

# 中兴通讯技术

简讯

ZTE TECHNOLOGIES

2020年09月/第9期  
准印证号：(粤B)L011030048

内部资料  
免费交流

## 视点

06 共建共享：由运营商网络共享迈向垂直行业探索

09 700M+2.6/4.9G相融共进，点亮共建共享之路



## 专题：5G共建共享

13 新架构、新技术、新平台，全新700M整装待发



扫码体验移动阅读



## 第24卷/第09期

总第384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 陈坚 陈新宇 方晖  
洪功存 衡云军 屠要峰 王强

### 《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: 陈宗琼 高洪 胡俊劼 黄新明  
姜文 刘群 林晓东 沈琳  
申山宏 王全 杨兆江

### 《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

编辑: 《中兴通讯技术(简讯)》编辑部  
出版、发行: 中兴通讯技术杂志社  
发行范围: 国内业务相关单位  
印数: 10000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: 东莞市上合旺盈印刷有限公司  
出版日期: 2020年09月25日



叶策  
中兴通讯MKT方案三部产品部部长

## 共建共享为5G网络及行业发展注入强劲动力

2020年是5G大规模建设元年,在迎来重大机遇时,业界也面临着5G带来的频率高、基站密、投资大等难题。电信联通、移动广电分别结盟,通过共建共享破冰5G建设难题,减少资源浪费,实现降本增效。

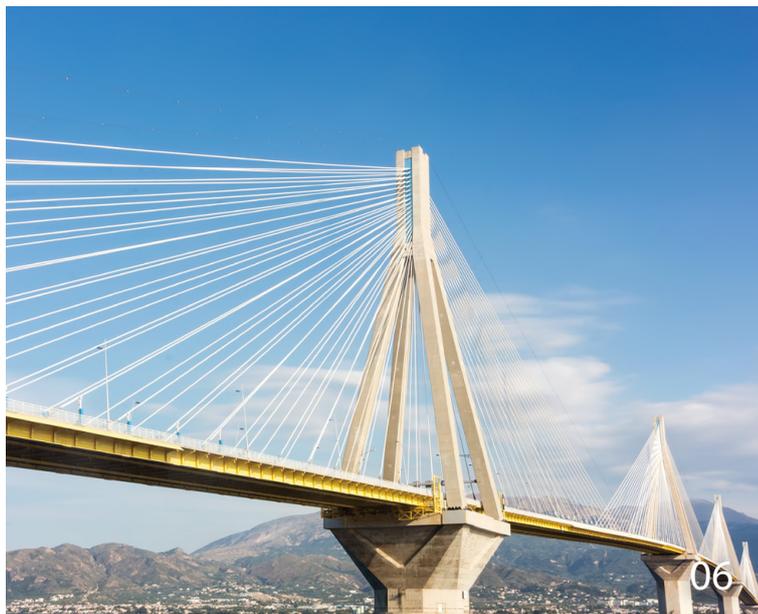
共建共享有多个资源层级,从最初级的共享基础设施,到共享基站设备,再到共享频率资源,合作不断加深。5G初期阶段运营商通过漫游、共享核心网、共享无线网等技术来实现共建共享。随着5G网络SA架构成熟,共建共享的范围将从运营商扩大到运营商和企业之间,通过切片、局域专网、专网专用等方式开启2B市场大幕,赋能千行百业。对当前各大运营商而言,共建共享可以更加充分地利用网络资源,以更快的建网速度实现5G网络的更大带宽、更高功率、更优性能,同时也让运营商从网络建设中部分解脱出来,专注服务和创新,提升核心竞争力,实现社会效益,推动社会经济高质量发展。

作为全球运营商5G网络建设的重要战略合作伙伴,面向“机遇与挑战并存”的共建共享,中兴通讯全力支持各大运营商的网络建设和运营服务。一方面针对共建共享带来的大带宽需求,中兴通讯推出大带宽、高功率、全系列产品;另一方面创新性提出超宽频动态频谱共享、时频双聚合等技术助力共建共享新模式,降低基础设施建网成本,实现5G经济和社会价值。

一直以来,中兴通讯在共建共享中积极推进客户需求的商用化,致力于为运营商打造用户感知优越的精品5G网络。未来,伴随着共建共享的推进,中兴通讯将持续深入探索5G新技术、新功能,为5G网络赋能,加速千行百业数字化转型商用进程,打造共赢生态环境,为用户构筑核心竞争力。

# CONTENTS 目录

中兴通讯技术（简讯）2020年/第09期



## 新架构、新技术、新平台， 全新700M整装待发

作为4G主流频段，700MHz网络已在全球多个国家和地区部署。如今，700MHz作为黄金低频成为5G网络广覆盖的热门频段，已有近30多个国家和地区陆续完成频谱拍卖。在中国，700MHz也进入了5G角逐，中国700MHz频谱以2x30M大带宽为中国5G带来了新机遇。

## 视点

06 共建共享：由运营商网络共享迈向垂直行业探索 /胡凯伟

09 700M+2.6/4.9G相融共进，点亮共建共享之路 /陈涛

## 专题：5G共建共享

13 新架构、新技术、新平台，全新700M整装待发 /刘爽，张燕

16 端到端切片技术助力垂直行业数字化转型 /郑凯佩

18 认知无线电在700MHz网络建设中的应用 /陈相

21 5G语音，打造面向未来的超高清通话 /吕佩

24 5G室内外同频协同组网研究和验证 /陈致樑，王跃

26 eDAS技术，实现室内性能提升 /孙杨军

28 中兴通讯助力运营商打造5G网联天空 /李荷

30 NodeEngine，智慧园区改造“加速器”  
/严丽萍，黎云华

32 5G工具箱，加速5G新基建 /严海波



## 成功故事

35 5G潮涌，羊城领航 /刘敏

38 中兴通讯助力四川电信5G共建共享商用落地  
/冯斌

## 解决方案

40 zSpider智能测试平台，铸就5G产品安全 /李春才

## GoldenDB助力中信银行“凌云”系统成功投产 成就金融“新引擎”

近日，中兴通讯和中信银行联合宣布，GoldenDB分布式数据库顺利完成在中信银行“凌云”系统的投产，投产近3个月以来，运行稳定，全面验证了GoldenDB作为国产金融级交易型分布式数据库安全可靠，夯实了中信银行在国内金融行业数字化转型的领先实力。

本次中信银行总行核心系统的投产切换是GoldenDB分布式数据库的“关键之战”。为确保投产切换的顺利进行，中兴通讯与中信银行双方项目团队整体按照3亿用户、15亿账户、日均交易量3亿笔等相关业务运行指标，前后进行了10轮的演练，于2020年5月3日14点正式对外营业，投产至今已近3个月的时间，运行平稳。

## 中兴通讯克服疫情影响 2020上半年营收、利润保持增长

2020年8月28日，中兴通讯发布2020年半年度报告。报告显示，2020年1—6月，中兴通讯实现营业收入472.0亿元人民币，同比增长5.8%；归属于上市公司普通股股东的净利润18.6亿元人民币，同比增长26.3%；归属于上市公司普通股股东的扣除非经常性损益的净利润9.0亿元人民币，同比增长47.4%；基本每股收益为0.4元人民币。

中兴通讯加强现金流及销售收款管理，2020年1—6月，经营活动产生的现金流量净额20.4亿元人民币，同比增长61.1%。公司持续增强5G研发投入，2020年上半年研发投入达66.4亿元人民币，占营业收入比例14.1%。

2020年上半年，面对新冠疫情等复杂外部因素的挑战，中兴通讯依然

坚定加大研发投入，充分发挥数字化转型带来的高效协同优势，全体员工奋力拼搏，持续提升客户满意度，实现经营业绩稳健增长。同时，公司充分利用以5G为龙头的诸多新型信息创新技术和产品，全方位助力科技抗疫和快速复工复产，并在国内和海外积极践行企业社会责任。

中兴通讯持续强化关键领域技术优势。自主研发设计的接入、承载、固网终端的新一代核心芯片组规模商用，进一步提升性能、集成度和能效比，不断加强算法积累和优化，积极引入业界领先的新架构、新材料和新工艺，全面支撑产品竞争力表现，助力客户打造优质性能的5G商用网络。同时，公司持续深化自身数字化和智能化转型，研发和运营效率持续提升。

## 中兴通讯助力国内首家“分布式数据库联合实验室”启用

2020年8月14日，北京金融科技产业联盟召开分布式数据库联合实验室启动推进会。联合实验室的建立有利于探索“技术共研、场景共建、成果共用、产权共享”的金融业关键技产对接新模式，打造开放、合作、共赢的金融科技产业发展新生态。

联合实验室由中国金融电子化公司、中金国盛联合大型金融机构以及包括中兴通讯在内的主要分布式数据库厂商共同建设运营。

## 中国铁路广州局、广州移动和中兴通讯联手打造首个5G智慧高铁应用

近日，中国铁路广州局集团有限公司、中国移动通信集团广东有限公司广州分公司、中兴通讯股份有限公司和蓝信科技有限公司强强联合，携手在广州南动车所打造了首个5G智慧高铁应用，通过5G助力动车组电务车载设备智能运维，提升动车组电务车载设备检修效率和高铁运营安全性、稳定性、可靠性。

## 中兴通讯发布AI全景及自主进化网络白皮书

8月18日，中兴通讯发布AI全景及自主进化网络系列白皮书，系统阐述在AI领域的全方位布局以及在5G网络和AI融合发展方面的思考。

中兴通讯对人工智能技术进行了持续多年的战略投入和布局，通过筑牢AI基础能力，赋能5G全系列产品，就价值场景与全球运营商开展广泛合作，同时积极参与国际、国内标准和开源组织以及重要行业协会，实现AI能力的全方位布局。



## 致敬深圳经济特区成立40周年 深圳联通携手中兴通讯率先完成深圳5G SA规模商用示范网络部署

2020年是深圳经济特区成立40周年，是改革开放“试验田”的40周年，也是粤港澳大湾区和中国特色社会主义先行示范区建设全面铺开、推进的关键之年。就在近日，中兴通讯成功协助深圳联通快速完成部署5G SA规模商用示范网络，为深圳“新基建”中5G基站建设事业推波助澜，并助力深圳联通完成与多终端芯片商及全球主流手机厂商的基于5G新空口NR标准的IoDT（Interoperability and Development Testing）联合测试，用例100%通过，显示性能优异，对于推动5G产业迈向成熟具有关键意义。

## 中兴通讯获Selular Awards 2020“5G网络最佳实践”奖

2020年8月，在第17届Selular Awards 2020线上颁奖典礼上，中兴通讯获得“5G网络最佳实践”奖。该奖项充分肯定了中兴通讯致力于为客户提供可靠和创新的解决方案，以迎接5G时代的到来。

Selular Awards是由印度尼西亚领先的电信媒体Selular Media Network组织的年度颁奖盛会，旨在表彰电信行业参与者的成就。Selular专家团队通过小组评审和线上调研对中兴通讯的创新能力和财务状况、技术能力、市场领导地位和公司管理进行了综合评估。

中兴通讯印度尼西亚子公司总经理梁玮琦表示：“我们很荣幸获得Selular颁发的‘5G网络最佳实践’奖。中兴通讯始终致力于为印尼广大客户提供创新和高质量的通信解决方案，助力本地经济发展，携手并进，共同拥抱5G时代的到来。”

在此前的Selular Awards评选中，中兴通讯分别在2019年和2018年获得了“最佳5G解决方案”奖；并在2017年、2016年和2015年连续三年获得“最佳网络技术”奖。

## 中兴通讯率先获得中国移动5G核心网ToC全部网元入网证

近日，中兴通讯完成中国移动5G SA核心网项目ToC全部网元FOA测试，率先获得ToC网络全部网元入网证。

2020年4月初，中国移动启动面向5G SA架构的5G核心网建设。经过两个多月的持续攻坚，中兴通讯完成ToC全部网元FOA测试，率先获得5G核心网ToC全部网元入网证，充分验证了5G核心网基本功能、网络性能及网络安全，为5G核心网大规模商用奠定了基础。

## 中兴通讯成功通过GSMANESAS安全过程评估审计

近日，中兴通讯5G NR和5GC融合核心网（5G Common Core）的系列产品完成了网络设备安全保障计划NESAS中“供应商开发和产品生命周期流程的安全评估”。评估结果显示，本次审计参照NESAS中FS.13和FS.16定义的安全要求，中兴通讯的开发和产品生命周期流程符合所有要求，并且在实践中得到了有效应用。该评估结果是中兴通讯5G开发和产品生命周期安全性的有力证明。

## 中兴通讯与顺德农商银行签署战略合作协议

8月19日，顺德农村商业银行（以下简称“顺德农商银行”）与中兴通讯股份有限公司（以下简称“中兴通讯”）在中兴通讯深圳总部举行战略合作签约仪式。顺德农商银行董事长姚真勇、副行长易晓应、执行董事马列光，中兴通讯董事长李自学、副总裁李晖、数据中心产品总经理许璐等领导出席本次签约仪式。



## 泰国True与中兴通讯合作建设5G商用网络

近日，泰国True集团与中兴通讯签署5G商用合同，采用中兴通讯5G全系列产品和服务，在泰国建设5G商用网络。

中兴通讯64TR/32TR/8TR/4TR全系列5G基站，以及单频和多频5G QCell室内解决方案，将助力泰国True打造一张全场景、高性能的700MHz+2.6GHz+26GHz三频5G网络。通过部署超低时延、超多通道、超大带宽的5G产品和技术，True有望迅速提升无线网络系统容量和用户体验，在2020年建设一张东南亚领先的5G网络。

## 中兴通讯携5G端到端创新技术亮相BIRTV2020线上展

2020年8月18日—21日，第29届北京国际广播电影电视展览会线上展（BIRTV）成功启动。中兴通讯携业界领先的5G端到端整体解决方案精彩亮相，与业界共同探讨中国广电5G智慧运营之路。

本次亮相的明星产品700MHz宏覆盖基站系列，采用2T4R、4T4R通道设计，大幅提升上下行体验；硬件支持5G NR制式，软件支持全制式，可根据现网业务灵活选择，未来持续平滑演进；具有超高性价比，体积小重量轻，安装灵活，节省空间，结合中兴通讯独有的绿色节能技术，进一步降低功耗，减少运维支出；700MHz宏覆盖基站完全满足中国广电大带宽需求，独家植入PIM-C干扰消除模块，搭配认知无线电软件管理系统，有效应

对700MHz干扰，提高接收灵敏度。

中兴通讯2020年最新推出的面向行业的5G全网通模组ZM9000，采用高通SDX55芯片，支持国内四大运营商5G/4G高速接入，即插即用，可广泛应用于安防监控、无人机、高清视频直播等多种行业和场景，为各类企业用户提供高质量的无线网络解决方案。

中兴通讯Common Core通过网络升级、能力升级和模式升级，助力运营商和全行业实现数字化转型。Common Core基于SBA架构，支持2G/3G/4G/5G及固网全融合，支持MEC及端到端切片部署，满足垂直行业各类应用场景。

今年5月底推出的高性价比5G视频手机——中兴天机Axon11 SE也亮相BIRTV线上展。

## 中国移动与中兴通讯完成G-SRv6优化方案互通测试验证

近日，中国移动联合中兴通讯等厂商成功完成SRv6头压缩优化方案转发面多厂商互通测试，标志着SRv6优化方案第一阶段测试圆满完成。SRv6头压缩优化方案是对标准SRv6方案的重要改进和有益补充，解决了标准SRv6方案采用128bit SRv6 SID封装开销大、转发效率低及包头处理对硬件要求高等问题，能显著提升标准SRv6的承载效率，将有力推动SRv6技术的商用部署。

## 福建移动联合中兴通讯完成国内首个5G基站自动开通

近日，福建移动采用中兴通讯“5G基站自动开通创新方案”，顺利完成国内首个5G基站自动开通，大幅提升工作效率，节约资源成本，助力5G新基建高效部署。

站点自动开通不仅避免手动操作的易错环节、返工，甚至二次上站，极大地节约了经济成本，基站开通成本下降达60%左右，同时在突发事件、自然灾害等关键时刻，亦可实现快速恢复通信、保障网络畅通。

