

# 中兴通讯技术

简讯

ZTE TECHNOLOGIES

2022年6月/第6期

准印证号：(粤B) L011030048

## 视点

04 中兴通讯CTO王喜瑜：鹏路翱翔，筑数字经济之基



## 专题：精细化5G网络部署

08 行百里者半九十，打通5G建设最后一千米



扫码体验移动阅读



第26卷/第06期  
总第405期

中兴通讯技术（简报）  
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（简报）》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 陈新宇 方晖 刘金龙  
陆平 洪功存 衡云军 王强

#### 《中兴通讯技术（简报）》编辑委员会

主任：林晓东  
副主任：黄新明  
编委：陈宗琮 丁翔 胡俊劼 黄新明  
姜永湖 刘群 刘爽 林晓东  
王全 杨兆江

#### 《中兴通讯技术（简报）》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（简报）》编辑部  
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：深圳市旺盈彩盒纸品有限公司  
印刷日期：2022年06月25日

内部资料 免费交流



顾翔  
中兴通讯RAN产品国内市场总经理

## 砥砺深耕，守正创新， 推进5G网络精细化建设

中国5G网络商用两年多以来，取得了非凡的成就。截至2022年一季度末，中国已建成5G基站156万个，覆盖全国所有地级市和县城城区，网络发展也由规模建设期步入成熟发展期，面向场景的5G高质量建网及应用成为关注点。中兴通讯聚焦场景，围绕提升质量、优化体验、绿色低碳、智简行业等领域不断推陈出新，努力实现网络价值最大化。

网络质量的提升离不开高品质的场景化覆盖，中兴通讯基于场景化方案有诸多创新：针对5G部署从室外到室内的趋势，中兴通讯网络优化工作颗粒度已精准到楼宇级；SSB 1+X Advanced方案，在有效解决高层建筑覆盖问题的基础上，进一步兼顾用户体验及5G分流比提升。

用户体验的保障对网络优化运维提出更高要求，中兴通讯创新性提出意图驱动网络，基于意图驱动实现业务体验保障，打造最“善解人意”的网络。

助力绿色低碳发展，中兴通讯PowerPilot Pro方案聚焦无线网络，基于AI自研算法和大数据分析，涵盖设备级节能、基于负荷预测的网络智能节能、基于业务导航的网络主动节能，以及基于多频层覆盖/负荷/能效全掌控基础上的绿色生成网络，整体降低网络能耗超过20%。

针对ToB市场，中兴通讯深刻理解行业碎片化需求，提出针对性行业方案，例如业界首款内置边缘计算引擎算力的NodeEngine方案、日历化的PRB硬隔离切片、基于干扰协同的4.9G 1D3U大上行帧结构方案、紧跟标准发展的网络确定性增强技术，以及开拓全新刚需市场的融合精准定位方案等。

2022年是中兴通讯超越期的开局之年，国内5G纵深推进，行业应用加速成熟。面向未来，中兴通讯将坚持以价值为核心，解决问题为导向，砥砺深耕，不断创新，为5G带来更多精彩。

# 目次

中兴通讯技术（简讯）2022年第06期



## 行百里者半九十， 打通5G建设最后一千米

我国已建成全球最大规模的5G移动网络，截至2022年3月底，累计建成5G基站156万个，当前已覆盖全国所有地级市和县城城区、87%以上的乡镇区域。伴随网络从建设期进入发展期，我们如何继续下好5G这盘棋？

### 视点

04 中兴通讯CTO王喜瑜：鹏路翱翔，筑数字经济之基  
王喜瑜

## 专题：精细化5G网络部署

08 行百里者半九十，打通5G建设最后一千米  
胡凯伟，张燕

12 基于NodeEngine的一站式工业园区5G专网方案  
孙杨军

15 5G海域覆盖赋能海洋经济发展  
赵仲杰，吕佩

18 PowerPilot Pro：三维并进提升网络节能效率，  
构建可持续低碳网络  
范英鹰，郭诚

20 uSmart-RNIA助力无线网络运维全流程智能提效  
沈远

22 SSB 1+X Advanced实现5G分流比与用户感知双提升  
王跃，王栋

24 中兴通讯5G分流比提升综合解决方案  
刘宇，吴赞，谢安安

28 性能和成本驱动的室分创新三部曲  
李颖，吕佩

31 700M干扰解决方案  
郭婧娜，张纲

34 基于楼宇画像的5G室内覆盖精准规划  
朱永军，王智，张旭东



## 成功故事

36 成都电信：精准规建，宏微协同，打造5G口碑场景  
吴威，王云中

## 技术论坛

39 意图驱动：从自动化网络到自治网络的关键技术  
詹勇



## 中兴通讯发布业界首款50G PON+Wi-Fi 7 ONU原型机

2022年5月23日，在维也纳举行的FTTH Council展会上，中兴通讯发布了业界首款支持50G PON和Wi-Fi 7的ONU原型机ZXHN F9746Q。该产品在网络侧采用非对称50G PON技术，接收速率达50Gbps，发送速率达25Gbps；用户侧提供一个50G以太网光接口，可满足中小企业用户高速接入需求。

此次中兴通讯50G PON+Wi-Fi 7 ONU原型机的发布，将推动创新业务的发展，进一步加速万物互联时代的到来。

## GoldenDB助力国开行“新核心工程”成功投产

近日，国家开发银行对外宣布，其新一代核心业务系统工程（简称“新核心工程”）成功投产上线并稳定运行。新核心系统采用国产分布式数据库GoldenDB，助力国家开发银行有效满足其业务运行发展要求。国家开发银行作为全球最大的开发性金融机构，中国最大的中长期信贷银行和债券银行，历来重视金融科技的投入和创新，并大力支持国产数据库企业的发展。本次项目成功投产是其自身在分布式架构转型乃至中国金融科技发展过程中的一个新里程碑，也再次证明了国产分布式数据库的成熟稳定和可靠。

新核心工程是国家开发银行成立以来最重要的一次系统建设和升级，是应对银行业数字化转型浪潮、推动建设“数字开行”的重要载体。新核

心系统采用国产分布式数据库GoldenDB，在引入先进同业核心系统建设成果和业务管理经验的基础上，新核心工程结合开发银行自身机构与业务特点进行改造和创新，在业务层面，对营运、财会、资金、信贷、评审、合规等业务领域的流程、规则、制度进行了全面梳理、优化完善和系统固化，有效支持存款、贷款、支付、授信、信贷、资金、客户信息、反洗钱等前中后台业务处理。

新核心工程的成功上线运行标志着在金融科技飞速发展的背景下，国家开发银行积极打造信息科技核心竞争力，实现金融科技水平提质升级，进一步提升了客户金融服务的质量和效率，增强了服务国家战略的能力，是国家开发银行信息科技发展历程上一个新的里程碑。

## 中兴通讯与深圳大学签署战略合作协议 构建全方位校企合作

5月25日，以“创新·见未来”为主题的2022中兴通讯“创兴日”在深圳开幕，中兴通讯与深圳大学在大会上举行校企合作签约仪式暨实习基地揭牌仪式。深圳大学校长毛军发，副校长张学记、汪永成，中兴通讯董事长李自学，监事长谢大雄，高级副总裁王翔出席仪式，双方代表签署战略合作框架协议及实习基地建设协议。

## 浙江移动、中国移动终端公司联合中兴通讯实现“云魔百和”产品全新上线

近日，浙江移动、中国移动终端公司联合中兴通讯共同打造了电视大屏创新产品“云魔百和”。该产品在浙江移动互联网电视平台大规模上线，覆盖百万用户，使老旧机顶盒得以呈现VR、自由视点、多视角等全新的业务形态，让用户畅享数字生活。

“云魔百和”基于强大的算网融合能力，充分建立端云协同，不断丰富大屏业务形态。

## 中兴通讯与内蒙古大中矿业达成战略合作 深化智慧矿山建设

2022年5月17日，世界电信和信息社会日大会在内蒙古自治区呼和浩特市盛大开幕，中兴通讯与内蒙古大中矿业股份有限公司（简称“大中矿业”）在大会上签署战略合作框架协议。大中矿业董事梁宝东，中兴通讯执行副总裁、首席运营官谢峻石，中兴通讯副总裁、国内运营官营销MKT总经理王宇，中兴通讯内蒙古分公司总经理张金东等出席签约仪式。

## 黑龙江省人民政府与中兴通讯签署深化战略合作协议

2022年5月13日,黑龙江省人民政府与中兴通讯股份有限公司通过视频会议的方式签署深化战略合作协议。签约仪式前,黑龙江省副省长、省政协副主席李海涛与中兴通讯董事长李自学进行了亲切友好的会谈。

李海涛副省长首先表示,未来五年黑龙江将围绕数字经济建设和数字龙江发展,致力于推动前沿技术突破和融合应用,大力推进数字产业化和产业数字化建设,打造数字经济新蓝海,进而推动黑龙江高质量发展。中兴通讯的自主技术与黑龙江省产业规划、资源优势拥有很高契合度,黑龙江愿意与中兴通讯真诚、务实地开展合作,努力实现互利共赢。黑龙江省政府将促进各个行业与中兴通讯在大

数据、云计算、分布式数据库等领域进行合作,加快5G垂直行业应用的落地,共同推进5G上下游企业的共同发展。希望中兴通讯凭借强大的研发实力参与到黑龙江省相关领域合作。期望双方以此次签约为新起点、新契机,取得新的成果、迈上新的台阶。

李自学董事长表示,中兴通讯的主营业务和刚刚发布的《黑龙江省“十四五”数字经济发展规划》有很多契合点。中兴通讯积极参与黑龙江当地建设,以自主核心技术导入黑龙江,充分带动龙江数字经济产业链发展。作为“数字经济筑路者”,中兴通讯将继续携手当地合作伙伴,共建黑龙江的“数智热带雨林”,实现共生、共智、共赢。

## 中兴通讯广泛参与2022 IEEE ICC国际通信会议

近日,2022年IEEE ICC国际通信会议通过线上线下结合的方式在韩国首尔举行。中兴通讯积极参与,多位研究员和技术专家在大会上发布主旨演讲,并广泛参与到工业研讨、技术报告研讨等多个环节,与业界学者就新技术、新趋势和新挑战等展开深入的探讨。

会议开幕当日,中兴通讯副总裁段向阳受邀参加太赫兹通信WORKSHOP的圆桌讨论环节。

在高管论坛(Executive Forum)上,中兴通讯无线标准专家、3GPP RAN3主席高音女士进行了主旨演讲,讨论了无线通信系统AI演进,从AI技术和无线通信技术结合的特点并以实际案例分享了AI在中兴通讯智能工厂的应用。



### 盐田国际智慧港口华南首个实现前装5G设备场桥远控常态化商用

2022年5月,中兴通讯、中国电信、盐田国际三方联合完成华南首个前装5G设备的场桥远控业务7×24小时常态化商用落地验证。

### 广东电信携手中兴通讯打造节能光伏基站

广东电信联合中兴通讯深入研究能源优化,引入清洁能源太阳能,打造绿色节能通信站点。绿色光伏站点改造采用最新的智能叠光解决方案,充分利用旧现网资源,可实现绿色太阳能的快速引入;改造后该站点年太阳能发电量超1200度,减少约1吨碳排;配合中兴通讯PowerPilot智能节能方案,可再降低23%+网络能耗,实现单站一年减少4000度电,相当于减少CO<sub>2</sub>排放约3.5吨,综合节能减排效果明显。

### 湖南电信携手中兴通讯和高通完成3.5G与2.1G三载波时频双聚合商用验证

近日,中国电信湖南公司与中兴通讯和高通技术公司合作,在长沙商用外场完成时频双聚合端到端商用验证。基于中兴通讯的商用5G系统和搭载高通第四代5G调制解调器到天线解决方案——骁龙X65 5G调制解调器及射频系统的移动测试平台,湖南电信完成了3.5GHz+2.1GHz的下行方向的三载波聚合验证,聚合带宽高达240MHz、可提供3.9Gbps的极致下载速率。

# 中兴通讯CTO王喜瑜： 鹏路翱翔，筑数字经济之基



王喜瑜

中兴通讯执行副总裁、首席技术官

九层之台，起于累土。在通往万物智联的道路上，高效的数字基础设施和可交易的数字化能力，正在成为数字经济的核心源动力。

**得** 益于新一代信息技术的发展，全球数字经济规模持续上涨。2020年，中国、美国、德国等全球47个主要国家数字经济增加值规模达到32.6万亿美元，GDP占比达43.7%。过程中，各国采取不同的路径来促进发展。例如，欧盟以数字治理规则的领先探索和数字单一市场建设为双轮驱动打造数字经济生态，英国以数字政府为龙头来引领数字化转型。中国则立足产业基础并发挥市场活力，以适度超前基础设施建设和加速驱动虚实经济融合，引领社会经济高质量发展。

九层之台，起于累土。在通往万物智联的道路上，高效的数字基础设施和可交易的数字化能力，正在成为数字经济的核心源动力。

## 基础设施之“从建好网到用好网”

以5G和千兆光网为代表的“双千兆”网络初具规模，为新型基础设施奠定了坚实的基础。伴随着网络从建设期进入发展期，预期将更加聚焦于以下两个方面：如何更加精准、经济地完善网络建设，即建“好”网；如何更加高效、规模化地拓展不同场景应用，即“用”好网。

首先，“好”网络的评价侧重将从技术指标过渡到客户感知。在ToC和ToH领域，相比于4G时代，市场差异主要体现在：疫情带来的工作和生活方式的变化、短视频及直播等应用的爆发、移动互联市场的快速下沉、XR及元宇宙等差异化应用预期。因此，想保持良好的用户感知，则需

要5G在深度和广度覆盖上予以适配。在ToB领域，从ICT向OT（生产域）的纵深拓展和贯通融合，也对网络的性能、经济便捷和安全可靠等提出更高的期望。

其次，在实现路径上，需要平衡考虑不同场景下的性能组合、建维成本、部署便捷等因素，精细化的系列方案会成为更优的选择。例如，以杆站等小型化设备，实现5G零占地快速部署；以MM SSB 1+X/AAPC自优化软件，提升20%~30%的5G高层覆盖；以软件优化实现数字室分和传统DAS联合部署，大幅降低室内覆盖部署成本；以700M/900M等低频FDD，实现5G低成本广域覆盖；以Wi-Fi 6实现“真千兆”业务体验，支撑新型智慧家庭的全方位需求；以5G+POL网络，以及5G TSN、5G LAN的引入，更好保障企业应用的差异化要求。

建“好”网的同时还要“用”好网，终端和应用是“用”好网的关键。目前，5G已经有千元机，低成本的终端无疑将加速5G渗透率的提升；高清、赛事直播等视频应用内容的丰富，更易发挥双千兆网络差异化优势；依托云网融合的软硬件架构、端到端的一站式管理服务以及工业互联网平台等，ToB领域应用创新层出不穷，且在向“商用化交付、规模化复制”迈进。

这里想特别强调一下，回顾历史，PC的“wintel”平台生态促进了互联网的蓬勃发展，iOS平台和Android平台催生了移动互联网时代，在网络带宽与算力无限丰富的背景下，可以预料云电脑将与PC共存，MR将成为移动端新的生态，其中以元宇宙数字孪生、云游戏等为代表的的应用越来越多进入个人消费领域，并将进一步推动5G业务的爆发式成长。

## 基础设施之“从连接到算力”

IDC的数据显示，过去十年全球数据量的年均复合增长率（CAGR）接近50%，随着万物智联时代的开启，增幅预期也会更加陡峭。与此同

时，摩尔定律和尼尔森定律依然发挥作用，但表现出此消彼长，即网络带宽增速已大大超越CPU性能增速。在数据洪流对端、边、云的冲击之下，分布式和异构计算应运而生，网络和算力相辅相成，体现出更加紧密的关系和更加模糊的边界，以实现海量数据的存储、交换和处理的全局效益最优。更为重要的是，碳中和已经成为全球、全人类共同的价值观和目标，中国陆续出台“新基建”“双碳”“东数西算”等政策指引，加速推进绿色低碳进程。

数字化和低碳化的大趋势，正加速驱动算网进入到相辅相成的新阶段，而“从连接到算力”的根基是融合的新型基础设施及服务体系，算力网络应运而生。

产业携手创新，在切片、TSN、云网融合、网络智能自主进化、算力网络等方面形成了共同努力的技术方向，以期达到“网络无所不达、算力无所不在、智能无所不及”的目标。

愿景有共识，更重要的是如何突破路径上的核心瓶颈，啃下硬骨头。打造高速泛在、天地一体、云网融合、智能敏捷、绿色低碳、安全可控的高效“数字底座”，需要单一纵深突破和立体协同融合并举，需要软、硬、芯协同，需要ABCDNET（智、链、云、数、网、边、端）贯通。

