

中兴通讯技术 **简讯**

ZTE TECHNOLOGIES | 第28卷 第8期 · 2024年8月



VIP访谈

06 DITO：推动菲律宾数字化
转型

视点

09 万兆到户、万兆入企：
50G PON应用前景展望

专题：FTTR+X

12 FTTR+X，助力家庭宽带市场高质量发展





1996年创办 总第431期
2024年8月 第28卷 第8期

中兴通讯技术 (简讯)
ZHONG XING TONG XUN JI SHU (JIAN XUN)
中兴通讯股份有限公司主管

《中兴通讯技术 (简讯)》顾问委员会

主任: 刘健
副主任: 孙方平 俞义方 张万春 朱永兴
顾问: 柏钢 方晖 胡俊劼 华新海
阚杰 李伟正 刘明明 陆平
唐雪 王全 张卫青 郑鹏

《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: 邓志峰 代岩斌 黄新明 姜永湖
柯文 孔建华 梁大鹏 刘爽
林晓东 马小松 施军 夏泽金
杨兆江 朱建军

《中兴通讯技术 (简讯)》编辑部

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

主办单位: 中兴通讯技术杂志社
编辑: 《中兴通讯技术 (简讯)》编辑部
发行范围: 国内业务相关单位
印数: 4000本
出版频次: 按月
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: 2024年8月25日



方晖
中兴通讯固网及多媒体产品总经理

光联无限，智胜未来

随着千兆时代的加速推进，FTTR作为关键业务正迅速崛起。预计今年全国FTTR招标量将达到2500万套，到2027年更有望突破亿套，渗透率超过30%。中兴通讯紧跟市场步伐，五年间连续推出五代FTTR创新产品，特别是2023年的带屏FTTR，一经推出便备受瞩目。

FTTR成功实现“千兆到家”向“千兆在家”的延伸，成为运营商提升宽带价值的首选。在50G PON、Wi-Fi 7、D-WLAN等技术的加持下，以及高清直播、VR/AR等业务的普及，家庭网络品质要求达到新高度。千兆建设的下半场，中兴通讯将以FTTR为抓手，聚焦连接体验化、场景生态化、云网数智化，致力于稳存拉新和价值拉升，重塑宽带品牌和业务增值。

连接上，中兴通讯推出全系列全制式Wi-Fi 7产品，助力家庭宽带从千兆迈向万兆，开启家庭万兆时代。D-WLAN技术大幅降低业务时延，提升吞吐量，优化用户体验。场景上，FTTR全光中屏高度融合连接、看家、智家业务，实现网络中心、安防中心、控制中心于一体，让网络管道升级为智家中心。智算上，算力FTTR+NAS，全光设备秒变智能存储中心，海量照片、视频、资料随存随取，图片去重、多模式搜索、风景/建筑等场景分类功能，为家庭数据安全存储提供实用便捷的解决方案。数字化管理平台SCP则提供多维数据支持，助力运营商精准决策，提高管理效率。

未来，中兴通讯将携手合作伙伴，继续夯实底层硬件、软件平台、AI算法、数据库和供应链等核心能力，推动品质、技术和生态的全面升级，共同构建智慧家庭产业生态，迈向数字时代新纪元。

目次

中兴通讯技术（简讯）2024年第8期



DITO：推动菲律宾数字化转型

DITO Telecommunity Corporation（简称DITO）于2019年7月获得电信运营牌照，成为菲律宾第三大电信运营商。DITO旨在通过更快、更安全、更高品质的4G和5G技术改善菲律宾全国范围内的网络连接。

VIP访谈

06 DITO：推动菲律宾数字化转型
赵茜

视点

09 万兆到户、万兆入企：50G PON应用前景展望
陈伟

专题：FTTR+X

12 FTTR+X，助力家庭宽带市场高质量发展
王亚东

16 端网协同打造高质量家庭视频体验
陈伟

18 场景化AI解决方案，助力安防看护业务增值发展
赵秋原

20 激光传感技术与应用
朱松林，汪忠意

22 大模型推动智能家居“进化”
李原，赵家伟

25 Wi-Fi Multi-AP家庭网络技术发展探讨
张志刚

28 FTTR-B全光方案在园区网的应用
陈道伟

30 智能家庭网络安全防护
徐保红

32 SCP智能云平台精准营销系统，助力运营商千兆品质经营
钱莉



成功故事

35 河北联通：加速推进FTTO商用落地，领航直播新赛道
吴超玮

解决方案

37 中兴通讯裸机容器核心网，筑路数字经济
方琰崑，刘西亮

40 毫米波助力VR大空间沉浸式剧场应用
李婷

02 新闻资讯

众志成城，抗击“格美”台风

2024年7月25日，第3号台风“格美”在福建莆田市秀屿区沿海登陆，带来严重风雨影响。中兴通讯第一时间启动了台风应急保障预案，全力支持三大运营商保障通信“生命线”的畅通。

7月23日，中兴通讯获悉第3号台风“格美”可能在福建登陆，立即启动了台风保障预案。24日，由200余名技术专家组成的保障团队迅速集结，赴抵莆田、福州、泉州、漳州、宁德等沿海地市现场，落实数据备份、网络监控、备件准备等工作，累计前置关键物料约200套。25日19点50分，台风“格美”在福建莆田秀屿沿海登陆，道路受阻，通信阻断。中兴通讯以最快的速度完成了灾后物资和设备的调配到位，携手运营商克服重重困难，完成基站快速抢通。

向新同行，

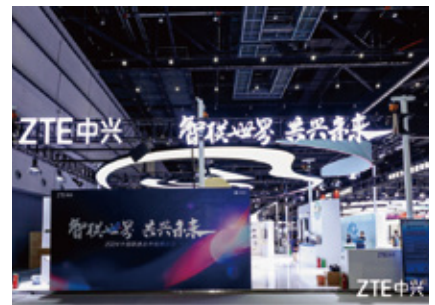
中兴通讯亮相2024联通合作伙伴大会

百年传承，三十向新。2024年是我国全功能接入互联网30周年，也是中国联通改革30周年接续奋斗再出发的重要一年。7月19日，2024中国联通合作伙伴大会在上海举办，作为中国联通的战略合作伙伴，中兴通讯以“智联世界 共兴未来”为主题参展，带来从算力、网络、能力、智力到应用的全栈全场景智算解决方案，与中国联通及产业各方“向新同行，共创智能新时代”。

“全栈智算、AI加速”展区带来AI智算平台、系列化服务器、交换机等全栈全场景智算解决方案，以及高效节能的冷板式液冷解决方案、具备原生智能的系列化产品方案，全面赋能

智能进阶。

“极智连接、极智全光”展区呈现5G-A系列化技术与应用、智能业务体验保障方案、系列化承载产品方案、5G PON、全光拓展、FTTR+X等创新技术方案，助力中国联通打造一张高通量、高性能、高智能的算力智联网。



浙江移动携手中兴通讯金篆GoldenDB荣获工信部信创典型解决方案

7月，2024信息技术应用创新发展大会暨解决方案应用推广大会在天津召开，大会发布了2023年信息技术应用创新典型解决方案，浙江移动联合中兴通讯金篆GoldenDB申报的“浙江移动核心账务系统基于GoldenDB的分布式改造实践”成功入围。

该项目证明了中兴通讯金篆GoldenDB数据库在大规模、高并发场景下的优秀表现。

中兴星云研发大模型通过生成式人工智能服务备案

广东省生成式人工智能服务备案公告正式发布，中兴星云研发大模型顺利完成各项评估，通过备案。这也是中兴星云研发大模型被HumanEval评估列为编码类模型第一梯队之后，再次获得业界权威认可。

中兴星云研发大模型支持需求、设计、编程、测试等不同阶段的30多种场景和多种主流编程语言，为开发者提供一站式、智能化的研发体验，助力编码提效30%、整体研发提效10%。

5G-A助力破解航空鸟击难题，中兴通讯携手北京移动赋能延庆低空产业布局

7月，在中关村延庆园指导下，中兴通讯携手中国移动北京公司（北京移动）、北京中关村延庆园投资发展有限公司、北京低空产业科技有限公司、中国移动（成都）产业研究院等合作伙伴，在延庆无人机产业园，依托5G-A通感一体规模连片组网环境，成功开展了基于AI智算及大模型深度学习的多类型目标识别试验，率先实现对飞鸟等不同低空目标的精准识别。



中兴通讯连续第九年入选富时社会责任指数系列

富时指数系列由全球指数和数据提供商富时罗素 (FTSE Russell) 创建,旨在衡量企业在环境、社会和公司治理等方面的杰出表现。富时社会责任指数被各类市场参与者用于创建和评估责任投资基金及其他产品。纳入富时社会责任指数系列的企业符合多种环境、社会和治理标准。

中兴通讯坚持在全球范围内贯彻可持续发展理念,实现环境、社会、治理及利益相关方的和谐共生,积极助力实现联合国可持续发展目标。

环境保护方面,中兴通讯深刻践行绿色发展理念,以绿色企业运营、绿色供应链、绿色数字基座、绿色行业赋能四大维度助力铺设“数字林荫路”。今年4月,中兴通讯正式通过了科学碳目标倡议 (Science Based Targets initiative, SBTi) 的1.5°C目标、长期净零目标两项认证,成为国内首家通过SBTi两项认证并获评CDP气候变化A级评级的大型ICT科技企业。

社会贡献方面,中兴通讯坚持科

技向善,弥合数字鸿沟,致力于以数智创新,实现“发展基准线、通讯生命线”畅通,积极助力产业升级、数字乡村、应急通讯、平安矿山的建设和保障。作为全球化企业,中兴通讯在100多个国家和地区建设高性能的“匠心网络”,并承诺2025年前每年为最不发达国家 (LDCs)、内陆发展中国家 (LLDCs) 和小岛屿发展中国家 (SIDS) 建设信息与通信技术基础设施,在全球范围内提供5万小时的通信类讲座,赋能当地人才。此外,中兴通讯积极践行企业社会责任,在全球范围内开展教育助学、医疗救助、关爱弱势群体等200余个公益项目,累计服务人数超10万人。

公司治理方面,中兴通讯充分关注内控、合规、社会可信、业务连续性管理等方面,不断完善公司治理制度体系,规范公司运作,保障业务连续稳健。

中国移动研究院、中兴通讯和高通完成5G-Advanced高低频NR-CA端到端验证,实现9Gbps速率里程碑

近日,中国移动研究院、中兴通讯与高通技术公司合作验证了5G-Advanced高低频多载波聚合方案,成功展示了新型NR-CA组合下的高速率体验。此次验证利用超高频段的800MHz带宽与2.6GHz低频段的100MHz带宽进行载波聚合,并且首次采用1024QAM高阶调制方式,实现单用户下行峰值速率达9Gbps的新突破。

中兴通讯亮相2024中国国际金融展

7月19日,2024年中国国际金融展在北京国家会议中心盛大召开。中兴通讯以“数智金融 科创未来——金融ICT架构变革的引领者”为主题亮相本次大会,全面展示助力金融机构自主创新 and 数智化转型核心能力及智算领域新突破。

中兴通讯受邀在金融科技创新成果发布会上发布了R6930 G3大模型训练服务器,满足行业对于高性能信创智算、自主可控海量存储需求。

江西电信携手中兴通讯在赣州完成5G-A低空通信验证

7月,中国电信江西公司、中国电信研究院携手中兴通讯,在赣州章贡区圆满完成了5G-A低空通信验证。此次验证实现低空高度300m范围内的无缝覆盖,可有效保障4K高清视频流畅回传,下行速率达400Mbps,为未来低空经济及智慧城市发展奠定坚实的通信基础。

金篆GoldenDB金融核心系统市场排名第一

全球领先的IT市场研究和咨询公司IDC发布《中国银行业本地部署分布式事务型数据库市场份额，2023》报告，金篆GoldenDB以24.8%的市场份额排名第一。

根据IDC报告，2023年银行本地化部署的市场规模为1.2亿美元，同比增长12.3%，占整个金融行业分布式事务型数据库市场规模的一半以上，体现出银行业本地部署分布式事务型数据库在整个中国金融行业的领导地位。与此同时，受外部环境变化、分布式数据库技术逐步成熟、数据安全及合规要求提高等多重因素影响，市场依然在加速增长。

2024Q1中兴通讯以太网交换机国内运营商市场收入同比增速第一

根据2024年6月全球知名咨询与服务机构IDC最新发布的《IDC China Quarterly Ethernet Switch Tracker, 2024Q1》报告，中兴通讯在中国以太网交换机市场持续保持强劲增长态势，尤其在运营商市场与数据中心（DC）交换机领域。2024年第一季度，中兴通讯在中国以太网交换机运营商市场收入实现同比增速排名第一。同时，在数据中心交换机运营商市场领域，中兴通讯市场份额跃居第二位。

中兴通讯在以太网交换机领域的快速增长，得益于其持续的创新投入与产品方案升级。其中，国产超高密400GE框式交换机，搭载了自研的7.2T分布式转发芯片，性能比肩国际一流商

用芯片，同时采用业界领先的112Gbps高速总线和正交连接器，商用性能第一，超出业界15%，填补了国内在该领域的空白。此外，中兴通讯还推出了业界领先的可编程盒式交换机，其可编程性能较传统ASIC架构实现了2.5倍的显著提升，极大缩短了业务开发周期，给用户提供了更高效、灵活的网络解决方案。

在智算中心建设方面，中兴通讯针对训练与推理等多场景下的需求，推出了框盒交换机解决方案。该方案以灵活的组网能力为核心，采用先进的交换技术和网络架构，实现智算中心内部各组件之间的无缝对接和高效协同，确保数据在传输过程中的无损互联。

增速第一！中兴通讯光网络技术持续创新，全球市场份额快速提升

全球权威分析机构Omdia发布《1Q24光网络市场份额数据》。数据显示，中兴通讯光网络在2023Q2至2024Q1期间的全球市场份额环比增速第一，这不仅是行业对其光网络产品方案竞争力的高度认可，也彰显了中兴通讯光网络在数字经济浪潮中的坚实底座作用。