## 中兴通讯与平高集团签署战略合作协议

8月18日，中兴通讯与平高集团有限公司（以下简称“平高集团”）签署全面战略合作协议，在双方重点关注的能源领域开展深度合作。中兴通讯高级副总裁朱永涛、平高集团总经理程利民出席签约仪式。双方将发挥各自领域的优势，整合资源，强强联合，探索5G在能源行业的创新应用，加速能源行业数字化转型升级。

## 中兴通讯中标2020中国联通数据设备集采项目

近日，中国联通2020年数据设备集中采购项目核心路由器（标包二）和接入路由器（标包三）结果公布，中兴通讯高端路由器ZXR10 T8000-18和ZXR10 M6000-S分别获得42%（标包二）和45%（标包三）的市场份额，与中国联通携手打造面向5G时代全业务运营的大容量、高性能、安全可靠、易运维、易扩展的综合业务承载网络平台。

中兴通讯高端路由器产品ZXR10 T8000-18和ZXR10 M6000-S在业界权威机构GlobalData近期发布的最新评级报告中，双双获得IP Core Router和IP Edge Routers类别“Very Strong”评级。在本次项目中，它们将分别作为中国联通城域网、互联网数据中心的核心节

点和业务接入节点，构建层次清晰、结构扁平的IP城域网，为中国联通提供面向未来的全业务综合承载网。此外，ZXR10 M6000-S还将作为中国联通通信云的业务出口网关，配合中国联通网络业务SDN/NFV虚拟化建设，助力中国联通打造精品通讯网络，构筑云网一体化的承载能力。

ZXR10 T8000核心路由器是中兴通讯高端路由器旗舰产品，推出至今已在国内核心路由器场景长期稳定运行10年，在国内19个省份部署，并在海外，如埃塞俄比亚、印度尼西亚、马来西亚等国家广泛应用。中兴通讯ZXR10 M6000-S高端路由器市场份额在国内市场稳居前二。

## 中兴通讯携手中国联通、腾讯实现业内首个基于APP应用级的5G SA端到端网络切片

近日，中兴通讯携手中国联通、腾讯在广东实现业内首个基于APP应用级的5G SA端到端网络切片，构建包含5G SA网络、切片运营平台、5G终端和手机APP应用等端到端切片解决方案。

本次试点由广东联通、中兴通讯、腾讯视频&5G团队联合在腾讯滨海大厦总部完成，实现3个方面的切片技术应用与突破：应用无线PRB硬切片资源预留、切片感知优先级调度技术，可为特定级别用户、特定应用或特定区域内的用户带来切片级专享业务体验；完成终端路由选择策略（URSP）技术在5G终端上的首次应用；实现切片运营平台和腾讯视频业务平台对接，验证B2B2C场景下的切片运营模式。



### 中兴通讯发布《5G Massive MIMO网络应用白皮书》

近日，中兴通讯发布《5G Massive MIMO网络应用白皮书》，针对5G网络发展必经的三个阶段，给出了Massive MIMO在各阶段的关键技术点，并提出依托数字孪生技术实现未来网络智能进化。

### 中兴通讯助力天津联通打造5G SA规模商用精品网络

近日，中兴通讯助力天津联通成功打造5G SA规模商用精品网络，并率先完成多芯片平台及国内外主流手机终端厂商商用测试验证，结果显示性能优异。中兴通讯为天津联通的5G SA精品网络提供了包括无线、核心网在内的整体网络解决方案，这充分证明中兴通讯已为5G SA规模商用做好全面准备。

天津联通以佛罗伦萨小镇为中心部署5G SA精品网，实现武清站、佛罗伦萨小镇、政府等重点区域的全面覆盖。

### 中兴通讯与广西广电网络签订战略合作框架协议

2020年8月25日，中兴通讯与广西广播电视信息网络股份有限公司达成战略合作框架协议并举行签约仪式。双方将发挥各自在网络、技术、产品、资源、政策等方面的优势，聚焦政府、社会、企业和群众需求，在打造5G智慧广电生态链，建设集主流媒体融合传播网、数字文化传播网、基础战略资源网等多功能为一体的广电网络等方面开展深度合作。

# 共建共享：由运营商网络 共享迈向垂直行业探索



胡凯伟

中兴通讯RAN产品国内MKT及方案部部长

“新基建”方兴未艾，5G网络部署节奏及投资规模持续加码。2019年9月9日，中国电信与中国联通签署了《5G网络共建共享框架合作协议书》，标志着5G时代的共建共享建设正式拉开大幕。2020年8月18日，中国联通宣布已经完成26万5G共建共享的基站建设，预计年底将完成37万基站的建设。2020年5月20日，中国广电和中国移动共同宣布实施5G共建共享。从此国内四大运营商借助共建共享实现合纵连横，一方面响应国家“新基建”号召，加速5G落地，另外一方面将企业优势在5G时代发挥到最大。

按照运营商5G建设规划，2020年底5G网络将覆盖到所有地级市。目前国内5G终端出货量已经超过总终端数的一半，这得益于5G的快速建设，其中共建共享发挥了巨大作用。“4G改变生活，5G改变社会”，随着9月底三大运营商均推出SA架构，5G将具有赋能千行百业、实现企业数字化转型的能力。

因此在5G建设中，共建共享将分为两个阶

段：第一阶段，即当前正在进行的阶段，共建共享主要发生在运营商之间，各运营商通过漫游、共享核心网、共享无线网等方式实现共建共享。第二阶段，当运营商5G网络具备SA功能之后，共建共享的范围将扩大到运营商和企业之间，主要通过切片、局域专网、专网专用等方式实现。

## 共建共享第一阶段：经济高效推动网络建设，促5G快速发展

第一阶段，运营商共建共享主要通过分区建设、站址资源与频谱资源共享等方式进行。这一阶段共建共享带来的优势显而易见：

- 降低建网成本：接入网投资是移动运营商投资的核心部分，5G时代接入网占总体投资比例高达80%，共建共享下的建设规模直接缩减一半，建设成本和网络运营成本均大幅降低。以电信联通为例，共建共享很好地应对了5G建设中面临的建网成本高、能耗高、配套要求高的“三高”问题，接入网的共建



第一阶段，即当前正在进行的阶段，共建共享主要发生在运营商之间，各运营商通过漫游、共享核心网、共享无线网等方式实现共建共享。第二阶段，当运营商5G网络具备SA功能之后，共建共享的范围将扩大到运营商和企业之间，主要通过切片、局域专网、专网专用等方式实现。

共享将直接给电信和联通带来网络投资的大幅节约。

- 频谱资源共享：由于共建共享的大带宽等频率特性，采用时频双聚合、频谱共享技术能够提升频谱利用率，高效实现5G网络覆盖，快速形成5G服务能力，迅速改善用户感知，提升运营商网络品牌。
- 专注服务创新：相较于2G/3G/4G的网络竞争，业务创新是5G的核心竞争要点，而共建共享使得运营商能够从网络建设中部分脱离出来专注于服务和创新，提升核心竞争力。
- 实现社会效益：共建共享大幅降低配套资源需求，降低社会能耗，提升社会收益，推动社会经济高质量发展。

第一阶段共建共享对于技术提出了新的要求，其中以网络共享架构、设备大带宽、动态频谱等为主要技术特征。

虽然无线网络共建共享技术如MORAN ( Multi-Operator Radio Access Network )、MOCN ( Multi-Operator Core Network ) 等都比较成熟，但由于5G初期采用NSA建网，锚点选择、互操作设置等大大增加了网络部署难度。经过业界共同努力，目前多个城市5G拉网速率达

1Gbps，完美解决了部署困难的问题。

此阶段对于设备提出了全系列、大带宽、高功率的要求。中兴通讯提供具备共建共享能力的全系列产品，满足运营商全场景建设需要，产品具备大带宽、大功率、低能耗等优势。3.5GHz设备全部支持200MHz大带宽，2.1GHz设备支持2×55MHz带宽，设备输出功率提升到320W，并采用7nm芯片等技术进一步降低设备能耗。在宏覆盖场景，中兴通讯64TR AAU和32TR AAU宏基站产品，320W大发射功率，建设一步到位，和240W设备相比，下行边缘速率密集城区提升10%以上，一般城区提升20%以上。针对特殊场景，中兴通讯推出了高铁覆盖专用的8TR RRU，以及隧道覆盖专用的2TR RRU，将建网成本优势发挥到极致。在室分场景，中兴通讯推出了多款QCell产品，引领5G数字室分产业链，如业界最大发射功率、300MHz大带宽的室分设备，“2TR+多模”室内QCell设备等。在个性需求场景，中兴通讯推出了美化杆站、微站、低成本室分信源等多形态产品。

对于3GPP R16标准中立项的2.1GHz频率的2×40M/50M以及700MHz频率的2×30M/40M大带宽需求，中兴通讯积极推动产业链成熟。对于700MHz的共建共享，中兴通讯提供内置PIMC的



基站设备，有效消除 $2\times 30\text{MHz}$ 大带宽带来的频谱谐波干扰问题，辅以中兴通讯独家支持的认知无线电干扰嗅探技术，有效消除内外部干扰，提升网络质量。2020年上半年，中兴通讯联合高通完成700M VoNR测试，并率先内部完成700MHz和4.9GHz频谱的5G载波聚合验证，丰富700MHz+4.9GHz双频组网解决方案，加速推动700M产业链成熟壮大，全面助力下一步全球700MHz频段的5G商用建设。

### 共建共享第二阶段：5G赋能千行百业，助力运营商和企业实现效益最大化

当SA网络成熟之后，网络的共建共享将从运营商之间扩展到运营商和企业之间，以实现效益最大化。以自动驾驶为例，为了实现自动驾驶，需要5G网络对公路进行无缝覆盖。2019年底，全国公路里程为484.65万公里，其中高速公路里程达14.26万公里。按照每公里建一个5G基站计算，要实现高速公路的网络覆盖，每家运营商需要建设14万站，若4家运营商独立建设，总建设规模将超过50万站。此外自动驾驶需要网络端到

端实现超低时延，跨运营商网络无法满足要求，因此从技术上也需要共建共享。在自动驾驶业务方面进行共建共享将节省百亿级投资。

运营商和企业之间共建共享的建设方式可以根据安全隔离度要求的不同分为大网、大网切片、专网（局域网）、专网专用等。结合切片，企业和运营商的共建共享模式可分为全共享、共享+局部专享、专享+局部共享、全专享等多种共享模式。不同类型行业、不同业务需求对共建共享又将提出不同的要求。如eMBB类业务主要考虑隔离和带宽需求，URLLC类业务主要考虑时延和可靠性。运营商和企业之间可根据业务需求、成本影响等因素采取最合适的共建共享方式，实现效益最大化。

未来，运营商和企业之间将通过软切片、硬切片、软硬结合等方式实现第二阶段的共建共享。目前中兴通讯与合作伙伴已经进行了很多探索，如与腾讯云游戏合作进行云游戏切片的探索，与广州地铁、南方电网等切片应用的探索等。运营商和企业合作的网络切片将逐渐成熟，并促进第二阶段的共建共享。

运营商和企业之间的共建共享需要通过三个阶段走向成熟，第一阶段运营商主导，通过端-端产业成熟，并且和龙头企业合作打造示范点，积极探索商用模式；第二阶段运营商和企业合力拓展应用，完善商业模式；最后共同迈向第三阶段，即企业主导，业务全面爆发。

随着5G渐入佳境，共建共享当前阶段已经解决了5G网络建设难题，实现降本增效，带动5G建设加速。随着技术的演进，5G网络将给我们带来更多业务可能，共建共享也将从网络成熟走向行业探索，从“共建共享”走向“共享共赢”。中兴通讯将持续努力，为运营商和企业之间的共享创造更大价值，将5G技术落地到千行百业，并携手合作伙伴，共建5G生态圈，打造创新应用示范，让5G真正成为推动数字经济发展的新动能！ ZTE中兴

# 700M+2.6/4.9G相融共进， 点亮共建共享之路



陈涛  
中兴通讯RAN产品国内5G方案总监

2020年5月20日，中国广电携700MHz频谱与中国移动正式签订了为期11年的共建共享合作协议，自此国内的5G发展向前再进一步。700MHz网络的加快建设将有利于充分发挥现有低频段的频谱优势，快速推进我国5G网络高质高效地实现全国覆盖，对于促进我国5G产业繁荣、实现5G引领全球有着非凡的意义。

频谱资源是运营商无线网络发展的根本，回顾国内通信市场竞争格局的变迁之路，每次不同频谱加入5G商用行列，都会对5G网络建设和发展方向产生重大影响。从最早的3.5GHz，到中国移动引入2.6GHz上的160M大带宽及4.9GHz，再到电信联通3.5GHz的200M带宽共建共享，以及2.1GHz新NR频段的引入，到当前中国移动和中国广电引入700MHz后进行共建共享，国内5G商用之路可谓跌宕起伏。未来是否还会有变局不可预测，但从当前5G发展格局来看，各方各具优势，平分秋色。

## 共建共享，充分挖掘网络潜能

ITU为5G定义了eMBB（增强移动宽带）、mMTC（海量大连接）、URLLC（低时延高可靠）三大应用场景，再结合其他IT技术，未来将实现一网使能万业。为了达成这一宏伟愿景，中国移动和中国广电在700MHz、2.6GHz以及4.9GHz网络（见图1）协同建设时，该如何发挥自身频谱资源优势，实现网络效益的最大化，为未来to B/to C业务应用打下坚实的网络基础，是决策者们思考的关键问题。尤其是700MHz与2.6GHz两张网络之间，该如何有效协同实现网络提质降本增效？

对于中国移动而言，可利用700MHz良好的低频段穿透和覆盖特性，以现网900M/2.6GHz等站址资源为依托，快速实现城市深度覆盖以及郊县农村的广覆盖部署。网络规划、建设一步到位，城区和郊县均衡发展，提升网络性能及建设效率，降低建设成本。对于中国广电来讲，则可

以借势中国移动2.6GHz网络及其2G/4G全频段优质资源，零门槛、零周期就可具备覆盖全国的移动通信网络服务能力，初期通过4G/5G全面共享迅速吸纳用户，业务体验向中国移动看齐，快速切入国内移动通信市场。

700MHz网络合作建设大幕即将拉开，预计经过1年左右的不断部署完善，700MHz与2.6GHz将在全国范围内迅速形成双网双连续的5G网络；4.9G NR则受限于频谱特性，可以在热点以及行业应用等局部区域部署，与700MHz及2.6GHz网络协同，形成多层立体覆盖网络，共同应对未来to B/to C业务挑战。在这种多层次的5G网络建设中，网间的协同策略至关重要，既决定了共建网络建设及运维的灵活性和效率，还决定了网络的性能。运营商在网络全局策略上要避免700MHz与2.6G强耦合捆绑，这样会影响网络建设选择的

灵活性，并带来全网范围内网络间流量结算困难，还会增加提升未来网络优化及运维的复杂度和成本；一些特殊场景，如和其他运营商品牌对标的体验区域以及亟需上行能力提升的区域，可以考虑引入网络能力增强技术，实现700MHz与2.6G甚至4.9G的能力协同，改善特殊场景下的网络性能和用户体验。

### 700MHz与2.6GHz双网双连续独立组网，网间协同保障用户体验

无论从产业成熟度，还是从组网技术上来讲，700MHz NR网络都具备独立建设能力，可与现网2.6GHz NR形成双层组网。如图2所示，700MHz的低频覆盖优势明显，单位面积覆盖能力约为2.6GHz网络的3~4倍，在城区可以按照700MHz与2.6G站