芯片方面，以领域定制（DSA）、封装和架构创新，延续摩尔红利，已经成熟应用的基于FPGA、DPU等技术的硬件加速，大幅提升性价比和边缘效率。

网络方面，在持续追求更高频谱和光谱效率的同时，加速SRv6的SD-WAN的推进，实现网络资源的跨域高效协同编排。

云方面，新型模块化数据中心有效降低数据中心PUE，满足低碳节能建设要求；融合高效的云平台适配异构资源，支持灵活资源分配、弹性伸缩，有效支撑边缘轻量化部署和低成本创新试错；探索算力度量、算力感知、算力路由、算力编排等领域。

智的方面，除了在网络性能优化和自主进化

等方面实践之外，未来将构建“算网能”高阶编排大脑，采用统一的原子能力API管控，屏蔽多厂家网络设备、多云环境的差异，可为普通用户和垂直行业用户实现“连接+计算+数智能力”的融合服务。

### 数字化能力之“从消费到产业”

伴随着泛5G等新型数字基础设施建设的推进，数字化应用创新也从个人消费，向产业转型和社会治理全面深化。与消费者相对类似的需求不同，产业数字化转型的核心诉求是降本提效和生存发展，由于行业场景和企业发展阶段的差异，产业的数字化应用明显呈现出碎片化特征。同时，由于产业数字化依然处于拓展期，必须经历创新试错、商业模式探索和生态孵化等过程，客户也普遍希望数字化资源和能力能够按需部署、灵活扩展、安全可靠、经济便捷。因此，在产业数字化领域，数字化能力需要聚焦组件化和服务化，围绕场景和关键业务，低成本起步，快速迭代，持续创新。

2021年举办的第四届“绽放杯”5G应用征集大赛，吸引了近7000家企业申报12281个行业应用项目，具有商业价值和规模推广潜力的项目不断涌现。

在云南神火铝业，平台接入感知数据源已过万，生产、控制、管理系统实现初步数字贯通，已部署了传送带裂纹在线检测、电解槽漏液实时监测、天车远程实时操控等数字化应用，阳极组装合格率提升15%，检修皮带空转减少80%，天车单车作业效率提升60%，每年可节约生产用电9000万度以上。

在山能集团，结合轻量化井下5G本安型基站、站点级算力引擎NodeEngine、5G网关等部署，井下工作面视频传输时延降低50%以上，并实现了掘进机、挖煤机等综采设备的实时远程操控，井下作业人员减少50%，大幅提升生产安全。

在中国石化物探院，通过使用小型化核心网

i5GC、拉远型5G基站等车载一体化方案，实现野外的灵活快速布网，助力勘探业务流程重构，先导勘探综合作业效率提升约500%，勘探工期缩短一半以上，节约人力成本50%以上。

在天津港，智能理货、岸桥远程实时操控、无人驾驶电动集卡等泛5G数字化应用不仅带来效率20%~30%的提升，同时助力疫情防控。

在南京滨江“5G制造5G”生产基地，16类场景60余种5G应用实现了产线柔性化、仓储物流自动化、多场景控制远程化，人力成本节省28%，周转效率提升15%，生产效率提升40%。

还有广州高铁、商业综合体、医疗等众多创新应用，为企业降本提效的同时，实现以科技惠民。

综上所述，冶金、钢铁、矿山为代表的大工业园区场景，已经成为垂直行业数字化转型中率先成熟、规模化的领域。

中兴通讯也成立了冶金钢铁项目和矿山项目特战队，进一步加速面向场景的能力整合和组织响应。随着5G确定性网络能力的持续提升及5G与视频的深度融合，港口、电子制造、新媒体等行业的5G应用场景也将逐步成熟进入规模复制阶段。

### 数字化能力之“从工具到交易”

除了OT（生产域）的深化拓展，企业自身的数字化转型升级也是一个重要课题，需要构筑数据贯通、流程可视可控、内外高效协同和泛在智能应用，打造敏捷、柔性且韧性的企业。

从作业流程工具化、自动化的角度着手，实质上治标不治本。企业的本质就是交易，而企业数字化转型的本质就是，利用数字化手段构建成本最低、体验最优的交易架构，缩短与用户和供应商之间的距离，提升交易效率，进而创造经济利益和社会效益。

以获拉姆·查兰管理实践全场大奖标杆的中兴通讯自身实践为例。2016年启动数字化变革以



中兴通讯坚持“数字经济筑路者”的定位，坚持“开放共赢”的理念，一方面定位为基础设施设备与技术提供商，以用户场景和体验为驱动，提供全球领先的云、网、边、端设备，并积极开放自身核心原子能力，助力数字运营体及大型企业；另一方面以自身能力带动“隐形冠军”等中小企业，坚持与生态伙伴共生、共赢、共智，以持续的技术突破创新和可靠供应链繁荣生态。

来，从企业交易架构出发，基础设施先行，通过高效的数字底座，实现统一入口和团队孪生协同；要事优先，从作业人员的角度打造极致体验的“局部工具”；以场景驱动来进行公司系统的改造和数据治理，尤其是最靠近客户的一线员工的场景；综合考虑各领域业务数据的低成本消费诉求，在企业内建立普遍数据思维，以“最靠近客户的一线场景”推动端到端“全域数据”治理。

目前，全员通过iCenter线上沟通与自动化办公，远程办公效率达95%，通过DevOps研发云，3万+研发人员跨地实时在线协同。企业通过“从工具到交易”的数字化转型，实现数字化的连点成线、连线成面，不仅能为企业带来效益及效率上的改变，还提升了企业的交易边界、能力边界和价值圈边界的拓展潜力。

## 和实生物，同则不继

从建好网到用好网、从连接到算力、从消费到产业、从工具到交易，和实生物，同则不继。在当前复杂的内外部环境，数字经济要实现可持续高质量发展，真正从全球角度具有领先竞争力与生产力，则应形成一种具备多样性、系统

性、开放性的产业创新生态，数字运营体、各行业大型企业、设备商、中小企业在其中发挥各自的特有优势，立足各自在产业链中的定位，协调发展、蓬勃生长，形成生态共赢。

在滚滚大潮中，莫让浮云遮望眼，中兴通讯坚持“数字经济筑路者”的定位，坚持“开放共赢”的理念，一方面定位为基础设施设备与技术提供商，以用户场景和体验为驱动，提供全球领先的云、网、边、端设备，并积极开放自身核心原子能力，助力数字运营体及大型企业；另一方面以自身能力带动“隐形冠军”等中小企业，坚持与生态伙伴共生、共赢、共智，以持续的技术突破创新和可靠供应链繁荣生态。

在底层源动力技术领域，中兴通讯面向算力与网络多样化需求，针对不同业务组合场景，以领域定制（DSA）、封装和架构创新，持续深化芯片、算法和架构的软硬协同优化；在产业赋能领域，中兴通讯提供云网基础能力和积木式组件，贡献5G行业标杆经验；在自身实践方面，中兴通讯在数字化研发、数字化办公、数字化生产领域坚定转型，将数字化融入企业血液并与产业分享。

中兴通讯初心如磐，愿与合作伙伴共生共智，携手笃行致远。 ZTE中兴

# 行百里者半九十， 打通5G建设最后一千米



胡凯伟  
中兴通讯RAN产品国内MKT  
及方案部部长

以 数字化为主要特征的新一代科技和  
产业变革在深入推进，以5G、AI为  
代表的新型技术成为发展数字经济的

根本。我国已建成全球最大规模的5G移动网络，截至2022年3月底，累计建成5G基站156万个，当前已覆盖全国所有地级市和县城城区、87%以上的乡镇区域。伴随网络从建设期进入发展期，我们如何继续下好5G这盘棋？

## 5G建设持续提速，应用发展渐入佳境

伴随网络大规模部署，用户规模不断增长，数据流量、语音通话、多媒体消息及窄带物联网等四大核心业务加速向5G迁移，5G“润物细无声”地影响着人们的生活。微信小视频时长悄然延长到30秒，2K、4K到8K视频体验持续升级，视觉盛宴之下是4G/5G DOU的持续增长；随着VoNR智能终端在今年井喷式推出，VoNR语音功能将在全国范围内规模开启商用，中兴通讯配合各家运营商已在多地VoNR测试，平均拉网MOS均在4.0以上，“新通话”将带来更多“新”精彩；5G新消息全面升级，将变革企业与个人用户之间的服务交互方式；截至2022年3月底，国内三大运营商物联网连接超15亿，NB-IoT、Cat 1逐步成为

承载主力，预计到2025年，5G NB-IoT占比将达35%以上，成长空间广阔。随着5G建设持续有序推进，5G用户渗透率不断提升，用户数不断增长，为5G业务的繁荣奠定了基础。另一方面，在工信等十部门、四大运营商“5G扬帆计划”催化下，5G应用不断发展，带动流量需求不断上行，推动应用类型不断拓展，对网络提出更高要求。

## 面向消费市场，打通5G覆盖“最后一千米”

5G ToC应用普及离不开完善的网络覆盖，我们需要在室外连续覆盖、室内深度覆盖，甚至高铁、高空、海面等场景寻求性价比更优的5G解决方案，这也是杀手锏应用孵化的基础。具体来讲，5G下一步的建设就是从室外到室内、从城市到乡村，全方位打造无死角全域覆盖网络。

目前，我国已经实现了地级以上城市5G网络全覆盖，乡村仍是5G网络“盲区”。伴随农村经济飞速发展，视频、电商等业务兴起，大量数字



内容和数字消费下沉到乡村，特别是全民直播时代，短视频/直播成为乡村主力应用，多路直播对网络上行的高要求，单靠当前3G/4G网络已无法满足。同时，中央网信办、农业农村部、工信部等五部门联合印发《2022年数字乡村发展工作要点》，明确要求持续推进乡村数字基础设施建设，5G网络实现重点乡镇和部分重点行政村覆盖，农村地区互联网普及率超过60%。业务发展的诉求及国家顶层政策加持，数字化乡村将成为

5G网络建设的下一个主场。

对于乡村网络而言，网络建设整合压力大，需要在确保容量及覆盖的基础上，兼顾成本及未来业务演进需求。一方面，可借助中低频频谱优势，快速实现乡村的低成本广覆盖；另一方面，需要探索新的建网部署方案。传统部署方案采用单站三扇区，中兴通讯引入新型AAU两扇区组网方案，通过拓展AAU水平覆盖范围，可实现两扇区360°覆盖（见图1）。基于仿真分析，在农村热

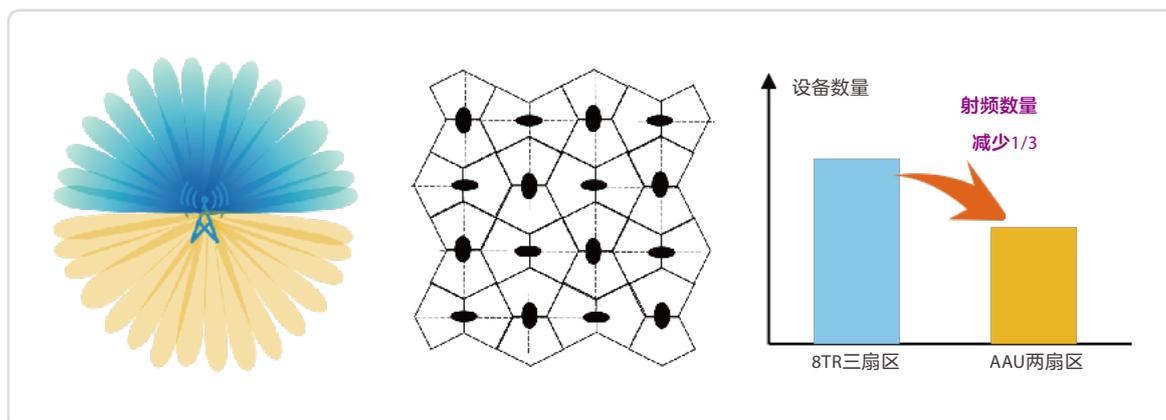


图1 AAU两扇区组网

点场景，特别是在容量需求相对较高的成本敏感型场景，AAU两扇区组网方案相比传统8TR三扇区方案更具性价比，较于传统单站三扇区组网方案，可减少1/3设备及配套的数量，同时可满足覆盖、容量及业务演进需求。

现阶段，城区5G室外已基本连续覆盖，但依然有高倒流问题，完善室分覆盖对于解决5G高倒流问题尤为关键。针对室分场景，中兴通讯提供“室分自由”解决方案，基于高中低价值分级，精准适配差异化场景，解决深度覆盖难题。

高价值场景SuperMIMO采用空分MU-MIMO技术和联合赋形相结合，有效控制干扰和切换问题，同时系统自动根据UE相关性判定，进行多UE的空分配对，实现小区容量3~4倍提升。中价值场景在传统部署方案中存在DAS和QCell同频组网带来干扰、室内宏微链路不平衡等一系列问题，中兴通讯创新的有源&无源室分深度融合方案，实现局部热点增容，覆盖交界无缝衔接，单用户下行可实现双流到四流的提升，小区容量实现30%~50%的提升。低价值或低容量场景，eDAS方案盘活现有资产，性能大幅提升，实现上行25%下行35%的性能提升，同时对比新建室分系统场景成本降低80%。eDAS已在广东、北京、山东等10余个省份规模商用。

面向未来ToC应用，作为行业最期待的5G应用场景之一，VR/AR将随着5G覆盖加强、商用成熟以及生态建立迎来“爆发期”，需根据业务发展演进对5G容量做出评估。中兴通讯从用户体验出发，综合评估小区最大激活用户数、上下行流量、控制信道利用率三个门限，精准制定扩容标准，基于现网5G混合业务模型给出综合业务体验速率，保障5G用户的良好感知体验，根据5G多通道空分技术，结合信道利用率对扩容门限进行修正。

因此对于ToC而言，建设部署从室外到室内，从城市到乡村，从业务发展趋势几个层面考虑，打通全域覆盖最后一千米，为5G释放价值筑牢基础。

### 面向行业市场，落地“最后一千米” 还需“统一大市场”

5G商用2年多以来，我国ToB市场得到一定的发展，5G行业应用案例超过1.2万个，覆盖钢铁、电力、矿山、港口等20多个重要行业和有关领域。但ToB市场仍然处于发展的导入期，产业应用还是以部分重点行业的头部企业、部分场景为主，在应用深度上，仍处在基础性、规模性的浅层环节应用上，例如工厂的数据采集、设备监控、移动巡检等场景，处于以满足垂直行业客户场景化应用需求为主的阶段。

由此看出，ToB的拓展比ToC难，核心原因在于ToC市场整个大网技术统一、标准统一、产品统一，市场统一；而ToB业务需求的多样性、行业个性化和差异化决定了面向ToB的网络不能简单复用ToC“全国统一大市场”模式。即使当前有一些全国型企业，也未能形成统一的市场。比如煤炭行业需要的通信设备都有防爆需求，仅基站外的防爆设备就有很多供应商，产品多样，规模落地“最后一千米”难度很大。

当前业界也在向统一大市场努力，中兴通讯推出本安型基站，体积和重量较隔爆基站均呈指数级下降，更轻便、更易安装，更重要的是在矿山类场景形成产品技术的初步统一。后续产业链还需从标准、规范等方面推动全行业统一，并投射到其他行业，促进ToB像ToC那样形成全国统一大市场，培育更广阔的发展空间。

ToB行业应用从样板间到商品房，打通连接



图2 业界首创NodeEngine基站引擎

的“最后一千米”之外，还需将算力植入网络，算网一体激发5G更大价值。中兴通讯业界首创NodeEngine基站引擎（见图2），是面向中小企业、园区专网的最佳方案，一块板卡、一根光纤，一个小时即可完成设备上电、业务加载及配置全过程，实现业务上线。

NodeEngine把边缘计算能力下沉到基站，实现算力与现网的充分融合，构筑5G最简园区网络，精准匹配行业需求。截至目前，NodeEngine已在全国10+行业场景、110+个企业项目中应用，涵盖智慧工业、智慧煤矿、智慧民生、智慧场馆等各个领域。比如中兴通讯联合江苏电信，打造了三一首个5G全连接智慧工厂。项目基于5G+NodeEngine低成本快速开通园区专网，实现数据不出园区、设备互联和数据实时采集、云化AGV以及设备的预测性维护，提升设备利用率20%以上，仓储管理效率提升50%，整体成本降低20%~30%。