中兴通讯与中汽研科技签署战略合作协议

6月25日，中兴通讯与中汽研科技有限公司（以下简称中汽研科技）在深圳正式签署战略合作框架协议，中兴通讯副总裁、汽车电子总经理古永承，中汽研科技执行董事、总经理董长青等出席签约仪式。

根据协议内容，双方将基于各自资源优势，在国家汽车战略与政策研究、政府专项申请、标准体系建设、汽车跨界融合领域测试服务等领域进行战略合作。

上海戏剧学院与中兴通讯达成战略合作

7月，2024世界人工智能大会在上海圆满召开，上海戏剧学院与中兴通讯联合展示了5G VR大空间沉浸剧场，并正式达成战略合作，上海戏剧学院副院长聂伟与中兴通讯副总裁陆平代表双方签署战略合作协议。

大会期间，聂伟一行到访中兴通讯上海研发中心。陆平对聂伟一行表示欢迎，并介绍了中兴通讯移动网络和移动多媒体国家重点实验室的建设情况。

nubia Z60S Pro

专为年轻人打造的户外装备星物种



组合不仅保障了数据传输速度，并为AI能力的全面实现提供广阔跑道。

努比亚Z60S Pro搭载双向卫星通信，无论雪山还是荒漠都能实现通话自由，双向发送卫星短信支持140字符自由编辑，同时发送精准位置信息。

作为新一代户外拍摄神器，努比亚Z60S Pro搭载Neovision泰山AI影像2.0，采用Ultra同级主摄，5000万像素索尼9系旗舰传感器让画面更加细腻生动。

性能方面，骁龙8Gen 2旗舰处理器，加LPDDR5X和UFS4.0的王牌内存组合，带来越野级性能表现，搭配5100mAh超大电池与AI“零”耗电2.0，长久续航时刻安心。搭载星云AI大模型，努比亚Z60S Pro让出行计划、跨语言沟通、智能修图等通通不在话下，化身最全能、最合拍的旅行搭子。

努比亚AI+双旗舰新品正式发布

7月23日，努比亚召开AI+双旗舰新品发布会，推出“全面超大升，超强超AI”的努比亚Z60 Ultra领先版和专为年轻人打造的户外“AI神装，星物种”努比亚Z60S Pro。两款新机依托行业领先的自研星云AI大模型，带来独家AI+屏下、独家AI+骁龙最强芯，以及独家AI+卫星通信和独家AI+影像等诸多亮点，为用户带来全方位的AI科技体验。

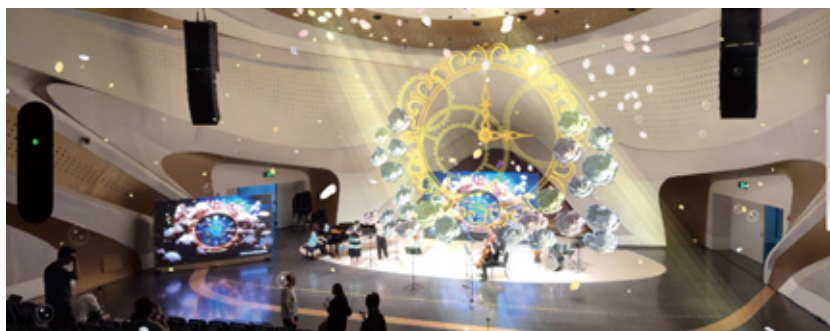
努比亚Z60 Ultra领先版搭载第六代屏下摄像技术，新机采用前摄灵透算法6.0，业界首次在屏下摄像技术中引入生成式AI融合计算，带来迄今为止最清晰的屏下自拍。

搭载迄今为止高通最强旗舰处理器——第三代骁龙8领先版，努比亚Z60 Ultra领先版AI引擎总算力高达73 TOPS，端侧可运行大模型的参数量高达100亿，至高24GB+1TB超大黄金内存

中兴通讯 XRExplore助力“3A”音乐会实现全面视听升维

7月，在南京保利大剧院，一场别开生面的音乐会——《疯狂圆桌派3A探索式音乐会》圆满落幕。这场音乐会不仅是音乐的盛宴，更是“3A”（即Art艺术、AI绘图和AR增强现实）的现实融合。中兴通讯XRExplore产品为这场试听盛宴提供了端到端技术服务，将艺术与科技的边界推向了新的高度。

基于先进的空间计算技术，中兴



通讯XRExplore为音乐会提供点云三维建图、空间识别与定位、AR空间编辑等核心能力，完成3D数字内容与音乐会物理空间的精准连接和虚实融合场景的渲染呈现。

南京保利大剧院周末音乐会出品

人伍星老师表示，本场音乐会AR特效制作精良，项目团队综合考虑了色彩审美、空间布局等多个方面，画面很好地诠释了曲目要表达的内涵，帮助观众理解曲目的同时，也让大家得到了视觉上的满足。



“通过成为数字生态系统中值得信赖的领导者，DITO旨在塑造电信行业的未来并推动可持续增长。”

DITO首席执行官
Eric Alberto

DITO：推动菲律宾数字化转型

采编：赵茜

DITO Telecommunity Corporation (简称DITO) 于2019年7月获得电信运营牌照，成为菲律宾第三大电信运营商。DITO旨在通过更快、更安全、更高品质的4G和5G技术改善菲律宾全国范围内的网络连接。DITO首席执行官Eric Alberto介绍了菲律宾的数字化发展趋势、DITO在这一背景下的发展战略以及未来的主要里程碑目标，并强调了发展强大的供应商合作伙伴关系的重要性。

作为菲律宾市场的新兴电信运营商，DITO如何在快速变化的环境中定位自己？在规划战略时，您面临哪些关键挑战？

DITO是菲律宾最新的移动通信运营商。菲律宾拥有超过1亿的人口，且其民众对数字化技术非常熟悉。此前，菲律宾只有两大电信运营商，作为第三家参与者，我们的机会巨大，尤其是在技术从3G到4G再到5G不断演进的背景下。DITO是唯一的一家专注于4G/5G的运营商，配备了全新的、最先进的网络。疫情爆发后，我们的许多客户都采用数字化应用和解决方案来改善他们的生活方式，导致对移动数据和改善生活的应用程序的需求大大增加，这为我们提供了广阔的发展机会。

随着菲律宾数字化转型的不断深入，DITO制定了哪些策略来利用这一趋势获得竞争优势？

DITO将自己战略性地定位在数字化转型浪潮

的前沿，通过实施多项关键战略以获得市场竞争优势。

首先，DITO部署独立的4G/5G技术，凸显了其提供尖端移动和固定解决方案的承诺。通过投资下一代基础设施，DITO确保高速、可靠的网络，以满足消费者和企业不断变化的需求。作为证明，DITO在今年于巴塞罗那举行的世界移动通信大会上被Ookla授予菲律宾“最佳移动网络（Top Rated Mobile Network）”Speedtest奖。在此之前，在OpenSignal测量的11项指标中，DITO在7项指标中排名第一，在3项指标中排名第二。

其次，DITO决定放弃传统网络系统并在后台和前端运营中采用现代化的全数字IT平台，这对于保持敏捷性和可扩展性至关重要。这种简化的方法可以实现更快的创新周期、更快的响应时间和更有效的资源利用，最终增强DITO在数字领域的竞争力。

此外，DITO利用大数据和分析来指导其网络架构决策，确保最佳性能和个性化服务交付。通过利用数据洞察，DITO可以随时随地主动预测和解决客户需求。这种方法不仅具有运营成本效益，而且以客户为中心。它通过超前应对最新趋



势和不断变化的客户偏好来提高满意度并巩固DITO的市场地位。

除了这些战略外，DITO始终致力于持续的创新举措、促进合作伙伴关系和培养团队合作文化。

DITO在选择合作伙伴时一定有一套标准和期望。您能否告诉我们您决定与中兴通讯合作的原因？这种合作伙伴关系的主要好处或优势是什么？

简而言之，对于任何供应商来说，最重要的选择标准是性能和价格点。作为一家初创公司，我们面临着成本挑战，并且在资本支出和运营支出方面都保持谨慎。我们很高兴中兴通讯从一开始就了解我们的成本管理和质量战略，并通过创新的合作伙伴模式支持我们。我们希望中兴通讯未来继续提供这种支持。

DITO计划在未来几年实现哪些关键目标和里程碑？

DITO已经列出了几个关键目标和里程碑，以推动其增长并在未来几年内成为电信行业的领导者：

- 到2024年实现84%的人口覆盖率：DITO旨在满足菲律宾政府规定的最终网络审计要

求，到2024年实现的84%人口覆盖率。这一里程碑标志着DITO致力于提供广泛的连接并满足全国各地社区的需求。

- 到2026年实现30%的市场份额：DITO的战略重点是市场渗透和客户获取，目标是到2026年确保30%的市场份额。这一雄心勃勃的目标反映了DITO在电信市场有效竞争并获得重要立足点的决心。
- 到2028年引领5G技术：作为其长期愿景的一部分，DITO致力于引领5G技术。通过利用其基础设施投资和技术专业知识，DITO旨在利用5G网络带来的机遇，为创新铺平道路，并到2025年推动新的收入来源。
- 度过初创期并实现财务稳定：在短期和中期内，DITO的目标是从初创组织转型以实现财务稳定。通过专注于收入增长、成本优化和运营效率提升，DITO寻求建立坚实的财务基础来支持其雄心勃勃的增长目标。

总体而言，展望中长期，DITO渴望在数字领域取得领导地位。这不仅涉及保持卓越的技术，还涉及促进创新、培养战略合作伙伴关系并提供卓越的用户体验。通过成为数字生态系统中值得信赖的领导者，DITO旨在塑造电信行业的未来并推动可持续增长。 [ZTE中兴](#)

万兆到户、万兆入企： 50G PON应用前景展望



陈伟

中兴通讯CPE产品规划经理

随着信息技术的飞速发展，网络带宽需求爆炸性增长。50G PON标准应运而生，标志着光网络进入新的发展阶段。50G PON以其高带宽、低时延、广覆盖等优势，成为未来家庭、园区和政企网络建设的首选技术。本文将在50G PON标准发布及产业链逐步完善的背景下，探讨50G PON在家庭、园区和政企应用中的前景。

落地验证奠定了基础，PON产业将基于ITU-T 50G PON标准走向融合。

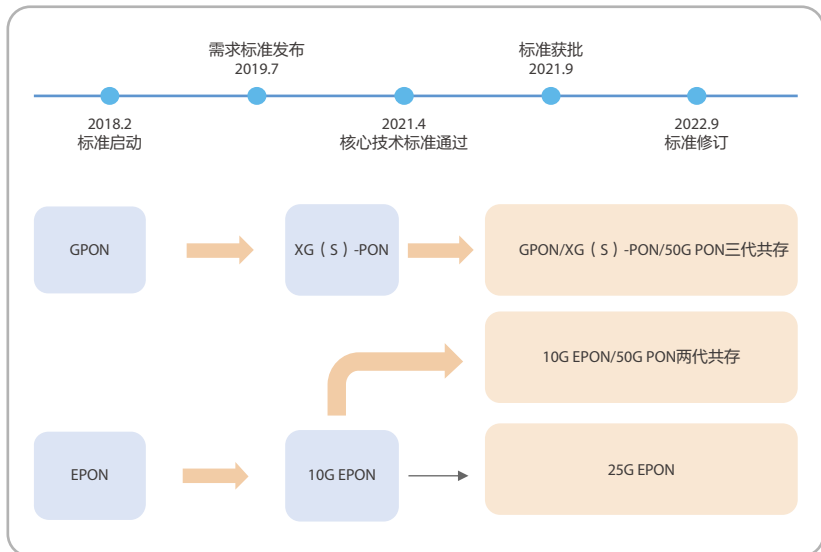
50G PON沿用了TDM-PON点到多点的传统架构，采用先进的调制编码技术和光器件，提高了光纤接入网的带宽和传输效率，并提升了单波长速率至50Gbps。此外，50G PON还具备强大的承载能力，支持多种ONU速率组合，包括50/12.5Gbps、50/25Gbps和50/50Gbps，满足多

50G PON标准和产业进展

PON标准的演进路线如图1所示，2018年，ITU/FSAN启动了基于单波长50G PON标准的制定工作，命名为G.HSP（G.Higher Speed PON）。

2019年，50G PON的总体需求G.9804.1发布，明确了单波长TDM PON架构，以及上下行速率组合，此外，50G PON需要与GPON、10G PON以及存量ODN共存并平滑演进。

2021年，ITU-T 50G PON系列标准正式发布。系列标准包括：总体需求标准修订G.9804.1 Amd1、通用协议层标准G.9804.2，以及物理层标准G.9804.3。这标志着50G PON已经完成基础功能的标准化，为下一步的产品研发和解决方案



▲图1 PON标准演进路线图标准

场景的综合接入需求。相比传统的1G、10G PON技术，50G PON技术在带宽、时延和覆盖范围等方面均有显著的提升。50G PON这些关键技术使其能够满足日益增长的网络带宽需求，为用户提供更快速、更稳定的网络体验，满足未来家庭、园区和政企对网络带宽的快速增长需求。

50G PON产业链正逐步成熟，涵盖设备制造商、光器件供应商、网络运营商等多个环节。在设备制造商方面，主要设备制造商均推出了高性能的50G PON设备和解决方案。这些设备不仅支持更高的带宽，还具备更好的兼容性和扩展性，为运营商提供了更多的选择。在光器件供应商方面，随着50G PON技术的商用化进程加速，光器件的性能和可靠性也得到了显著提升。光模块、光芯片等关键组件的性能不断提升，为50G PON网络的高效稳定运行提供有力保障。

