间隔8.33ms有一帧数据包传输。基站自动学习不同XR业务流的数据报文周期特征，匹配高效的调度策略，减少XR业务时延及时延抖动。

#### 多用户防共振：大容量场景下保障用户体验

视频流的发送常见的组包方式为I帧+P帧，其中I帧包含图片的全部信息，数据包远大于P帧，而P帧仅包含部分补充信息。大容量场景下，由于I帧的不可替代性，多个用户同时申请XR业务时，I帧可能在同一时刻到达基站，产生I帧碰撞，造成瞬时拥塞（共振），必然会导致部分XR业务传输延迟，使用户体验不佳。X-Edge方案中有防共振策略，实现业务流周期错开，避免拥塞。结果表明碰撞概率下降10倍，即视频卡顿概率下降10倍。

#### 建立XR评估体系，助力产业链发展

在针对XR业务做差异化保障的基础上，我们建立了端到端的XR评估体系，并基于数字孪生提高评估效率及准确性，加速XR产业链发展。我们从媒体质量、交互质量、呈现质量三个维度建立评估体系，包括VR音视频和移动自由度是否达到逼真效果，用户是否会感到眩晕，视频观看过程中会不会发生花屏、卡顿等，并搭建数字孪生仿真平台，使得该体系成为业界首个结合数字孪生技术的XR体验评估体系。数字孪生平台可以采集/处理数据、分析业务特征、迭代优化评估算法，提高评估体系准确性。

#### 云渲染@算力基站：打造极致用户体验

当前终端的处理能力达不到完全沉浸感的需求，且现有网络架构无法满足强交互类XR业务的时延需求。X-Edge方案的一大亮点为业界独家的云渲染@算力基站，实现XR业务的精准识别，保障XR业务的优先调度，并且渲染功能从终端侧卸载到基站，可减少功耗及终端复杂性，和云端渲染相比，减少了环回时延。

#### XR终端节能：续航能力更强

终端节能功能使终端续航能力更强，且缓解了终端发热情况，让用户佩戴更舒适。以视频帧率60FPS为例，XR业务每间隔16.7ms有一帧数据包传输，而传统方案中C-DRX (Connected Discontinuous Reception) 的周期为整数（如6/8/10/20/30），无法与XR业务周期对应，且随着数据量的增加，偏差会越来越大，产生抖动。X-Edge方案中，基站可以根据识别到的周期特征，自适应调整唤醒信号，使C-DRX周期与XR业务周期动态匹配。仿真结果表明采用该方法节能达20%。

#### 5G助力XR走向更广泛群体

5G将带入移动性特性，推动XR从室内走向室外，从固定场所走向更广阔的空间，为XR业务带来更多可能性；XR业务发展，会极大增加5G网络流量需求，加大5G网络投资，促进更多优质内容的开发，从而吸引更多的XR用户。从而，5G与XR形成飞轮效应。我们愿与产业界同仁共同推进新技术的发展，切实做好网络保障，为XR规模商用保驾护航。ZTE中兴

# 数字孪生技术， 助力网络向高阶自智演进



**苏可可**  
中兴通讯RAN产品方案  
经理



**詹勇**  
中兴通讯研发规划无线  
总工



**王健**  
中兴通讯网研院系统方案  
总工

**随**着5G发展，运营商面临着数字化转型的需求，网络自智能力亟待提升。同时，5G时代业务发展多样化，网络规模和负载不断增加，应用场景复杂多样，对网络环境的数学建模和目标求解带来巨大挑战。

- **系统仿真**：只能基于平均化场景信道模型，无法针对具体场景，不能指导具体外场，仍然需要外场人工调整，难以提供实时、精确的验证作为智能分析和自智网络的支撑。
- **外场测试**：外场环境复杂、随机因素多，难以保证准确复现，人力成本较大，实施周期较长，操作容易出错，自动化水平低，难以集成，进而成为自智网络发展瓶颈。

近年来，随着物联网技术、人工智能等技术的不断发展，数字孪生成为全球范围内的研究热点，并在通信领域得到了广泛关注，形成了数字孪生网络这一新的研究领域。数字孪生网络以数字化方式创建与物理网络实体一致的虚拟孪生体，并且孪生体可以与物理网络实体之间进行实时交互映射。数字孪生网络高度还原网元和环境，支持精确到特定具体小区，而且集成了基于AI的自动分析与决策，无需人力，有效保障网络运维，实时优化网络，并助力业务创新，同时，数字孪生网络全面加强网络的感知、分析、决策和执行的自主性与智能性，助力高阶自智网络的建设。

## 业界首个端到端无线网络数字孪生平台

中兴通讯持续探索数字孪生技术，推出业界首个端到端高保真无线网络数字孪生平台，其系统设计如图1所示。

平台由以超算平台为中心节点的通用服务器阵列构成（见图2），实现对站点、终端、信道、基站、核心网、业务的高保真孪生；通过增删服务器阵列节点数量实现弹性配置，能够与网管系统组合，灵活扩展功能。