NodeEngine还可通过算力资源开放，支持第三方APP应用按需部署；通过定位等服务能力开放，实现场景按需扩展；还可以通过分流、带宽

管理、本地SLA等网络策略的开放，实现业务级策略按需定制。通过以上多种开放方式，实现云网业融合贯通，全方位服务各类应用场景，助力ToB行业从试水到远航。未来，随着算力网络逐步成熟，已部署NodeEngine的基站可作为算力基站纳入算力网络统一管控体系，实现算力的统一编排和调度，提供泛在的算力服务。

总体而言，5G需要面向ToC和ToB两个应用方向同时发力，助力国民经济高质量发展。其中ToC是5G应用发展的“基本盘”，伴随5G建设打通全域覆盖最后一千米，基于全国统一大市场下的ToC应用在新业务培育中静待花开；ToB是5G应用发展的“新空间”，从试水到远航还需要诸多探索，需加大在技术研发和产品创新方面的投入，加强新技术、新产品和新服务的供给，构建全国统一大市场，打通统一市场最后一千米才能走向规模复制。

未来中国基于5G的ToC和ToB应用必然是齐头并进，协同发展，以数字化转型整体驱动生产方式、生活方式变革，共同塑造中国数字强国。ZTE中兴

# 基于NodeEngine的 一站式工业园区5G专网方案



孙杨军  
中兴通讯RAN产品方案经理

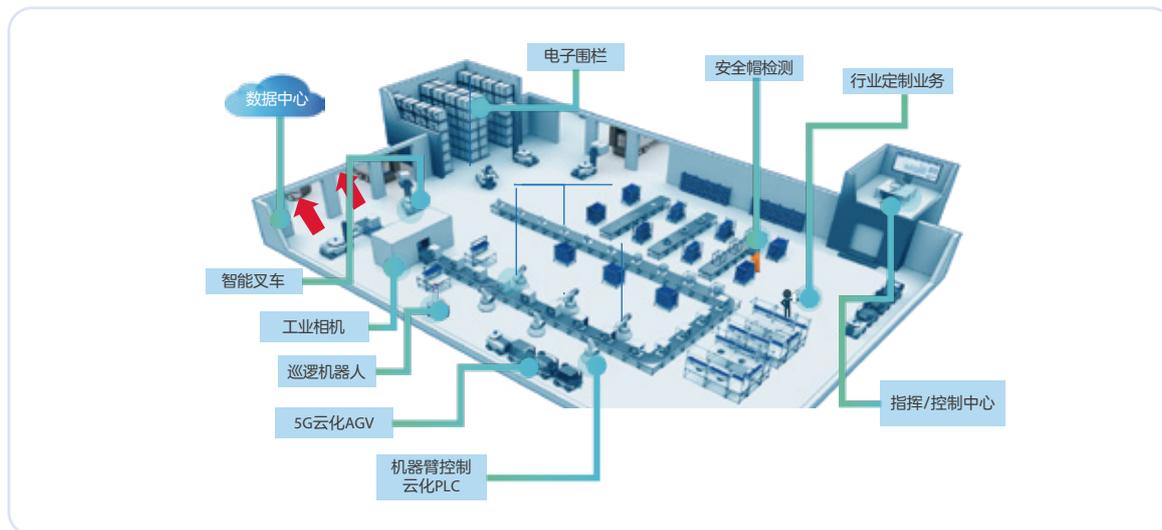
**作**为“5G+工业互联网”的主要落地场景之一，工业园区专网一直是业界关注的热点。园区网络质量直接影响到园区业务的运行及运营效率，因此，如何在兼顾成本的情况下满足各类应用需求、保障用户体验，是摆在建设者面前的现实问题。中兴通讯提出的NodeEngine一站式智简专网解决方案，以其极简组网、多元功能、能力开放的特点，有效贴合工业园区场景实际业务需求，确保园区5G专网可用、

好用，为此类专网建设提供了良好的思路。

## 极简部署，确保专网可用

传统5G专网部署一般有两种方案：UPF专线及核心网网元下沉，前者通过建设直达园区的配套UPF专线来实现，后者则通过引入单独的下沉式核心网设备完成。无论哪种方式，其部署及维护成本都居高不下，对于普通工业园区特别是成





◀ 图1 工业园区场景典型业务

本敏感的中小园区而言费用太高。同时，由于架构所限，所有专网数据均需要迂回到核心网侧统一分流处理，大大增加了业务时延，无法满足高实时性业务要求。

采用NodeEngine方案，只需要在现有的BBU空闲槽位中插入一块算力引擎单板即可实现对等功能，且每块单板可提供10Gbps的吞吐量，完全可以满足典型中型园区应用需求。单从成本而言，NodeEngine方案优势明显。同时，由于NodeEngine可实现终端数据“一跳直达”本地应用服务器，避免数据在多个节点之间的无谓跳转，在时延维度也具有先天的优势。

此外，NodeEngine还提供了物理隔离、数据隔离、地址隔离三个维度的安全保障机制，并引入了孤站自治、双机主备容灾等可靠性方案，进一步确保了工业园区专网的可用性。

## 多元功能，确保专网好用

与公网不同，专网一般都和行业具体业务强相关，因此，要构建一个好的5G专网，只提供基本的5G网络覆盖远远不够，还要做到“一网多用”，同时满足各类差异性业务需求。比如对于以下几种工业园区典型业务（见图1），专网都

应能灵活应对，提供一站式服务。

- 智能控制/操作类业务：以远程设备操控、自动机械臂、云化PLC协同作业等为代表，其对业务质量确定性要求极高，同时也关注各种类终端的一体化接入及协调管理；
- 智慧物流/视频监控类业务：以AGV小车、智能叉车、巡逻机器人、安全帽检测、电子围栏等业务为代表，其需要实时整合视频及所在位置信息，确保后续操作准确性；
- 行业特色业务：以各类行业专属应用业务为代表，需要5G专网能灵活支持各类定制化服务平台部署，并为其提供确定性业务保障；
- 运营管理类业务：厂房生产任务统筹管理，跨园区间任务协调等。

针对专网这一特点，NodeEngine推出了丰富的功能支持，以满足不同维度的业务需求。在业务质量保障领域，通过行业大脑的部署，可借由智能识别、智能调度及编排、SLA实时检测联合构建出的动态闭环保障机制，为对应工业控制业务流提供10ms@99.999%的确定性保障。在多设备接入领域，NodeEngine可与超边缘计算网关SE9102协作，实现SDI/RS-485/RS-232/CAN等各类接口设备接入，支持CANBus、OPC UA、Modbus、Profinet等各类工业协议正常运行。在视频传输领

得益于领先的设计理念及轻量化的产品架构，NodeEngine一经推出，就获得了业界的青睐，其与工业园区结合的案例更是连续获得了第二、三、四届“绽放杯”5G应用征集大赛的多个一等奖。

域，NodeEngine可与SE9102协作，提供80ms超低时延端到端视频传输，确保视频40%丢包不卡顿，比传统方案时延缩短80%以上。在定位领域，可实现亚米级高精度定位，大幅提升AGV小车等业务精度。在便捷运维领域，除了通过与基站共同部署的网管进行管控外，还提供了本地自服务门户，在园区现场就可以实现本地业务可视可配可控。

更进一步，NodeEngine实现了能力开放，各类定制化业务平台可以在容器式嵌入式部署以及外部接口对接两种方式中灵活选择，实现与NodeEngine基站的有机结合，确保对应特色化业务有效运行。而NodeEngine内生服务能力开放则给高层更高附加值的业务应用铺平了道路。另外，还可以通过网络策略开放，将NodeEngine纳入到工业园区整体运营体系，实现统一编排、统一调度，大幅提升整体运营效率。

### 成熟商用，创造客户价值

得益于领先的设计理念及轻量化的产品架构，NodeEngine一经推出，就获得了业界的青睐，其与工业园区结合的案例更是连续获得了第二、三、四届“绽放杯”5G应用征集大赛的多个一等奖。

目前，NodeEngine已在多个工业园区实现商用，为客户带来了显著的市场价值。

以三一重工首个5G全连接智慧工厂为例，基于5G+NodeEngine技术，低成本快速开通园区专网，有效支撑机械臂控制、数据实时采集、云化AGV等业务。方案推出后，提升设备利用率20%以上，仓储管理效率提升50%，人力成本降低70%，整体成本降低25%以上。

在南京滨江中兴通讯全球智能制造基地，NodeEngine协助实现了机器视觉质检/装配、5G云化AGV、电子围栏生产监控、5G远程专家指导等业务。其中，NodeEngine与SE9102协作，基于AI算法，实现了端到端机器视觉检测时延小于200ms，效率提升3倍以上；在生产危险区域内部署了电子围栏，实现了人员误入时毫秒级告警，并实时触发设备暂停操作，确保人员及设备安全。

NodeEngine始终以客户根本需求为出发点，以帮助客户又快又好又省地建设行业专网为基本理念，在多个项目中均取得了良好的部署效果。后续还可以进一步将已部署的NodeEngine基站作为边缘算力节点，纳入到成熟的算力网络体系中去，为工业互联网场景下泛在算力应用奠定基础，为工业园区智能化、数字化转型提供助力，协助开创数字经济的美好明天。ZTE中兴

# 5G海域覆盖赋能海洋经济发展

**随**着经济的发展，海域、沙漠、农村等场景和地区对数据通信的需求也日趋增强，尤其在海域，除近海存在渔业、旅游等场景外，还有航线、海洋环境监测、海上风电、海域执法救援等更远距离数据通信的需求。传统无线网覆盖方案仅能实现14km内的数据传输，更远则需要依托较为昂贵的海洋卫星通信系统。但是，视频通话、高清直播、监控视频回传等业务又在容量上受到掣肘，卫星通信无法满足多样化的海洋业务需求。因此，利用5G超远覆盖技术打造一张大容量、低成本、高可靠的海上无线网络是摆在运营商面前的一大机遇。

在“海洋强国”战略的大背景下，5G海域覆盖不仅可为海洋资源监管治理提供超远距离网络信号，也为渔民深海养殖、海上风电场的视频监控等信息采集和回传提供了经济便利的高速通信服务手段，还满足了渔民直播带货等新兴场景的网络需求。

海上地广人稀，常规网络覆盖方案投资收益比较低。中兴通讯提出基于超远覆盖技术的5G海域覆盖方案，用最少的站点达到最大的覆盖距离，节省投资的同时满足用户网络通信需求。

## 海域覆盖关键技术

海域覆盖主要聚焦于超远覆盖场景，其有效覆盖范围取决于多种因素，包括频段特性、站址及天线挂高、天线选择、基站及终端发射功率、PRACH接入格式等。总的来说，频段越低，天线海拔高度越高，基站功率越大，小区覆盖距离也

就越远。

针对无线海域覆盖需求，需要将基站覆盖的关键因素与网络规划相结合，才能达到大幅提高覆盖范围和系统性能的目的。

### 关键因素一：频段

理论上频率低的电波传播距离长，频率高的电波传播距离短。在自由空间场景，以700MHz为基准，2.1GHz较700MHz路损增加9.5dB左右，因此电信联通使用2.1GHz频段进行5G超远覆盖时，需配合采用高增益天线。此外，在站点规划阶段，不仅需要考虑覆盖距离，还需要考虑业务对于容量的需求，做到按需组网。

### 关键因素二：站址及天线挂高

地球是个球体，因此无线电波在地表面进行超远距离传播时，需要考虑地球曲率对信号传播的影响。海域传播模型中，主要影响因素为天线挂高及接收终端高度。

超远覆盖需要保证在视距范围内通信，为了尽可能保证可视距离，在终端高度一定的前提下，需要基站天线挂高越高越好，即“站得高看得远”。链路预算表明，在站点选择上，TDD NR近海覆盖时，站高对上行边缘速率的影响较小，站点选择更加灵活；而对FDD NR而言，站高对其超远覆盖能力影响明显，站址选择上优先考虑高海拔站点，如在比较高的山丘、沿海边山顶建立铁塔。

### 关键因素三：天线选择

在天线选择上，需要选择具有良好零点填充



赵仲杰  
中兴通讯RAN产品方案经理



吕佩  
中兴通讯RAN产品方案经理

和上副瓣抑制的天线，以避免严重的“塔下黑”问题，如涉及超远覆盖场景，则需要采用高增益平板天线和透镜天线。

针对中国移动网络，由于700MHz频段低，天线尺寸大，综合考虑迎风面的影响，通常情况下建议选择高增益平板天线，但其在多波束设计的时候旁瓣抑制较差，在网络优化阶段需要解决重叠覆盖问题。

针对电信和联通2.1GHz网络，透镜天线是个不错的选择。透镜天线具备20dBi的高增益，且拥有4波束特性，在组网上更有优势，节约站点资源，此外还具有波束指向性好、旁瓣抑制高等特性。

#### 关键因素四：大功率基站

采用大功率RRU可提升信号的功率，经过同样的空间衰减，终端的接收功率会相应增加，从而增加下行覆盖。中兴通讯大功率四通道RRU产品，输出功率高达4×80W，满足基站超远覆盖需求。

#### 关键因素五：PRACH接入格式

3GPP在5G R15标准中定义了随机接入前导格式，不同的随机前导格式决定了一个PRACH占用的时域资源及小区的覆盖范围，较大的覆盖范围需要较长的CP（循环前缀）和GT（保护间隔）来抵消相应的往返时延，即小区覆盖范围越大，传



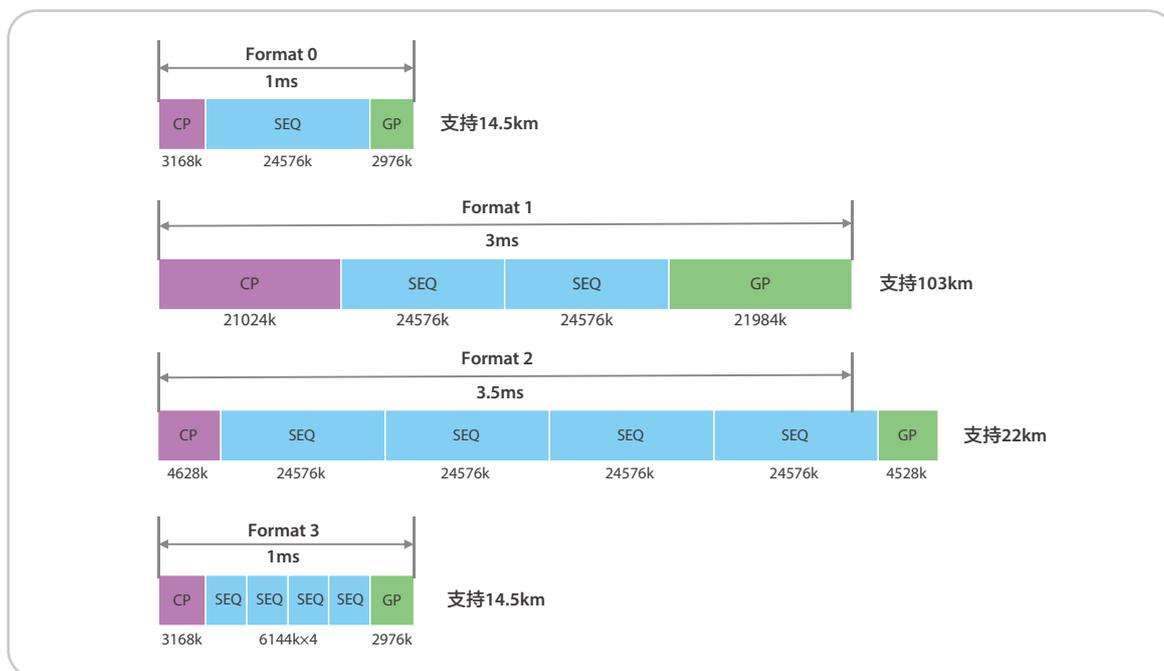


图1 PRACH格式与最大小区半径

输时延越长，需要的CP和GP越大。

如图1所示，根据3GPP标准规定，TDD NR仅支持PRACH Format 0格式，最大接入距离为14.5km；但针对PRACH format 0中GP进行定制，可拓展至支持最远59km接入，目前中兴通讯已对此功能展开了相应研究与应用。同时，FDD NR支持修改为Format 1格式，能够实现103km的最大接入距离，满足海域超远覆盖要求。

## 探索实践

5G商用两年有余，各运营商逐步将建设视野聚焦至海域，积极探索5G海域超远覆盖应用。

福建移动、福建广电联合中兴通讯在福州平潭海域完成了5G基于700MHz的海域超远覆盖的测试验证。平潭5G站点高400m，在普通平板天线的条件下，拉远距离达到79km。且测试船只距离站点超过60km的情况下，下行速率仍超过77Mbps，上行速率超过800kbps。该测试表明，