前沿技术方面，50G PON正朝着更高速率、更低时延的方向发展。其中，50G PON线路速率提高后，接收机灵敏度下降，需要提高收发机性能才能重用已经大量部署的ODN网络。为了降低高速光器件指标要求，50G PON引入LDPC（low density parity check，低密度奇偶校验）编解码方案进行FEC的前向纠错；为了更好地支持低时延，50G PON主要通过专用激活波长（DAW）、CoDBA和减小分配周期等方式。通过专用激活波长技术，无须在50G PON上行波长上开放安静窗口，避免了因安静窗口带来的时延；通过CoDBA技术，OLT通过上层设备获知ONU的上行业务发送需求，提前将带宽分配给ONU，使得业务数据在ONU的缓存时间尽量少；减小分配周期：每个T-CONT在125 μ s周期内可以配置多个突发帧，减小ONU获得带宽分配的时间间隔，从而降低业务



数据在ONU的缓存时间。

50G PON光器件是影响50G PON产业链发展的关键因素，主要包括光发射组件、光接收组件、激光器驱动器LDD，突发TIA以及时钟恢复芯片CDR等关键光电器件。OLT光发射器件可采用EML (electro-absorption modulated laser)、集成SOA (semiconductor optical amplifier) EML器件等；光接收器件可采用APD (avalanche photodiode)、集成SOA PIN器件；ONU驱动器需要支持突发功能，接收不需要突发时钟恢复BCDR，OLT接收需要突发模式的时钟恢复。高速光信号的传输损伤需要采用专用的DSP进行补偿恢复。总体来说，50G PON产业链正逐步成熟，前沿技术不断涌现。随着技术的不断进步和市场的不断扩大，50G PON将广泛用于家庭、园区、政企宽带网络的部署，在未来的信息通信领域发挥重要的作用。

家庭应用场景：万兆小区

50G PON技术的引入将使得家庭用户能够享受到万兆 (10Gbps) 级别的上网速度。这意味着用户在进行高清视频观看、在线游戏、大型文件下载等操作时，将不再受到网络带宽的限制，获得更加流畅、稳定的网络体验。

随着物联网技术的发展，智能家居设备日益普及。50G PON技术将为智能家居设备提供更加稳定、高速的网络连接，使得家庭安防、智能照明、智能家电等设备能够实时、准确地响应用户指令，提升家庭生活的智能化水平。

园区应用场景：高速园区网络

对于园区内的企业来说，50G PON技术将带来企业网络的全面升级。高速的网络带宽将使得企业在进行视频会议、数据传输、云计算等操作时，获得更加高效、稳定的网络支持，提升企业

的运营效率和市场竞争力。

50G PON在智慧园区建设的前景充满潜力。随着智慧园区对高速、大容量网络的需求日益增长，50G PON以其高达50Gbps的带宽、低延迟和高可靠性，成为推动智慧园区发展的关键技术。

通过50G PON技术，智慧园区可以实现更高效的数据传输、更快速的信息处理和更稳定的网络连接。这不仅有助于提升园区的智能化水平，还能优化园区的管理和服务模式，提高园区的综合竞争力。

此外，50G PON还能够满足智慧园区对高清视频、大数据、云计算等应用的需求，为园区的创新发展提供强有力的支持。

政企应用场景：低时延智慧工厂

随着工业互联网的发展，企业对于网络带宽和低时延的需求越来越高。50G PON技术将为企业提供高速、低时延的网络连接，使得企业能够实时获取生产数据，进行远程控制和调度等操作，提升企业的生产效率和产品质量。

智慧工厂是工业4.0的重要体现，50G PON技术将为智慧工厂建设提供关键的网络支持。通过构建高速、低时延的工厂网络，实现设备之间的互联互通和数据共享，为智慧工厂的发展提供有力保障。同时，50G PON技术还能够支持多种工业协议和接口，满足智慧工厂对于网络灵活性和可扩展性的需求。

50G PON技术以其高带宽、低时延、广覆盖等优势，将在家庭、园区和政企应用中发挥重要作用。随着产业链的逐步完善和市场的不断拓展，50G PON技术将为用户带来更加稳定、高速的网络体验，推动智慧家庭、智慧园区和智慧工厂等应用场景的发展。未来，我们有理由相信50G PON技术将在信息通信领域发挥更加重要的作用。 ZTE中兴

FTTR+X， 助力家庭宽带市场高质量发展



王亚东
中兴通讯FM综合方案
经理

近年来，FTTR（fiber to the room）已逐步成为运营商提升千兆价值的关键抓手。其价值主要体现在用户感知的提升和ARPU值的增长。根据调研数据，FTTR用户满意度相比普通千兆用户提升了3.8%。在价值提升方面，对于新入网千兆用户，订购FTTR融合套餐的用户比非FTTR融合套餐用户ARPU值高30%以上；对于存量用户，升级FTTR产品套餐后，户均提值可达16~53元。此外，FTTR在存量维系和异网拉新方面也发挥了重要作用，调研数据显示，ARPU值120元及以上的存量中高端用户中，FTTR融合用户保有率比普通宽带用户高出2.2%，FTTR宽带拉新率超过35%，特别在199元及以上的高价值用户群体中表现尤为突出。

由此看出，FTTR不仅可为用户带来高速且稳定的千兆体验，也为运营商开辟了新的商业价值和机遇，大力发展FTTR已成为行业共识。据中国信通院数据报告显示，截至2024年5月，国内FTTR用户数已超1500万；Dell'Oro Group预测，到2026年中国FTTR用户数将超过8000万。

未来，FTTR市场将持续升温，主要使命在于助力连接基本盘价值提升，促进家宽高质量发展。结合用户智家领域更加细分的场景需求及人工智能（AI）等数智化技术确定性趋势，中兴通

讯率先提出“FTTR+X”全光经营创新理念，以全光筑底，从连接体验化、场景生态化、云网数智化三个维度积极探索，深化并拓展家庭宽带服务的内涵与外延，助力FTTR可持续经营、家宽价值提升及高质量发展。

连接体验化：更高速率、更强联接，打造全屋一张网

家宽存量经营时代，用户体验成为行业竞争格局中的关键因素。基于FTTR，家庭网络具备了超千兆能力，配合Wi-Fi与组网技术打通千兆到终端的最后10米，构建了无处不在、极速智能的家庭联网，带来一点即达的连接体验。

在Wi-Fi技术领域，2024年，Wi-Fi 7技术商用元年已开启，中兴通讯深度参与Wi-Fi 7技术标准开发与落地，并携手行业伙伴不断深耕和创新。2023年6月中兴通讯发布业界首款Wi-Fi 7 FTTR新品，引入4096-QAM技术，将吞吐性能提升20%，



满足超高清视频、高速下载、家庭数据存储等高带宽业务需求；同时引入MLO（multi-link operation）多链路操作、MRU（multi-RU）技术，使终端设备可以同时连接多个Wi-Fi热点，让用户设备获得更快的访问速度和更低的时延，保障了在

线会议、游戏等时延敏感型业务的可靠稳定；结合自研的场景化AI算法，为家庭用户提供更为极速、智能、全面的家庭网络，满足宽带体验升级需求。

此外，针对家庭组网技术间协同不足、空口



无序竞争等问题，中兴通讯推出D-WLAN技术，由主设备进行信息搜集和决策，对光和Wi-Fi传输进行中心化一张网控制，实现光链路和空口链路的资源统一协同配置。方案通过主设备对从设备的实时控制，确保FTTR网络内Wi-Fi空口的有序协同、动态链路管理、漫游控制，从而达到空口性能最大化等目标，提升客户QoE体验。

场景生态化：多业务融合增值，提升家庭网络价值

随着消费者智家个性化及场景化需求日益增长，FTTR基于大带宽、低时延、高并发等特性与多场景业务融合发展，为最终用户带来极致体验的同时，也助力运营商拓展经营思路，实现用户增值。

在视频领域，家庭网络速率和质量的双重提升，为超高清视频和虚拟现实（VR）业务在家庭环境中的发展提供了坚实基础。中兴通讯多业务融合的视频云平台，以微服务架构实现原有业务功能提升及新业务孵化，持续聚焦超低时延、低码高清、视频超分、端云协同等技术，让家庭视频体验更加丰富多彩，满足用户日益增长的多元化需求，不断提升用户体验。

在终端方面，中兴通讯精心打造了观海系列泛屏产品。智慧中屏整合了影音娱乐、智能中控、安防看家、健康养老和寓教于乐等功能，打造全方位的家庭智能中心，在多省份应用，并联合运营商、社区、机构打造全场景养老平台。智能微投则以其120英寸的大屏和高清画质，为家庭带来了影院级的观影体验，融合了海量资源，让用户享受到优质的娱乐影音内容。

智能安防场景也是用户关注的焦点需求。中兴通讯提供端云协同的智能安防解决方案，基于云计算技术的AI能力中台，具备从数据标注到模型部署的全流程自动化能力。方案广泛应用于家庭、社区、乡村等场景，结合具备AI能力的看家摄像头、可视门铃、智慧中屏、智能门锁等终端，

提供居家健康监测、安全守卫等功能。

当前社会，Wi-Fi网络遍布各处，它将无数手机、终端设备接入互联网，是重要的通信基础设施。Wi-Fi不仅可用于通信，还可用来感知、测量环境中特定目标的活动状态，研究人员正在积极研究Wi-Fi Sensing技术，扩展Wi-Fi网络设备的用途。结合Wi-Fi Sensing技术，在不泄露隐私的同时守护家庭成员健康状态，能够实现与银发看护、无人值守、异动告警等场景的联动，拓展家庭网络价值。

除此之外，FTTR技术还可以基于端云协同技术，赋能多场景云应用，如场景加速、绿色上网等，进一步丰富家庭网络服务的内涵，提升用户的生活体验。

从多样化智家场景需求出发，中兴通讯RoomPON带屏主网关基于低功耗Wi-Fi、Zigbee、BLE等多种宽窄带协议及全光中屏，打造智慧家庭IoT底座，融合家庭控制中心、安防中心、网管中心为一体，多场景智慧生活一屏尽享，实现了从传统网络管道向智能家居生态控制中心的跃迁，引领FTTR产业发展。

云网数智化：构建未来家庭算力中心

伴随智家及新技术发展，家庭用户的数智化需求正日益增长。用户期望在数据存储、处理及隐私保护方面获得更优的解决方案，同时，对视频播放和游戏体验的流畅性和响应速度也有了更高的要求。此外，对智能家居设备的智慧化程度要求也在不断提升，这推动了视频渲染技术、私有化存储和AI大模型等技术在家庭领域的渗透。

未来，家庭将成为算力网络的一个重要节点，每个家庭都需要一个算力中心来满足多样化的应用场景需求。这些中心将作为算力网络的延伸，不断扩展其功能，以适应新的业务场景，并逐步从单一的业务模式转变为提供更加综合的场景化服务，为用户带来更加丰富、便捷、安全的智能生活体验。



早在2020年，中兴通讯就开展了首个家庭全光现网试点验证，并与运营商携手逐步推进家庭与行业市场的FTTR商用落地。2020—2024年，中兴通讯五年五代产品，践行“FTTR+X”战略，持续引领行业发展。



家庭算力中心在整个算力网络中扮演着关键角色，为应对算法和应用的快速迭代，系统设计需要全面考虑云计算、边缘计算和本地计算的协调合作。同时，必须在家庭用户对设备价格的接受度和对长期服务价值的认可度之间找到平衡点，合理规划端侧算力与云侧算力的布局，以实现终端设备与云计算资源的最优配置。

FTTR作为家庭连接底座，具备成为家庭算力中心的条件，当前中兴通讯也在基于RoomPON带屏主网关探索内置NAS、AI、Wi-Fi感知、IoT场景识别等多场景智算功能，致力于同运营商一起

探索新型智算商业套餐。

早在2020年，中兴通讯就开展了首个家庭全光现网试点验证，并与运营商携手逐步推进家庭与行业市场的FTTR商用落地。2020—2024年，中兴通讯五年五代产品，践行“FTTR+X”战略，持续引领行业发展。

展望未来，中兴通讯将继续巩固FTTR产业基础，与运营商和产业链合作伙伴携手，推动FTTR技术赋能家庭与行业应用，助力运营商在家庭宽带和行业价值经营方面实现新的突破。**ZTE中兴**

端网协同打造高质量家庭视频体验



陈伟
中兴通讯家端产品规划
经理

家庭视频业务已经成为人们日常生活中不可或缺的一部分，从低延迟的直播观看，到短视频的娱乐消遣，再到VR技术的沉浸式体验，家庭用户对视频质量的要求越来越高。为了满足这些需求，家庭网络需要实现视频业务的协同优化，从而为用户提供高质量的视频体验（见图1）。本文将从家庭内的接入层、传输层和内容层三个方面，探讨如何通过端网协同打造高质量家庭视频体验。

接入层性能提升：DNS与隧道技术对接上游CDN

接入层是家庭网络与外部网络的连接点，其性能直接影响到视频业务的传输质量。为了实现高质量的视频传输，家庭网络在接入层可以采用DNS和隧道技术对接上游CDN。

DNS作为域名系统的核心，负责将用户请求的域名解析为对应的IP地址。在家庭网络中，优化DNS解析过程对于提高视频业务的响应速度至关重要。家庭网络可以利用内置DNS服务，采用缓存技术来减少DNS查询时间，从而加快视频内容的加载速度。