图1 中国移动和中国广电频谱资源

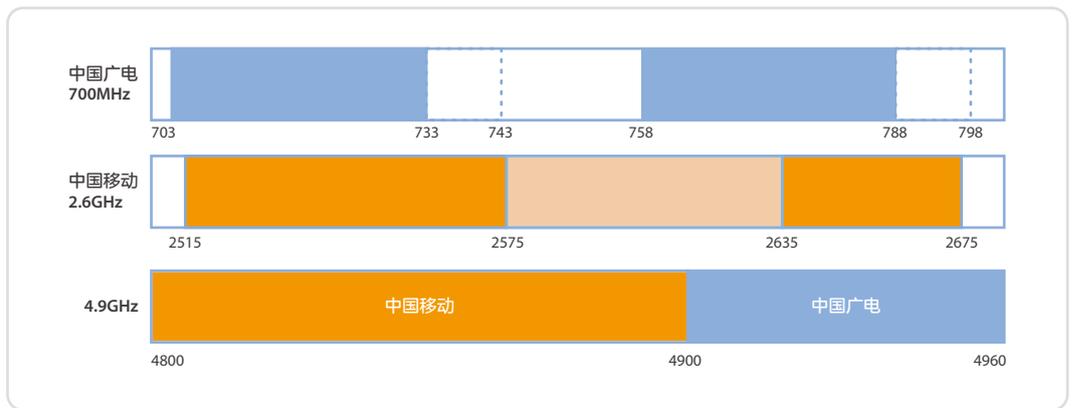
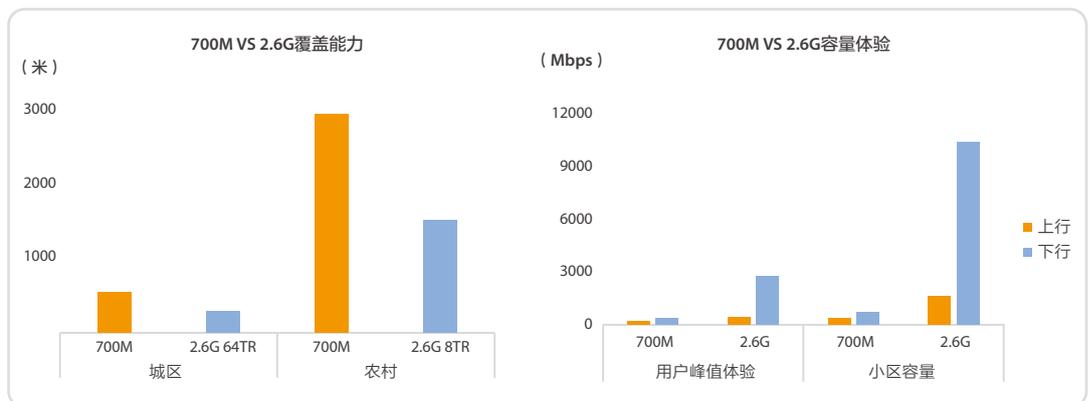


图2 700M&2.6G覆盖及容量性能比较





点1:3左右的比例部署,作为5G覆盖主力层,实现与其他运营商的对标;2.6GHz网络具备容量和频段优势,下行700MHz的20倍左右,上行则在7倍以上,是作为5G容量和覆盖的主力频段。

基于共建共享合作,中国移动与中国广电的用户共享网络资源,分别优先接入2.6GHz与700MHz网络,采用合理的小区驻留、切换等互操作策略即可满足早期用户的业务需求。随着5G用户数的不断发展,两张网络间可适时引入负载均衡技术,充分利用网络资源,保障用户体验。采用这种松耦合独立建网方式的好处是避免紧耦合强绑定带来的两张网络在规划及后期网络优化的工作量,也避免因单一网络的升级改造带来整网性能的急剧恶化,同时给运营商在设备商选择上留有更大的空间。

### 特定场景引入时频双聚合,打造5G网络极致体验

5G时代,一方面由于大视频类的eMBB业务快速成熟,用户对网络高速率体验的需求被进一步释放,载波聚合技术CA(Carrier Aggregation)

凭借其速率提升上的独特优势被业内人士看好。另外,采用低频+高频这种高低搭配的方式再辅以CA技术可以充分发挥高低频优势,提升网络的上行覆盖能力,改善边缘用户业务体验,降低建网成本。在700M+2.6G/4.9GHz网络部署过程中,对于一些特殊场景,如与其他运营商对标的区域、亟需上行增强的区域,运营商可引入载波聚合技术,提升网络性能和竞争力。

中兴通讯从4G时代开始就在CA技术的研究和商用部署方面有着深厚的技术沉淀和经验积累,目前不仅可支持2.6GHz的带内CA以及2.6GHz+4.9GHz的带间CA,更是在业界率先提出了5G时频双聚合的创新方案。此方案对于中国移动和中国广电合作建设的700MHz+2.6G/4.9GHz网络来说,可以说是量身定做,充分发挥FDD频段和TDD时分的互补优势,提升5G上下行容量和覆盖性能。

4G时代由于LTE终端仅支持单发,上行CA应用受限。到了5G时代,终端能力起步高,上行支持双发,硬件具备了上行载波聚合条件。5G时频双聚合是在载波聚合基础上提出的一种体验增强技术,把FDD和TDD频谱在时域和频域优势巧妙



5G时频双聚合是载波间的协同技术，700MHz和2.6G/4.9GHz载波都有独立的上下行链路，能够支持标准的邻区测量，并支持载波独立调度，网络测量和功控功能完备，终端可以同时接入多载波，选择最佳载波进行聚合。

结合，在不增加终端成本的基础上，创新引入载波间协同与调度技术，使终端在小区近中点可利用FDD+TDD频谱采用多天线轮发（UL Tx Switching）以及并发的方式进行上下行传输，获得更大带宽和更低时延，提升业务体验。在小区边缘，终端在上行方向则可切换到覆盖更好的700MHz小区，从而解决2.6GHz及4.9GHz网络的上行覆盖受限问题。此外，还可以在下行方向继续聚合700MHz和2.6GHz的下行带宽，下行边缘速率得到进一步提高。

5G时频双聚合是载波间的协同技术，700MHz和2.6G/4.9GHz载波都有独立的上下行链路，能够支持标准的邻区测量，并支持载波独立调度，网络测量和功控功能完备，终端可以同时接入多载波，选择最佳载波进行聚合。因此在商用组网时700M与2.6G/4.9G完全可以支持跨站独立建设，相比业界其他类似技术，时频双聚合方案组网更加灵活，网络部署更便捷。

中兴通讯联合运营商提出的5G时频双聚合技术已正式进入3GPP标准，并随2020年7月初的R16版本正式发布。早在2019年11月，中兴通讯就完成业界首个基于2.1GHz和3.5GHz频段的5G时频双聚合方案验证；2020年5月，中兴通讯在

业界率先完成700MHz和4.9GHz的5G时频双聚合验证，全面助力国内700MHz频段的商用建设；2020年6月，中兴通讯完成2.6G+4.9GHz的载波聚合验证，单终端速率达到理论峰值；2020年7月，中兴通讯启动700MHz+2.6GHz的载波聚合验证，为中国移动和中国广电的700MHz+2.6GHz合作建设做好准备。此外，700MHz+2.6G/4.9GHz系列的载波聚合芯片和终端各厂家也做好了准备，比如高通、MTK等芯片主流厂家都计划推出自己的载波聚合系列芯片，预计2020年下半年就有各种支持载波聚合的终端面世，全面支持中广共建共享网络的建设与发展。中兴通讯也积极展开了与各芯片厂家的IOT测试验证，为700MHz网络商用提前铺路。

随着700MHz商用进程的加速，中兴通讯携手运营商积极展开了700MHz新产品、新技术及组网性能的全面验证，目前各项工作在内部创新实验室及外场规模试验网紧锣密鼓地开展。凭借在5G各领域的领先优势，中兴通讯有足够的信心与能力帮助客户打造领先的700M网络，实现700M与2.6G/4.9G网络相融共进，共同点亮通向未来to B/to C领域的繁荣之路！[ZTE中兴](#)

## 新架构、新技术、新平台，

# 全新700M整装待发

**作** 为4G主流频段，700MHz网络已在全球多个国家和地区部署。如今，700MHz作为黄金低频成为5G网络广覆盖的热门频段，已有近30多个国家和地区陆续完成频谱拍卖。在中国，700MHz也进入了5G角逐，除了自有的低频优势，不同与其他地区的2×5M/10M/20M的窄带宽，中国700MHz频谱以2×30MHz的大带宽为中国5G带来了新机遇。

700MHz素来被誉为黄金频谱。相比800MHz、900MHz频谱，700MHz更具覆盖优势，在满足VoNR连续覆盖的条件下，覆盖面积是900MHz的1.4倍。这意味着700MHz建网可以大幅降低建站规模，尤其适合农村广覆盖需求。同时，700MHz频谱的穿透能力非常强，比如针对混凝土墙，700MHz的穿透损耗比2.6G小7dB以上。这意味着700MHz在城市可以发挥巨大的深

度覆盖作用。因此，700MHz兼具城市深度覆盖和农村广覆盖优势，完美解决城市室分难进驻及农村低成本建网问题。700MHz另一个巨大的优势在于时延优势。FDD NR采用了mini SLOT后，上下行时延明显小于TDD NR，时延抖动仅为0.07ms。因此，针对自动驾驶、远程操作等时延敏感类行业应用，700MHz将发挥重大作用。

700MHz NR的2×30M大带宽，一方面为中国5G带来了新的机遇，另一方面也对网络部署方案、设备及产品技术等方面都提出了新要求。

### 新平台：满足700M NR大带宽共建共享需求

国内的700MHz网络建设将基于新的设备、新的平台，打造全新的5G NR网络。2×30MHz的



刘爽

中兴通讯RAN产品中国区无线方案总监



张燕

中兴通讯RAN产品5G方案总监

大带宽意味着对设备的功率要求至少在单通道发射功率60W起，原有的700MHz设备无法满足国内5G建设需求。同样，中国700MHz的网络建设要求平台、版本及设备都需迭代更新。中兴通讯基于2×30MHz带宽的无线设备已具备商用能力。针对700MHz网络建设的明星产品R9214E，采用4×60W发射功率，支持4×4 MIMO，最优化适配700MHz网络建设需求，发挥700MHz潜力。同时，针对农村等区域的高性价比建设需求，中兴通讯的2T4R产品，以2×80W更高功率应对广覆盖场景，同时控制建网成本。两款主打RRU充分利用700MHz优势，具备“极低穿损，室内穿透性能优异”“大发射功率，兼顾覆盖和容量”“适配城深农广的多样化场景，兼顾成本和网络性能”三大特色。

### 新技术：满足国内700MHz NR建网全新需求

2×30MHz带来大带宽优势的同时，也存在一些固有问题，需要新技术来应对。其中干扰问题是700MHz最受关注的问题之一。干扰可以分为内部和外部两个方面。内部干扰主要是大带宽频谱带来的问题。由于中国700MHz NR带宽已经超过27.5MHz，需考虑下行对上行的三阶交调干扰。中兴通讯RRU通过内置PIMC消除技术，实现对接收信号中的PIM干扰信号的处理，改善接收灵敏度。

外部干扰，主要指广电的数字广播信号对700MHz NR带来的干扰，所以清频是700MHz网络建设前非常必要的工作。随着700MHz网络建设的开启，难免存在一些未彻底清频的信号干扰，这些干扰难以通过普通的抗干扰技术消除。中兴通讯提出基于认知无线电的干扰嗅探新技术，提高通信系统可靠性，降低误码率，有效提升网络质量。

除了干扰问题，如何有效利用700MHz补充5G中高频上行覆盖的不足也需要重点关注。7月3日冻结的5G R16标准中，中兴通讯时频双聚合成为上行增强的主力方案。基于成熟的载波聚合框架，时频双聚合方案不仅支持传统CA并发方式，

还增加了时分轮发方式，并发和轮发可以在复杂场景下灵活选择，在时频域充分聚合FDD上行多时隙和TDD上行大带宽的优势，最大化利用上行资源，提升覆盖；同时，通过FDD加TDD载波聚合提升下行吞吐量，从而在复杂的无线环境中，上下行都能持续获得最佳性能。基于该方案，TDD载波与FDD载波都有独立的上行和下行链路完成测量与管控等闭环操作，载波之间相互解耦，可独立组网，部署容易，工程限制小，支持跨站部署。未来时频双聚合方案将为700MHz与2.6GHz或者4.9GHz TDD NR之间的协同提供优质的技术保障。2020年5月，中兴通讯携5G端到端设备，发挥700MHz+4.9GHz双频组网优势，率先实现了700MHz+4.9GHz时频双聚合，系统下行数据吞吐率超过1.68Gbps。

随着5G基站数量的不断增加，运营商承受的成本压力越来越大，如何控制运营成本、降低基站能耗，成为运营商急需解决的一大难题。中兴通讯致力于技术创新，从芯片、软件功能到AI引擎全方位打造绿色环保低能耗网络。新型材料奠定硬件级节能基础，中兴通讯功放采用新型半导体材料GaN，功放效率提升50%以上；在芯片设计开发方面，基于7nm技术3.0版本的多模基带芯片和数字中频芯片，可以实现相比上一代产品超过4倍的算力提升和超过30%的功耗降低；通过多层次软件功能实现不同场景不同时段和设备节能，通过符号关断空载可降低功耗75%以上，30%负荷情况下功耗降低50%以上；采用业界独家的700MHz RRU深度休眠技术，功耗可控制在90W以内，进一步提升节能效果。通过进一步部署基于大数据和AI的智慧节能PowerPilot方案，引入智能业务预测算法，精细化制定节能策略，同时保障用户体验，充分发掘网络节能潜力。

### 新架构：SA架构一步到位，赋能百业数字化转型

700MHz将一步到位采用SA组网模式，同时采

中兴通讯提供端到端切片技术，实现共建共享。核心网子切片支持微服务架构，灵活可调，同时还支持切片与边缘的联合编排，使切片位置灵活可选；承载子切片支持业界最小粒度的切片管道；无线子切片支持基于PRB的硬隔离切片方案。

用共建共享方式建网。SA新架构下，面向5G语音业务，700MHz的低频优势可以实现VoNR的连续覆盖。VoNR采用EVS编码，时延更短，音质更好，通话时可使用高速数据业务。尤其是高品质的语音可嵌入到基于5G的新服务，如AR/VR、远程机器人控制以及各种物联网应用，将极大拓展2B业务方向。今年5月，中兴通讯联合高通完成了业界首家VoNR语音商用能力验证，为700MHz大规模商用建设奠定了坚实的产业基础。

同时，700MHz在SA新架构下可充分发挥网络切片优势。中兴通讯提供端到端切片技术，实现共建共享。核心网子切片支持微服务架构，灵活可调，同时还支持切片与边缘的联合编排，使切片位置灵活可选；承载子切片支持业界最小粒度的切片管道；无线子切片支持基于PRB的硬隔离切片方案。今年8月，中兴通讯与中国移动在广州地铁场景下实现了全球首个硬隔离的切片方案。

中兴通讯从产品、技术方案、组网应用等方面持续助力700M NR商用和产业链壮大。2019年12月，中兴通讯联合中国广电在国网、歌华外场打通了首个Sub 1G和Sub 6G NR的First Call，这标

志着中兴通讯和广电已经具备了5G部署能力。2020年3月，在中兴通讯的积极推动下，3GPP 30M大带宽标准于R16版本中正式发布。2020年4月底，中兴通讯率先与高通、MTK完成端到端低频频段VoNR通话，解决了低频5G规模商用的关键问题，为低频5G大规模商用建设奠定了坚实的产业基础。同时，基于完整的端到端基站、核心网、测试终端系统，中兴通讯率先完成Sub 1G+Sub 6G载波聚合验证，实现了系统下行数据吞吐量达到1.68Gbps，该验证丰富了Sub 1G+Sub 6G双频组网解决方案，实现了超过常规5G NR 100MHz载波的业务能力，解决了低频5G商用面临的业务竞争难题，加速推动低频5G产业链成熟。2020年6月—7月，中兴通讯先后与高通、MTK展开30M大带宽测试，端到端验证这一全新标准。2020年7月，中兴通讯启动了广州700M外场测试，全场景验证700M技术和组网特性，加速推动全球首个大带宽5G标准在国内落地商用。