NR 700MHz超远覆盖可以满足用户70km以内网页浏览、50km以内1080p视频直播、40km以内VoNR、2K高清视频的需求，为海上风电、航线、渔排、海岛等场景提供可靠网络保障。

山东联通联合中兴通讯在日照岚山区海域完成了5G基于2.1GHz的海域超远距离覆盖。岚山港5G站站高112m，通过使用中兴通讯大功率多通道5G基站，选择特殊的PRACH帧接入格式，配合重量轻、增益高的龙勃透镜天线，以最少的站点达到最大的覆盖距离。在2.1GHz 20M频谱带宽条件下，距海岸线48km处仍然能达到91.8Mbps的下载数据传输速率；54km极限距离的下载速率也仍然能达到2Mbps。

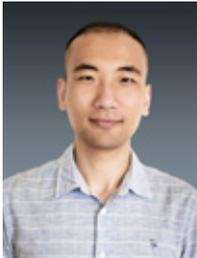
随着5G技术的不断演进，中兴通讯将持续加大5G在海域覆盖技术方案的投入，助力运营商打造一张高质量海洋5G网络，推动海洋领域的智能化发展和经济效益提升，促进信息技术与海洋经济深度融合，为数字经济在海洋领域的发展奠定坚实基础。 ZTE中兴

# PowerPilot Pro:

## 三维并进提升网络节能效率，构建可持续低碳网络



**范英鹰**  
中兴通讯无线产品方案经理



**郭诚**  
中兴通讯无线产品规划总监

**面** 对业务数倍级增长，通信网络面临着随之而来的能耗增加。在中国力争实现“2030年前碳达峰”“2060年前碳中和”的背景下，通信网络作为数字经济发展的重要基座，如何实现绿色低碳的高质量发展尤其值得关注。

在尽力保证相应业务需求不受影响的前提下，无线接入网节能效率的提升主要取决于三大维度：网络中可参与节能的设备数、节能设备可关断的深度（可关断的器件数）以及节能激活的时长，三者有机结合可有效提升网络节能收益，如图1。

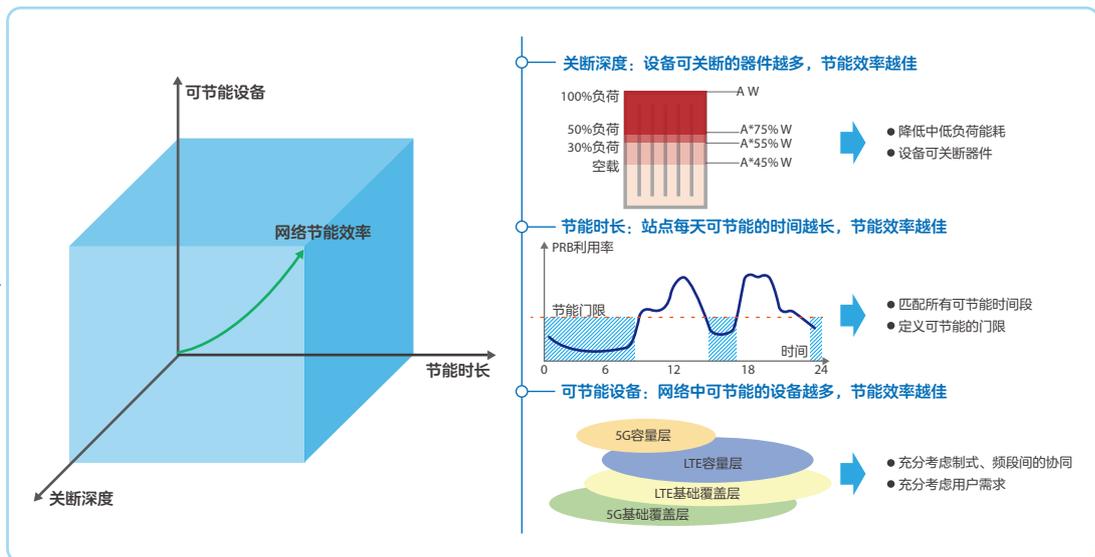
中兴PowerPilot节能解决方案致力于节能三维度的提升，随着基站算力的不断提升，PowerPilot

Pro进一步从节能效率及关断深度上提升设备本身节能效率；持续优化AI预测算法，提升站点节能有效激活时长；栅格化模型构建联合策略灵活性优化，精准匹配需求的同时最大化网络中可节能设备量。PowerPilot Pro方案三维并进提升通信网络节能效率，提高通信网络绿色化水平，严格控制能耗强度，助力实现碳达峰、碳中和。

### 深化设备关断强度和粒度

射频设备在中低负荷下采用时域符号关断、空域通道关断、频域载波关断甚至深度休眠等方式，通过关断一部分设备中的器件，降低网络冗余容量达到节能的目的。

图1 PowerPilot Pro方案三维度提升节能效率



PowerPilot Pro通过对硬件器件关断能力的探索及算法的不断优化,进一步精细化设备休眠机制,持续提升节能状态下的器件关断深度,最大程度降低中低负载下的设备能耗。并在保证设备健康度的前提下,自动启停实现关断状态下AAU剩余功耗不足10W。现网在服设备仅通过软件升级即可支持此功能,可在无话务时做到极致节能;与BBU进行状态同步,相应节能时刻不进行告警上报;可与现有功能协同使用,保证用户感知。

BBU深度休眠模式与射频设备深度休眠/自动启停联动,当连接到对应基带板上的所有射频设备均处于深度休眠或自动启停状态时,该基带板同样可进入休眠模式。唤醒时同样启动基带板与相关射频设备联动唤醒模式。BBU深眠模式可带来BBU 55%~70%的能耗降低。

## 延长节能生效时长

AI技术的引入对增加节能时长有显著作用。通过从无线侧获取网络数据,小区级深度学习负荷模型并进行时间序列分析预测,全天候匹配小区可激活节能时间段;并采用聚类算法进行节能门限参数迭代优化,保证网络性能的情况下调整门限参数,扩展可节能时间窗。自2020年起中兴通讯独家推出“业务导航”,在用户感知和网络能效“双赢”的前提下主动进行网络负荷重分布,可进一步增加可节能时间窗。

PowerPilot Pro持续优化负荷预测算法,在预测模型输入参数中增加准确性因子,即将每时段预测负荷与实际负荷进行准确率计算,并按权重反向馈入下一周期的预测模型。在提升预测准确率的同时可以更好地指导类似深度休眠、自动启停等功能的开启,提升节能生效率及生效时长。

## 最大化可节能的设备

随着5G网络建设的逐步完善,当前网络的建

设重点已从单频5G网迈向双频5G网,从广覆盖宏站建设过渡到精细化室分、热点区域建设,运营商的关注重点也从以网络为中心转向以用户为中心。单一的节能方案已无法满足现有立体网络架构,PowerPilot Pro使能室分站点、宏站更为灵活的节能策略,使得整体网络中更多设备可实现节能。

当前室分站点节能以逻辑小区为最小节能单位,但在射频合并的情况下,由于室内话务分布的不均匀性导致部分pRRU信号空发,而在室内低话务时刻又因为单点的负荷需求导致整个逻辑小区下的pRRU无法进入节能状态。随着基站算力的不断提高,PowerPilot Pro使能pRRU级感应灯式点控节能,应节尽节:仅在pRRU覆盖区域内有业务需求时进行信号发送,而无业务需求时进入节能状态,通过pRRU接收终端上行信号毫秒级判断,既可满足用户业务需求,减少空发带来的干扰,同时增加时空中可节能的pRRU数量,提升节能效率。

既有网络都是较为复杂的多频多制式网络,常规的节能方案都是思考关哪些设备,但我们更想反过来思考:如果在单层网可以满足业务需求的情况下,即网络最小能耗的情况下,随着一天内业务需求的增加,应该开启哪些设备?这就是绿色生成的理念:让网络需求指导网络容量,最小化网络能耗。PowerPilot Pro通过构建栅格级用户分析模型、小区级负荷分担模型,在基站通过用户测量报告自配置覆盖补偿关系的前提下,按用户所处栅格位置、速率需求等信息,“点亮”网络中最少量的小区/频层,最大程度实现节能。

实现“碳达峰碳中和”,是我国当前重大战略决策,也是构建人类命运共同体的庄严承诺。我们相信“人不负青山,青山不负人”,我们将不断寻求技术创新,将节能三维演进有序结合,提升通信网络能效,积极推进经济数智化转型,为守护青山绿水贡献力量。ZTE中兴

# uSmart-RNIA助力

## 无线网络运维全流程智能提效



沈远  
中兴通讯无线网管产品  
规划总工

**经** 过几十年的发展，移动通信网络已多代同堂，5G的大规模部署进一步引入了诸多新功能、新业务，使得网络的运营和管理复杂度急剧上升，有些场景已超出人工能力上限。现今运营商每年在运维上投入的成本巨大，从网络转型及降低成本角度考虑，都需要我们引入大数据和人工智能，通过数智赋能实现自动化和智能化，逐步迈向高度自智网络。

### 网络智能化整体方案

中兴通讯在网络智能化方面不断探索，2019年即推出uSmartNet自智网络全域解决方案（见图1）。中兴uSmartNet采用水平分层注智、独立

演进，垂直跨层协同，实现业务闭环的网元、单域、跨域三层架构。

网元智能化内嵌实时智能引擎，实时感知网络数据，实时响应需求和资源的动态调整；单域智能化通过多维数据分析和全场景覆盖，实现单域业务的闭环智能化处理；跨域智能化聚焦业务端到端闭环和对外应用的对接。数智大脑即中兴通讯AI平台，保障一致的AI规范，确保AI模型、知识的合理流动和共享。

### 无线智能化方案亮点功能及应用成效

基于uSmartNet统一架构，中兴通讯无线网络智能化uSmart-RNIA系列化方案助力无线网络

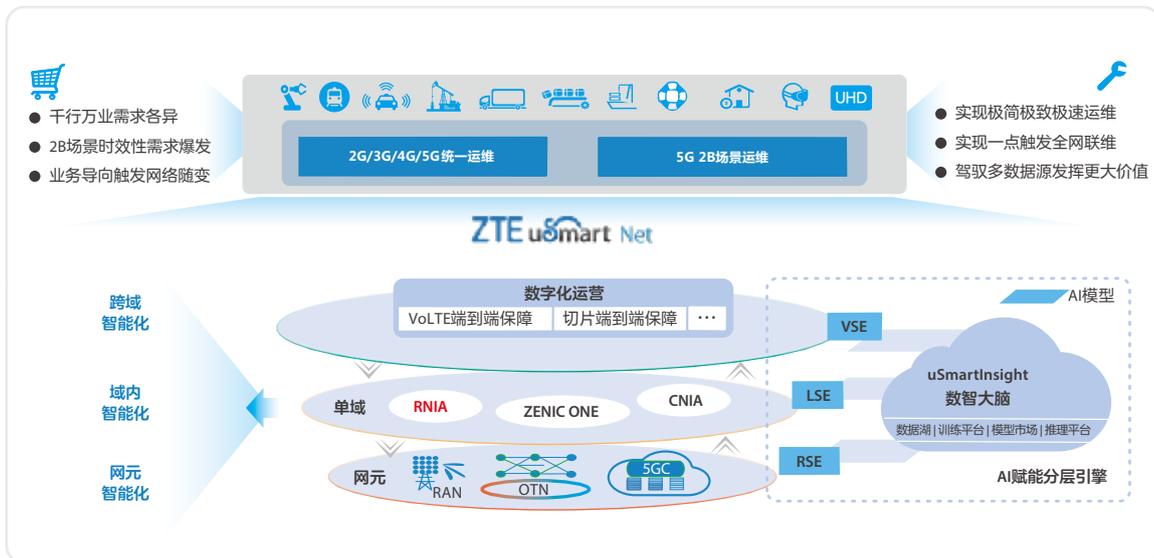


图1 中兴通讯uSmartNet解决方案

规、建、维、优全流程提升自动化、智能化水平，提高运维效率，降低运维成本。通过数智赋能，减少人工重复性操作，解决高复杂性多维分析，实现具有前瞻性的预测预防和寻找方案最优解，为运维智能化迈出坚实一步。

#### ● 精准规划

方案从流量、用户/终端、重点业务和场景4个维度进行价值区域智能洞察，包括对未来流量/用户的发展预测，结合显性的弱覆盖识别和高倒流隐性问题分析，实现以价值区域为导向的精准规划；一个本地网一周完成，效率提升70%，站点数量节约30%，已在40多个外场应用。

#### ● 自动开站和验收

5G大规模建设初期，自动开站和自动单站验收对网络快速商用部署非常重要。中兴通讯在多个项目中实现手机自动开站，在福建某项目中5个月完成2000多站点的开站和验收，节省成本320多万。中兴通讯借助云服务器+终端APP实现自动单站验收，1人1车1终端，自动导航测试，自动生成验收报告，效率提升65%，人力成本下降68%。

#### ● 智能排障

对于日常占用大量人力的故障处理，方案引入人工智能学习故障特征属性及相关参数、计数器、信令等关联性，根据故障场景特征智能定界，快速确定故障根因，实现工单系统对接流程闭环验证；故障定界准确率达80%以上，根因判断时间从天级降低到分钟级。

#### ● 隐患识别

人工智能的一个突出优势就是基于对大量历史数据的学习预测未来趋势，为主动性预测运维提供可能。比如对光模块、光链路主动进行健康度检测，识别硬件老化和失效趋势，在故障未发生时提前预警，指导主动巡检和主动运维，特别适用于重保场景和VIP站点应用。该功能已广泛应用，隐患预测准确率超过90%。

#### ● 天线权值自优化

5G广泛使用Massive MIMO技术，一个小区组有上万权值可选，优化工作量指数级上升。中兴通讯推出AAPC ( Automatic Antenna Pattern Control ) 天线权值自适应方案，核心是利用优化后的搜索算法，大幅压缩优化时间。2000小区只需3人天，不仅效率提升10倍以上，覆盖提升也很明显，用户速率亦改善10%，在全国已有60多个外场规模应用。

#### ● 质差小区和网络异动分析

随着网络规模和用户的不断增长，网络优化工作量会越来越大。根据二八原则，优化工作聚焦主要KPI排名落后的TOPN小区，系统根据任务自动周期识别出劣质小区，无需人工参与，效率高、准确度高，分析周期从近10个小时缩短到1个小时左右。KPI异动检测对子网小区15分钟粒度的KPI进行学习和预测，将实时采集的指标和预测指标进行比对，自动找到对指标影响最大的计数器确定根因。相对人工分析20000小区的质差指标需要近10小时，该功能只需1小时即可完成分析，效率提升90%的同时分析准确率达80%。

#### ● 干扰分析

影响网络质量的一个重要原因就是干扰，特别是外部干扰不可预知，人工查找定位耗时耗力。通过专家经验+机器学习建立干扰类型特征库，系统自动采集全网数据并识别干扰小区、分析干扰类型并定位干扰源。以1000个站的干扰分析为例，传统方式干扰分析需要15小时，采用干扰分析功能只需要5小时即可完成，效率提升近2/3。

无线网络智能化的发展道路并非一蹴而就，中兴通讯将逐步试点、扩大应用场景和应用规模，探索新的算法和应用，基于现网不断提升智能化能力，首先构建基带、网络、业务一体的智能编排网络，未来将引入意图驱动，实现网络全面自智。 ZTE中兴

# SSB 1+X Advanced

## 实现5G分流比与用户感知双提升



王跃  
中兴通讯RAN产品MKT  
及方案高级工程师



王栋  
中兴通讯无线网络研究院  
网络方案资深专家

随着中国城市化的高速发展，国内各大城市都在规划升级其核心城区和CBD，而高层楼宇经济的拉动作用也为本地经济带来了强劲动力。珠三角的广州市天河CBD12平方公里区域内就有120余栋商务楼宇，GDP高达三千多亿元，是中国300米以上摩天建筑最密集的地方；高速发展中的中部城市长沙已规划和在建近20个CBD区域中心，其中仅五一广场核心CBD区域就聚集了100多栋20层以上的商务楼宇，绝大部分楼宇的企业入驻率高达90%以上，属于高税收价值区域。与之不相匹配的是，我国写字楼的样本数据表明，高层建筑内的中高楼层用户很难获得高质量的无线网络服务。垂直立体覆盖的痛点凸显：高楼垂直覆盖成为瓶颈，室内信号纵深覆盖差，5G流量倒流4G情况严重。