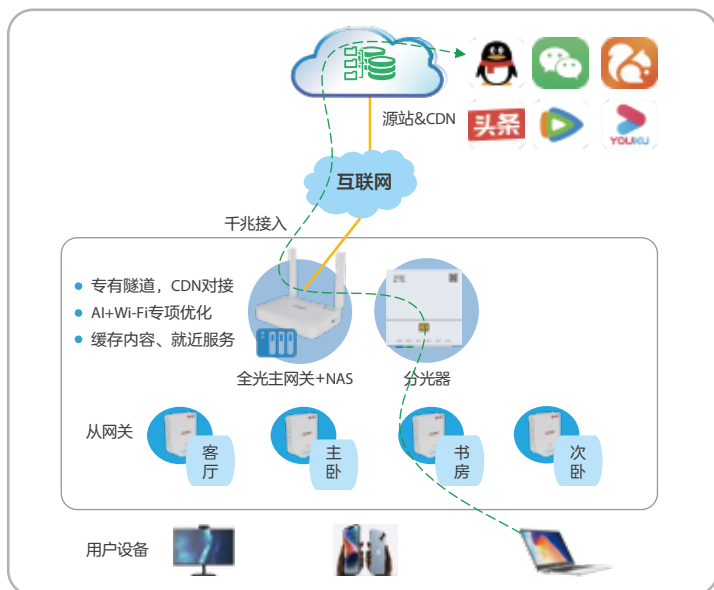
此外，采用VPN、MPLS等隧道技术，可以实现家庭网络与上游CDN之间的安全、可靠连接。通过隧道技术，家庭网络可以确保视频数据在传输过程中的安全性和稳定性，避免数据丢失或被篡改。同时，隧道技术还可以实现家庭网络与上游CDN之间的低延迟连接，确保视频数据能够实时、快速地传输到用户设备。

传输层：Wi-Fi+AI专项优化

传输层是家庭网络内部的重要组成部分，其性能直接影响到视频业务的传输效果。在当前的无线网络环境中，Wi-Fi信道的选择、AI技术的运用、业务识别、网络优化以及视频服务QoS提升，共同构成了一个复杂而精密的生态系统。

Wi-Fi信道是无线网络传输的基础，其稳定性和带宽直接影响到视频传输质量。随着无线设备的不断增加，信道拥堵成为一个日益严重的问题。我们可以借助AI技术智能选择和管理Wi-Fi信道。AI算法可以实时监测各信道的负载情况，预测未来的流量变化，并自动选择最佳信道进行视频传输，从而确保视频数据的稳定传输。

业务识别是网络优化的关键环节。在复杂的网络环境中，不同的业务对网络资源的需求和优先级各不相同。AI技术可以通过深度学习和模式识别等方法，准确识别出视频流、在线会议等关



▲ 图1 全光家庭组网及视频服务优化



未来，随着技术的不断进步，端网协同将成为未来家庭视频体验的核心。通过深度整合终端设备与网络优化，我们能够为用户带来前所未有的高质量视频体验。

键业务，并根据其特性和需求进行针对性的网络优化。例如，对于视频流业务，AI可以识别出视频的编码格式、分辨率等参数，并根据这些信息调整网络资源的分配，确保视频传输的流畅性和清晰度。

网络优化是提升视频服务质量的核心环节，AI技术在这里发挥了巨大作用。首先，AI可以通过分析历史数据和实时流量，预测网络拥堵的可能性和位置，从而提前进行网络资源的调度和分配。其次，AI可以实时监测网络设备的状态和性能，发现潜在问题并预警，从而确保网络的稳定性和可靠性。此外，AI还可以根据用户的行为和需求，动态调整网络策略，提供个性化的网络服务。

内容层：FTTR扩展存储能力、内容预热和就近服务策略

内容层是家庭网络存储和分发视频内容的关键部分，其性能直接影响到视频业务的加载速度。为了实现高质量的视频加载速度，家庭网络在内容层可以采用FTTR扩展存储能力、内容预热和就近服务的策略。

首先，FTTR技术可以为用户提供更高带宽的接入能力。通过扩展FTTR的存储能力，家庭网络可以缓存更多的视频内容，从而减少对上游CDN的依赖，降低传输延迟。同时，FTTR技术还可以

实现家庭网络内部的高速传输，确保视频数据能够快速地从存储设备传输到用户设备。

内容预热是一种预先加载和缓存即将被观看的视频内容的策略。通过内容预热，用户可以更快地开始观看视频，减少等待时间。家庭网络可以根据用户的观看历史和偏好，智能地预测并预热相关的视频内容。这样不仅可以提高用户的观看体验，还可以降低对上游CDN的带宽压力。

就近服务是指将视频内容存储在离用户更近的地方（如家庭NAS设备或路由器中），从而实现快速加载和观看。就近服务可以减少视频数据的传输距离和时间，降低传输延迟，提高视频观看体验。家庭网络可以利用FTTR技术将视频内容存储在家庭内部设备中，并通过家庭网络内部的高速传输将视频数据快速传输到用户设备。

未来，随着技术的不断进步，端网协同将成为未来家庭视频体验的核心。通过深度整合终端设备与网络优化，我们能够为用户带来前所未有的高质量视频体验。未来，家庭视频将不再受限于网络带宽和设备性能，而是能够实现无缝、高清、流畅的传输与播放。同时，随着AI技术的广泛应用，业务识别将更加精准，网络优化将更加智能，从而进一步提升视频服务的质量与效率。端网协同将让家庭视频体验更加丰富多彩，满足用户日益增长的多元化需求，开启家庭娱乐新时代。 [ZTE中兴](#)

场景化AI解决方案， 助力安防看护业务增值发展



赵秋原
中兴通讯固网终端产品
策划经理

随着信息技术的不断进步以及数字化国家战略的深入推进，智慧家庭、智慧商企、智慧社区、智慧乡村成为国家及行业关切的重点。2022年初，国务院印发《“十四五”数字经济发展规划》为推动数字经济健康发展提供了根本指导。根据规划，到2025年数字经济核心产业增加值占国内生产总值比重将达到10%，千兆宽带用户数接近1.8亿户。伴随网络业务的蓬勃发展，下一轮数字化业务发展的关键在于如何构建个性化、智能化的场景业务。

在安防领域，随着AI技术的高速发展，安防监控产品在从“看见”向“看清”方向发展的同时，也在向“看懂”的方向发展，即从视觉、听觉、情感多角度出发，由机器视觉代替大脑进行计算，为用户带来更简便、智能的生活体验。从技术到应用，传统的视频监控单品正在逐步拓展为集平安看护、助力经营、协同治理等为一体的综合智能安防解决方案。中兴通讯立足自身的资源禀赋，推出端云协同的场景化AI解决方案，聚焦家庭、商企、社区、乡村、行业等标准场景进行规模拓展，方案已在各省份落地应用，协助当地进行场景治理，实现看护增值。

社区车辆违停检测场景应用

在江苏省，为了解决小区内违停占道问题，提高社区居民生活质量，中兴通讯助力当地运营

商推出基于车牌识别、违停占道检测技术的社区违停检测场景化业务。该业务基于社区出入口及重要区域如车库、内部道路部署的监控摄像头，通过车牌识别技术实时捕捉过往车辆的车牌信息，车牌信息被自动识别后，系统与数据库中的小区登记车辆信息进行比对，非小区车辆将被标记为访客车辆。此外，一旦监控内发现车辆在非指定区域停车等违停行为，视联网平台会自动标记并记录违停时间和地点。违停信息将被上传至云服务器，便于随时回看和数据分析，支持管理人员和居民对违停行为的查询和核实。通过违停检测场景化业务，减少了小区内的违停占道问题，同时加强了社区治理水平，提升了居民生活质量。

儿童安全守护场景应用

在广西省，中兴通讯助力当地运营商开展儿童守护场景化业务。该业务通过安装在学校、公园等地的视频监控设备，使用先进的图像处理技术，如区域分析、运动检测等，来识别是否有可疑行为人员进入特定区域。当检测到异常行为或未经授权的人员进入时，视联网平台会立即通知相关管理人员及家长，包括时间、地点和可能的风险描述。该场景化业务应用，不仅提高了儿童的人身安全性，还为家长提供了一个放心的环境，确保他们的孩子在一个受到良好保护的环境



中兴通讯立足自身的资源禀赋，推出端云协同的场景化AI解决方案，聚焦家庭、商企、社区、乡村、行业等标准场景进行规模拓展，方案已在各省份落地应用，协助当地进行场景治理，实现看护增值。

中安全成长。

助警护安场景化业务应用

在湖南省，中兴通讯助力当地运营商推出“助警护安，一盔一带”检测场景化业务。该业务通过安装在交通要道的摄像头，利用图像识别技术自动检测过往驾驶者是否佩戴头盔。该方案使用预设的头盔识别算法模型识别头盔的特定形状和颜色，检测摩托车和电动自行车驾驶者是否佩戴头盔，一旦发现未佩戴头盔的驾驶者，立即标记记录并上传违法行为。同时，通过视联网平台，收集的数据被用于生成安全报告和热点分析图，帮助警方了解哪些地区可能需要加强巡逻，从而高效调配资源，确保公共安全。助警护安场景化业务不仅能协助交警实现交通安全管理，同时借助技术力量提升居民的安全感和满意度，促进社会和谐稳定发展。

极简全光园区方案应用

在湖北省，为满足工业上楼3.0建设和中小企业数字化转型的期望，中兴通讯携手当地运营商在武汉某大厦应用了光纤组网+光纤监控解决方案，打造出极简全光园区。该方案的网络部分选择FTTR-B（Business FTTR，即企业全光组网）方案，采用光纤传输技术打造极速企业网络。监控网部分，在FTTR-B设备与摄像头之间也创新地使用光

纤连接，实现无源供电供网的光纤视频监控网。通过一根光纤覆盖了园区网络，不仅解决了传统方案的痛点，还提升了高层厂房利用率，适应多种业态空间需求，是成功的地方产业转型“工业上楼”案例，为用户带来了高效、经济、可靠的一站式服务。

此外，在福建，中兴通讯推出家庭AI守护及时光缩影功能，为家人带来贴心守护；在安徽，针对沿街商铺场景，推出智能迎客功能，白天进行客流统计，晚上进行区域入侵检测，助力商铺高效经营；在河南、浙江，针对乡村治理、社区监控、明厨亮灶场景，实现电瓶车识别、垃圾分类、厨师帽识别功能，助力客户解决行业治理难题。

通过中兴通讯智能安防解决方案，运营商实现从网络管道方到整体方案服务方的转型，增加了用户粘性，通过管理运维，实现持续增收。该方案在2022年巴塞罗那举办的世界移动通信大会上荣获GLOMO“最佳互联消费设备奖”。

作为固网终端产品的行业领先者，中兴通讯坚持夯实基础能力，不断加强技术创新，致力于为全球客户提供优质产品及服务。未来中兴通讯将持续加大投入，加强视频场景化应用探索及视频、AI能力组件沉淀，强化核心竞争力，加速推进惠及人民群众美好生活的服务数字化进程，深化在家庭、商企、社区、乡村、行业等领域的合作，打造数字化美好生活。 ZTE中兴

激光传感技术与应用



朱松林
中兴通讯技术预研资深专家



汪忠意
中兴通讯标准预研工程师

随着人工智能技术的快速发展，各行各业的智能化进程也在加速。而作为日常生活最广泛接触的场景，智慧家庭的发展也愈发受到关注。智慧家庭包括诸多设备的智能化，如智慧家居、智能家电、智能安防等，同时涉及诸多技术领域，如互联网技术、自动化技术、通信技术、传感技术等。

传感技术是智慧家庭的核心。现有的智慧家庭解决方案通常要部署多种独立传感设备，如温度计、摄像头等，存在接口成本高、占据空间、检测盲区等问题。针对此问题，激光传感技术是一种可行解决方案，同时其能够结合现有光接入网络已经部署的光纤设施，赋能智慧家庭。

激光传感技术与光纤通信结合是未来发展趋势

激光传感技术的工作原理是激光探测信号通过光传输介质到达待测区域，使被测参量（压力、应变、加速度、声波等）与进入被测区域的激光探测信号发生相互作用后，导致激光探测信号的光学性质（光的强度、波长、频率、相位、偏振态等）发生变化，成为被调制的光信号；被调制的光信号经光传输介质进入光信号探测器进行光电信号转换，电信号经过解调处理后，获得被测参量。

激光传感技术的重要应用按照光传输介质分为光纤传感技术和激光雷达技术，后者以自由空间作为光传输介质。光纤传感技术采用光纤作为传感材料，感知光纤周围的环境变化。现有较为

成熟的光纤传感系统为分布式声学传感系统、分布式温度传感系统和分布式应变传感系统，能够实现对光纤周围的振动、温度和应变变化进行监控，感知范围覆盖数十公里，分辨率达到米级。现有产品多为专用系统，即需要部署专用的光纤线路。

将光纤传感与光纤通信结合是一个有价值的研究方向。光纤通信已经部署了大规模的光纤基础设施，光纤传感能够实现对光纤价值的进一步发掘，使光纤在提供高速数据服务的同时兼顾传感功能，提供更为高价值的定制化服务。

光纤传感与光纤通信结合的研究正在起步阶段。当前的光纤传感技术能够达到低于1米的空间分辨率，满足家庭内部的传感精度需要，如何将光纤传感技术与正在部署的FTTR网络结合也是重要的发展方向。初步的标准化工作已经在国际电信联盟开展，吸引了广泛的讨论，相关标准预计2026年将初步完成。

激光雷达是激光探测与测距系统的简称。激光雷达技术利用激光传感技术，分析被调制的光信号，获得激光探测信号发射器与待测目标物体之间的距离，待测目标物体表面的反射光信号强度、频率和相位等信息，从而呈现待测目标物精确的三维结构信息，进一步可以构建出测量目标的运动情况和形态变化，可实现轨迹检测、动作识别等应用。