作为国内5G建设和发展的主力军，中兴通讯将秉持创新、务实、合作共赢的理念，与运营商及合作伙伴紧密合作，共同推进低频5G网络的发展壮大。 ZTE中兴

# 端到端切片技术助力垂直行业数字化转型



郑凯佩  
中兴通讯5G产品策划经理

随着中国移动与中国广电宣布共建共享，国内5G“2+2”竞争格局形成，运营商之间的共建共享成为国内5G建设的一大特点。共建共享带来大频谱、降成本、省资源、利创新四大优势，加速了5G的商用。2020年第一季度，中国移动、中国电信和中国联通相继完成了5G二期SA网络建设集采，上半年的建设以NSA过渡，随着SA端到端成熟，下半年逐步支持SA，NR主频段的SA网络逐步完备。同时中国移动与中国广电共建共享的700M新NR频段预计也将以SA架构独立建网，SA网络成熟可用。

随着运营商5G网络支持SA架构，具备了“5G改变社会”的条件，共建共享的范围也从运营商之间延伸到了运营商和企业之间。根据安全隔离的不同需求，实现这一步共建共享的方案主要有大网、大网切片、专网（局域网）、专网专用四种。

- 大网方案基于QoS进行行业业务的接入，资源隔离度低，但建设成本也低，无需对大网做改造，适合对网络性能要求较低的行业业务，如大规模的制造业、电网等。
- 大网切片方案将大网切分成多个逻辑网络，这些网络之间具备隔离性，互不影响，可满足对网络不同需求的行业应用的接入，如大带宽应用AR/VR游戏、低时延应用普通车联网等。
- 专网（局域网）方案采用边缘计算提供行业服务，设立专网边缘节点进行本地业务保

障，网络计算能力更强，且满足行业用户对数据不出厂的数据安全需求，如智慧园区专网等。

- 专网专用方案采用专有频段或专有设备在行业应用的区域内进行建设，可实现客户对高安全性、高隔离度以及定制化的建网需求，网络功能更强大、服务更全面，建设成本也最高，如自动驾驶专网等。

除了对安全隔离性的考虑，行业应用还面临着数字化转型的难题。万物互联时代，运营商需要面向医疗、交通、工业、能源、市政、教育、视频等领域，推动5G技术在垂直行业数字化转型中的应用。这些垂直行业终端设备形态多样，特点各异，各种终端业务对于网络的移动性、安全性、时延、可靠性的需求都不同，单一网络很难满足要求。大网切片方案灵活方便且具有多功能性，可为行业应用提供一定隔离度的差异化逻辑网络，且灵活的部署场景可满足不同行业数字化转型的组网需求。同时，切片的部署代价相比专网方案更低，得到了大部分行业用户的青睐。

根据大网切片所分配的资源是否独享，企业和运营商共建共享可分为全共享、共享+局部独享、独享+局部共享、全独享等多种方式（见图1）。

- 全共享方案共享大网无线、承载以及核心网资源，切片成本低，可用于对网络性能要求不高的用户；
- 共享+局部独享方案独享核心网数据面，相比于全共享方案需要引入独享UPF带来的成本，但是数据面独享可实现数据的安全隔



图1 企业与运营商共建共享方式

离，可满足对数据安全需求较高的用户；

- 独享+局部共享方案共享大网核心网控制面，独享无线切片的预留资源、承载切片FlexE硬隔离通道以及核心网数据面，保证数据安全的同时还能提供更高性能网络，相比于共享+局部独享方案增加了对无线资源、承载资源的成本引入，适用于对网络性能和网络安全性双要求的用户；
- 全独享方案独享端到端资源独享端到端网络资源，定制化程度最高，成本也最高，适用于对网络有高定制需求的用户。

对应到行业用户不同业务对资源的需求，同时考虑成本、安全性以及定制化程度等因素，可灵活采用共建共享方式，实现最大化效益。

随着运营商与企业之间共建共享的进一步深化，5G面向行业的能力落地需要贯穿整个网络。拉通端和云、端到端的网络，需要无线网络、核

心网和承载网共同配合完成。在5G网络切片领域，中兴通讯是先行者之一。早在2018年巴塞罗那世界移动大会上，中兴通讯就率先发布5G端到端网络切片方案，具备了面向千行百业的5G专网级切片能力。方案通过ZTE Cloud Studio梳理切片整体编排策略，根据用户差异化的SLA需求灵活安排、部署端到端子切片，独家无线PRB隔离切分方案实现隔离度进一步提升。端到端切片方案推出以来，中兴通讯积极寻求垂直行业合作，合作伙伴包括多个行业的龙头企业，如与天津港合作的智慧港口项目、与腾讯合作的首个云游戏以及与红狮水泥合作的全球首个基于切片+MEC的智能制造等项目。

共建共享的第二阶段是垂直行业数字化转型的关键时机，结合5G端到端切片、专网等共建共享能力实现云网深度融合，是实现运营商与行业共赢的可行方式。 **ZTE中兴**

# 认知无线电在700MHz网络建设中的应用



陈相

中兴通讯产品规划主管  
(无线)

## 认知无线电的起源与发展

# 认

知无线电的概念最早出现在1999年，由“软件无线电之父” Joseph Mitola博士提出，旨在充分利用无线

设备的计算能力，通过人工智能技术不断感知外界的环境变化，检测未占用频谱并加以利用。这项技术可以在复杂的电磁环境下保障通信服务质量，但是在当时却并没有受到重视，主要是因为2000年前全球的无线电资源十分丰富，运营商完全可以采用新增频谱的简单方式实现通信系统容量与服务质量的双向提升。

2000年后，随着WLAN、WRAN、UWB、Wi-Fi、Bluetooth、WiMAX等技术逐渐推广，移动通信技术也由2G大步迈进3G、4G、5G，传统无线通信使用的特高频（UHF：0.3~3GHz）用途越来越多，承载用户也越来越多，频谱资源愈发紧张。因此业界在积极向超高频（SHF：3~30GHz）扩张的同时，逐渐重视当前频谱利用率的提升。

认知无线电技术是解决频谱利用率低的有效手段。当无线频谱分配给某一组织时，无论该组织是否发送数据，其他组织都不能占用该频谱，造成频谱利用率低下。认知无线电技术可以充分利用检测到的“频谱空洞”，一方面提高通信系统的服务质量，另一方面提高频谱资源的利用率。美国电气电子工程师协会（IEEE）和国际电信联

盟（ITU）等标准化组织均已展开对认知无线电技术的研究，制定相关的标准和协议。

## 认知无线电是700MHz网络建设的最佳选择

2020年5月20日，中国移动和中国广电官宣5G共建共享合作框架协议，双方在全国范围内共建共享700MHz 5G无线网络。

由于历史原因，700MHz频段最早规划用于数字电视地面广播（DTMB），全国范围内有6000余座登记在案的广播电台，此外还有若干根据业务需求临时开启的短期电台、民间私自使用的非法电台等。为避免这部分信号与未来建设的700MHz 5G网络之间互相干扰，首先需要对全国范围内的700MHz广播电台进行频率迁移。当移频工作完成后，面对仍然存在的不明电台干扰，在定位干扰源位置的同时，首先需要保障700MHz 5G网络通信服务稳定性，充分利用未干扰的频谱继续服务于用户，此时，认知无线电技术就成为了最佳选择。

## 认知无线电技术应用于700MHz网络的探索

认知无线电作为一项问世不超过20年的新兴

技术,中兴通讯率先将之应用于国内700MHz网络建设,克服了频谱检测、自适应频谱资源分配和无线频谱管理等关键技术问题,是认知无线电技术创新落地的重大进展。

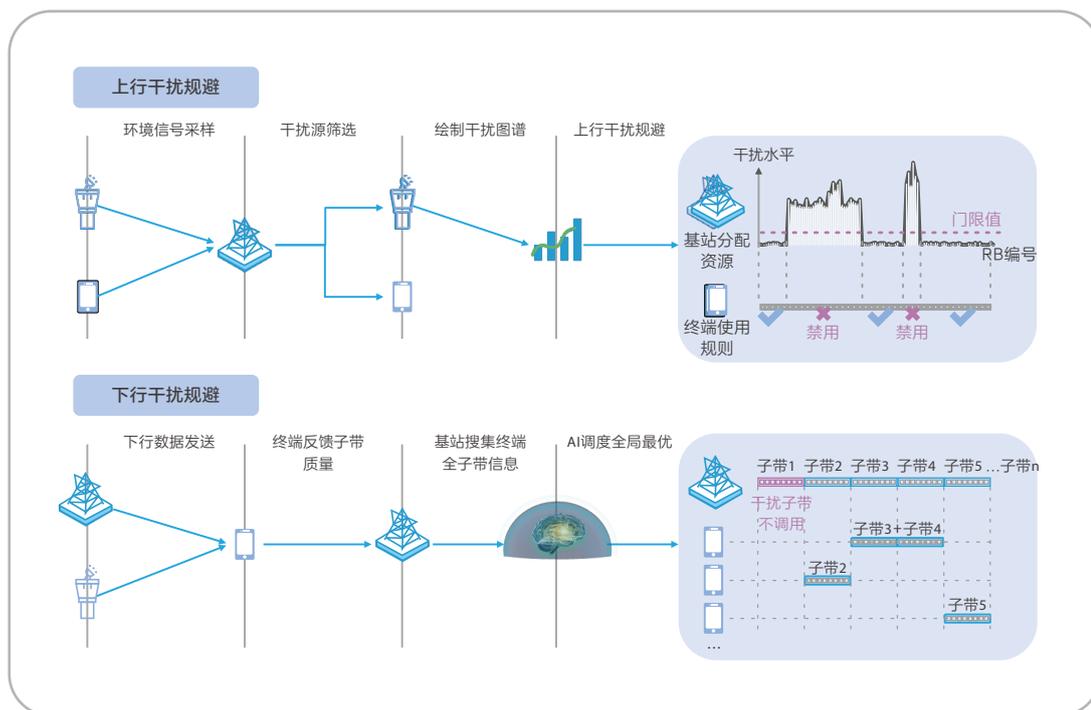
上行频段通过预留空白RE资源、采样环境信号的方式,识别位于上行频段的干扰信号,并在与700MHz 5G终端的上行通信过程中屏蔽已经被干扰的频谱,充分利用未干扰频谱的RB资源块;下行频段基站接收来自终端的信道质量反馈,不再调用已被严重干扰的子带,在剩余子带中,采用灵活的调度策略,终端少时保障终端通信质量,终端多时保障整体系统容量,使得存在下行干扰的情况下,得以最大限度利用700MHz频谱。详细干扰规避流程图如图1所示。

详细来说,在上行频段(UL: 703~743MHz),基站会提前预留子帧内特定时刻的全带宽RE,用于环境信号采样,不参与通信系统上行资源分配。由于该部分RE既不会用于终

端发起上行业务请求,也不会用于终端发送上行业务数据,因此在该部分RE上接收到的信号中,不包含正常用户信号,全部为干扰信号。环境信号采样基于每个子帧,因此整个跟踪过程可以实现毫秒级别的精度。

在获得全带宽的干扰信号数据后,为避免数据量过大、占用存储资源过多,影响基站正常处理用户业务,需要定义一个可编辑的上报周期(中兴通讯建议为10ms),将整个周期内的干扰数据进行平滑化处理,降低冗余,根据处理后的结果更新干扰图谱,存储在通信系统内部。干扰图谱是一个以RB为横轴,以干扰功率为纵轴的柱状图,基站基于设定的判定门限筛选满足要求的RB资源块。直到下一个上报周期来临时,基站都将基于已有的干扰图谱调度上行资源,只有筛选出满足要求的RB资源块才会分配给终端,其余RB资源块默认已被严重干扰无法使用。

在下行频段(DL: 758~798MHz),基站仅



◀ 图1 上下行干扰规避流程



能发送下行数据而无法评估下行信道质量，因此，下行干扰的评估完全依赖于终端设备的反馈。终端设备受限于系统能力，只能将8/16个RB编为一组，称之为子带，终端评估每个子带的信道质量并反馈到基站。子带是终端评估下行信道质量的最小单位，虽然无法实现上行基于RB级别的评估效果，但已经远远超过4G时代将所有RB作为一个整体评估的精度。

基站接收到终端反馈的子带评估结果后，基于设定的判定门限筛选满足要求的子带，同时对全部子带的质量进行高低排序，根据基站活跃用户数，采用不同的调度策略：

- 当活跃用户数较少，系统容量宽裕时，基站将根据子带质量排序，只选择高质量子带用于下行数据发送；
- 当活跃用户数适中，系统容量不受限时，基站从全局考虑，为每个终端选择合适的子带互相

适配，实现整体系统资源利用率最大化；

- 当活跃用户数较多，系统容量受限时，除满足门限要求的子带外，部分低于门限的子带也将用于下行数据发送。

在无线频谱资源日益紧张的今天，如何提高频谱效率是所有运营商共同面对的难题，尤其在700MHz 5G移动通信网的建设上，数字广播移频后仍然存在的不明干扰将会直接干扰5G网络的信号质量，严重时致使5G网络阻塞中断，既影响客户体验，又浪费了700MHz黄金频谱。基于这一背景，中兴通讯坚持创新，率先将认知无线电技术应用用于700MHz网络建设，快速规避随时可能出现的不明干扰，充分利用700MHz频谱提供5G网络服务，为中国特色700MHz 5G网络商用部署提供有力的支撑，也为将来进一步的大规模应用提供了宝贵的实践经验。[ZTE中兴](#)

# 5G语音， 打造面向未来的超高清通话

**尽**管各种业务和应用层出不穷，语音业务仍然在运营业务中占有重要地位，为用户提供稳定且优质的语音服务，是影响5G体验的重要一环。

罗马不是一天建成的，5G的建设也无法一蹴而就。在5G不同阶段，随着网络架构、部署规模不尽相同，中兴通讯提供功能强大且灵活的语音方案，完美匹配各种应用场景。

## Vo5G演进路线

5G同4G一样，延续了基于IMS架构的语音方案。承载在4G LTE网络的语音被称为VoLTE，承载在5G NR网络的语音被称为VoNR。

5G初期部署NSA ( Non Stand-Alone ) 网络是绝大多数运营商的选择，因为4G网络已经广泛部署并可能在未来长期存在，运营商为了尽可能节省投资，语音业务承载在MCG上，即采用VoLTE+eSRVCC的方案。

而5G演进的终极架构是SA ( Stand-Alone ) 网络，VoNR是提供无与伦比的5G体验的终极目标。

## NSA架构下的Vo5G方案

NSA架构下，语音业务承载在LTE中，NR不参与语音业务；当EN-DC VoLTE终端移出LTE覆盖范围时，终端可以通过SRVCC切换到2G/3G以保持语音服务的连续性。此方案的优点是对4G核心网影响最小，投资最少，运营商可快速推出5G商

用业务；缺点是如果SRVCC切换至2G/3G，NR链路将被删除，数据业务速率会急速恶化。

另外一个关键问题是，NSA UE建立双连接后，LTE和NR条链路都需要发射上行信号，相对于未建立双连接的情况，LTE链路能够使用的上行最大发射功率会降低一半。

为了保障NSA语音业务质量，中兴通讯的Vo5G方案可以根据“基于语音的ENDC功能限制策略”灵活配置VoLTE和双连接配置策略，当基站检测LTE PCell信道质量较差，可将配置双连接承载的NSA UE的NR链路删除，这样就能保证在弱场下UE的上行语音性能；VoLTE语音业务结束后，可继续添加NR链路，享受5G高速体验。

## SA架构下的语音方案

VoNR是基于IMS网络的端到端5G语音解决方案。VoNR通过部署IMS，可以实现语音业务和数据业务并发，所有业务都通过5G网络承载，但语音业务需要IMS进行业务控制。