- **站点孪生**  
站点服务器阵列实现对物理世界中站点的孪生建模，通过手机终端、无人机、激光雷达、全景相机等采集技术，自动化地建模出站点的环境模型、天面模型、机房模型等，实现站点环境、物理天面、机房设备的3D可视化，支撑站点的高效设计与工参的准确保障。
- **终端孪生**  
终端服务器阵列实现对物理世界中终端的孪生建模，可建模出无线功能模型、算法模型、物理模型、个性偏差模型等。其中，无线功能模型支持对4G LTE和5G NR全协议栈建模，支持不同带宽和频点配置；算法模型支持同步算法、波束赋形等算法建模；物理模型建模终端电池耗能；个性偏差模型可拟合不同厂商不同型号终端的差异。
- **信道孪生**

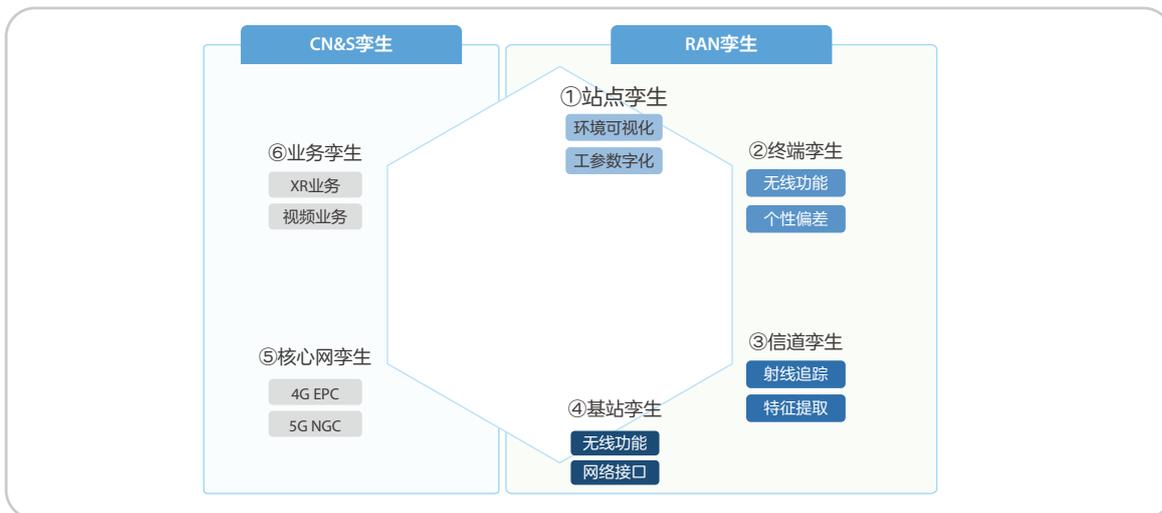


图1 数字孪生系统设计

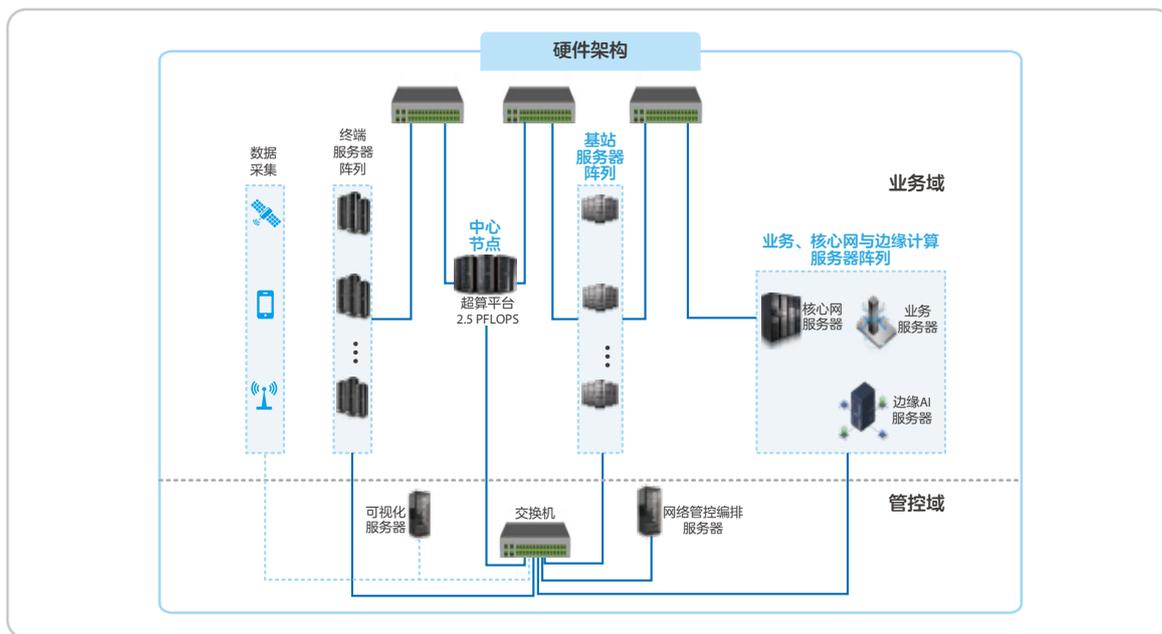


图2 数字孪生硬件架构

中心节点实现终端与基站之间交互信道的孪生建模，多块GPU并行加速实现终端与基站之间海量数据交换及处理，可建模出环境行为孪生模型、网元模块孪生模型、信号模型。其中，环境行为孪生模型支持大尺度衰落、小尺度衰落、移动轨迹孪生、系统干扰孪生；网元模块孪生支持天线和射频孪生；信号模型支持虚实数据互相转化。