激光传感技术与FTTR结合的典型场景

智慧家庭中FTTR技术能够提供到房间的高速



FTTR技术与激光传感技术的深度耦合，能够全面发挥高速光接入网络的能力，推动智能化技术的落地。

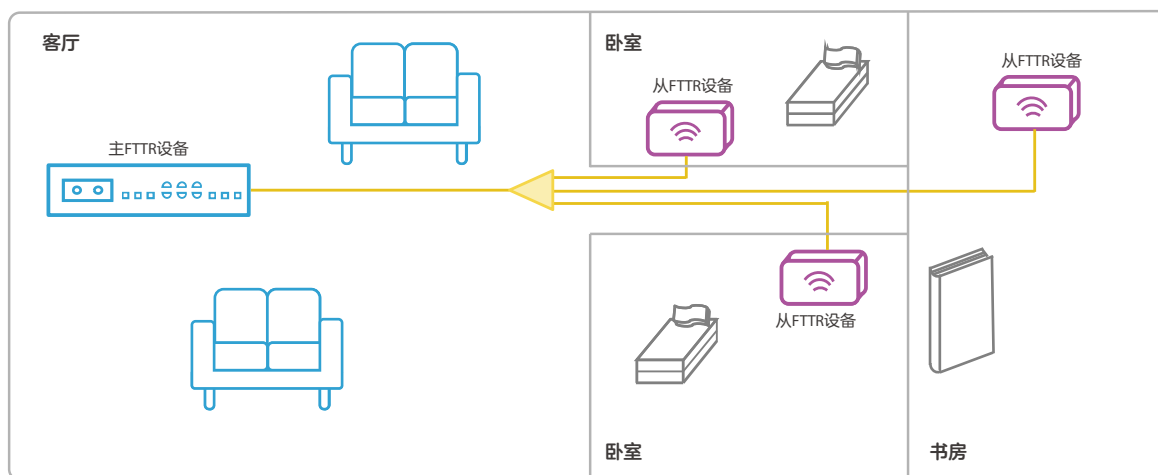


图1 家庭场景中的FTTR组网图

数据连接，常见的FTTR组网方式如图1所示，分布式光纤传感技术将复用FTTR的光纤资源提供房间内部被测参量的实时感知，高速数据连接与实时感知服务的结合能够支撑智慧家庭的需要。

消防安全是智慧家庭安全的重要一环，分布式光纤温度传感系统将实时提供家庭内部的温度信息，基于此温度信息将进一步分析家庭中的异常环境变化，进行火灾预警，实现智能安保。同时能够通过FTTR提供的高速数据连接实现火灾的远程警告以及快速报警，保障用户的人身财产安全。

入侵检测是智能家庭的主要需求，分布式光纤振动传感系统能够基于振动信息检测来判断是否有非法入侵，同时触发激活其他的智能家庭设备，其他设备提供的信息（如视频）也能够通过FTTR技术远程传递到客户端。

分布式光纤振动传感系统同样适用于智能家居应用，基于FTTR的光纤传感技术能够基于家庭

内部的振动信息分析得到人员情况，这一信息能够辅助实现智慧开关；基于多房间的振动信息可以初步得到人员定位，进而辅助家居的自动调节；此外，光纤传感技术提供的温度信息可指导空调等电器的自主调节。

激光雷达技术已广泛应用于自动驾驶等场景，随着产业链的日益成熟，有望应用于智能家居。将激光雷达与光纤传感结合集成在FTTR的ONU设备，在粗粒度传感方面，可用于家庭人员安全监控、老年人帕金森疾病监测等场景，在细粒度传感方面，可用于动作分析、呼吸监测等场景，相关的传感应用将会带来崭新的市场前景。

FTTR技术实现千兆全光接入，提供高速数据连接，激光传感技术进一步利用光纤设备与高速数据通道，提供以房间为单位的实时感知服务。FTTR技术与激光传感技术的深度耦合，能够全面发挥高速光接入网络的能力，推动智能化技术的落地。ZTE中兴

大模型推动智能家居“进化”



李原
中兴通讯FM产品规划
经理

随着人工智能（AI）和大数据技术的日益广泛应用，在智能家居领域，这些技术正在推动一场深刻的“进化”。大模型以其强大的数据处理能力和精准的预测分析能力，为智能家居的智能化、个性化和高效化提供了强大的技术支撑，结合FTTR、下一代Wi-Fi、视频图像以及语音识别等技术的演进，共同推动智能家居的创新发展。



赵家伟
中兴通讯FM产品规划
经理

大模型在智能家居场景下的应用架构

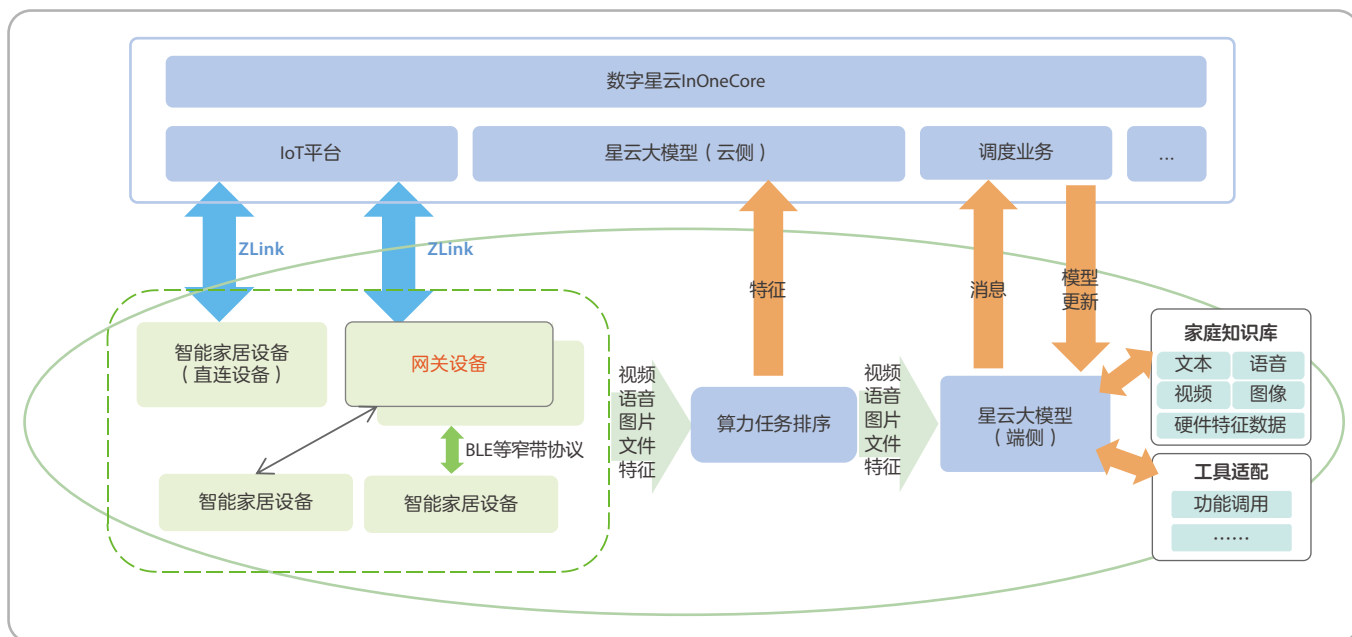
大模型通常指具有海量参数和复杂网络结构的深度学习模型，如GPT系列、BERT等。大模型在智能家居中的核心组件包括语音识别、自然语言处理、图像识别等。这些组件可以帮助智能家

居系统更好地理解用户需求，提供更加智能化的服务。

随着大模型落地的不断深化，大模型端云协同（见图1）成为智能家居应用的发展趋势。

端侧应用是指大模型直接利用智能家居端侧芯片的算力生成结果。但千百亿级参数的大模型所需的庞大算力、存储和能耗对端侧芯片提出了高要求，此外端侧用户对高性能、低时延、数据隐私存在特别需求。因此，云侧部署的大模型加端侧应用的大模型是综合平衡性能、成本、功耗、隐私、速度之下的最佳选择。

端侧大模型更懂用户，可基于端侧对用户个人的学习深入理解用户意图，进而为用户带来个性化服务。云侧的基础大模型参数量更大，能力更广，能应对更复杂的问题。当智能家居感知层



▲ 图1 端云一体大模型与智能家居协同架构

获取用户的一个需求或家庭事件触发后，端侧模型能够准确理解其意图，并给出及时、个性化的回应。用户如果需要了解更多，就会被引导到云侧的基础大模型，得到更深入、全面的解答。端侧、云侧能力互补、相互结合，为智能家居用户提供卓越体验。

中兴通讯智能家居解决方案，以家庭网关/路由器为网络控制中枢，以智能音箱、摄像头、智能门锁等各类终端设备为感知控制节点，是端侧AI应用的合适选择。中兴通讯FTTR+Wi-Fi 7全光组网方案，叠加AI算力、存储能力和智能家居IoT应用，为大模型落地智能家居奠定网络基础。

FTTR与Wi-Fi 7提供高质量连接底座

作为新一代网络通信技术，FTTR和Wi-Fi 7将为智能家居用户提供超高带宽和超低时延的连接服务能力，为大模型技术高效应用提供连接保障。

FTTR技术将光纤直接铺设到每个房间，实现了高速网络的家庭全覆盖。相比于传统的宽带接入方式，FTTR具有更高的带宽、更低的时延和更稳定的网络性能。FTTR可以确保智能家居设备之间的实时通信和数据传输，为用户带来更加流畅、高效的智能家居体验。

作为新一代无线网络技术，Wi-Fi 7具有更高的传输速度、更低的时延和更强的抗干扰能力。Wi-Fi 7可以确保智能家居设备之间的无线通信更加稳定、可靠。同时，Wi-Fi 7还支持更多的智能家居设备同时接入网络，满足了智能家居设备日益增长的联网需求。

大模型赋能智能家居应用

大模型通过对海量用户数据的深度学习，实现对用户行为、偏好的精准预测，从而为智能家

居设备提供更加智能、个性化的服务。

- 用户行为预测：通过收集和分析用户的日常行为数据，大模型可以预测用户的需求和行为，从而提前调整智能家居设备的状态。例如，根据用户的起床时间，智能照明系统可以提前调整光线亮度和色温，为用户创造舒适的起床环境。
- 个性化服务：大模型还可以根据用户的个人喜好和习惯提供个性化的服务。例如，智能音乐系统可以根据用户的音乐偏好，自动播放用户喜欢的音乐；智能家电系统可以根据用户的生活习惯，自动调整家电的运行模式，以节省能源和提高舒适度。

智能门锁赋能家庭安全入口

智能门锁作为智能家居的重要组成部分，其安全性直接关系到用户的人身和财产安全。大模型可以通过对用户行为、环境数据的深度学习和分析，实现更加智能、安全的门锁管理。

- 智能识别与验证：大模型可以通过对用户的生物特征（如指纹、面部特征等）进行深度学习和识别，实现更加智能、准确的身份验证。同时，大模型还可以结合用户的行为习惯和环境数据，对用户的身份进行多维度验证，确保门锁的安全性。
- 异常行为检测与预警：大模型还可以对门锁的使用数据进行深度学习和分析，检测异常行为并及时发出预警。例如，当检测到门锁在短时间内被频繁开启或关闭时，大模型可以判断为异常行为并发出预警信息，提醒用户注意安全或采取相应措施。
- 智能控制与家居联动：大模型使得智能门锁能够与家中其他智能设备联动。用户可以通过智能门锁控制家中的灯光、温度、安全系统等，实现一键式家居自动化。智能门锁还能够根据用户的行为和环境变化，自动调整



大模型作为一种先进的AI技术，可以提升智能家居硬件设备的交互能力和智能化水平，将为智能家居人机交互体验带来革命性升级。随着硬件算力增长、AI算法的优化与创新、多模态数据质量优化三方面的驱动迭代，大模型技术加持的智能家居系统将实现真正的智能化和个性化。

家中设备的设置。

智能摄像头赋能家庭安全监控

利用大模型技术，智能摄像头可以提供更加全面和高效的监控解决方案，保障家庭的安全与隐私。

- 智能识别与监控：大模型可以通过深度学习技术，对摄像头捕捉到的图像进行分析，实现对家庭成员和访客的智能识别，通过学习用户的面部特征、行为模式等信息，提供更加个性化的监控服务。
- 环境感知与分析：大模型与智能摄像头结合，不仅能够识别人脸，还能对环境进行感知和分析。
- 行为模式学习与预测：通过对用户日常行为的持续学习和分析，可以掌握家庭成员的行为习惯，并预测可能发生的安全问题。
- 异常行为检测与预警：大模型能够对智能摄像头捕捉到的行为进行实时分析，及时发现异常行为，如陌生人入侵、物品被移动等。

智能音箱赋能家居智能交互

作为智能家居系统中的交互中心，智能音箱的智能化程度直接影响着用户与智能家居系统的互动体验。大模型在智能音箱中的应用，能够通过深

度学习和分析用户的语言习惯、偏好设置和环境数据，提供更加个性化、智能的语音交互服务。

- 智能语音识别与交互：大模型可以对用户的语音进行深度学习，实现高精度的语音识别。大模型通过分析用户的发音、语调、语速等特征，使得智能音箱能够更加准确地理解用户的指令和需求。同时，大模型还能够根据用户的偏好设置，提供个性化的语音反馈。
- 环境感知与智能响应：大模型赋能智能音箱结合环境数据进行智能响应。例如，通过分析室内光线强度，智能音箱可以在用户起床时自动播放轻柔的音乐，或在用户回家时自动调整室内灯光。
- 智能控制与家居联动：大模型使得智能音箱能够控制家中的其他智能设备。用户可以通过语音指令控制灯光、温度、安全系统等，实现家居自动化。

大模型作为一种先进的AI技术，可以提升智能家居硬件设备的交互能力和智能化水平，将为智能家居人机交互体验带来革命性升级。随着硬件算力增长、AI算法的优化与创新、多模态数据质量优化三方面的驱动迭代，大模型技术加持的智能家居系统将实现真正的智能化和个性化。ZTE中兴

Wi-Fi Multi-AP家庭网络技术 发展探讨

宽带网络是社会经济发展的战略性公共基础设施。从全球范围看，宽带网络推动了新一轮信息化发展浪潮，各国纷纷将发展宽带网络作为战略部署的优先行动领域。固定宽带向F5G（PON/Wi-Fi/400G等）光联万物加速演进，从FTTB到FTTH再到FTTR，甚至将来的FTTM，家庭宽带业务由早期的one Fibre场景，转变为光纤+Wi-Fi组网的one Home整体解决方案。然而，带宽的急剧提升，并没有带来ARPU值的同步增长，2017—2022年中国宽带速率提升了3000%，对应ARPU值却降低了25%；