5G网络建设初期，运营商更多地关注水平面覆盖，因此SSB水平多波束（7或8波束）使用广泛，辐射能量更集中的多个水平窄波束保证了水平覆盖，并与波束赋形的业务信道的覆盖拉齐，但高层建筑中的垂直覆盖仍极度不足。SSB的多层多波束叠加方案虽然可以兼顾水平和垂直覆盖，但其中SSB波束的天线权值库可选项高达上万种，在寻优选择合适的小区天线权值过程中算法效率很低，运营商不希望看到随机性太强、数量多、不可控的多层多波束组合的复杂场景，渴望降低网规和运维的复杂度和成本。

2019年，中兴通讯推出了极简波束设计的

SSB 1+X创新方案，“1”代表一个功率增强的水平宽波束，“X”代表多个灵活选择的垂直波束，在保障稳定优质的水平覆盖的同时，按需灵活拓展垂直覆盖。该方案支持宽/窄波束组合、水平/垂直波束解耦、灵活波束层数适应复杂多样化的覆盖场景。

2018—2019年期间，国内三大运营商的5G网络基本上全部都是水平多波束组网（中国移动水平8波束/电信联通水平7波束），当时水平7/8波束相对传统单波束的网络确实体现出小区边缘覆盖增强、拉网覆盖指标持平或略有提升。5G网络的水平多波束组网性能和优势尚未稳固，这个时候推出兼顾水平与垂直覆盖的SSB 1+X立体协同覆盖方案，业界存在很多顾虑，比如：增强的水平宽波束的覆盖能力能否对齐多个窄波束的水平多波束？1+X的规划和优化难度是否真的降低，1+X是尽早替换水平多波束还是长期并存？

在中兴通讯SSB 1+X方案落地演进的实践历程中，我们很好地回答了上述问题。历经广州SSB 1+X 2.6GHz网络和株洲3.5GHz网络首站试点、广州和常德百站规模全面组网验证、基于真实网络用户KPI的规模商用评估、湖南长沙1+X Advanced方案演进迭代创新几个重要里程碑（见图1），历时1年多，中兴SSB 1+X方案历经从垂直覆盖增强、立体覆盖协同，到5G分流比与用户感知双提升的网络价值演进，通过方案落地协助运营商打造5G口碑品牌，助力三千兆社区，促进网络高质量发



中兴通讯将与运营商携手持续扩大SSB 1+X Advanced演进方案的复制和应用，并进一步探索AAPC智能优化工具与智能编排等提升网络价值与用户感知的创新实践，加快向自智网络迈进和演进。

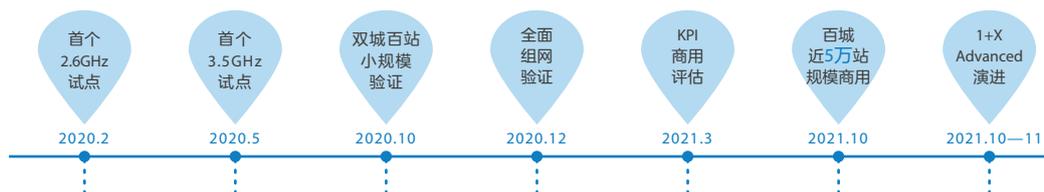


图1 中兴通讯SSB 1+X方案落地实践里程碑

展。SSB 1+X方案经过多地市外场逐级验证，反复修正，日臻成熟，现已进入大规模商用阶段。

在大规模商用过程中，SSB 1+X部署立体垂直覆盖能力的增强，带来了5G用户数/流量/分流比的显著提升。与此同时，1+X小区无论室外还是室内都会最大限度地吸收边缘用户进网，需要平衡5G分流比提升和边缘用户感知保障两个方面的问题。中兴SSB 1+X Advanced方案演进，通过AAPC (Automatic Antenna Pattern Control) 智能优化工具实现SSB波束的自动优化，加速全网向“自智网络”进一步迈进；配合质量切换策略与自适应性能增强创新算法完成立体覆盖“从无到有”向“从有到优”的持续进步，可实现5G分流比与边缘用户感知双提升。

中兴通讯利用5G SSB 1+X立体协同覆盖实现了长沙主城区双高区域的垂直覆盖，并采用SSB 1+X Advanced演进方案保障了边缘用户的感知。5G SSB 1+X Advanced演进方案在长沙从9月中开

始部署至11月初完成，5G连接用户数增长15.67%，5G流量增长33.96%，5G分流比提升3.86%，5G用户感知上行平均速率增长超20%。长沙市五一广场核心商务CBD价值区域垂直X波束小区部署比例高达45%。

截至2022年第一季度末，中国30个省份/直辖市近100个城市已完成由水平多波束向SSB 1+X的平滑演进替代部署，总计应用规模近5万站点，近2万站点部署了X垂直立体波束（比例接近40%）。SSB 1+X方案在面对海外更为复杂的项目情况时，具有NSA/SA网络结构适应性、多场景适应性、多频段多锚点适应性、AAU硬件设备适应性等多个方面的良好部署适应能力。

中兴通讯将与运营商携手持续扩大SSB 1+X Advanced演进方案的复制和应用，并进一步探索AAPC智能优化工具与智能编排等提升网络价值与用户感知的创新实践，加快向自智网络迈进和演进。ZTE中兴

# 中兴通讯5G分流比提升

## 综合解决方案



刘宇  
中兴通讯网络规划总工



吴赞  
中兴通讯系统架构总工



谢安安  
中兴通讯网优技术高级工程师

**随**着5G商用网络的快速发展和5G终端普及率的突飞猛进，如何提升5G用户网络体验、发挥5G网络价值，成为运营商的重点工作之一。2021年7月，工信部等十部委联合颁布《5G应用“扬帆”行动计划（2021—2023年）》，提出到2023年5G网络接入流量占比超过50%。同时，国内部分运营商设定2022年末分流比整体达到45%的挑战要求，部分地市要求达到50%。但截至2022年一季度，仅部分省份5G分流比突破30%，运营商5G分流挑战指标达成压力较大。

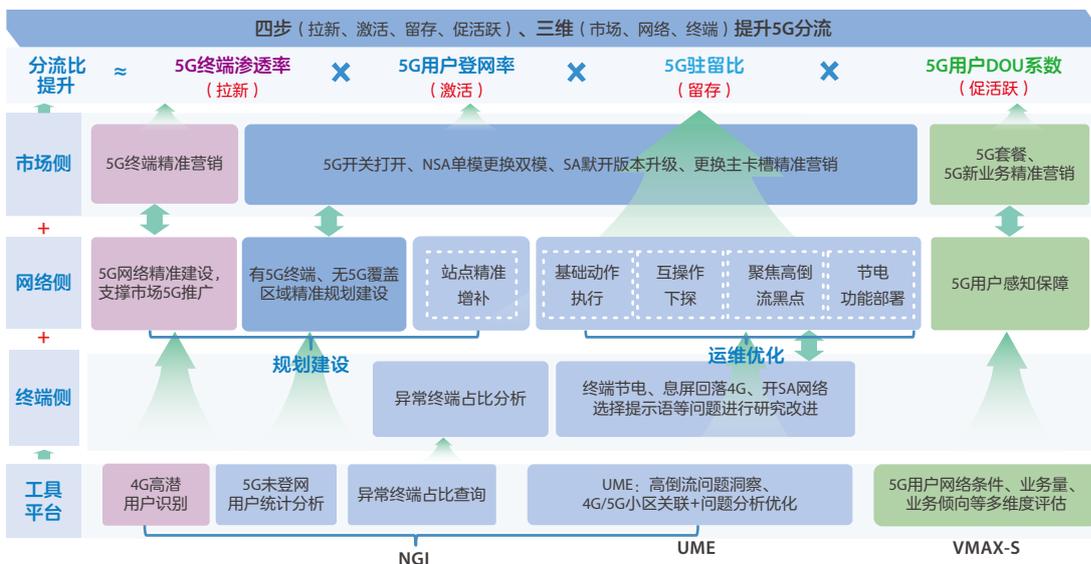
为改善5G网络分流、驻留水平，推进业务向5G迁转，提升5G网络资源利用效率，实现运

营商投资价值变现的迫切需求，中兴通讯推出“四步三维”综合解决方案。

5G分流比四大影响因子为5G终端渗透率、5G终端登网率、5G流量驻留比、登网用户DOU系数，对应地，“四步三维”综合解决方案通过拉新、激活、留存、促活跃四步提升5G用户分流比，其中又涉及市场、网络、终端三个维度的协同运作（见图1）。

### 拉新：夯实用户基础

截至2022年一季度，国内5G手机终端连接数达5.6亿，渗透率近34%。2022年，市场上80%



▲ 图1 “四步三维”综合解决方案提升5G分流比



市场侧根据用户“消费”“业务体验”“终端”“年龄”“区域”信息构建五维用户画像模型，并根据用户五维画像，定制“套餐升级”手机升级”“套餐手机同时升级”三类推送目标，采取合约牵引、终端消费券、分期购、信用购等多种营销策略精准匹配用户需求，推动用户换机，提升终端渗透率。

以上的新发布手机都支持5G，所以新增用户的5G终端渗透率可以得到保证，但对于基数庞大的存量用户市场仍需要积极挖掘拉新，以保持终端渗透率良好的增长趋势。

市场侧根据用户“消费”“业务体验”“终端”“年龄”“区域”信息构建五维用户画像模型，并根据用户五维画像，定制“套餐升级”手机升级”“套餐手机同时升级”三类推送目标，采取合约牵引、终端消费券、分期购、信用购等多种营销策略精准匹配用户需求，推动用户换机，提升终端渗透率。

### 激活：精准市场引导和网络保障，促进用户登网

以中国移动为例，截至2022年3月，大多数省市公司登网率逾60%，而影响登网率的主要因素是用户长期未打开5G开关。根据市场调研数据，用户未打开5G开关的TOP3原因为：不了解5G；常驻区域无5G覆盖；终端耗电过快主动关闭5G。针对主要原因，需要市网协同、双管齐下，保证用户终端的5G开关开启率。

市场侧主要针对未默认开启5G开关的终端，开展短信推送、微信公众号推送、线下营业厅指导，协助用户打开5G开关/SA开关；识别5G

终端4G套餐用户，引导套餐更换（如更多流量更多权益），进一步提升机套匹配率；开展5G专属流量赠送活动，鼓励用户体验5G网络，提升用户的5G粘性，激发用户的长期开启意愿。

网络侧需要精细化分析5G用户的常驻区域，寻找覆盖空洞，保证端网匹配。截至2022年3月底，国内已建成开通5G基站156万，2022年年底将超过200万，国内5G已经成为有史以来部署速度最快的一代蜂窝网络技术。运营商需要持续提升5G网络性能，巩固用户使用5G网络意愿。对于短暂5G触网后长期关闭5G开关的用户，重点分析其常驻区域网络状态，确保网络健康；5G终端上下行收发天线数增加及网络带宽的增加使得5G终端的功耗增加，需要通过引入网络侧更多能耗优化策略降低终端能耗，改善续航焦虑，提升用户粘性。

### 留存：提升网络驻留能力

5G网络驻留能力与网络覆盖、网络性能、网络优化以及终端能力息息相关，通过5G用户金字塔流量模型可以快速分析捕获5G高倒流场景，引导调整，提升网络留存能力。

金字塔流量倒流模型主要根据5G用户占用小区的制式、站型、场景等信息将5G用户流量进

行精准快速的拆分，指导现场制定针对性提升措施，包括夯实覆盖、优化参数、聚焦倒流、研究节电等（见图2）。

● 夯实覆盖

对于市区场景，当前室外基本已经全部覆盖，但是由于网络结构复杂，居民楼、商务楼等场景还存在明显的深度覆盖不足，后续需要加强深度覆盖场景的站点建设及优化；对于乡镇场景，因网络建设发展周期，乡镇农村尚存在广覆盖不足的问题，需要根据用户分布情况持续改善网络覆盖。

● 优化参数

参数优化包括持续研究干扰抑制、频间协同、解调增强等专项课题，进行性能参数验证，提升5G网络性能；互操作参数优化，结合网络场景进行分场景互操作参数优化，激发5G潜能；部署智能编排，其中基于质量切换的创新功能兼顾门限下探和用户体验。

● 聚焦倒流

对4G/5G网络进行站点级流量分析，将站点

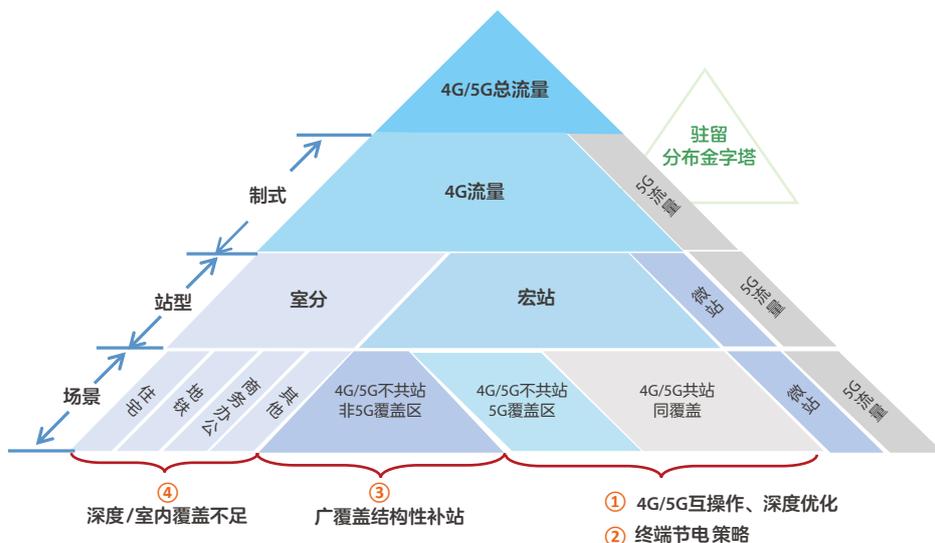
归类标识为无共址宏站、无共址室分、共站5G站点故障、共站5G站点干扰、共站5G站点仅FNR、4G/5G协同优化六种类型，聚焦站点级驻留比指标，可以高效实现站点问题精细分析和归类，并且便于问题跟踪。针对5G用户倒流，结合CDT/MR数据进行栅格化呈现，一方面能够根据用户上传UE能力进行NSA only用户/双模用户倒流流量进行拆分，另一方面也能够针对MR采样点进行室内/室外倒流拆分，从而根据现场情况进行更为精准的高倒流分析。

● 研究节电机制

对RAN侧的节电应用引入AI智能算法，根据网络历史负荷信息建模，利用时间序列预测算法完成话务负荷预测，基于每个小区的负荷情况选择最优的节能时间窗和节能方式，实现基站节能与用户感知兼顾。

研究终端节电机制，输出应对策略，供运营商选用。5G终端的节电策略更倾向于驻留在4G模式下，主流节电策略包括小包驻留4G、息屏驻留4G、低电量模式下驻留4G等，这些状态下5G

图2 金字塔流量倒流模型



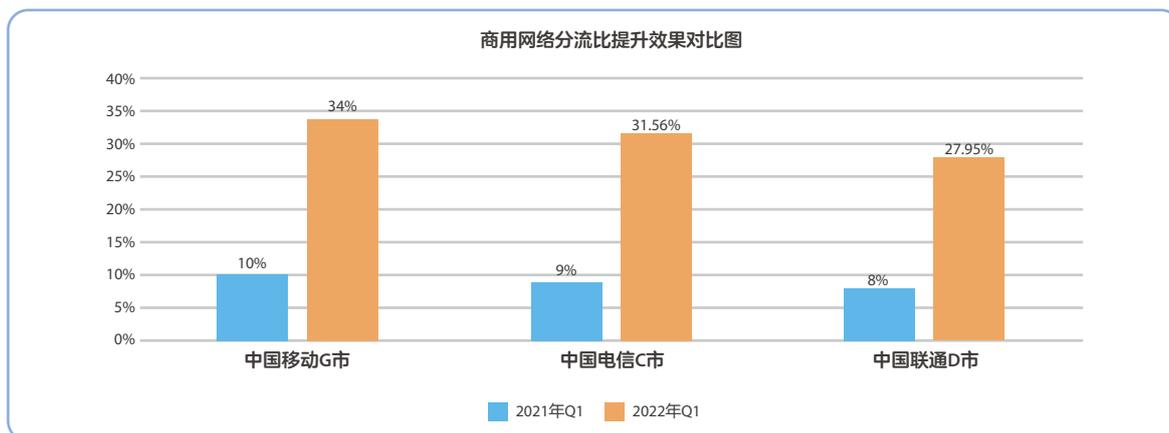


图3 商用网络5G分流比提升效果对比

终端会自主驻留在4G网络中，因此在5G覆盖区域也会产生倒流流量，影响5G分流比提升。可以针细化研究终端节电机制，网络侧进行协同优化，促进终端尽可能驻留5G网络。例如，分析iPhone13终端节电策略，当终端在低流量业务时驻留大BWP超过15s，终端会自主驻留4G网络，可通过多BWP功能部署，当UE业务量小时迁移到小带宽BWP，保证终端驻留5G网络。