如果终端或网络不支持VoNR，可以借助4G网络实现语音业务，即演进的分组系统回落 ( EPS fallback ) 方案。此处EPS fallback主要指回落到4G通过VoLTE的方式实现语音业务。但由于4G网络存在多种语音方案，当4G网络无线环境较差或不支持VoLTE能力时，不可避免地，UE会通过CSFB/SRVCC等方式完成语音业务。

对比VoLTE，VoNR究竟有什么优势呢？简单来说，有三点：



吕佩  
中兴通讯RAN产品方案经理

2020年5月25日，中兴通讯助力白俄罗斯某运营商完成了独联体地区首个SA VoNR呼叫，呼叫建立时延仅1.025s。

- VoNR可以在5G网络下实现高清语音通话，并且网络不会回退，不会出现一旦打电话立马降网速的问题，保障了用户5G业务的使用体验。
- 由于5GC的引入，VoNR可以和众多新兴应用紧密结合，如移动增强型移动宽带、虚拟现实、远程操控、工业控制与通信、大规模物联网、增强型车联网等，在多样化的新业务中也能随时随地享受高清语音，给运营商带来价值蓝海。
- VoNR语音质量比VoLTE更优。VoNR要求支持EVS（增强语音服务），后者是继AMR-WB高清语音编码技术后对通话编码技术的又一次改进，提高了编码的灵活性和效率，通话质量更优。

### 中兴通讯VoNR方案亮点

中兴通讯5G语音方案针对VoNR的覆盖、容量和质量开发了一系列的性能提升功能，包括：

- 覆盖扩展  
方案支持子帧聚合（Slot Aggregation），对于上下行业务信道PDSCH/PUSCH，可以在若干个slot上传输同一包数据的不同RV版本，终端收到这包数据的不同RV版本通过合并获得解调增益。此技术可极大提升远点用户的解调性能，增强小区覆盖性能。
- 容量提升  
方案支持头压缩（RoHC），能够节省空口资源，对语音类业务尤其明显，中强场语音报头

的压缩效率最高可达90%；支持SPS，即半静态调度（Semi-Persistent Scheduling），可以很大程度上节省调度开销，节省PDCCH资源，扩大小区容量。

- 质量优化  
方案支持MAC CE编码速率调整。对于语音这种以用户体验维度来衡量质量的业务，远点UE的语音质量很难保证。MAC CE编码速率调整可以在上行覆盖点自适应调整UE上行发送速率，在降低业务量的同时又能保证业务的持续性及用户感知。支持增强语音服务（EVS），通话质量更高清。
- 终端节电  
方案支持DRX（Discontinuous Reception）。UE在RRC\_CONNECTED态，周期性在激活期内对PDCCH进行检测和接收，而在非激活态内不检测PDCCH，此时UE处于休眠状态，节省终端电量消耗。

### VoNR与EPS fallback性能对比

为了给用户提供更好的5G服务，运营商也在加速5G的独立组网（即SA网络），中兴通讯积极与多个运营商合作，对SA架构下的语音方案展开了商用性能验证。

- 呼叫建立时延对比  
在广州与某运营商合作的5G测试结果表明，EPS Fallback采用切换流程时呼叫建立时延最优为2~3.5s，采用盲重定向时呼叫建立流程为2~5s，采用基于测量的重定向时呼叫建立时延为3~5s。

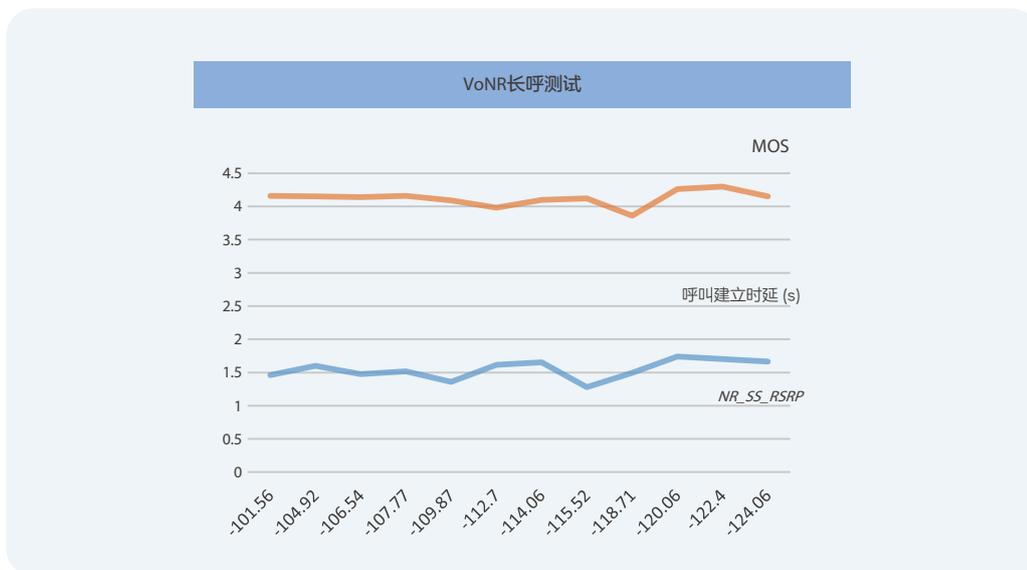


图1 外场测试结果：VoNR的MOS与呼叫建立时延



图2 外场测试结果：EPS Fallback三种方式的呼叫建立时延

VoNR的呼叫建立时延为1.3~1.8s（空扰条件），明显优于EPS Fallback方案（见图1、图2）。

● 覆盖对比

测试结果表明（图1），MOS在3.9~4.3时，5G信号的RSRP要求可以放宽到（-101dBm~-124dBm）优于同等MOS情况下的4G信号RSRP信号要求（-98~-100dBm）。即在同等覆盖条件下，VoNR的MOS值优于VoLTE。

综上所述，NSA语音性能不如SA语音，并且NSA语音处理流程更加复杂，因此推荐部署VoNR，加速VoNR建网，保证语音在5G的连续性，为用户提供更好5G业务感知。

商用进展

在国内，中兴通讯已经和各大运营商合作，成功商用了NSA语音方案；VoNR也在广州、福建、山东、北京等城市进行了测试；国际上，中兴通讯已经帮助奥地利、西班牙、泰国、白俄等国家的运营商成功商用了5G语音。2020年5月25日，中兴通讯助力白俄罗斯某运营商完成了独联体地区首个SA VoNR呼叫，呼叫建立时延仅1.025s。

中兴通讯灵活的5G语音方案匹配各种应用场景，助运营商迈向5G时代！ ZTE中兴

# 5G室内外同频协同组网研究和验证



**陈致樑**  
广州移动无线通信高级工程师



**王跃**  
中兴通讯RAN产品MKT及方案高级工程师

2020年，中国5G网络建设步入“快进模式”。大规模的室内外网络建设和应用，对网络性能和组网方案提出了更高要求。4G时室内外更多是异频组网，室内外干扰问题并不突出。进入5G阶段，在建网初期，仅有100MHz带宽可用于NR，如果要同时用于室外和室内，只能室内外同频组网，不可避免会引入同频干扰，包括室内外公共控制信道上的干扰，以及业务信道的干扰，都会导致网络覆盖性能和用户业务体验的下降。因此，5G室内外同频干扰与宏微协同组网成为运营商和设备商需要共同面对的一个痛点问题。

## 多维度探索降干扰手段

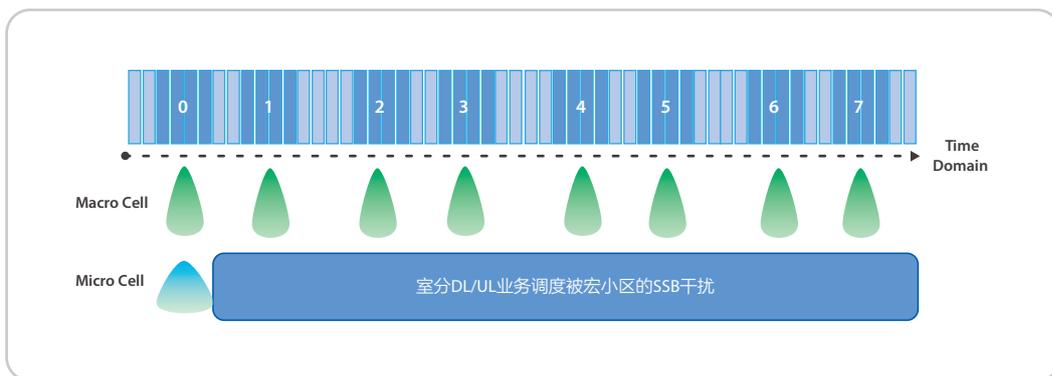
针对5G室内外同频协同组网课题，广州移动和中兴通讯展开深度合作，从多个角度探索干扰形成机制和应对手段，最终从网络规划设计评估角度、干扰被动规避角度、室内外协同

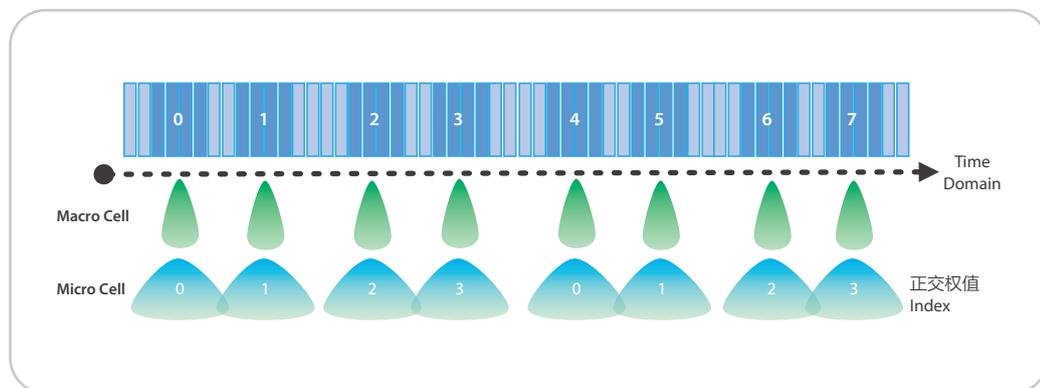
组网角度展开外场实践，从而在室内外同频组网情况下降低室内干扰、改善室内覆盖、提升室内性能。

首先，研究室内外小区不同信号隔离度对业务性能的影响，作为同频组网的指导。研究不同门限场景下的室分UE定点性能对比，范围包括室内边缘RSRP信号高于室外-3dB、0dB、3dB、5dB、10dB、15dB，为室内覆盖信号设计和室内覆盖优化要求提供参考，同时有助于输出典型场景下外场参数配置指导建议。

其次，从干扰被动规避角度，受扰侧采用波束管理配置来规避公共控制信道对业务信道的干扰，包括广播信道SSB、测量信道CSI-RS管理配置。举例来说，目前运营商已经普遍接受和采纳Massive MIMO宏站小区使用7/8水平多波束扫描广播方案，但现有的室内分布系统无论是QCell新型数字智能室分还是传统DAS室分系统，都是单波束发送方案，宏微SSB波束的不对齐势必带来干扰（见图1）。因此，我们将QCell微小区通过

图1 QCell微小区与宏小区SSB未对齐





◀ 图2 QCell微小区与宏小区 SSB完全对齐

配置广播8波束来对齐宏微广播消息，即将微站的广播波束配置（包括SSB波束个数及偏移等）与宏站完全对齐，从而减少宏微小区SSB之间的干扰，降低宏小区多波束对室分小区业务的干扰（见图2）。

最后，邻区间业务信道PRB随机化也被证明是业务信道抗干扰的有效手段。PRB随机化基本原理是根据不同的小区划分不同的RB分配起始位置，每个小区根据当前时刻的小区类型，选择一种固定的RB分配起始顺序。当小区RB占用率不高时，不同类型的小区间频域资源能够错开，从而达到降低干扰、提升吞吐量的目的。另外，室内外进行多波束动态协同，也是一种主动缓解干扰的有效手段。

## 外场验证

基于上述研究，广州移动和中兴通讯在番禺和琶洲外场反复验证，取得了有效例证。

从室内不同隔离度的性能评估测试结果来看，在室内外最差隔离度条件下，室内小区（测试点为室内靠近室外的区域）广播信道信噪比在-3dB时，邻区满载时下行速率可达228Mbps，上行速率可达到34Mbps，能满足用户业务正常使用。

从5G室内外公共信道测试结果来看，采用波束协同配置后，定点测试中的室内多波束相较于室内单波束，覆盖强度有6dB左右增益，下载速率中点和差点均提升11%；拉网测试中，室内多波束相较于室内单波束，覆盖强度有3dB左右增益，下行速率提升4%~5%。

从业务信道干扰规避方案测试结果来看，邻区部分加扰时，测试小区上行频谱效率在近点、中点、远点分别提高了6.7%、8.86%、10.81%，下行频谱效率在近点、中点、远点分别提高了8.81%、11.4%、13.84%。

在无需新增投资的情况下，该方案通过多种组合手段，解决5G现网中低负荷时的室内外同频干扰影响，有效提升室内外交界区域终端用户约10%的性能增益。

宏微室内外同频协同组网方案，通过宏微SSB对齐、CSI-RS对齐、PRB随机化与干扰隔离等多种组合手段，降低室外宏站对室分覆盖和业务的干扰，显著提升了室内用户性能体验。此外，该综合室内外协同组网方案还具备低成本、可实施、易推广的特点，无需新增投资和额外的工程改造，现网可直接采用，具备广泛的适应性，对5G规模商用、技术创新、行业应用探索以及整个行业发展具有积极意义。ZTE中兴

# eDAS 技术， 实现室内性能提升



孙杨军  
中兴通讯RAN产品方案  
高级工程师

**资**料显示，4G时代40%的投诉与网络覆盖相关，其中70%的投诉来自室内。相比4G，5G的业务类型更丰富，行业边界也在不断扩展，业界预测未来将有更多数据业务发生在室内场景，室内流量占比会进一步提升，达80%以上。对5G运营商而言，室内覆盖场景是评估用户满意度、衡量网络质量的主战场，如何提供良好的室内覆盖是各大运营商关注的焦点。

无源DAS作为2G至4G时代室内覆盖的主要解决方案，在现网中有规模应用，是运营商低话务场景室内覆盖的重要手段。无源DAS系统具有成本低廉、组网方式灵活、引入噪声低、一套系统可以兼容各种不同网络制式等优点。5G时代如何保护现有DAS系统投资，实现其平滑演进，并满足5G更大容量的需求，是做好室内覆盖需要考虑的重要问题。

## 传统方案中DAS系统向5G演进存在的问题

为了满足5G更大容量的需求，传统DAS系统改造方案需要在现有DAS系统上增加更多天馈通道，通过通道数的增加实现网络容量的扩展。然而实际建设过程中，DAS系统节点种类、器件数量较多，每新增一路天馈通道都会带来成本及工

程建设量的大幅增加；而传统DAS方案中，为了确保多路MIMO性能，要求各天馈通道尽量平衡，进一步加大了DAS系统5G改造的难度，改造时需要协调大量的站点资源及布线通道，物业沟通非常困难。因此，要实现满足5G容量要求的4通道DAS系统部署，难度非常大。

## eDAS技术，完美实现DAS向5G平滑演进

eDAS技术完美解决了上述问题。其根本思路是利用1个或多个RRU的不同通道，把DAS分布式系统的多个收发节点联合起来构建一个更多维度的多天线收发系统。采用分布式多天线联合收发技术，突破传统DAS只能实现1流或者2流传输的限制，实现上/下行多流MIMO传输，提升系统容量；同时采用5G创新算法，消减DAS多通道间功率不平衡带来的负面影响，不再受限于传统DAS系统严苛的物理链路均衡要求，实现多流效果。

eDAS技术不用改变传统DAS系统网络架构，完美规避了5G DAS系统改造工作量大、成本高、站点资源协调困难等问题；通过软件版本的部署即可快速实现单路DAS双流、双路DAS四流效果，极大提升了传统DAS网络的覆盖和系统性能；同时其可以兼容现有5G 2T4R终端，对于终