用户满意度也并未随着带宽速率的提升而提高，用户对宽带业务的期望已经从单纯的网速提升转向用户体验QoE（Quality of Experience）的提升，运营商需要增强Wi-Fi体验等来打破带宽/价格的螺旋下降。用户体验QoE涉及的因素，除了带宽，更需要关注时延、可靠性、覆盖、故障排查等指标。

加强Wi-Fi QoE体验，需要对Wi-Fi进行更深层次的整体管理，确保整个家庭网络超吉比特能力覆盖到每个房间。为此，在标准和应用领域，业界如IEEE、ITU、CCSA、信通院等组织，基于



张志刚
中兴通讯FM产品团队
规划总监



FTTR+Wi-Fi Multi-AP家庭网络架构，设计和讨论了多种方案，家庭Wi-Fi网络逐渐向“可管理的Wi-Fi网络”演进。

FTTR+Wi-Fi全光多AP组网

家庭全光多AP组网天然适合多AP集中式控制，分布式AP协同管理，达到优化Wi-Fi组网的目的。

信通院《FTTR光纤到房间白皮书2022》提到全光组网C-WAN (centralized/cloud wireless-optical access Network) 架构，主要解决的问题是家庭组网技术间缺乏有效协同，空口无序竞争严重，难以满足用户在新兴业务体验上的需求。整体设计思路是由主设备进行信息搜集和决策，对光和Wi-Fi传输进行中心化一张网控制，实现光链路和空口链路资源的统一协同配置。主设备对从设备进行实时控制，确保FTTR网络内 Wi-Fi空口的有序协同（空口Wi-Fi由CSMA到C-WAN管控）、动态链路管理（基于AI的自智链路管理）、漫游控制（无感切换技术），从而达到空口性能最大化等目标，提升客户QoE体验。

ITU FTTR (G.fn) 定义的C-WAN架构，如图1所示，主要目标是优化时延敏感业务、通信实时调优、无缝漫游；通过定义特定优先级的信息

通道，保障通道信息低延时传输；对于空口协同等要求极高的场景，信令往返延时应小于120μs。

CCSA FTTR DLL草案中，针对多AP的Wi-Fi管理，定义了无线管理控制通道（Wi-Fi management and control channel, WMCC）和Wi-Fi管理控制接口（Wi-Fi management and control interface, WMCI）。WMCC承载WMCI协议的消息，为Wi-Fi管理功能提供管理接口，主要完成多AP空口调度（时域、频域及空域）、漫游控制、节能控制。

可以看到，C-WAN的主要目的是对分布在各个设备的Wi-Fi网络资源（空口时间、信道/宽度、空间SR BSS Color/发射功率）进行集中管理、配置、控制。控制的内容包括QoS映射、空口调度、STA漫游、节能等，以达到提升用户QoE的目的。

IEEE Wi-Fi 8多AP方案

而在IEEE的议程里，同样针对家庭多AP场景优化进行了较多的方案探讨。在Wi-Fi 7 802.11be标准原计划中的R2中，就开始探讨多AP协同方案，但受限于方案难度、标准进度、芯片研发商用等因素，将Multi-AP的功能后推到Wi-Fi 8 802.11bn UHR (Ultra High Reliability) 规范中。Multi-AP可能涉及的方案包括C-OFDMA、C-Beamforming、

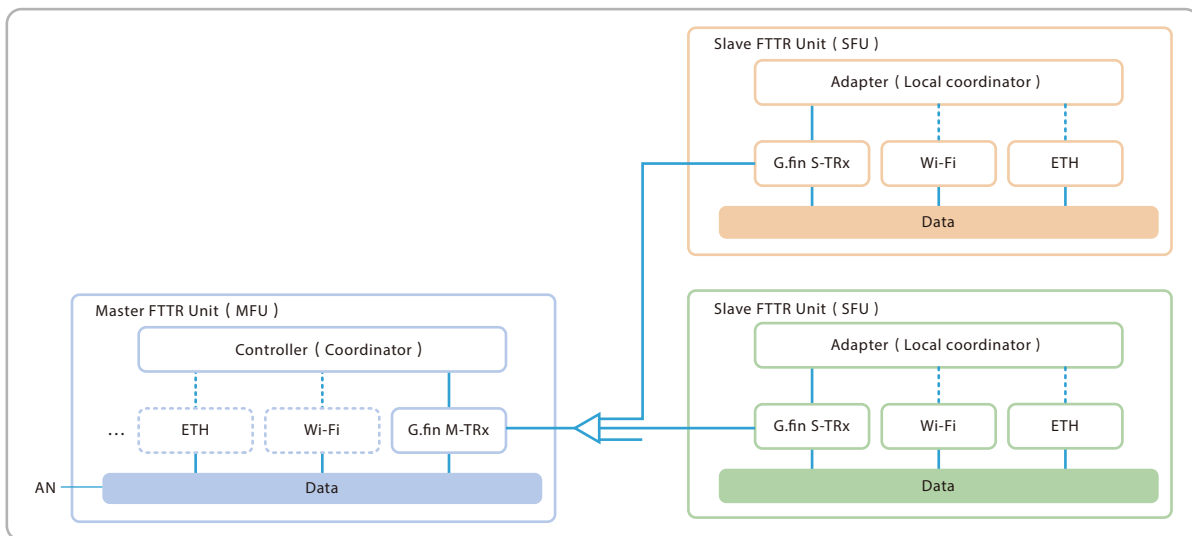


图1 ITU FTTR C-WAN架构

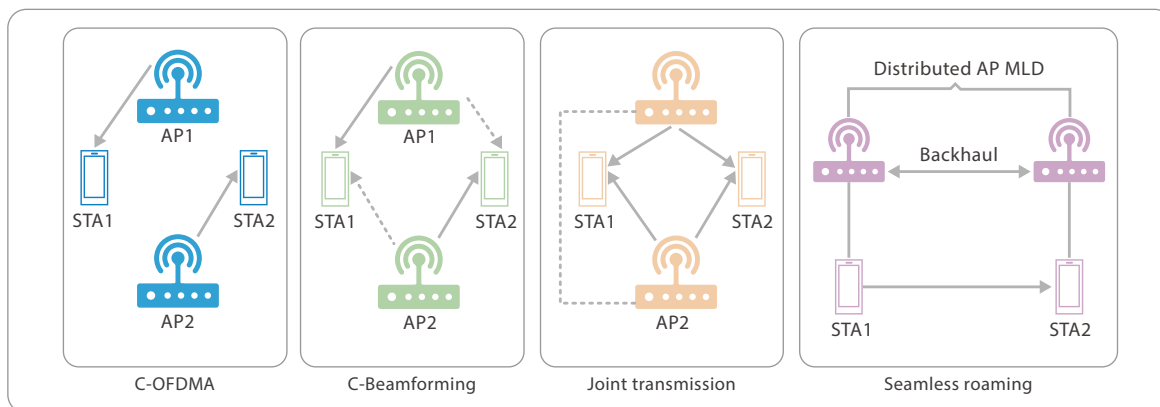


图2 Wi-Fi 8 Multi-AP方法

C-Spatial Resuse、Joint transmission、Seamless Roaming等（见图2）。

- C-OFDMA: Multi APs在同步了各自资源情况的前提下，不同的AP可以用相同或不同的RU同时给它所关联的STA传输数据。仿真显示，该功能在中大型网络中对系统整体容量颇有收益。
- C-Beamforming: 当AP与关联的STA通过Beamforming实现定向传输时，该AP还将其对特定相邻STA的干扰设为零，这种方法避免了临近AP之间的相互干扰。但实现该方案AP需要获得邻居AP关联STA的CSI信息，这一点具有挑战性。
- C-Spatial Resuse (CSR): CSR是最简单的一种协调多AP机制，当BSS间干扰较弱但信道状态感知为忙时可以使用。为了保证所有STA具有足够的信噪比，APs通过协作控制TX功率来削弱干扰。CSR只要较少量的AP间协作信息即可实现。
- Joint transmission: 通过创建一个动态分布式MU-MIMO系统，Joint transmission允许多个AP为同一个STA服务。该系统在多个AP上联合运行。实验已证明，在下行链路中联合传输和接收的收益最高。
- Seamless Roaming: 希望在不增加额外协商开销的情况下，在STA和一组合作AP之间无缝交换帧。为此，应与集中的所有AP完成认证和关联过程。

上述Multi-AP之间所需的同步级别要求有所不同，CSR可以在粗糙的帧级同步下运行，CBF和Co-OFDMA需要符号级同步；而JTR需要紧密的时间和相位同步，这意味着需要高可靠性、低时延的回传链路，如光纤FTTR等，该方法的实现最为困难。

针对Multi-AP架构无缝漫游技术，在Wi-Fi 8规范讨论过程中，目前存在两种主流架构方案：非并置UHR AP MLD架构和具有Virtual-MLD的UHR AP MLD架构。

相较于802.11be的MLD架构，非并置UHR AP MLD架构新增了UHR UMAC实体用于提供有关UHR MAC层级的功能服务。该架构在解决了一部分漫游等技术问题时也引入了复杂性。在某些场景下非并置UHR AP MLD架构可能会导致额外的延迟以及基础设施和芯片组的高度复杂性。

具有Virtual-MLD的UHR AP MLD架构对现有的EHT AP MLD架构改动最小。但是由于缺少类似于UHR AP MLD UMAC的统一管理实体，在漫游、多AP协作等技术中可能需要AP间大量的通信（用于传输漫游需要的上下文）。

全屋网络带宽超吉比特时代，家庭网络建网围绕着用户体验为中心精耕细作。FTTR全光底座与Wi-Fi覆盖深度融合，速率、时延、并发、可靠成为Wi-Fi技术发展的重点发展领域。FTTR+Wi-Fi、Wi-Fi 8、AI等新技术的加入，将促进家庭网络成为运营商可管可控、可运营的智能网络。ZTE中兴

FTTR-B全光方案在园区网的应用



陈道伟
中兴通讯产品规划总工
(有线)

在 园区网中，FTTR-B全光方案主要用于解决用户终端的有线和无线接入。FTTR-B主网关集成MINI OLT、AC、NAT网关、DHCP服务器、Portal服务器等功能，极大地简化了园区网组网架构，降低了园区网组网成本。随着园区网的发展，用户对网络的体验要求越来越高，对园区FTTR-B全光方案提出了更高的要求，包括冗余保护、无线漫游等。

FTTR-B主网关的冗余保护

FTTR-B主网关可最多可以下挂128个从网关，支持1000个以上用户接入，对组网提出了更高的冗余保护要求。FTTR-B的冗余保护不仅是上行PON口的保护，还包括下行PON口的保护，以及FTTR-B主网关设备的保护。针对OLT和FTTR-B主网关之间的冗余保护，已有成熟的TYPE B和TYPE

C保护方案，结合FTTR-B的冗余保护要求，双FTTR-B主网关的冗余保护方案更适合FTTR-B组网场景。

如图1所示，针对OLT和FTTR-B主网关之间的冗余保护，可以采用双FTTR-B主网关双活方案，替代常见的TYPE B和TYPE C保护方案。双FTTR-B主网关双活方案支持单OLT单归属，也可支持双OLT双归属，业务切换由FTTR-B主网关实现，切换业务时间短，对OLT的要求低，影响小。

针对FTTR-B主网关和从网关之间的冗余保护，通常根据业务场景的需要选择合适的方式，例如用于无线覆盖的从网关，可以多点重叠覆盖进行业务保护，通常选择TYPE B双归属保护；用于摄像头接入的多口从网关，通常选择TYPE C双归属保护。当双FTTR-B主网关业务为三层路由时，主网关间需要网络直通，以保证左右主网关下挂的设备切换时，WAN侧地址不变、业务不中断；双

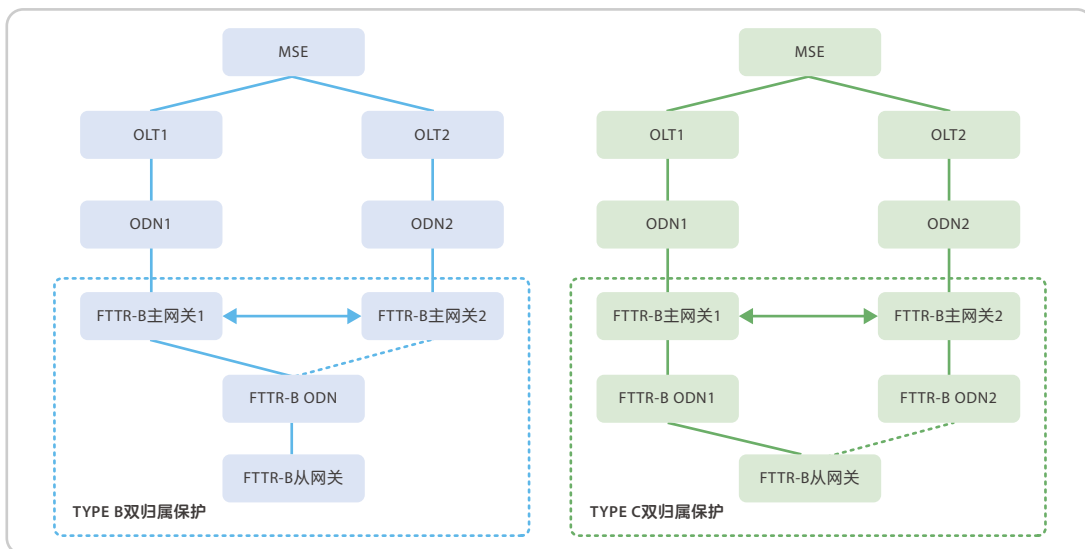


图1 FTTR-B网络的TYPE B/C双归属保护



中兴通讯园区FTTR-B全光方案，不仅简化了网络部署，还提高了网络可靠性，改善用户业务体验，全方位帮助运营商实现园区网络从“带宽连接”向“业务体验”的升级演进，实现新时代的战略转型。