● 基站孪生

基站服务器阵列实现对物理世界中基站的孪

生建模，可建模无线功能模型、算法模型、物理模型、网络接口模型。其中，无线功能模型支持对4G LTE和5G NR全协议栈建模，可接入真实射频器件与商用终端进行通信；算法模型支持调度算法、切换算法等算法建模；物理模型支持传输能耗及散热影响；网络接口模型支持建模与核心网、其他基站的交互。

● 核心网与业务孪生

核心网服务器阵列实现对物理世界中核心网的孪生建模，支持孪生EPC模型与5GC模型。业

务服务器阵列实现业务孪生，支持建模各种典型业务，如XR业务、视频业务等。边缘计算服务器阵列实现边缘计算孪生，支持AI分析等功能。

- 网络管控和编排服务器

网络管控和编排服务器阵列本质上是数字孪生网管平台，功能为：提取测量数据，训练模型（如网元模型、环境模型、业务模型），对输出模型进行相似性校准，校准后在真实物理网络中验证人工设置的参数，迭代推导出优化策略。

中兴通讯无线网络数字孪生平台支持无线网络全生命周期自智，保障网络运维。

- 网络规划：当前网规工具只能基于电平级进行网规，孪生网络支持基于业务QoS进行网络规划。
- 勘察验收：孪生网络通过数字化采集，包含基于全景相机、激光雷达、手机终端、无人机的多种技术方式，结合3D建模及AI图像识别技术，提升网络建设的工参准确性与设计高效性。
- 故障复现定位：现网中故障诊断慢、根因分析难，孪生网络的故障复现、场景回溯可以支撑根因快速定位以解决问题。
- 网络优化：当前网络参数组合多，建网后需多次优化，数字孪生技术支持外场环境拟合、批量规模仿真，支持组合参数优化自动遍历验证，提升网优效率，降低成本。

此外，中兴通讯无线网络数字孪生平台支持ICT技术的高效落地验证，助力研发创新：

- 新技术：可以在孪生网络上高效低成本实现软硬件技术验证，支撑技术研发初期可行性和价值论证；同时，结合可视化技术，支撑新技术价值演示；基于孪生网络还可高效完成原型机开发，支撑新技术产品转换。
- 新算法：积累外场模型，辅助算法验证，加

速版本迭代。

- 新场景：数字孪生技术能够拟合任意场景，基于数据对事态发展进行精准预测；可与已有外场模型组合生成新外场模型，增加验证完备性。
- 新数据：AI算法数据生成，根据需求定制场景、采集数据、自动完成清洗关联标注。

## 无线网络数字孪生，探索网络发展新思路

物理无线网络试错成本高，不支持全量数据采集/存储，并且运维策略无法动态匹配时变场景，导致运维成本高，网络性能无法达到最优。中兴通讯无线网络数字孪生平台，针对ToB、ToC规建维优全场景，解决网络运维复杂、成本高、性能次优等问题，节省运维成本，提升网络性能；利用孪生特性，推动业务创新，加速新产品商用，时间成本减少约44%；通过物理网络和孪生网络实时交互、相互影响，助力网络实现低成本试错、智能化决策和高效率创新。

目前，数字孪生技术已完成多个应用验证：IMT-2030（6G）6G关键技术测试中，数字孪生样机通过了接入网数字孪生网络容量能力、接入网数字孪生网络相似度及接入网数字孪生网络预测能力测试；某重点港口，集装箱堆场每天发生变化，5G网络需要自优化覆盖，补盲补弱，基于孪生平台完成网络覆盖性能的验证测试，实现动态场景下的精准网规；在某旅游城市完成基于孪生平台的新业务孪生外场验证，孪生精度达到90%以上。

未来，数字孪生的应用领域将不断拓展，支撑网络规划、建设、维护、优化等全生命周期的高度自动化和智能化，大幅提升网络运行效率，在未来网络演进中发挥重要作用。 ZTE中兴

ZTE中兴



# 驭风系列

纤薄至简，驭风随行

## 中兴云电脑

13.9mm厚度 | 1.25kg净重 | 14寸FHD高清显示屏 | 全尺寸键盘 | 丰富接口  
5W功耗 | 超强续航 | 无风扇设计 | 超能轻薄体验

ZTE中兴

让沟通与信任无处不在