## 促用：精准营销，发掘用户需求

市场侧从套餐营销、流量营销、5G新业务布局三方面进行营销提升，促进5G产业发展。其中套餐营销需要识别5G终端4G套餐用户，引导套餐更换，针对套餐流量不够的用户引导升级套餐；流量营销需要对低DOU用户进行关怀，进行流量赠送等方式促进用户使用；对5G新业务布局需要对5G新业务进行套餐及流量包规划，进行产业催熟。

## 实战成果

基于“四步三维”5G分流比提升综合方案，中兴通讯提供大数据分析工具（NGI/VMAX/NQI等），通过对市场与网络做系统化的全面扫描，发现当前网络在“规建维优营”等方面的问题，定界定位提供解决建议，同时亦可支持基于网络

发展预测的前瞻性网络规划，提供解决方案效果预评估，确保定制化解决方案的有效性。在5G分流比综合提升解决方案及配套工具支撑下，有效助力各地市端网业高效协同，快速定位网络问题，从方案评估到实施落地，较初期分析办法执行效率提升超过70%。

中兴通讯分流比提升综合方案已经在多家运营商的50多个网络落地。中国移动G市网络分流比四因子指标全面提升，分流比由2021年3月的10%提升至2022年一季度末的34%，月均增幅达两个百分点，分流处于业内领先；中国电信C市网络，中兴通讯综合解决方案协同运营商“两单，两图”专项工作，全面促进“机找网、网找机”的市网协同，5G分流比指标由2021年的9%提升至2022年一季度末的31.56%；中国联通D市网络，中兴通讯协同运营商客户进行高目标牵引，优化提升5G用户体验感知，打造“占得上”“驻留稳”“体验优”的5G精品服务网络专项优化，5G分流比指标由2021年的8%提升至2022年一季度末的27.95%（见图3）。

中兴通讯“四步三维”5G分流比综合提升解决方案及配套工具，为运营商市场侧与网络侧提供了一套全流程的解决手段，从端、网、业三个方向发力，向分流比挑战目标发起冲击，加速与经济社会各领域的深度融合，实现运营商效益最大化。ZTE中兴

# 性能和成本驱动的室分创新三部曲



李颖  
中兴通讯无线产品规划总工



吕佩  
中兴通讯RAN产品市场方案经理

**据**统计，在5G时代约80%的应用发生在室内场景。未来伴随着AR/VR、高清视频、智慧家庭、远程医疗、工业制造自动化等新业务的发展，预计室内业务流量将会面临更大幅度的增长。室内场景作为5G业务的主战场，是运营商管道增值的极佳切入点。另一方面，5G高倒流场景约40%~50%来自室内场景，住宅、酒店、写字楼更是5G倒流的高发地，室内5G网络覆盖将面临更大压力。在人均APRU值不断降低，但人均DOU（平均每月每户数据流量）日趋增长的趋势下，5G室内覆盖不仅要满足未来室内业务发展的需求，还要降低TCO，帮助运营商进一步降低建网成本。

中兴通讯推出室分自由创新方案，针对高中低价值目标场景，通过不同的创新技术和方案，

满足不同价值场景的多样化室分部署需求，实现成本和性能最佳平衡，助力运营商实现室分部署自由。

## eDAS盘活现有资产，让DAS系统焕发新生

DAS无源室分方案诞生于2G时代，主要是为了解决室内信号覆盖和上网问题。据统计，目前国内运营商4G DAS存量室分超100万站，其中85%以上为单路系统。单路DAS仅能支持单流，容量性能受限，存量DAS系统难以满足5G业务的容量和业务速率需求，然而对于用户分布密度低、业务流量低的低价值场景，可以利用旧DAS系统快速引入5G室内覆盖，最大程度帮助运营商降低成本。



创新的增强型DAS (eDAS) 方案, 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。此外, eDAS采用5G创新算法, 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技术的应用无须新增硬件, 为运营商最大限度地降低了室内覆盖的成本。

eDAS部署方式可以分为以下3类(见图1):

- 跨楼层-单流实现双流: 针对单路DAS, eDAS实现在上下楼层重叠覆盖区域组成支持2x2 MIMO的网络; 这种也是最常见的场景;
- 同楼层-双流实现四流: 如果DAS有多个运营商分别部署双路, 并且可被用于共享, eDAS方案可以实现在同楼层重叠覆盖区域组成支持4x4 MIMO的网络;
- 跨楼层-双流实现四流: 现有DAS已经部署双路, 并且具备支持2x2 MIMO的能力, eDAS方案可以实现在上下楼层重叠覆盖区域组成支持4x4 MIMO。

eDAS方案已在全国广泛商用, 根据实测, 可使室分下行速率提升35%以上, 上行速率提升25%; 而改造成本仅为无源移频的1/20, 相比较新建室分成本降低80%。

## DAS/eDAS+QCell融合组网, 实现室分性能和成本的最优平衡

中价值室内场景, 主要包括县级市以下交通枢纽、中小型商超/聚类市场、三甲以下医院、二类商务写字楼、4A以上景区/度假村、省级&地级工业/产业园区、地市级以下党政机关等, 新建数字化室分成本高, 而传统DAS方案性能差, 且DAS系统和有源数字室分必须分BBU部署, 无法有效融合, 组网和维护工作复杂度提升, CAPEX和OPEX都无法降低。针对中价值室内场景, 中兴通讯首创DAS/eDAS+QCell融合组网创新方案, 突破传统部署方式的限制, 可基于业务需求和投资等自由选择设备形态和组网方式, 具备快速部署、精准覆盖、组网灵活、投资收益最大化等特点。

对于新建场景, 可针对不同楼层、不同区域的业务特点, 按照流量需求和用户业务需求, 在VIP区域(如写字楼的VIP会议室/高层办公室、商场餐饮区等)部署QCell, 在普通区域使用DAS(如写字楼的楼梯间/杂物间/走廊、商场的一般楼层等)进行覆盖, 互为补充, 降低整体室分建设的TCO; 对于存在存量DAS室分的场景, 可以利用5G信源的升级或者引入快速实现5G信号的

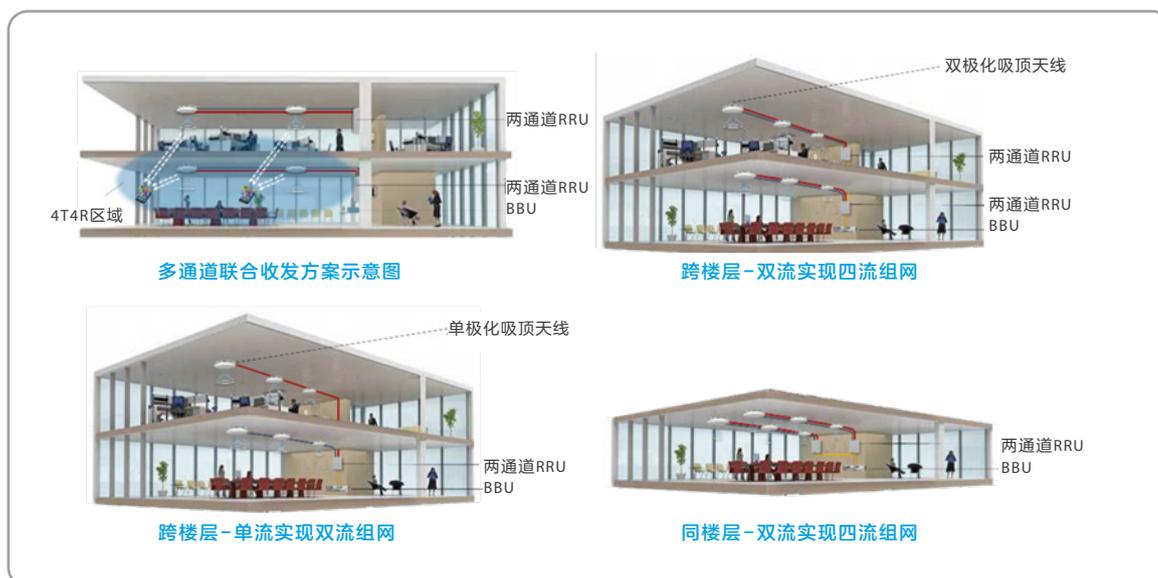
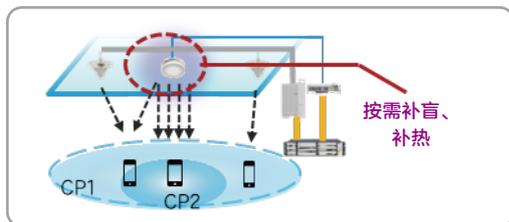


图1 eDAS原理及三种改造方案



▲ 图2 DAS/eDAS+QCell融合组网架构示意图

覆盖，在局部VIP区域叠加QCell，并且配合系列创新技术，使得DAS和QCell实现有效的融合和性能的提升，且扩容成本平均降低50%，在室内性能和成本之间达到一个最优的平衡（见图2）。

DAS/eDAS+QCell融合组网，不仅仅是组网架构的融合，对技术也带来了很大的挑战。比如，对于中国移动的2.6G DAS叠加2.6G QCell的场景，通过DAS+QCell的小区合并降低同频的干扰，再结合CP级的参考信号功率配置、CP间的自适应联合发送、快速闭环功控等创新功能，可以在QCell信号强的区域实现4流，最大程度提升小区系统容量。

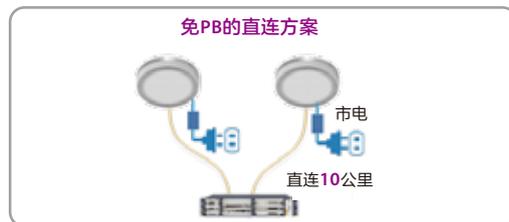
对于DAS和QCell异频组网的场景，比如电信联通使用2.1G DAS打底，局部重点区域部署3.5G QCell的场景，通过宏微CA的技术，使得5G用户可以在交叠或者重合区域，同时在2.1G和3.5G NR小区上传输和接收数据，用户下行速率叠加了FNR 2.1G和TNR 3.5G峰值速率；上行速率提升到2.1G DAS速率的2倍以上。

经过浙江移动、北京移动的试点验证，DAS/eDAS+QCell融合组网后，小区上下行流量最高可提升30%~200%，在降低TCO的同时达到性能最优。

### BBU+QCell二级极简架构，更简、更远、更快

用户分布密集且流量需求高的高价值室内场景，是运营商的必争之地，往往采用有源数字室分，保障5G覆盖的性能和容量。

中兴通讯有源数字室分QCell方案是由BBU、



▲ 图3 BBU+QCell二级极简架构

PB、pRRU组成的三级架构，这种架构适合面积较大的高价值室内场景，如大型交通枢纽、大型商场等；如果是小面积场景，如营业厅、小型展厅等，传统PB+QCell建设方案成本较高，给客户带来成本压力。

中兴通讯创新推出了针对QCell的免PB的二级极简架构（见图3），适合小面积的高价值场景，或大面积普通楼宇但VIP用户空间分布离散的场景（根据统计这两种场景约占整体室分场景的20%~30%），可以省去PB本身的CAPEX以及弱电井租赁费和电费等OPEX，将QCell整体TCO降低6%~10%。此方案也可与DAS/eDAS+QCell融合组网方案有机融合，进一步降低整体室分建设的TCO。

此外，中兴通讯和电源厂商合作推出远端供电模块，解决了pRRU远端供电的问题，拉远距离最大可达10km，完全摆脱了传统拉远距离最大200m的限制。

此方案也能帮助运营商解决ToB领域矿井、轨交等场景的部署难题，帮助企业实现产业的数字化转型。比如地下深处的细长矿道，安装空间和条件极其有限，拉远距离也远远超出200m，传统QCell无法部署，而借助BBU+QCell二级极简架构，配合本安基站和防爆认证的pRRU，帮助运营商轻松实现ToB行业5G网络和应用的快速部署。

从让存量无源室分系统焕发新生，到无源与有源室分的结合，再到有源数字室分的极简变革，中兴通讯以不断提升室分的性能和降低成本为驱动力，不断创新，为运营商带来投资收益最佳的解决方案，助力运营商加速5G室分的建设，为我国数字经济发展奠定坚实基础。ZTE中兴

# 700M干扰解决方案

700M频段(N28)被称为黄金频段, 频段范围为上行703~748MHz/下行758~803MHz, 因其频率低, 具有覆盖距离远、绕射能力强、穿透能力强等优势, 有利于低成本建网。中国移动和中国广电采用共建共享的方式部署700M NR。

工信部规划用于无线通信系统的703~743MHz/758~798MHz频谱之前主要用于广电的数字电视地面广播(DTMB)频道。DTMB每个频道占8M带宽, 其中DS37-42, DS44-48共11个频道和700M商用频谱存在冲突, 如图1所示, 工信部已经明确要求DS37-48这12个DTMB频道做移频处理。

由于各地广播频道移频节奏存在差异, 700M商用初期无法避免广播电视干扰和5G信号

共存的场景。针对干扰特征, 制定专业、完整的解决方案是运营商和中兴通讯的共同目标。

## 700M干扰特征

广播采用高塔大功率的发射方式, 塔高可达100m以上, 发射功率超过1000W, 覆盖区域较大, 覆盖区域内的基站受到的干扰强度不同, 扫频数据表明最强信号超过-60dBm, 而边缘区域干扰较小基本可以忽略。

广播频道都是8MHz带宽, 按照DS位置划分, 各地实际使用情况不同。对于移频无法满足700M商用节奏或非法台站无法移频的地区, 大塔广播干扰将显著降低700M网络速率, 甚至导致终端无法识别网络、接入失败等严重问题。



郭婧娜  
中兴通讯RAN产品规划  
总监



张纲  
中兴通讯RAN产品规划  
总监

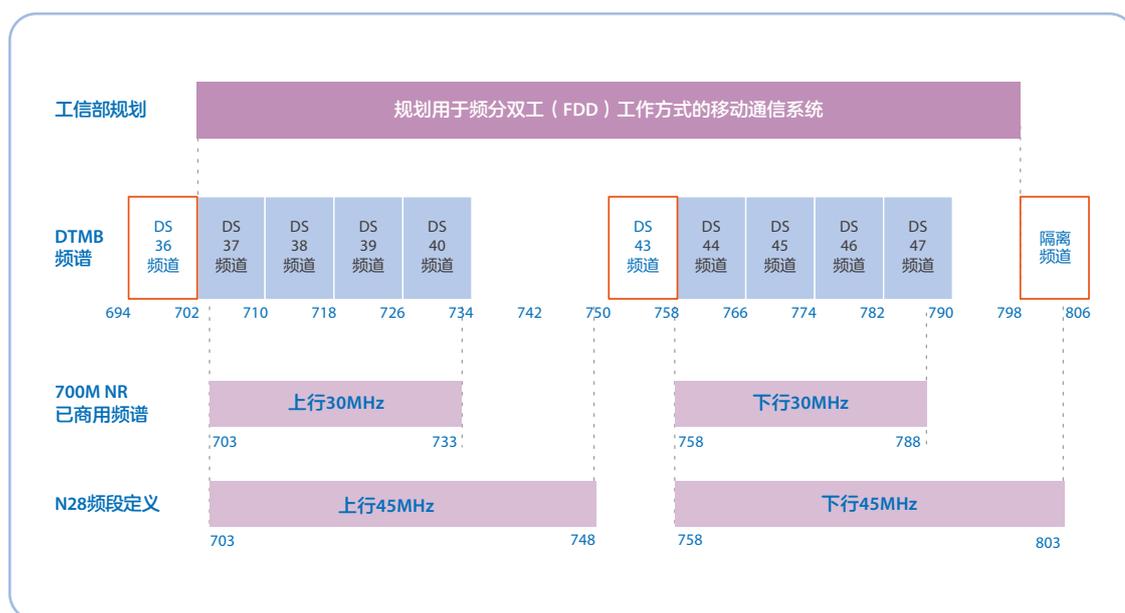


图1 700M频谱定义和使用情况

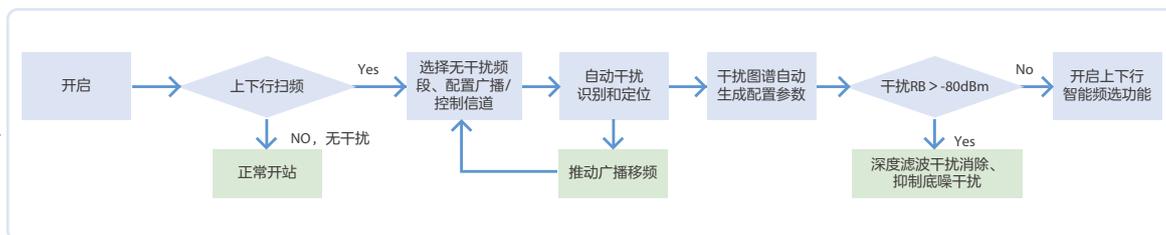


图2 700M干扰解决流程示意图

## 700M干扰解决方案

基于上述干扰特征，我们对700M干扰实施全方位的“围追堵截”，采取移频优先、参数规避、业务频选、高干扰滤波的应对逻辑（见图2），为5G网络性能保驾护航。

首要工作是推动700M移频，这样才能彻底发挥频谱潜力。

在广播干扰背景下，我们提供完整的700M干扰解决方案。首先是干扰识别和干扰源定位，把宝贵的人力和时间从大范围扫频的工作解放出来，得到更加精确、范围更广的干扰信息，干扰源定位结果也可以给清频工作提供准确参考。其次，在识别干扰后，采取更加精确的干扰应对措施，以获得干扰场景下最佳的网络性能。