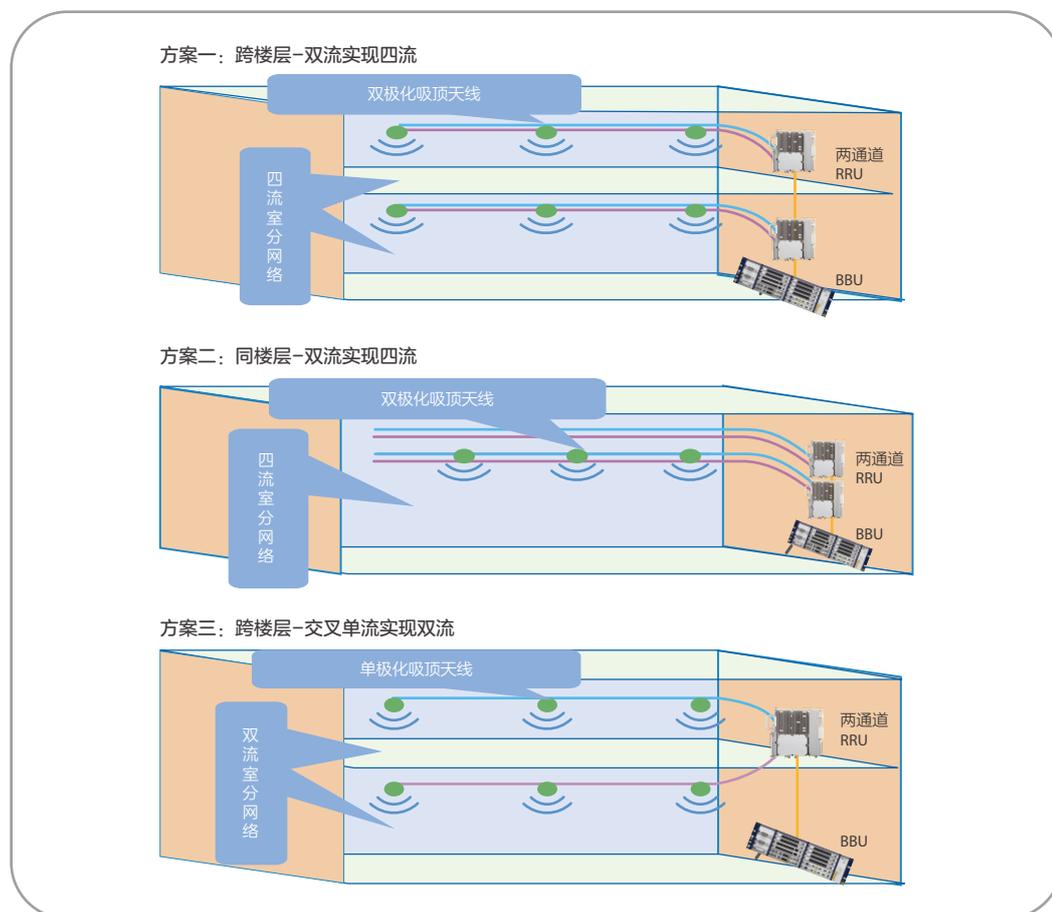


图1 eDAS技术的3个子方案

端没有任何限制。

## eDAS技术可显著提升室内容量

eDAS技术可实现同楼层及跨楼层的联合，根据具体组网场景的不同，可细分为3个子方案，如图1所示。

2020年4月，广州移动和中兴通讯携手针对eDAS技术方案进行了全方位的验证测试，涵盖全部3种典型场景。测试结果显示，在对现网架构没有任何改动的前提下，eDAS技术在各个场景下都取得了可观的增益。

### ● 方案一：跨楼层双流实现四流

下面楼层整体下行拉网速率提升15.67%，近点定点测试下行速率提升38.86%；上行在中、远点效果较好，提升约18%，整体SSB-RSRP提升约1.5~3dB。上面楼层增益相对下面楼层较低，但

下行近点仍有22%的提升。

### ● 方案二：同楼层双流实现四流

整体下行拉网速率提升幅度约35%，上行提升约27%。定点测试下行速率近点提升了65%、中点提升56%、远点提升11%；定点测试上行速率中点提升37%、远点提升23%。

### ● 方案三：跨楼层交叉单流实现双流

下面楼层整体下行拉网速率提升72.03%，近点定点测试行速率提升84.33%；上行在远点效果较好，提升40%以上，整体SSB-RSRP提升约2dB。上面楼层增益相对下面楼层较低，但下行近点仍有59.87%的提升。

eDAS方案独辟蹊径，完美规避了传统方案中DAS系统5G改造面临的系列问题，在不改变网络架构的情况下取得了可观的增益，达到了“点石成金”的效果。ZTE中兴

# 中兴通讯助力运营商打造5G网联天空



李蓓

中兴通讯无线产品规划  
主管

**民**用无人机市场具有巨大潜力，预计2022年无人机市场总值将达到150亿美元，低空飞行需求量是2016年的12倍。目前无人机市场使用的操控系统可以分为两种：本地广播和4G网联。前者使用蓝牙、Wi-Fi等点对点通信方式，若飞得过远或过高，可能会导致与飞手之间的通信中断，甚至“炸鸡”（坠毁）。后者则受限于4G网络的特性，无法满足低时延和大带宽业务。5G技术以其大带宽、低时延和高可靠性，将为网联天空注入新动力。

IMT-2020应用组定义了典型的无人机市场8大应用场景，包括编队飞行、物流、测绘、安防、应急、娱乐直播、农业植保、巡检等，并且给出了不同应用场景下对上下行速率、业务端到端延时、控制端到端延时等方面的具体要求。其中，激光测绘和8K直播对上行业务速率要求最高为100Mbps，下行要求为300~600kbps；编队飞行对时延指标要求最高，控制面时延要低于0.1ms。可以看出，无人机业务具有上下行业务不对等、时延指标要求高的特点。

无人机的业务特点对网络建设也提出了相应的挑战。如何最大程度复用地面网络、如何解决与地面站的上下行干扰，一直是无人机应用领域研究的热点和难点问题。

## 复用地面网络

在网络规划方面，3GPP协议针对LTE网络服务飞行器进行了仿真和测试，结论是300m以上飞行高度基本无法使用宏网络，需要专网。中兴通讯广播组网SSB“1+X”方案能够满足无人机场

景下的垂直覆盖需求：1为基础打底网，将X根据垂直覆盖需求进行调整。

- 针对电信和联通网络

以6Mbps上行体验速率为例，极限覆盖能力在15km左右。

考虑到电信联通3.5G频段后续的eMBB网络建设带来的邻区干扰提升，建议额外预留2~3dB的余量，实际覆盖半径按照10~12km估算，站间距按照15~20km估算。

对于线状覆盖区域，可以考虑AAU背向对打；对于面状覆盖区域，依然建议按照1站3扇区进行站址规划。

- 针对中国移动网络

以6Mbps上行体验速率为例，极限覆盖能力也在15km左右。

如果采用4.9G频段，可以暂不考虑eMBB对无人机网络的干扰余量问题，但建议帧结构和4.9G eMBB对齐。2.6G频段同样需要考虑eMBB带来的2~3dB干扰余量。

实际覆盖半径按照10~12km估算，站间距按照15~20km估算。

对于线状覆盖区域，可以考虑AAU背向对打；对于面状覆盖区域，依然建议按照1站3扇区进行站址规划。

## 破解低空覆盖干扰难题

无人机因视距传播特点，面临上下行干扰问题：下行干扰方面，无人机随着高度层上升，收到大量视距邻区干扰，导致下行平均SINR急速下降，与此同时也会带来更频繁的切换；上行干扰



中兴通讯展示5G网联无人机业务

方面，无人机的上行信号会被周边更多的基站接收到，因此会干扰邻区地面UE的上行接收；反方向来说，地面UE天然存在地形遮挡，同时通过功率控制邻区的IoT抬升，所以并不会显著抬升无人机的上行干扰。

中兴通讯积极进行5G网联无人机领域的探索和实践，结合Massive MIMO等多项技术，成功破解了低空覆盖干扰难题。

#### ● 下行干扰

对于2.6G、3.5G等eMBB主力频段，无法通过物理隔离来规避低空干扰，建议通过FDM避免下行干扰。为了减小对现网eMBB软件版本改动，可以通过专用BWP配置将无人机频域资源限制在特定带宽上，而非无人机用户优先使用其他带宽。

下行链路由于无人机业务主要以指令传输为主，而且不产生对eMBB的强干扰（地面站跨区干扰不严重），可以考虑用较低的MCS格式、码率抵抗邻区干扰。

#### ● 上行干扰

上行干扰主要来源于无人机对地面基站的干扰，但由于无人机覆盖距离较远，且无人机用户

本身较少，初期可以不考虑这方面问题。对于物流无人机、直播多机无人机编组等特殊案例，可以通过增加临时保障带宽、使用切片技术、预留PRB资源等措施来缓解资源受限和干扰突出的问题。

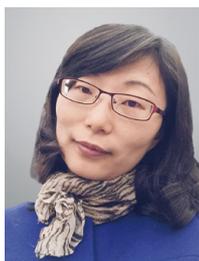
### 探索实践

2020年是我国5G大规模商用元年，三大运营商都在积极探索5G数字网联天空应用。在中国联通2020年6月6日举办的“5G周年，起势腾飞”的5G牌照周年庆典活动中，中兴通讯凭借其承建的5G低空专网表现出的优异网络性能，在本次颁奖活动中斩获“5G端网协同最佳实践奖”。

活动当天，中兴通讯在河南安阳现场展示了5G网联无人机业务，搭载360全景摄像头的无人机接入5G SA网络，将采集到的河南安阳文字博物馆等地标性建筑回传到迎宾馆，让现场观众身临其境感受到了无人机视角下的大美安阳。

随着5G建设节奏的加快，中兴通讯将持续加大在5G泛在低空飞行领域的投入，助力运营商打造一张“7×24小时”的数字网联天空。ZTE中兴

# NodeEngine，智慧园区改造“加速器”



严丽萍

中兴通讯RAN产品方案经理



黎云华

中兴通讯RAN产品线MEC规划总工

以5G网络和边缘计算技术为核心的“5G新基建”，正成为撬动经济社会高质量发展的杠杆，成为企业数字化转型的基础。在此背景下，加速智慧园区建设、产业升级转型被摆到更重要的位置。根据IDC的报告，2019年中国智慧园区的数字化投资超过1600亿元，预计未来3年将增长近20%。企业一方面希望通过大数据、移动应用等完善园区的现有运营；另一方面，希望通过创新性的应用，如无人驾驶、机器人、人工智能等对园区的生产、管理进行技术加持，提升企业的竞争力。

因此，将传统产业进行智能化升级是智慧园区发展的必然趋势。随着5G、边缘计算的成熟，园区数字化建设重点正在从IT基础设施、烟囱式的应用建设逐步转向能够直接促进本地园区业务发展和服务提升的建设。

## “5G+”时代园区数字化改造新需求

目前，国内三大运营商正在加快5G网络的部署，预计到2020年底，5G将完成全面覆盖。这将为企业数字化应用提供可靠、高性能的5G接入服务。同时，切片、URLLC等技术的成熟，也将提升园区的数字化体验。从早期的无人机巡检、无线高清视频回传，到现在的AGV导航、视觉质检、远程控制，以及正在兴起的数字孪生、柔性生产、园区自动驾驶等，面向企业本地园区的智能应用正在蓬勃发展。

随着这些应用在企业园区的落地，也给数字化改造带来了新的需求：

- 数据不出园区

园区内数字化终端产生的大量数据信息需要

由本地数据中心完成处理。远程控制、AGV导航等业务，希望能够获得本地控制中心的实时响应，同时也对数据传输的时延和可靠性提出更高要求；另一方面，企业生产流程中，作为生产要素之一，终端上报的数据希望安全可靠地传输，不出园区范围，避免数据外泄。因此，只有将本地移动网络里产生的业务数据流在本地进行卸载，才能满足企业园区应用低时延、高可靠性的要求，加速本地业务的孵化，同时确保企业生产信息的安全性。

- 满足4G&5G的接入需求

在“5G+”时代，4G网络仍将为园区的部分用户和终端提供服务。在园区数字化转型过程中，企业不仅希望能够基于5G网络部署更低时延、更高可靠性、更大带宽的智能应用，也要将现有依托4G网络的园区应用进行统一的本地管理和控制。

因此，本地分流将成为企业园区数字改造的一个必要条件。根据园区业务特性，将访问企业园区数据中心的4G/5G的用户面数据通过MEC（多接入边缘计算）分流，将加速本地业务的服务体验。

此外，本地分流方案还要满足部署周期短、网络改动小、企业投资少等方面的要求。如果能在基站上实现本地分流服务，不仅可以减少数据在移动网络中的传输时间，还能简化部署过程，降低部署成本。

## 基站级分流方案，加速企业数字园区改造

中兴通讯在和运营商、企业、垂直行业共同

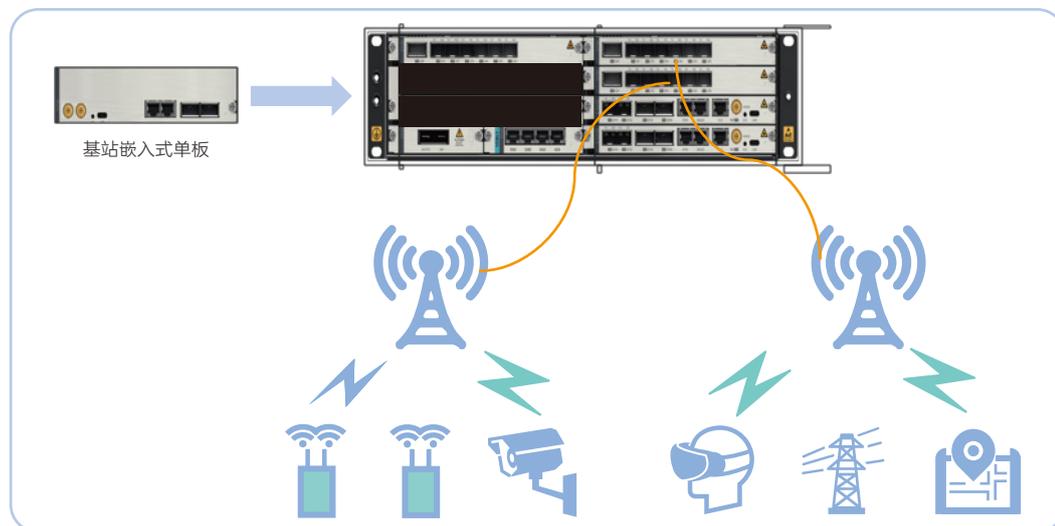


图1 NodeEngine硬件形态及部署位置

推进园区数字化改造的实践中，提出NodeEngine解决方案，实现基站级分流服务。该方案仅需要在园区基站上插入一块计算单板，就可以提供TOF（Traffic Offload Function）本地分流，从而在最靠近企业园区的地方将本地业务进行分流和卸载，实现业务数据的“空口一跳直达”。这样不仅满足企业数据不出园区、低时延的可靠传输，避免了企业生产、通信等业务信息的外泄，还能将园区原有的4G终端业务和5G新型业务都分流到本地数据控制中心。同时，这种单板级的即插即用方式，可以帮助企业用最小的成本、最短的时间，完成园区数字应用的本地化部署，加速园区改造的步伐。NodeEngine方案硬件形态及部署位置如图1所示。

考虑到不同企业园区的应用本地化需求，中兴通讯NodeEngine方案提供多种TOF分流策略，可以基于本地网号、网络切片分流，还可以基于IP五元组、DSN域名分流，便于运营商为企业客户提供灵活的、按需的本地化服务。