FTTR-B主网关业务为二层桥接时，主网关间可以不需要网络直通，当左右主网关下挂的设备切换时，可以通过主动刷新MAC地址方式快速恢复二层通路。

- FTTR-B的TYPE B双归属保护

在组网中，需要采用2:N的ODN，左右主网关连接到2:N的ODN，从网关正常连接到ODN。左右主网关之间需要建立通信，协商下行PON口的主备角色，同步从网关的配置信息，保证下行PON口主备切换时从网关不掉线；保护切换过程中，从网关无感知。

- FTTR-B的TYPE C双归属保护

在组网中，需要采用两个1:N的ODN，左右主网关连接到各自的ODN。从网关需要支持双上行PON口，分别连接到左右ODN。左右主网关之间需要建立通信，协商下行PON口的主备角色，同步从网关的配置信息，保证下行PON口主备切换时，通知从网关的左右上行PON口进行主备切换。从网关需要根据主备切换状态，让所属的业务根据主备状态进行相应切换。

用户STA跨FTTR-B主网关的无线漫游

针对规模较大的园区，多个FTTR-B主网关通常会内置Mesh Controller，用于控制其所属的用户STA无线漫游。用户STA可能会从FTTR-B主网关1覆盖的区域漫游到FTTR-B主网关2覆盖的区域，产生跨主网关漫游的情况。

- Mesh Controller互通让用户STA跨主网关漫游
FTTR-B主网关内置Mesh Controller，通过802.11k

让用户STA空口扫描特定SSID的AP，不断学习并更新邻居AP列表，便于用户STA快速测量并进行漫游选择。

FTTR-B主网关1根据漫游策略将用户STA漫游到主网关2所属AP时，根据本地的邻居AP列表查询到主网关2的Mesh Controller，通知它用户STA将漫游到对应的目标AP，目标Mesh Controller同意后即可进行漫游。

- 用户STA跨三层路由的FTTR-B主网关漫游

三层路由的FTTR-B主网关会对业务报文进行NAT转换，不同的主网关WAN侧地址不同。用户STA跨三层路由的FTTR-B主网关漫游时，会因为WAN侧地址改变，导致网络应用链接中断。为了解决这个问题，我们需要将用户STA的出口网关固定为原FTTR-B主网关：

在所有FTTR-B主网关的上行PON口增加二层的“LAN连接”，用于所有FTTR-B主网关间的二层互联。每个FTTR-B主网关启用DHCP SERVER，分配不同的网段和网关地址（本地主网关地址）。当用户STA漫游到新的FTTR-B主网关所属AP，通过DHCP Request续租IP地址时，新的FTTR-B主网关将让原FTTR-B主网关为用户STA续租原IP和原网关IP，WAN和LAN侧地址均不变，从而做到网络应用链接不中断。

中兴通讯园区FTTR-B全光方案，不仅简化了网络部署，还提高了网络可靠性，改善用户业务体验，全方位帮助运营商实现园区网络从“带宽连接”向“业务体验”的升级演进，实现新时代的战略转型。[ZTE中兴](#)

智能家庭网络安全防护



徐保红
中兴通讯固网终端产品
安全经理

智能家庭网络进入FTTR全光千兆时代，更高带宽、更低时延和更广覆盖的家庭网络有利于运营商推广家庭云安防、云办公、云VR和游戏加速等新业务，但也带来了更多针对家庭网络的攻击，加强保护家庭网络内部的隐私数据尤为重要。

中兴通讯智能家庭产品借助于IPDRR安全模型（见图1），构建了智能家庭网络以FTTR产品为核心的安全体系和架构，包括风险识别（Identify）、安全防御（Protect）、安全检测（Detect）、安全响应（Respond）和安全恢复（Recovery）五个功能模块。

风险识别（Identify）

智能家庭网络的风险识别包括确定资产优先



▲ 图1 IPDRR安全框架

级、识别风险、影响评估。

智能家庭网络内部设备包括全光主网关、全光从网关以及多种接入终端（PC机、机顶盒、智能门锁、智能摄像头、智能手机等），这些设备以及运行在上面的软件和数据都是需要保护的资产。

家庭网络内部可以认为是信任区域，外部是非信任区域。根据STRIDE威胁模型分析，家庭网络面临的风险主要来自于外部的攻击以及内部网络的隐私数据泄露，受到的主要攻击包括洪泛攻击、缓冲区溢出、命令注入、暴力破解、逆向工程等。

安全防御（Protect）

为了保证家庭网络的业务连续性，降低其受到的攻击风险及其影响，智能家庭网络的安全防御功能构建以边界处全光主网关的对外防护为主，主要包含系统安全、网络安全、数据安全、应用安全。

系统安全功能包含硬件防护、操作系统防护、开源组件安全等。硬件上不留任何调试接口（JTAG/串口），去除串口针；操作系统的根文件系统必须是只读文件系统，具备地址随机化功能，提高溢出攻击难度；操作系统关闭对不必要的文件类型的支持，系统内核默认不加载不必要的文件系统驱动，减少了系统的攻击面；定期扫描开源组件，治理相关漏洞。

网络安全功能主要包含防火墙、VPN隧道防护、访问控制、防DOS攻击等。防火墙可以根据报文的协议类型、MAC、IP、端口等信息设置访问规则；VPN隧道防护可以对隧道IPSEC加密和认

证；访问控制功能主要通过url或者IP地址的黑白名单来实现，Wi-Fi网络中隔离访客接入设备；防DOS攻击，通过限制报文的速率来降低CPU的负荷，缓解受到攻击时的风险。

数据安全功能包含算法及密钥管理、配置文件加密、数据传输安全、个人数据保护等。认证算法的安全强度要求DSA密钥长度至少为2048 bits；密钥密码对设备必须是唯一的，必须是强密码，禁止明文密码；配置文件在存储和传输环节均加密；WAN侧数据传输使用加密通道和接入认证；用户密码等个人数据不得明文显示，应对敏感数据进行加扰、加密。

应用安全功能主要包括认证授权、输入输出验证、第三方插件资源控制、接入管理等。认证授权主要是Web/TR069等外部媒介访问家庭网络时进行身份认证和鉴权；家庭网络对外部输入进行合法性检查，防止注入攻击，抵御跨站脚本攻击、格式化字符串攻击等；系统需对第三方插件权限进行控制，不允许插件以root权限运行，插件进程权限最小化；Web禁止通过HTTP GET方法配置数据，配置数据使用HTTP POST方法；URL参数中不得携带敏感数据。

安全检测 (Detect)

家庭网络安全检测功能是在攻击产生时即时监测，同时监控业务和保护措施是否正常运行，以发现攻击。它主要包括监控网管用户操作、监控家庭网络系统资源、恶意软件控制、用户事态日志记录等。

- 监控网管用户操作：监测系统账户的使用情况，支持在有效的准入授权下进入系统，以及对应操作的审计记录。对于暴力破解用户账号的攻击进行检测并采取静默等措施缓解。
- 监控家庭网络系统资源：主要包括监控CPU、RAM、FLASH、进程等系统软硬件资

源对象在被攻击时的性能指标状态，并记录日志和上报告警。

- 恶意软件控制：利用版本数字签名、加密可执行程序等功能来限制恶意软件的安装和升级；通过证书校验方式禁止私自下载、安装、执行来源不明的第三方插件。
- 用户事态日志记录：记录与用户相关的活动、异常情况、故障和信息安全事态等信息。包括但不限于：用户ID、系统活动、日期、时间和关键事态的细节；对于日志中包含的敏感数据和个人身份信息，需采取隐私保护措施。

安全响应 (Respond)

家庭网络安全响应功能涉及到安全事件响应处理、安全事件的管理等。

安全事件响应处理主要包括检测到DOS攻击等入侵事件，支持安全事件的通知和上报，可以采用限速、断流、过滤控制进行系统恢复；检测到恶意版本升级时自动回退版本。

安全事件的管理包括对安全事件的处置过程进行记录，包括但不限于：检测过程、处置过程、处置结果、安全事件相关信息等。

安全恢复 (Recovery)

家庭网络安全恢复功能包括系统恢复至正常状态，并进行预防和修复。用户能够根据产生的安全事件，手动或者自动执行合适的恢复计划。FTTR主网关针对从网关离线配置，即插即用，自动化部署进行环境恢复。家庭网关支持通过升级策略升级补丁及安全加固来缓解安全风险。

中兴通讯智能家庭FTTR产品解决方案，采用业界先进的IPDRR安全框架，提供全面的家庭网络安全方案，为用户打造安全的家庭网络。ZTE中兴

SCP智能云平台精准营销系统， 助力运营商千兆品质经营



钱莉
中兴通讯FM产品规划
经理

根 据工信部《2023年通信业统计公报》，截至2023年底，国内三家基础电信运营商的固定互联网宽带接入用户总数达6.36亿户，其中家庭宽带接入用户达到5.44亿，家庭宽带普及率高。运营商坐拥家庭网络海量数据，通过分析海量数据挖掘体验红利时却面临三大难题：体验不可视、质差难分析、需求难获取，精准经营千兆网络成为运营商关注的核心。

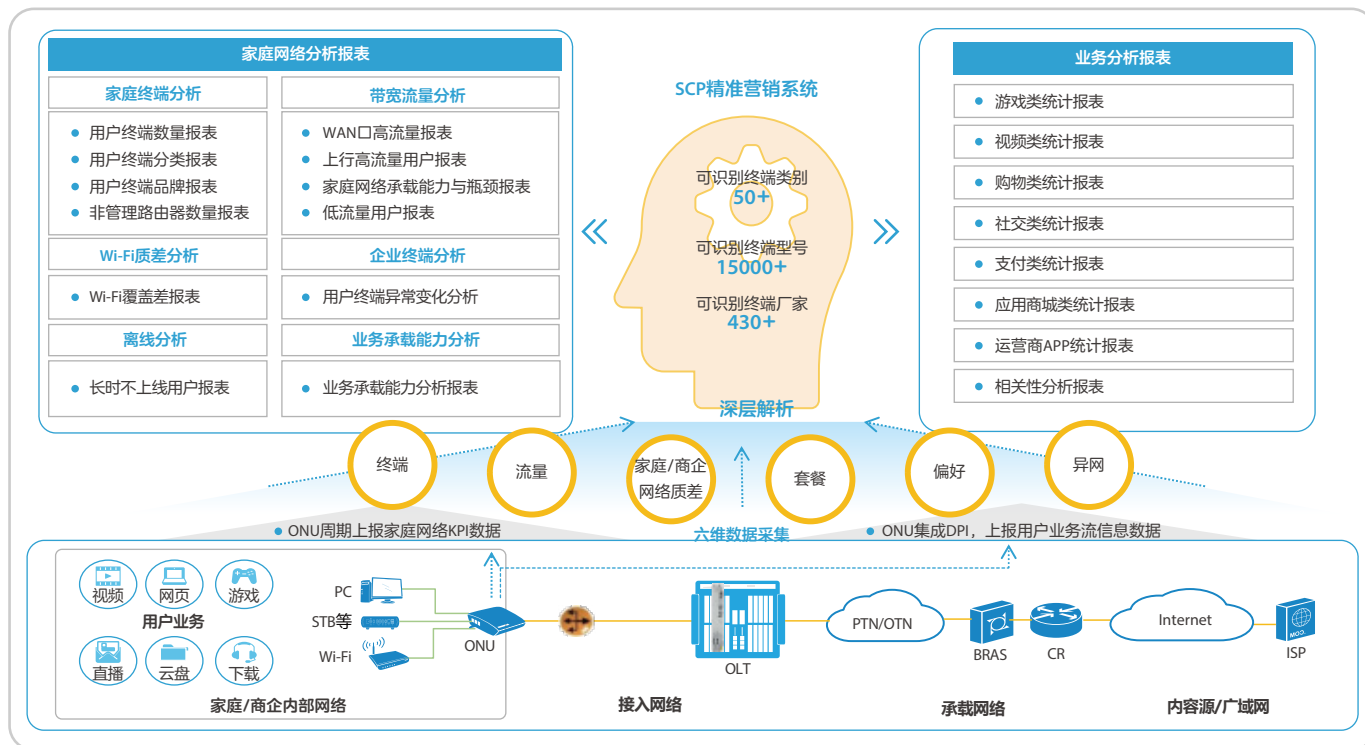
2023年，中兴通讯携手运营商推出数字化

SCP (Smart Cloud Platform) 智能云平台精准营销系统，助力运营商宽带业务经营。

SCP智能云平台精准营销系统框架

SCP智能云平台精准营销系统，旨在进行终端、流量、网络质量、套餐、偏好、异网等六维数据采集，深层解析用户画像，实现多业务潜在用户挖掘，助力多业务套餐精准营销（见图1）。

- 分析和识别潜在离网用户，提前主动关怀，



▲ 图1 SCP精准营销系统框架

▼ 表1 家庭网络营销项

分类	精准营销功能	用户标签	描述	价值	对应运营商营销项
家庭用户终端	全网下联用户终端数量报表	用户终端数量多	识别下联用户终端多的用户	增加FTTR从网关发现营业场所	FTTR; Wi-Fi智能组网
	全网非管理路由器数量报表	非管理路由器数量多	识别下联非管理路由器多、型号老旧的用户	增加FTTR从网关	FTTR; Wi-Fi智能组网
	全网下联用户终端分类统计报表	设备种类数量多各设备数量	识别细分潮流用户; 设备类型发展趋势	推销新设备; 发现用户业务趋势	终端
	全网用户下联用户终端的品牌报表	品牌种类具体品牌数量	品牌发展趋势	品牌合作	-
企业用户终端	全网下联用户终端异常变化分析	用户终端数异常增加或异常减少	识别人力或业务扩充/减少的企业	识别企业的宽带需求	宽带提速
Wi-Fi覆盖	全网Wi-Fi覆盖差报表	Wi-Fi覆盖率差	识别覆盖差的用户	增加FTTR从网关	FTTR; Wi-Fi智能组网
带宽流量	全网WAN口高流量报表	WAN流量高	识别高出口流量用户	提速	宽带提速
	全网上行高流量用户报表	WAN口上行流量大	上行高流量	发现直播用户	定向加速
	全网家庭网络承载能力与瓶颈报表	网络瓶颈	发现家庭网络瓶颈	提速; 增加FTTR从网关	FTTR; Wi-Fi智能组网
	全网低流量用户报表	WAN口利用率低	识别会离网的用户	挽留用户	-
离线	全网长时间不上线的用户	离线时间长	识别会离网的用户	挽留用户	-
业务承载能力	业务承载能力分析	4K/8K/VR等业务承载能力	分析家庭网络对各种业务的承载能力	提速; 换设备	FTTR; Wi-Fi智能组网
目的地分析	目的IP地址分析	网内、网外应用	流向本省和异省的流量	减少省间结算费用	-