### 推动频移

移频的三个基本原则为：先上行再下行，先带内再带外，先大功率再小功率。

先上行再下行：先对上行DS37~DS40清频，解决小区覆盖瓶颈，同时积极推进下行DS44~DS47移频工作。

先带内再带外：除30M小区带内的8个广播频道外，相邻的其他广播频道也会对700M网络产生干扰，也需要考虑移频。

先大功率再小功率：广播信号塔发射功率超过1kW占比约35%，低于100W的占比约50%。发射功率越大对700M网络的干扰也越大，需要优先移频。

### 干扰识别

以700M 30M系统带宽为例，上行频谱对应广播频道DS37~40，下行频谱对应广播频道DS44~47，

干扰识别也包括上行信道干扰识别和下行信道干扰识别。

5G系统中上下行的干扰测量机制不同，上行干扰检测在基站实现，首先基站会实时进行全带宽的干扰（NI）测量，再映射到DS37~40的频域位置上，即可判断是否存在广播干扰。

下行干扰主要依赖终端的CQI测量，首先基站会给终端下发子带CQI配置，并集齐终端的子带测量结果，再将测量结果映射到DS44~47的频域位置上，即可获得下行广播干扰的频段信息。

### 干扰源定位

一般来说，合法广播电视站点都有准确的规划信息，包括频道和电视塔位置，定位干扰源的物理位置可以在广播清频过程中跟踪清频进度，确认清频结果，还可以及时识别非法广播站。

干扰识别完成后，网管可以收集到所有小区的干扰识别结果信息(主要是广播频段)，结合小区工参数数据进行干扰图谱绘制。根据地图上干扰强度的聚类 and 梯度信息对干扰源进行定位。目前上行干扰源定位的精度可以达到2.8km。

### 干扰规避和解决

整体的干扰解决方案主要包含深度滤波、自适应干扰规避、智能频选等功能。各种功能应对的问题和场景如下：

- 针对上行强干扰，启用深度滤波功能

大功率的电视塔会对周边几十公里范围的基站产生强干扰，尤其是在上行的广播电视信号会对基站上行产生非常强的干扰。广播电视信号是2kHz子载波、500μs符号长度的tds-OFDM信号，和700M NR信号15kHz子载波、71.4μs符号长度格式完全不一致，所以在接收处理流程中会出现非

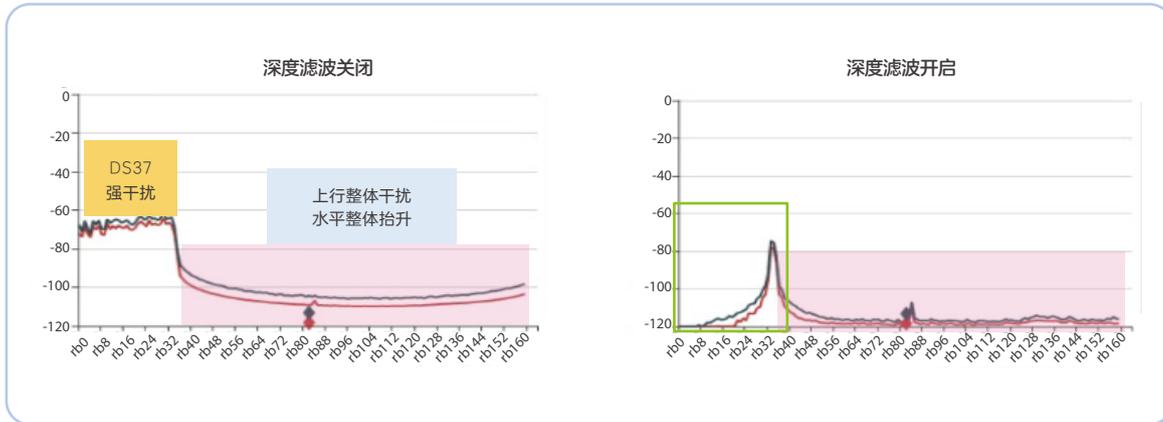


图3 深度滤波开启前后上行底噪变化

正交信号的频谱混叠。基站天面架高和广播塔之间没有遮挡，基站上行受到的影响尤其明显，可能导致全带宽的底噪抬升。而下行频段由于终端位置较低，建筑物遮挡相对影响较小。

网络实测结果为：干扰信号强度为-80dBm时，上行全带宽底噪整体提升到-105dBm，RRC连接接通率<98%，无线掉线率>2%，该指标无法满足700M商用部署要求。所以针对上行强干扰场景，需要开启深度滤波功能。图3为深度滤波功能开启前后的底噪变化情况，从右图中可以看出功能开启后，广播干扰频段（DS37）外的系统底噪明显降低。

针对已规模商用的700M 30M带宽和后续可能演进的40M带宽，我们已支持多种DS频段组合下的深度滤波功能，可以满足网络中各种广播干扰场景下的强干扰消除。

#### ● 自适应干扰规避，取得移频收益

虽然全国各地广播干扰位置不同，但得益于5G标准定义的灵活性，可以通过具体信道频域配置差分实现全网带宽统一和各地性能择优。

全网统一按照30M带宽配置小区，优先保障广播、同步和接入相关的公共信道全部配置在无干扰或低干扰频域位置上。

以簇为单位制定干扰规避配置，减轻网规网优复杂度和频繁的SSB变频切换的系统损失。干扰识别后，每个小区都能形成广播干扰位图，网管在收集区域内所有小区的干扰信息后，结合邻

区关系、地理位置分布、干扰位图等信息对小区进行分簇。最后按照簇对小区的上下行控制信道频域位置进行配置，实现干扰规避策略的精细化。针对业务信道，自动判断上行干扰强度，用于输出深度滤波开启小区指示和广播干扰位图，保证了配置的精准。在广播电视频道移频过程中，上述策略可以检测到广播干扰变化并自动化调整干扰配置，及时获得移频收益。

#### ● 智能频选，提升用户体验

广播电视信号干扰随着700M基站距离广播电视塔距离变远而降低，在强干扰区域，如某DS37的广播电视塔附近的700M基站，需要启用针对DS37的深度滤波功能避免对全带宽的影响，但对于较远的基站，仅DS37的7M频谱受到干扰，此时基站可以基于终端的业务诉求和小区的PRB使用情况，开启智能频选调度。将广播干扰高的频域资源调度给近点用户，广播干扰小的频域资源位置调度给远点用户。在保证频谱利用率的基础上，最大化调度用户数，提升网络容量和频谱利用率。

在和干扰共存的时间里，我们为客户提供完整的700M干扰解决方案，最大化客户的投资收益，并保障后续的网络演进。在700M的所有干扰应对手段中，最重要的还是快速有序推动移频，腾退广播电视频道，打造一个干净、高效的700M频谱，尽快释放5G低频红利。 ZTE中兴

# 基于楼宇画像的5G室内覆盖精准规划



朱永军  
中兴通讯网规技术总工



王智  
中兴通讯网规工具总工



张旭东  
中兴通讯大数据规划总工

**在** 无线网络规划中，室内是包含了窗口、过道、电梯、地下车库等多种场景的三维无线传播环境，远比平坦开阔的室外环境复杂。即使某幢楼外的道路上有良好的信号覆盖，在进入楼宇后，也可能因为墙壁阻挡增加额外的穿透损耗，从而导致弱覆盖而掉话。而网络的大部分话务量来自于室内，所以我们必须重点关注室内用户的感知。因此，5G精细化建网的一个关键课题是：如何准确全面地评估楼宇的用户感知、价值分档，并基于楼宇属性、现网设备信息等，提供最优投资回报率（ROI）的解决方案。

中兴通讯基于大数据平台和仿真软件，提出从多维度的楼宇画像到“一楼一策”的精准覆盖规划的综合解决方案，提供场景化的策略模板或自定义专家规则，并一键输出报告。

## 多维度楼宇画像

楼宇画像包括下面四个基本维度。

- 楼宇属性：反映楼宇本身的物理、场景用途等固有特征，包括从3D电子地图提取的楼高、占地面积、几何因子等信息，以及由POI获取的楼宇场景用途（居民区、高校、医院等类别）等属性；楼宇属性作为关键特征，应用在方案的所有流程中。

- 价值评估：反映此楼宇的5G网络投资价值，包括从4G/5G网络提取的用户数、流量、5G终端数、4G小区ARPU值等数据，以及竞对运营商的覆盖对比、是否存在VIP用户等外部信息；价值评估除了用于楼宇排序和筛选外，还用于计算当前楼宇到5G网络的分流潜力，以及可以获得的收入回报。
- 覆盖评估：评估此楼宇中用户的网络接入服务质量。在有MR数据的楼宇，首选MR数据分析，没有MR的楼宇或区域，采用仿真预测。如果有用户投诉数据，也可以引入作为关键指标。评估结果包含4G/5G网络的综合覆盖和分制式、分频段的覆盖能力。
- 现网信息：覆盖当前楼宇的4G/5G小区，以及相应的室分、Qcell、微站或宏站、竞对站址等设备信息。

基于以上数据，方案支持多维组合的方式增加衍生维度，如楼宇属性和价值评估组合筛选出价值楼宇、竞对运营商的覆盖对比和竞对站址（此楼中是否有竞对运营商的5G室分或Qcell）组合筛选出竞对优先楼宇、4G/5G流量组合筛选出5G分流高潜力楼宇等，并支持分档权重打分，以满足不同价值筛选场景的需求。最终，结合用户分布及业务需求，批量筛选出值得增加5G投资的楼宇。楼宇画像的3D覆盖评估图如图1所示。

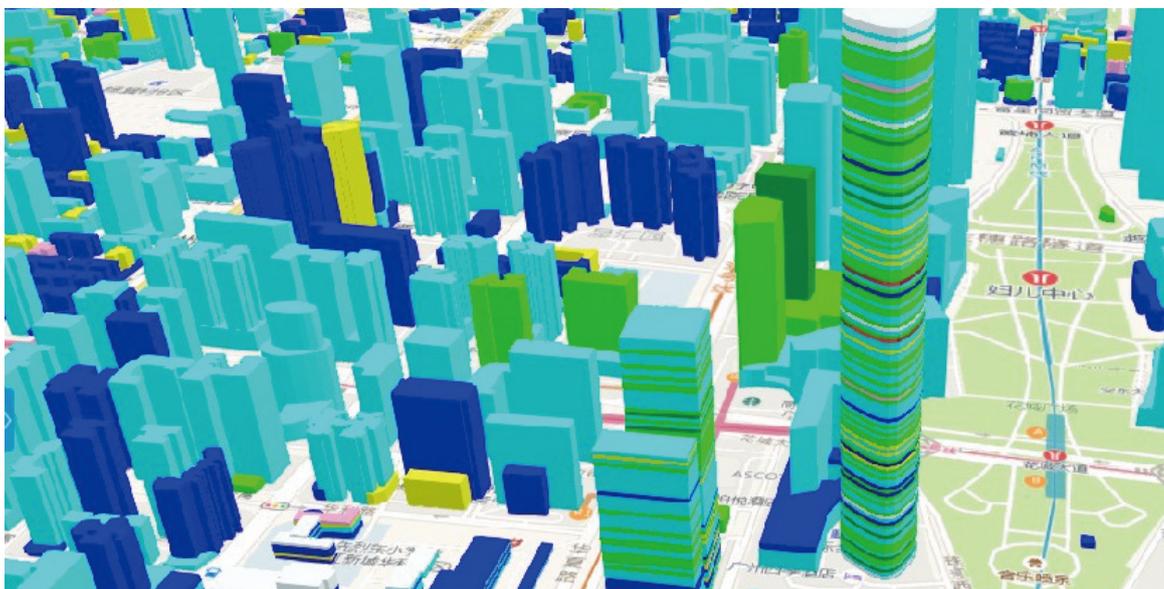


图1 楼宇画像的3D覆盖评估

## “一楼一策”精准室内覆盖规划

对于筛选出的楼宇，可以选择5G低频段、1+X权值、室分利旧或新建、微站和宏站等解决方案，达到“一楼一策”的粒度。

如某个城市的规划中，预先按成本对解决方案进行优先级排序，即700M覆盖、1+X权值方案、4G室分和Qcell利旧升级、新建Qcell、宏微站点规划的先后顺序。如果这个城市已经规划了700M站点，但因为MR数据不足，无法准确评估楼宇的室内覆盖，则先通过仿真预测，评估哪些楼宇的覆盖问题可以由700M解决；接着，对于低层有5G覆盖，但是高层无覆盖的楼宇，基于建筑物形态，搜索可以实现良好覆盖的权值波束；存在4G室分和Qcell的楼宇，优先利旧升级5G；多维度判断剩余楼宇中，哪些适合新建室分或Qcell；然后是宏微站点的规划评估。最终，针对所有目标楼宇都会输出一个解决方案和预测评估。同时，具体场景具体分析，例如对于有4G室分的高价值高流量楼宇，我们需要考虑升级5G甚至新建5G室分，以满足业务需求和用户体验。当然，如果有详细的ARPU数值，可以对所有方案进行量化的ROI测算，那么就直接基于ROI值进行

方案优先级排序。

## 应用实践

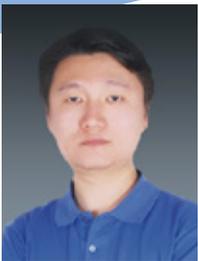
中兴通讯Smart hippo/VMAX-R无线网络精准规划平台，提供5G网络价值评估、覆盖解决方案、权值规划等功能。对于室内覆盖规划，已经支持多维度的楼宇画像，自定义规则的楼宇筛选，以及1+X权值、室分、微站和宏站多种解决方案。用户只需要导入现网工参、PM和MR数据（可选），即可一键下载报告。

在智能化演进上，平台持续提升感知、分析、决策、执行各流程的能力。目前平台已支持按专家规则设定的场景策略模板，供用户选择，快速输出方案。同时，从现网数据训练得到的规则和AI模型，将融合专家规则，使智能化等级从L3提升到L4。

对于5G网络的评估和规划工作，我们不仅关注站点、小区、设备等网络信息，更关注用户感知和网络投资价值。未来，我们将继续深入到每幢楼宇的用户感知粒度，为运营商提供更全面更深入的5G网络规划建设服务。ZTE中兴

# 成都电信：

## 精准规建，宏微协同，打造5G口碑场景



**吴威**  
中兴通讯网规技术研究  
总工



**王云中**  
中兴通讯网规技术研究  
总工

**成**都电信5G网络经过多期建设，已实现市区、县城室外连续覆盖。为了提升5G网络深度覆盖水平，让用户的5G业务占得上、用得畅、体验好，成都电信携手中兴通讯成立一体化项目组，探索口碑场景的5G网络建设。

项目团队以高校、高密度住宅区、高流量商业区、高铁、地铁、大型场馆、交通枢纽、医院八大场景为试点（见图1），在考虑场景特点和宏站特性基础上，发挥微站“低成本、快部署、易推广”的优势，通过精准规建、宏微协同、立体组网等创新方案，完成八大重点口碑场景方案的落地，实现了5G网络覆盖、容量和分流比的稳步提升，并进行全省推广。