以智能制造企业为例，大部分的生产设备都为园区企业专有，比如AGV小车、视觉检测设备、自动组装设备等。为了确保这些终端的接入和本地流量的卸载，企业可以为园区申请本地子网号，并将这些专属终端插入定制的sim卡，通过TOF的多网号分流策略，完成园区虚拟专网的接入和流量卸载管理，确保该类终端的接入和网络性能。此外，对于AGV、柔性生产线等对时延、

带宽有一定要求的设备，在分流策略上可以考虑加持切片属性，通过空口及边缘计算的带宽服务保障，获得专享的服务体验，支撑5G精准网络的本地QoS服务需求。

### 边缘赋能，NodeEngine方案推动基站节点智能化

边缘计算未来的发展趋势是云网融合、云边协同，面向本地行业用户提供定制化的服务。中兴NodeEngine方案不仅为运营商及其客户提供TOF分流服务，还提供其他园区应用增值业务，推动不同的垂直行业在园区应用的孵化。如Edge QoS功能，可对业务做精细化QoS管控；eBridge功能，提供本地终端之间互通；以及基于网络的室内定位功能等。在XR体验中，可为应用侧提供本地网络状态的感知，实现业务和网络的自适应，提升用户体验；将本地业务的QoS需求通过边缘AI识别和分流，触发网络调整参数，匹配业务需求，实现本地业务间的差异化网络服务。

基于对无线网络的深刻理解，和垂直行业的紧密合作，中兴NodeEngine解决方案不仅可以满足各类型企业园区的本地分流需求，还为无线网络性能与行业应用之间构建信息的桥梁，推动本地定制化、智能化生态圈的形成，打造移动网络的智能边缘节点，加速企业园区的数字化进程。[ZTE中兴](#)

# 5G工具箱，加速5G新基建



严海波  
中兴通讯AI方案规划总工

2020年春，随着三大运营商陆续公布5G二期招标结果，中国5G大规模部署全面启动，近50万基站的建设规模让中国大地瞬间成为5G网络的热土。如何实现5G站点的快速开通入网，实现基础覆盖优化，形成市场竞争力，成为运营商关注的焦点。为迎接5G新基建大潮，中兴通讯精心打造了系列工具利器，推出多种网络部署和优化的自动化、智能化工具，为实现快速部署高质量5G网络做好准备。

## SON自配置自优化，高效优质第一步

对于5G网络，邻区配置及优化、ENDC X2和Xn配置、PCI配置优化等工作，是站点开通部署的第一步，而人工操作的低效很难满足大规模建站的需求。中兴通讯5G SON (Self-Organizing Network, 自组织网络) 功能，借助AI算法识别问题，提高维护效率，实现邻区及链路的智能识别、自动组织、编排和纠错，助力5G网络的快速建设。当5G站点上电并建链成功后，网管SON模块监听到站点建链，根据导入的邻区规划表，自动为该站点进行邻区配置。完成邻区自配置后，系统会自动检查4G-5G站点间ENDC X2和5G Xn接口链路是否建立，如未建立，则自动发起X2/Xn接口链路的建立，无需人工操作，高效快捷。对网络中可能存在的邻区配置错误、PCI冲突和混淆，SON对此可以进行自优化。针对目前5G终端芯片还不支持5G NCGI测量的情况，中兴通讯采用空口发现未知PCI+工参辅助确定目标邻区NCGI的方案，通过设置距离门限、未知PCI测量时RSRP门限、未知PCI测量到的次数等多维度的综合判断，确保

邻区配置合理准确。基于X2/Xn和邻区配置，系统对PCI进行冲突混淆检测，综合考虑5G-5G和4G-5G邻区，对发现的PCI冲突进行自动优化，重新分配PCI。

在福建5G建设现场，通过SON功能，将传统单站开站时间所需的20分钟缩减到100个站点开站时间仅3分钟，并且实现自动监听，确保数据不会漏配，效率提升上百倍。而自优化功能则节省网络优化人员40%的时间，大幅提高5G网络部署的效率和精准度，保障网络质量。

## WNG自动路测，验收优化更轻松

大规模站点开通必然带来大量路测验收工作。传统单站验收3人一组，需要背上笔记本，带着GPS、扫频仪、MOS仪，拿着测试终端，白天“扫”街采数据，晚上加班出报告，测试人员工作量大、效率低，影响站点验收入网。

中兴通讯5G工具箱里，有一款新式武器WNG (Wireless Network Guardian)。WNG是采用云服务器+APP架构的自动路测解决方案，可以实现无线路测数据采集、网络评估分析报告输出全流程的自动化，提升路测效率。

WNG业务分析和处理系统部署在云服务器，专业人员只需通过客户端登陆服务器，就可以远程进行测试任务设置，测试条目包括参数验证、小区性能指标验证，系统提供标准模板，也可以对测试条目进行定制，还可以多任务下发。现在，单验只需一人一车一终端，轻轻松松就可出发了。终端接收任务后自动测试采集数据并实时上报，服务器对相应的数据进行自动分析处理，

并在测试完成后自动输出测试报告，对于报告模板，同样也可以根据现场需求定制。

在国内5G建设中，有50多个外场规模应用WNG作为5G站点单验工具，500多部终端穿梭在大街小巷，周输出报告1000多篇，相比传统路测模式，人员减少60%，效率提升65%。

## AAPC天线权值自优化，覆盖提质精细化

5G的关键技术之一Massive MIMO ( Multiple Input Multiple Output )，通过利用大规模阵列天线和三维波束赋形，有效提升复杂场景下立体纵深覆盖和系统容量。相比传统天线，Massive MIMO大规模阵列天线具有更多参数调整维度，包括水平波瓣宽度、垂直波瓣宽度、方位角、下倾角和波束数量，每个维度都可以进行精细化调整，一个小区理论上可能的天线参数权值达上万种。在实际网络中靠人工根据场景/业务变化进行多小区协

同优化调整，几乎是不可能完成的任务。

中兴AAPC ( Antenna Automatic Pattern Control ) 方案采用人工智能蚁群算法，基于优化目标和搜索时间的平衡，对解空间 ( 天线权值组 ) 进行优化，通过仿真学习，舍弃效果不明显的权值组，并设置最大迭代次数，降低对算力的要求，同时也大幅减少最优解的搜索时间。AAPC根据不同场景、用户分布和优化目标，给出优化权值，下发网元执行后再通过UE上报数据验证优化效果，进行下一次优化迭代，如遇KPI劣化，则直接回退上一权值组。在外场试点中，测试验证原来人工优化天线权值需要40多人天的工作量，现在只需要2人天就可完成，效率高，效果好。

## AI慧眼察异动，网络故障早排除

无线网络关键性能指标 ( KPI ) 是网络质量好坏的直接体现，KPI异动往往预示着网络某个层面



中兴通讯5G工具箱聚焦新基建建设浪潮和未来网络长期高质运营，通过对部署、运维、优化中遇到的痛点分析，借助AI新技术引入，提高开站效率、快速优化网络，打造5G建设快车道，助力网络强国和经济战略转型的实现。

出现问题。运维人员每天面对成百上千KPI变化和大大小小的告警处理，很多时候疲于奔命，对KPI监控无法做到精确化和快速化处理，经常等到用户投诉了才发现KPI的异常，才启动处理流程，十分被动。中兴通讯无线智能运维系统借助AI人工智能，结合机器学习（Machine Learning）和专家规则来实现无线网络KPI的异常检测和故障诊断的自动化，相当于一个24小时运行的“网络健康监测和诊断仪”，为网络医生们提供分析数据和根因诊断。系统引入了基于结构特征的时间序列聚类方法，对KPI进行分类，每个KPI类别选择适当的时间序列模型，预测KPI在下一个时间粒度的正常基线，如果网络KPI实时测量值超过了在线检测的基线，能够在首个时间粒度内及时发现，也避免因潮汐效应以及网络基础条件等差异导致误报、漏报。

当系统检测到KPI异常时，如是已定义的已知故障，系统根据关联告警、操作日志、网络拓扑和专家规则库进行综合分析，给出根因判断和故障排查操作建议。

当检测到的异常是未知故障，基于ML的诊断模块使用部分最小二乘回归算法（Partial Least Square）进行根因分析和定位，通过对可能原因进行贡献度分析，找出顶端的根计数器指标作为

异常根因判定。

在外场验证期间，某子网LTE的E-RAB建立成功率突然从99.9%下降到99.2%，系统异动根因检测功能很快发现并下钻分析本次异动的根因，快速定位到ID 208203的eNodeB，发现这个基站的一个小区的成功率指标下降到0，引发全网相应指标异常波动。通过告警关联分析，在KPI异动时间点，小区出现一次RRU异常导致退服，得出RRU故障导致本次指标下降异动的结论。整个故障定位分析时间不到10分钟。而以前通过人工分析，一个有经验的工程技术人员通过网管统计KPI分析指标异动，关联告警、日志，下钻TopN小区直至找出问题所在，至少需2小时。

5G作为新基建之首，将成为社会信息流新的动脉，成为产业转型和社会经济发展的加速器，打造覆盖完善、品质优良和业务领先的5G网络是运营商和合作伙伴的共同目标。中兴通讯5G工具箱聚焦新基建建设浪潮和未来网络长期高质运营，通过对部署、运维、优化中遇到的痛点分析，借助AI新技术引入，提高开站效率、快速优化网络，打造5G建设快车道，助力网络强国和经济战略转型的实现。ZTE中兴

# 5G潮涌，羊城领航

广州，中国5G发展的领头羊。2017年，中国移动联合中兴通讯在广州大学城开通了全球首个5G预商用基站，成为中国5G发展史上的一个重要里程碑。基站下的横幅“4G改变生活，5G改变社会”，已成为5G时代的标准注解，深入人心。2019年，全球首个2.6G频段商用终端外场5G First Call在广州塔下打通，2.6G频段5G规模建设方兴未艾。2020年，广州成为移动精品网格数最多的城市，入选5G十大优秀城市。2020年4月，广州移动和中兴通讯联合广州20余家标杆企事业单位，举办共建广州“5G领航城市”的启动仪式，并发布了“全球首个地铁5G切片网络系统”，受到业界关注。

如今，广州正在逐步形成5G行业应用和网络质量的双领先优势，在5G潮涌之际，争当“领航城市”。

## 5G交通示范城，释放产业新动能

广州5G行业应用百花齐放，其中最具代表性的可推“5G大交通示范”。广州移动、中兴通讯和广铁集团、地铁、公交、广汽、路政等公司在智慧交通应用和企业数字化转型上开展了深度合作，智慧高铁、5G SA地铁硬切片等应用探索，不

仅提高了广州交通运输系统的管理水平和企业运营效率，也为市民和游客提供了更便捷、人性化的出行服务。

### 全国首个5G智慧高铁应用

今年8月，广铁集团率先实现三个5G应用创新：首个5G高铁电务车载悬挂设备防松脱检测站，用以检测车底的零部件有无脱落、变形等隐患，把一次2人时的工作，变成工业相机+机器视觉在2分钟内完成，且角度更精准，正确度更高；首个5G高铁超视距预警千里眼，将视距之外的路况视频实时高清地传送给司机，以便司机能及时做出减速、制动等合理的行车处理措施，保障乘客生命财产的安全；首个5G高铁海量车地数据自动下载转储，省去传统有线传输、移动硬盘拷贝等繁琐的人工操作环节，实现实时无感知，无需人工干预，实现超10倍效率提升。

### 全国首个5G SA环境无线硬切片地铁应用

今年6月，广州地铁在广州塔地铁站实现全国首个5G SA硬隔离切片应用，提供地铁全场景智能化管理，大幅提升地铁安全保障和运营效率，同时大幅降低应用落地成本。站内部署了基于5G的AR+人脸识别能力，安检机、安检门安装



刘敏

中兴通讯5G RAN品牌总监

超高清摄像头，对乘客和工作人员进行人脸捕捉、联网自动识图、远程研判，提高排查准确率，增强乘客出行安全。除此，5G专网切片可确保智慧地铁业务中数据的采集、传输和处理整个环节在5G地铁专网中完成，与普通5G数据业务隔离，保障用户数据的隐私和安全。

## 全国首个5G快速公交智能调度系统

今年4月，广州公交在全国首个实现BRT全线5G覆盖，支持运营调度快速排班、公交客流迅速掌握、全景视频实时监控、安全驾驶预警提醒等20多项应用功能。据广州市公交集团提供的统计数据，智能排班、数据筛选等功能，节省了10%公交运力，让公交资源周转效率有效提升。同时，交集团推出“广州交通+行讯通”导乘服务专版，为800多万用户提供精细化的出行服务。通过5G网络，乘客们可以查询公交车有没有座位、是否拥挤，在疫情期间能避免人群聚集。

## 全球领先的5G智能网联驾驶

中兴通讯联合广汽实现了5G远程同步驾驶，通过5G网络实时上传车辆行驶数据，同时把高清视频实时回传，同步到远端控制室仪器仪表上显示。

## 全国首个5G路政智能巡检

中兴通讯联合广州移动和利通科技实现了全国首个特大桥南沙大桥5G全覆盖，并实现5G如

信号回传广东省交通集团监控中心。经由5G网络传输的现场4K超高清画面全程无卡顿，传输效果稳定。大桥开通当天，三方在南沙大桥上实现了全国首个5G路政车和5G无人机智能巡逻，做到“连得上、叫得通、看得见、能指挥”，全面提升安全保障和应急救援能力。

## 室内室外双千兆，羊城5G新八景

如果说5G行业应用是欣欣向荣的初生春林，那5G网络就是其赖以生存的根基。只有5G基础网络根深蒂固、根系发达，才有智慧城市各种应用的枝繁叶茂。广州移动和中兴通讯通过点-线-面多维覆盖，织就3D立体无缝5G网络，实现5G信号“占得上，驻留稳，体验优”，为智慧羊城打下坚实根基。

5G网络让古老的羊城焕发新生，成就了室内室外、车上桥上，处处超千兆的羊城5G新八景。

### ● 珠江新城，无限风光在险峰

作为国家级中央商务区，广州珠江新城CBD拥有中国最密集的300米以上摩天建筑群。针对摩天大楼的超高层临窗覆盖需求，广州移动和中兴通讯创新性提出5G新型立体“1+X”垂直覆盖方案。经验证，垂直覆盖率提升30%，接入容量提升30%，业务容量提升5%，精简波速发送助力设备能耗降低10%，实现了高层风景独好。

### ● 大学城，5G飞送书香满

大学城是广州5G发源地，全球首个5G基站便建在这片岭南智力硅谷中。在这里，广州移动

和中兴通讯通过2.6G+4.9G双频覆盖，打造全网容量标杆——超4Gbps的峰值流量，经得起所有用户潮汐冲击，带来无限沟通和探索的自由。

#### ● 北京路商圈，吐干兆有容乃大

北京路是广州岭南文化的活化石，逾千年的繁华街市，横街窄巷，人流汹涌，日均人流量达40万人次，高峰达百万人次。在这里，广州移动和中兴通讯采用大容量的宏基站与补盲补热的微站相互配合，宏微协同，完美满足了无死角高密度的5G覆盖和容量需求。亚洲国际美食节期间，现场市民游客们大饱口福，还通过5G高清直播，让远方的吃货网友们大饱眼福。

#### ● 珠江沿岸，天朗珠江淑气生

珠江岸上，临江大道，一面舒朗开阔，一面高楼林立，有着室外和室内临窗的双重覆盖需求。行业领先的320W高功率160M大带宽宏基站担当大任，带来大覆盖和大容量，一边成就了平均速率逾千兆的室外精品网格，一边兼顾了对室内覆盖的渗透延伸。