成都电信和中兴通讯一体化项目组提出精准规划五步法，通过需求分析、网络评估、站点勘查、方案制定、方案落地五大步骤进行场景化精准规划（见图2）。

- 需求分析：对建网目标、组网策略、部署场景、站址资源进行需求分析；
- 网络评估：有效利用4G/5G多维数据对网络结构、覆盖、容量进行分析，根据MR上报数、终端接入次数、流量数据、倒流数据和VIP区域五个维度进行网络价值评估；
- 站点勘察：结合业务需求、产品特点、网络结构、可落地性等维度进行精准勘查选址；
- 方案定制：在场景方案设计阶段，为提升落地效率，降低部署成本，进行精准仿真、AI容量预测和定制化的权值规划；

- 方案落地：最终在方案闭环阶段，通过实测数据不断迭代和校正关键规划参数，修正方案的准确性，模型化推广。

在“精准规划五步法”的指导下，成都电信和中兴通讯专家团队针对每种场景进行精准规划，根据场景特点量身定制八大场景方案。

### 宏微协同组网，提升高校用户感知

高校场景属于流量高地，对发展用户和运营商品品牌建设有着重要意义。针对高校宿舍楼、食堂等覆盖容量双提升需求，项目团队使用高精度立体仿真结合实测校正，准确预测规划指标，定标宏微覆盖能力，形成指导原则。

在A大学项目中，仿真覆盖率99.23%，部署完成后测试覆盖率99.48%，仿真与实测高度吻合。同时，为分析现网用户感知，项目团队收集历史数据进行机器学习，完成AI容量预测，进行预扩容研究和容量规划，提升用户感知。2021年校园秋开保障专项中完成宏微组网规模部署，校园路测覆盖率提升1.8%，流量提升133.09%，5G分流比提升8.5%。通过高校专项，2021年四川省获得电信集团校园营销发展一等奖。

### 微站横打和宏站点射创新试点，提升高密度住宅小区深度覆盖

住宅小区5G弱覆盖投诉、MR弱覆盖比例、倒流流量等问题在各场景中最为突出。针对住宅



◀图1 5G口碑场景



◀图2 5G场景精准规划流程

小区宏站落地难的问题，专家团队创新使用微站横打、中高频宏站点射方式覆盖高层，效果良好。

iMacro横向安装能覆盖住宅B的单边楼宇，垂直覆盖30~40层楼高，水平覆盖35~40m。RRU配合大张角射灯天线覆盖高层住宅C，3.5G频段覆盖单边楼宇，2.1G频段覆盖单边楼宇和楼道。利用2.1G点射作为住宅小区基础覆盖，高价值楼宇使用3.5G点射提升容量。

### 宏站SSB 1+X方案快速提升商业楼宇覆盖

成都商业楼宇数量众多、结构复杂，在室分投资有限的情况下，通过宏站SSB 1+X方案快速增强楼宇室内浅层覆盖。商业楼D共22层，楼高85.8m，用SSB 1+3权值进行覆盖，室内楼道走测覆盖场强提升7.33dB，室内定点测试覆盖场强提升6dB~8dB，下行流量提升54%，5G分流比提升6%。

截至2021年12月，成都5G中兴通讯承建区域有50%的室外小区规划开通了SSB 1+X方案，功能开通后整网5G用户数增加9.46%，流量增加9.98%，分流比提升1.66%。

### 4G/5G协同覆盖，建成高铁和地铁线路共享网

高铁车速快、车体损耗大，高铁线路在规划时要考虑合理的站轨距，通过小区合并解决高速带来的频繁切换。铁路E是川南城市群快速客运通道，使用2.1G 20M NR+20M LTE方案可低成本、快速实现4G/5G双层网络覆盖。按照上行边缘速率2Mbps、下行边缘速率50Mbps、覆盖场强-110dBm的标准规划81个2.1G NR站点，平均站间距732m，满足高铁的覆盖目标要求。

地铁场景包含站厅、站台、办公/设备区和隧道，环境复杂，施工成本高，人流密集，流量需求大。现网DAS和POI方案无法支撑3.5G的建设，规划方案既要解决5G分流需求，同时兼顾释放被压抑的4G流量，提高无线频谱的利用率，所以亟需打造电联共建共享一张网。改造采用1.8G LTE 40M+2.1 NR 40M电联载波共享方案，节省了BBU机房空间，4G的资源利用率和流量得到了提升，同步部署2.1NR 40M，实现NR一次性演进，用户感知提升，为地铁公司和运营商树立了5G领先的品牌形象。

### QCell外接天线精准覆盖降干扰，满足交通枢纽和大型场馆大容量需求

交通枢纽候车（候机）大厅、体育场馆看台的开阔场景，容量需求极高，可通过QCell外接定向天线减小干扰，提升容量。成都高铁站F的候

车厅采用4G/5G双模QCell设备对CL双模设备进行替换，部署5G网络的同时完成4G网络扩容，走测覆盖场强均值-81.33dBm，下行速率均值650.46Mbps。大型场馆G建筑面积5.5万平米<sup>2</sup>，可容纳1.8万人，看台采用QCell+赋形天线方案，精准控制小区间干扰，部署后覆盖场强均值-76.8dBm，下行速率均值625Mbps。

### 5G智能室分方案助力智慧医疗

在医院5G覆盖场景中，教学楼、门诊楼和住院楼是方案重点，这些场景全年流量大、业务种类多、入场难度高、后期维护难。尤其是住院楼，隔断多，环境复杂，新业务应用多样化，如沉浸式体验探视系统、智能机器人查房、专家远程会诊等，需要考虑4G/5G覆盖容量双网双优。

采用4G/5G双模QCell设备对CL双模设备进行替换，保证4G网络质量不变，5G网络主力承载智慧医疗业务，一个pRRU单侧覆盖3个病房，小区数目可结合用户分布和业务特色灵活规划。部署后住院楼5G覆盖场强均值为-71.63dBm，下行速率均值为890.7Mbps，助力成都医院G率先实现智慧医疗，成为“健康中国”战略实施的典范之一。

截至2021年12月，八大场景在成都电信落地后效果显著，中兴通讯承建区域5G分流比提升到30.55%。2022年4月，中兴通讯联合成都电信发布5G场景化方案期刊《一张网、高节能、耕场景、促分流》，推动口碑场景方案在全省推广。

后续双方将继续携手共进，加强在大运会专题方案、5G楼宇画像、2.1G 4G/5G重耕、5G分流比预测提升等专项合作，提升口碑场景的组网性能和用户感知。[ZTE中兴](#)

# 意图驱动：

## 从自动化网络到自治网络的关键技术

**数**字化和智能化已成为千行百业削减运维成本的关键技术。作为数字化和智能化的“赋能者”，移动通信网络已基本完成从人工运维到自动运维的演进。目前，自动运维普遍依赖基于规则的自动化策略，即网络内置一系列由专家定义的规则，结合人工配置参数告诉系统在什么场景下执行什么动作。这种自动化存在以下问题：规则设计无法覆盖所有场景；人工配置参数无法动态适配环境变化；人工配置易出错；不同规则间相互冲突需要专家来识别和消除。为了解决上述问题，实现从自动化网络到高度自治网络的演进，意图驱动网络应运而生。

### 自治网络标准化现状和意图定义

3GPP定义自治网络为：在极少甚至无人工干预情况下，电信系统（包含管理系统和网络）实现自我治理。此外，3GPP提供了自治网络分级方法用来帮助网络运营商评估其网络自治水平，见表1。

其中，意图处理模块获取意图，并将其转换成系统需要达成的目标或交付的服务，以及相关的约束和条件，之后传递给系统。感知模块通过对系统的监控完成意图相关数据/信息采集和预处理（比如数据清洗、统计等）并传递给分析模块。分析模块完成意图相关数据分析（如趋势预



詹勇  
中兴通讯RAN产品规划总工

自治网络等级		自治网络关键功能模块				
		执行	感知	分析	决策	意图处理
L0	人工运维网络	人工	人工	人工	人工	人工
L1	人工协作运维网络	人工&系统	人工&系统	人工	人工	人工
L2	初阶自治网络	系统	人工&系统	人工&系统	人工	人工
L3	中阶自治网络	系统	系统	人工&系统	人工&系统	人工
L4	高阶自治网络	系统	系统	系统	系统	人工&系统
L5	全自治网	系统	系统	系统	系统	系统

表1 3GPP定义的自治网络分级方法

测、网络状态分析、问题定位、解决方案建议等)并输出给决策模块。决策模块进行网络操作决策(比如参数调整策略)并输出给执行模块。执行模块负责指导系统执行策略。最后,意图处理模块采用周期或者事件触发的方式向意图发起者反馈意图达成情况。

从3GPP定义的网络自治分级方法可以看出,意图处理能力是实现L4/L5级自治的关键技术。

IETF定义意图为“一系列网络运行目标和期望产出(无需说明如何实现这些目标)”。

TM Forum定义意图为“提供给系统的所有包含需求、目标和约束的明确说明”。

3GPP提供更为详细的定义:意图通常是人类可以理解的,同时也可以无歧义地翻译给机器;意图专注于描述需要达成什么目标同时不关注如何做到;意图和底层系统和设备解耦,即意图可以在不同的系统和设备间灵活移植。

## 意图驱动网络关键技术

业界通常将具备意图处理能力的网络叫做意图驱动网络。从自动化网络演进到意图驱动网络,移动通信系统需要具备以下能力:对意图进行全生命周期保障的能力;制定/调整达成意图所需策略的能力;意图冲突管理的能力。

### 意图全生命周期保障

此处以意图创建流程为例,阐述移动通信网络如何进行意图全生命周期保障。

- 第一步:意图发起者发起意图创建请求。
- 第二步:意图处理模块对意图进行评估,包括意图达成预估、意图冲突检测和风险评估。如果意图处理模块预计该意图无法达成,或和已激活意图存在冲突,或执行该意图会带来系统重大风险,则向意图发起者反馈意图创建失败,及相应失败原因和建议(可选);反之,意图处理模块向意图发起者反馈意图创建成功。

- 第三步:系统制定/调整为达成意图所需的策略并执行。
- 第四步:意图全生命周期中,意图处理模块持续监控意图达成情况。如果未达成,则返回第三步。此外,意图处理模块会采用周期或者事件触发的方式向意图发起者反馈意图达成情况报告。

### 策略生成和调整

L5级全自治网络一个重要特征就是系统能自动生成/调整达成意图所需的策略。常见的策略生成/调整方法按照智能化程度由低到高可以分为:

- 基于静态规则的方法。该方法适用于在任意场景达成路径明确的意图,比如“为xx区域开启VoLTE服务”或“全网最高优先级保障地震预警服务”。这类意图通过专家定义静态规则即可达成。
- 基于动态寻优的方法。该方法适用于达成路径不明确的意图,比如“xx区域xx类型基站日均能耗不超过xx kWh”或“xx区域xx业务QoE保持在xx以上”。上述意图在不同场景达成路径不一致,而且无法用静态规则覆盖所有可能的场景,所以达成路径不明确。针对这类意图,可以利用机器学习算法或数字孪生平台为任意场景动态寻优策略。此外,例如“xx区域日均投诉不超过x起”或“xx区域5G用户DOU达到xMB以上”这类依赖用户主观意愿的意图也可以采用强化学习的思路进行策略动态寻优。

### 意图冲突管理

考虑到移动通信网络是一个高度耦合的复杂系统,意图使用者对系统内部细节可能知之甚少,同时意图可能来源于不同的人,因此意图间的冲突无可避免。图1展示了意图冲突管理流程,其中灰框流程涉及人工和系统的交互。图中提到的语义冲突、显式冲突、隐式冲突和遗漏冲突的定义如下文所述。

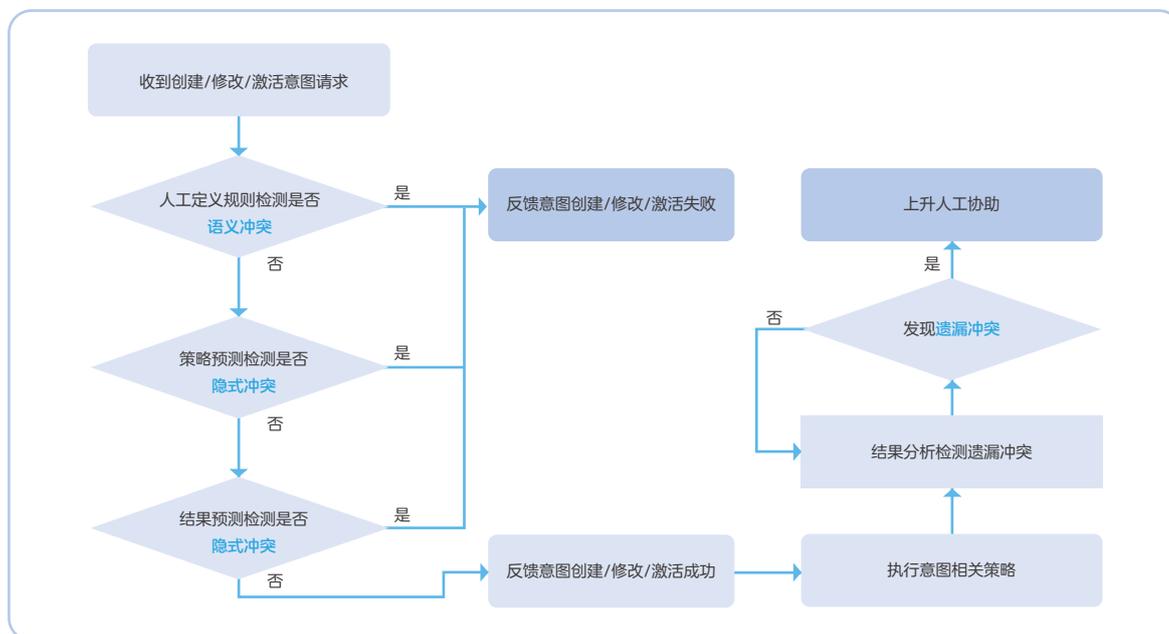


图1 意图冲突管理流程

语义冲突指多个意图作用对象（比如基站/小区）有交集，且在意图语义上存在互斥、重复或被包含。比如意图“打开xx区域基站节能功能”和意图“关闭xx区域5G基站节能功能”。语义冲突通常可以基于专家经验定义明确的规则来检测。检测出存在语义冲突，系统不会执行该意图并向意图发起者反馈意图创建/激活/修改失败。

显式冲突指多个意图作用对象和影响的参数有交集，且有交集的参数要求的取值互斥。比如意图“关闭xx区域5G基站空调系统”要求使能5G基站空调功能，意图“确保xx区域5G基站温度不超过x摄氏度”要求使能5G基站空调功能。显式冲突检测关键在于系统能够精准预测每个意图达成所需的参数取值。检测出存在显式冲突，系统不会执行该意图并向意图发起者反馈意图创建/激活/修改失败。

隐式冲突指多个意图虽然要求的参数取值无互斥但在特定场景大概率无法同时达成。比如意图“确保xx区域5G基站质差用户占比不超过1%”和意图“确保xx区域5G驻留比30%以上”，在5G用户大量分布在中远点场景时大概率无法同时达成。隐式冲突可以采用机器学习算法

识别，也可以利用数字孪生平台在孪生目标网络中同时下达这些意图，从而识别出冲突。检测出存在隐式冲突，系统不会执行该意图并向意图发起者反馈意图创建/激活/修改失败。

遗漏冲突指系统通过实时监控发现相互冲突的多个已执行的意图。比如意图“确保xx区域5G基站日均功耗不超过xx kWh”通过了语义、显式和隐式冲突检测，但在执行过程中发现它和意图“确保xx区域5G基站质差用户占比不超过1%”大概率无法同时满足；且如果不达功耗意图，则质差意图大概率可以达成。遗漏冲突可能是因为语义、显式和隐式冲突检测技术不成熟所致，也可能是因为意图不够完善（即未明确可能冲突意图间的优先级）所致。发现遗漏冲突后通过上升人工协助解决，意图发起者可以修改当前意图，也可以指定优先满足某个意图来消除冲突。

移动通信网络从自动化到全自治的演进势不可挡。意图网络将成为自治网络的一个重要里程碑，中兴通讯愿与业界伙伴一起在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向L5级意图驱动网络演进。ZTE中兴

ZTE中兴

让沟通与信任无处不在