#### ● 华南快速，车流如织网畅通

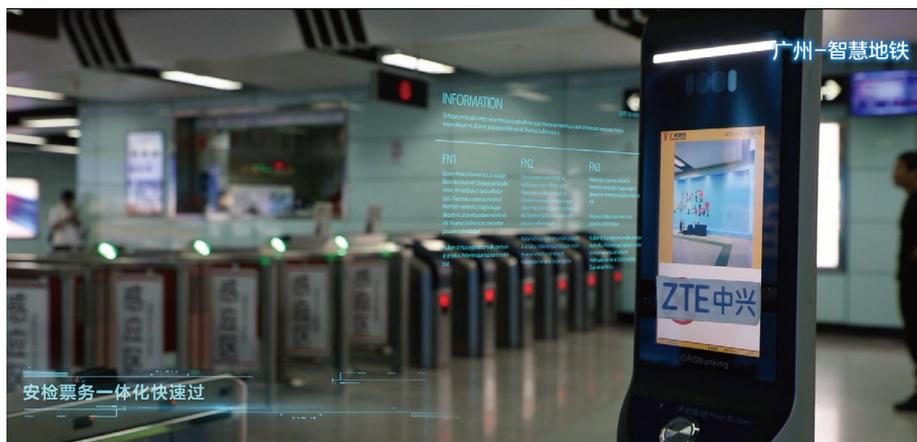
作为贯穿广州的南北大动脉，华南快速终日车流如织，如同广州发展的脚步永不停歇。路旁5G基站配备专利多普勒频移补偿技术和超级小区技术，确保了高速下的千兆高速体验。堵车不堵心，5G网络陪你畅游广州。

#### ● 南沙大桥，信息天堑变通途

南沙大桥是粤港澳大湾区首个超级工程，同时也是全球首座5G全线覆盖的特大桥。5G网络覆盖克服了站点间距大、有风有盐海面镜面干扰等系列难题。大桥开通当天，广州移动和中兴通讯联合利通科技展示了全国首个5G路政智能巡检，为安全应急保障智能化提供了示范。

#### ● 白云国际机场，亮剑5G溢彩流

作为中国三大航空枢纽之一，白云机场旅客



年吞吐量超7000万，是典型的高价值高密度室内场景。5G室内覆盖微站QCell温润如玉，小巧优美，既是头顶一道风景线，又是5G室内覆盖专家。有了5G QCell加持，旅客们可尽享候机接机精彩时光，高清视频在线播放、云VR、云游戏，随心畅玩。

#### ● 移动信息大厦，点石成金焕新生

琶洲西区作为未来广州明星之地，遍布甲级写字楼。在中国移动广州信息大厦中，广州移动和中兴通讯采用独创的室内DAS多通道联合收发技术，轻松实现5G平滑升级，突破传统室分性能瓶颈。经测试，100MHz带宽下行速率可达1.2Gbps，下行平均速率提升35%；上行平均速率提升27%。

5G弄潮正当时，羊城邀你来体验。

领航的广州正在智慧城市和智慧民生的发展道路上乘风破浪，广州移动、中兴通讯以及广州5G生态圈的合作伙伴将持续致力于驱动创新，加速千行百业数字化转型，助力城市可持续发展，让所有人感受到5G带来的温暖感，共同描绘5G城市的美好未来。 ZTE中兴



# 中兴通讯助力四川电信5G 共建共享商用落地



冯斌  
中兴通讯5G产品规划总工

2019年6月6日，工业和信息化部正式向中国移动、中国电信、中国联通三大基础运营商和中国广电发放了5G牌照，标志着中国正式进入5G元年。三大运营商纷纷加快5G网络规划和建设步伐。2020年是5G SA规模发展之年，随着新基建号角的吹响，经过历时一年多、两期的网络建设，四川电信携手中兴通讯在成都开展了5G网络规模建设与部署，并通过与联通的共建共享，降低网络建设和运维成本，提升网络效益和资产运营效率。目前成都电信5G网络已具备了完全商用能力，在网络优化、SA商用验证、新技术部署等各方面开展了大量工作，为全国电信联通5G建设、部署与发展提供了宝贵经验。

## 聚焦网络提质，网络质量摸底测试全国前三

2020年6月，电信联通集团开展了15城市5G网络摸底测试。本次集团组织的测试内容丰富，总体分为承建区和共享区，对比测试数据、VoLTE

两类型业务。本次成都电信测试区域位于三环内的电信承建区，涉及672个5G站点，测试里程286公里，站点密度为4.33，面积为146.8平方公里。经过上半年网络集中优化工作，成都电信承建区域的网络性能在摸底测试中表现优异，下行速率达到840Mbps，排名全国第2，上行速率达到140Mbps，排名全国第3。

优质网络的指标来之不易，2020年上半年，在四川电信/成都电信的统一领导下，中兴通讯成立了专项组，针对成都电信5G网络，分区域开展集中优化提升：

- 领航区网络提质：成都电信领航区域位于一环内电信承建区中，站点152个，面积19平方公里。针对领航区域网络提质，中兴通讯成立专项优化小组，通过优化方案输出、实施、验证，整体覆盖率提升7.5%，下行速率提升170Mbps。
- 三环内承建区网络提质：成都电信三环内承建区共划分网格20个，涉及成华、金牛、锦江、青羊4个分公司，共涉及站点900余个。经过专项提质行动，三环内覆盖率提升8%，

速率提升220Mbps。

- 5G网络基础优化内容：专项优化组共提出优化类问题404个，闭环280个，问题闭环率70%；由于一二期站点倾角问题突出，RF精细优化工作调整射频1102个小区；基于当前建设规模，三环内基于优化数据提出补盲站点160余个点位；通过优化发现涉及工程整改站点合计27个，协调工程进行整改实施，确保符合建设要求。

## 包容开放，稳妥推进SA商用进程

中国电信一直以SA网络为5G发展方向和目标。四川电信承担了集团赋予的5G SA商用验证的重要使命。从2020年3月开始，历时16天，中兴通讯与四川电信和多家合作伙伴开展了SA终端系统联调测试，实现了基于5G SA网络最新协议标准的端到端商用验证。

在此次测试中，五大芯片平台与12款主流品牌手机和模组在中兴通讯所承建网络中完成了互联互通测试。核心网打开CR611开关，实现了基于5G SA的EPS Fallback语音业务，为业内首例；通过N26接口，实现4G/5G互操作，并充分验证了LTE、NSA、SA异厂家的多类型基站间互操作；测试用例遍及语音/视频/数据/短信/彩信等多种商用业务，全面验证同厂家/异厂家SA和NSA、连接态切换和空闲态重选等多种组合场景，时延/上下行峰值流量等性能指标，实现全球首次无线侧异厂家SA/NSA切换，为5G SA商用打下了坚实的基础。此次测试时间紧，任务重，在电信集团和四川电信的领导下，中兴通讯如期完成了SA终端系统联调测试任务，取得了宝贵的经验：

- 网络参数的规范化、模板化。在测试中有许多复杂场景的参数需要固化下来，以提高测试效率，并指导后期的商用和网络优化。
- 协作协同，互联互通。现场很多问题需要多个厂家一起定位和排查，在四川电信强有力的组织下，中兴通讯协同各厂家高质高效完

成了电信集团和省公司下达的任务。

- 资源倾斜，重点突出。将芯片厂家按照技术成熟度分类，重点厂家优先配置资源，树立标杆，确保测试的顺利开展。

## 新技术、新功能验证，提升网络未来发展潜力

在完成基础网络功能性能验证的同时，中兴通讯在四川电信积极开展新技术、新功能的验证。未来电信联通5G基础覆盖网将采用2.1G进行部署覆盖，如何保证4G/5G用户的协调，是网络部署面临的难题。2.1G DSS技术可以解决4G/5G用户协同部署问题，此外，电信联通3.5G共享具备200MHz大带宽，应用200M CA技术可形成竞争优势。

### 2.1G DSS部署测试

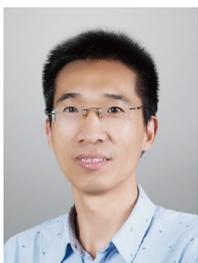
在成都电信网络，开展了2.1G DSS试部署，实现LTE终端和NR终端都同时接入同一小区，NR最大速率可达到152Mbps；并验证了DSS与现网2.1G LTE网络混合组网的可行性。

### 200M CA验证部署

电信联通5G共建共享后，拥有200MHz 3.5G带宽，有明显竞争优势。在4G流量压力增加、5G用户逐步增加的情况下，初期可以在营业厅、重点院校、交通枢纽、重要景区部署200M CA，提升品牌影响力。中兴通讯联合成都电信采用MTK终端进行200M CA测试，峰值速率达到2.5Gbps+，后续将进一步优化，使得峰值速率达到2.7Gbps+，达到业界领先水平。

从2019年开始，中兴通讯在四川电信的大力支持下，积极开展5G网络建设与优化工程，并承担了多项测试任务，积累了丰富的网络建设经验，为后续四川电信5G的建设与发展奠定了良好的基础。 ZTE中兴

# zSpider智能测试平台， 铸就5G产品安全



李春才  
中兴通讯软件测试资深专家

## 5G安全面临挑战

5G作为万物互联的基础技术，其网络安全的重要性不言而喻。国家互联网应急中心（CNCERT）2020年4月20日发布的《2019年我国互联网网络安全态势综述》报告中，特别提出5G等新技术安全将成为2020年网络安全领域值得关注的热点。

面对MEC等复杂的部署环境以及服务化通用协议的引入，5G产品本身需要具备强大的安全能力，确保设备稳定可靠运行。中兴通讯在深耕5G技术的同时更加注重5G产品的安全交付。高质量全覆盖的安全测试是产品交付必不可少的安全保障手段。

## 模糊测试，构建5G安全基础

模糊测试可以应对产品协议安全风险带来的不确定性。模糊测试模拟用户向系统发送随机的、

格式多样的信息来测试5G产品的协议健壮性，发现潜在的未知漏洞，将安全风险降到最低。

业界现有的模糊测试工具如Defensics等在使用时存在一些限制：测试路径依赖于工具预定义模型，灵活性差，无法做到按需更改；模糊测试策略单一，针对某一特定协议，无法做到同时实施多种模糊手段进行测试；简单执行模糊测试用例，无法综合体现实际测试覆盖率。

为了实现更加灵活和深入的模糊安全测试，中兴通讯打造了智能化模糊测试平台zSpider，以达到将协议健壮性内置到5G产品中的目的。

## 智能模糊测试平台zSpider

智能模糊测试平台zSpider完全贯穿中兴通讯的整个研发流程，可实现模糊测试的用例管理、新功能模糊测试和版本交付前的回归测试等多个功能（见图1）。

zSpider提供端到端的自动化，从模糊测试

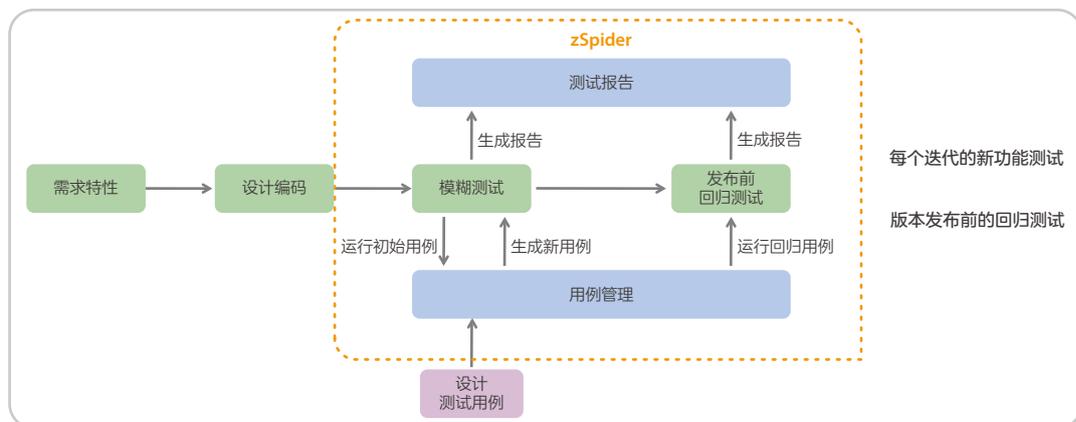
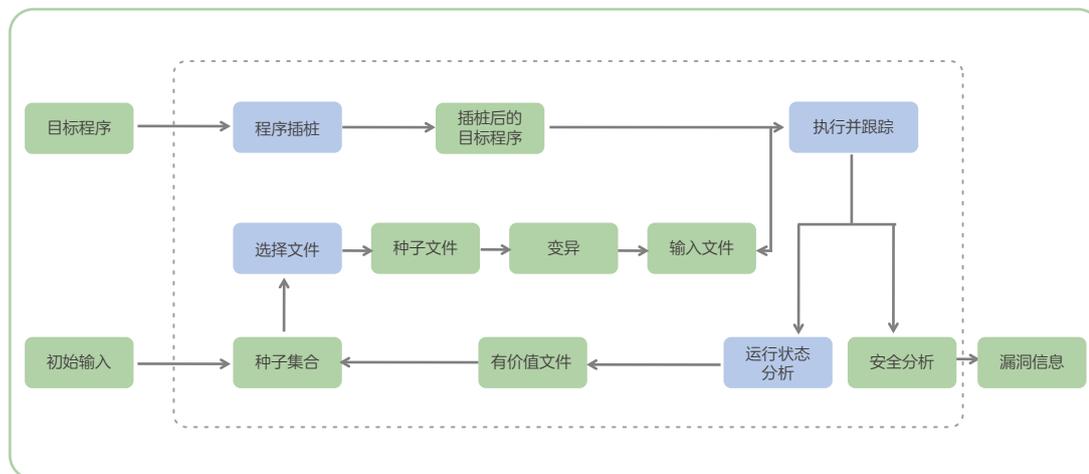


图1 智能模糊测试平台 zSpider架构



◀ 图2 基于覆盖率的模糊测试工具基本框架

用例自动生成到Fuzz测试、发现Bug、分析Bug、修复Bug、验证关闭Bug、生成测试报告形成闭环。

针对5G产品的安全性特点，中兴通讯zSpider平台在传统模糊测试的基础上引入了由覆盖率引导的智能模糊变异，基本流程如图2所示。左侧外围的是待测试的目标程序与对应的初始输入，中间的模糊测试工具接受两种输入并进行长时间的循环测试，最终在右侧输出发现的漏洞信息。

zSpider平台可在以下方面提升模糊安全测试能力：

- 覆盖路径全，减少无效测试，提升安全测试效率

传统模糊测试存在冗余测试的问题，部分程序路径被大量重复测试，一些罕见路径则缺乏关注；zSpider将减少部分程序路径大量重复测试，引导往罕见路径进行测试。

- 智能集成多个策略，发现深层安全问题

zSpider有多种Fuzzing策略，模糊测试时会在每个策略间智能切换，Fuzzing策略更高效和智能，有助于更快发现隐藏的深层次问题。

- 增强可视化呈现，便于管理监控

zSpider根据实际测试的执行情况，深入结合产品实现，可通过dashboard以代码行、函数、

程序分支等多个维度体现实际覆盖率。

zSpider平台可提供完全智能模糊测试和基于模型的智能模糊测试两大运行模式：

- 完全智能模糊测试：初始输入经过模糊测试工具长时间运行，模拟生成各种连接方式下的异常、杂乱、非预期的消息码流或报文，对待测程序发起攻击。该模式主要针对5G连接方式的多样性，智能模拟各种连接方式下的异常、杂乱、非预期的消息码流或报文，从而挖掘出产品存在的安全漏洞或健壮性问题。
- 基于模型的智能模糊测试：外围是协议模型文件与对应的初始输入，输入模糊测试工具进行长时间的循环测试，模拟生成各种5G协议的异常、杂乱、非预期的消息码流，对待测程序发起攻击。该模式主要用于5G通信协议的模糊测试，智能模拟5G协议的异常、杂乱、非预期的消息码流，从而挖掘产品协议实现存在的安全漏洞和健壮性问题。

随着5G商用步伐的加快，对其产品安全也提出了更高的要求。中兴通讯利用zSpider智能模糊测试平台的两大测试模式，将产品协议完全融入研发过程，实现了产品协议的充分安全测试，为5G产品安全交付提供全面高效支撑。ZTE中兴

ZTE中兴

让沟通与信任无处不在