维系巩固存量用户;

- 分析和发现沉默用户，提前主动发现用户问题，主动开展营销关怀活动，避免沉默用户演变为潜在离网用户;
- 分析和挖掘高价值用户，对高价值用户标签化分类，区分重度游戏用户、重度视频用户、重度阅读用户、重度直播用户、重度SOHO用户等，细分千兆套餐业务，满足不同高价值用户的差异化诉求。例如：针对网络Wi-Fi质差、智能终端数量多、消费能力强的用户调整FTTR套餐加装从网关；针对日均流量高，具有高码率重度使用行为的用户，套餐升档；针对每天上网超XX小时，且流量超XX，浏览短视频、长视频的用户，推送视频套餐。

SCP智能云平台精准营销核心功能

SCP智能云平台精准营销系统，基于家庭网络和用户业务两方面数据的采集及深层分析，对

家宽用户进行六维度画像，高效支撑市场的精准营销。

● 家庭网络数据采集与挖掘

终端设备（ONU、FTTR主设备、组网路由器、FTTR从设备等）默认按照15分钟周期上报数据至SCP精准营销系统，生成网络KPI报表。运营商可通过中兴通讯或运营商APP对接SCP，获取家庭网络使用报告和扩容建议。

其中网络KPI数据包括终端设备CPU及内存利用率，上下线时间，WAN口及LAN口流量、流速、带宽利用率，WAN连接流量，Wi-Fi流量、流速、空闲及干扰占比，用户终端链路的业务承载能力（时延、抖动、丢包、可达带宽）等。网络KPI报表从家庭用户终端、企业用户终端、Wi-Fi覆盖、带宽流量、离线、业务承载能力、目的地分析等出发，设计多种类别统计报表，创建用户标签，提炼市场价值，如表1所示。

● 用户业务数据采集与挖掘

终端设备集成DPI（deep packet inspection）插件，通过MQTT（message queuing telemetry

▼ 表2 用户业务营销项

精准营销功能	用户标签	描述	价值	对应运营商营销项
游戏类统计报表	XXX游戏APP; 使用流量; 使用时长; 使用时段高峰	全网游戏分类统计	识别游戏用户和热门游戏	定向加速
视频类统计报表	XXX视频APP; 使用上下行流量; 使用时长; 使用时段高峰	全网视频APP分类统计与详表	识别视频用户	定向加速; IPTV/OTT; 流量包; 场景宽带; 互联网会员
购物类统计报表	XX购物APP; 使用流量; 使用时长; 使用时段高峰	全网购物类APP分类统计与详表	识别购物用户	生活线下权益
社交类统计报表	XXX社交APP; 使用上/下行流量; 使用时长; 使用时段高峰	全网社交类APP分类统计与详表	识别社交用户	广告推广
支付类统计报表	XXX支付APP; 使用次数	全网支付类APP分类统计与详表	识别购物用户	生活线下权益
应用商城统计报表	XXX应用商城APP; 使用流量; 使用时长; 使用时段高峰	全网应用商城APP分类统计与详表	应用商城排名	—
运营商APP统计报表	移动, 联通, 电信	运营商APP使用统计与详表	发现异网用户	手机营销
相关性分析	聊天&购物	案例: 吃货爱聊天	—	—

transport) 事件接口上报用户业务流信息至SCP精准营销系统, 生成业务使用分析报表。

其中业务使用分析数据包括STA (Station) 的MAC地址、Hostname、IP地址, 应用的种类如王者荣耀、微信、淘宝、腾讯会议等。业务使用分析报表从用户使用网络情况和习惯等出发, 设计游戏类、视频类、购物类、社交类、应用商城统计类、运营商APP类统计报表, 识别游戏、视频、购物、社交、购物、应用商城、异网用户, 推广定向加速、流量包、生活线下权益以及手机营销等, 如表2所示。

SCP智能云平台精准营销四大亮点

SCP智能云平台精准营销系统, 具备精准、成本、数据、收益等优势, 指导运营商针对特定的客户群体, 提供更符合需求的产品和服务, 提升销售额和客户满意度, 增强竞争力。

- 精准用户画像。SCP可以把业务流定位到具体的用户终端, 实现精准用户画像, 可支持检测用户当时使用的业务和当时用户终端的链路质量是否匹配。

- 部署快, 成本低。SCP仅需完成运营商私网部署后即可实现功能, 成本低, 落地周期短, 且能做用户业务和用户终端的关联分析。根据不同的精准营销策略, 大力提升运营商的ARPU值, 降低运营商OPEX。
- 应用广泛, 数据标本庞大。SCP云平台已在国内运营商规模部署了多个局点, 大量的数据标本供SCP采集和深层次分析, 可给运营商提供精准的营销策略。
- 应用场景多, 收益大。精准营销并非仅面向运营商市场部门, 装维工程师也可通过SCP配套的手机APP获取精准营销建议。如针对抱怨上网慢、上网卡顿的用户, 可通过APP展示用户网络实时拓扑、终端链路连接质量等, 引导用户增加FTTR从网关或Mesh AP的安装, 替换老旧路由器, 以及推广特定的业务套餐。

目前, SCP精准营销系统的家庭网络KPI报表和业务使用分析报表功能, 已陆续在国内运营商各局点上线使用, 助力运营商实现千兆家宽业务迈向个性化精准营销, 提升千兆家宽用户发展效率。 ZTE中兴



河北联通：

加速推进FTTO商用落地， 领航直播新赛道

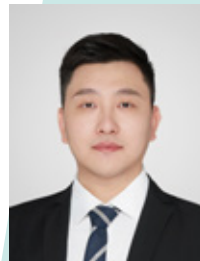
近年来，直播电商行业迅速崛起。2022年中国在线直播用户规模达6.6亿，直播相关企业总量达170.4万家。过去4年，相关企业的年均注册增长率超过90%；2024年前5个月，已有34.7万家新企业注册，行业发展势头迅猛。众多直播企业有数字化的迫切需求，但传统自组网模式缺乏科学的设计、部署和运维，存在Wi-Fi体验差（时延高、易卡顿、掉线）、带机量不足和网络运维难三大痛点，这些问题抬高企业成本，提高运维门槛，成为直播企业数智化转型道路上的“绊脚石”。

2024年“光华杯”千兆光网应用创新大赛总决赛期间，在“中小微企业数字化转型论坛”上，信通院和三大运营商共同发起了“中小微企

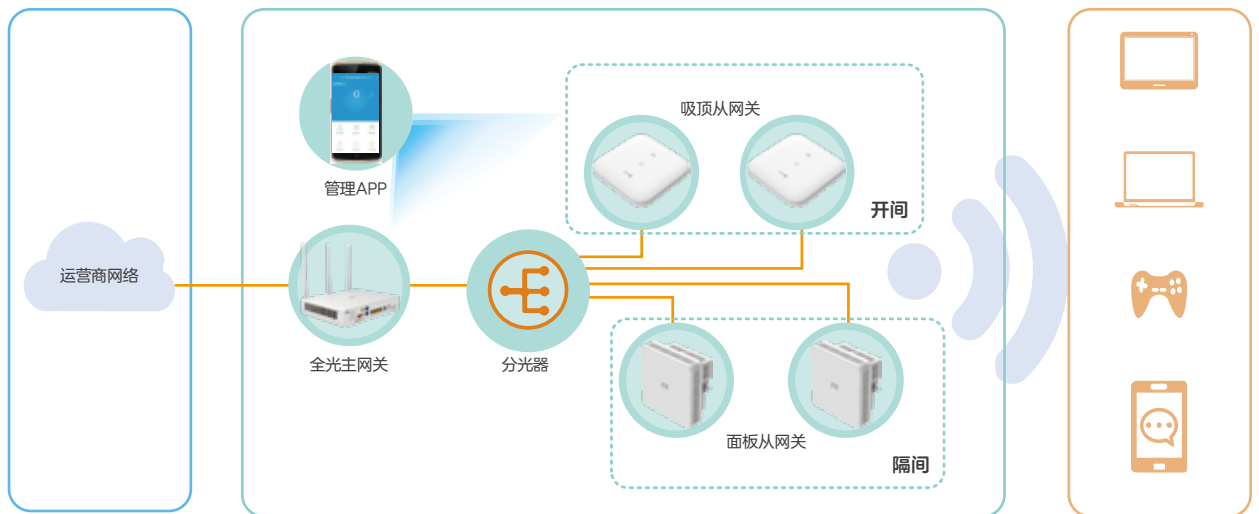
业全光网络发展”倡议，推进FTTO技术及融合应用创新发展，助力中小微企业数字化转型。

河北省直播电商业务发展蓬勃，针对直播电商对于基础网络的高需求，“一站式”解决组网方案、“一次性”落地网络建设成为河北联通的使命。为此河北联通在“赋能电商直播 助力经济强省”为主题的FTTO（fiber to the office）发布会上，提出要走在千兆光网建设前沿，调研省内直播企业转型痛点，锚定运营服务，发挥融合优势，推出FTTO全光智企组网产品。

瞄准“更大带宽、更多联接、更低时延”的企业网络建设要求，立足河北当地直播企业集群的发展特色，河北联通FTTO为直播企业提供稳定可靠的直播光网服务。FTTO全光智企方案以数智



吴超玮
中兴通讯FM产品策划经理



▲ 图1 FTTO直播间场景网络拓扑图

光网为承载，为直播企业提供“一站式”解决方案，赋能万企数字化转型，为河北数字经济快速发展注入新动能。

河北联通与中兴通讯合作，携手快速推进FTTO商用进程。双方前期已将10G PON端口100%覆盖重点价值区域，为FTTO布局做好了系统侧铺垫。针对直播类企业，河北联通还推出适配直播场景的融合套餐，为直播企业提供超千兆Wi-Fi和300多个终端并发能力，满足企业多人直播上网需求，赋能直播企业数字化转型。

中兴通讯FTTO全光直播解决方案通过复用运营商的PON网络资源，基于全光纤组网的极简架构，将光纤延伸到企业的每个角落，结合Wi-Fi 6新技术实现企业内网的全覆盖，实现端到端一张全光网；支持大并发、顺畅无缝漫游以及整网可视、可管、可测、可优，具备快部署、高品质、易运维三大优势，为直播企业提供可保障的超千兆无线化办公体验。

- **快部署**：FTTO采用全光纤组网，光电复合缆同时支持数据传输和设备供电，Wi-Fi设备随用随置，布纤过程更快捷；同时FTTR主网关集五大功能（ONT、路由器、AC控制器、IAD、交换机）为一体，比传统方案减少75%的设备体积，实现极简快速组网。

- **高品质**：FTTO采用光纤和160MHz频宽Wi-Fi 6技术，可提供超千兆Wi-Fi体验，并为会议、直播等办公类应用提供专属加速通道，优先保障VIP应用的带宽使用，实现办公网络零卡顿；采用中国联通智家创新产品体系C系统架构，光和Wi-Fi深度融合，实现Wi-Fi空口资源智能调度，保障多达300台终端同时稳定上网，结合智能天线，实现办公区域内信号处处满格，随意走动网络切换无感知，可为走播、站播、坐播等多设备并发的典型直播场景提供稳定的网络保障。
- **易运维**：FTTO集宽带专线、组网设计、安装部署、运维服务于一体，并提供专业运维应用App和用户App，支持一键查看并管理网络状态，让企业和运营商IT人员实现高效运维，同时为直播企业用户提供掌上网管，实现便携自我管理（见图1）。

FTTO构建起一张具有超高带宽、安全可靠、确定性体验和极简架构的生产网络，在此基础上融网、融安、融云、融算、融视等一体化服务，将大幅提升生产效能，激活直播企业发展活力，助力广大直播企业降本增效，激活商业新动能。 ZTE中兴

中兴通讯裸机容器核心网， 筑路数字经济

5 G网络商用已进入成熟期，围绕eMBB（增强移动宽带）、URLLC（低时延高可靠）以及mMTC（海量连接）应用场景的丰富业务，极大提升了用户体验，推动ICT产业步入增长新轨道。而5G与互联网技术的结合，使5G核心网获得革命性的成功。

云原生架构是现代软件架构设计模式的演进趋势，CNCF（Cloud Native Computing Foundation，云原生计算基金会）定义其5个关键属性：容器、微服务、服务网格、不可变基础设施以及声明式设计。可见，云原生架构的首要特质在于容器化（container as a service, CaaS）。容器化匹配云原生态理念，成为支撑IT云原生应用的基础。而5G快速发展，推动核心网容器化部署，提升其灵活性及资源利用率，为全面走向数智时代提供

支撑。

5G核心网部署形态主要三种模式：虚机（virtual machine）、虚拟机容器（VM CaaS）、裸机容器（bare metal CaaS）。当前运营商网络的裸机容器化部署已逐步进入快速发展期。VDF、Orange、德电、Telenor、MTN、AMX、Telefonica等电信运营商普遍开展了裸机容器方面的研究。裸机容器资源消耗少、敏捷性高，是当前5G核心网部署的首选方式。

中兴通讯裸机容器方案，助力5G核心网九大能力提升

中兴通讯核心网Common Core（见图1），基于云原生2G/3G/4G/5G全融合架构，灵活支持虚



方琰崴
中兴通讯5G产品市场总监



刘西亮
中兴通讯5G首席规划专家

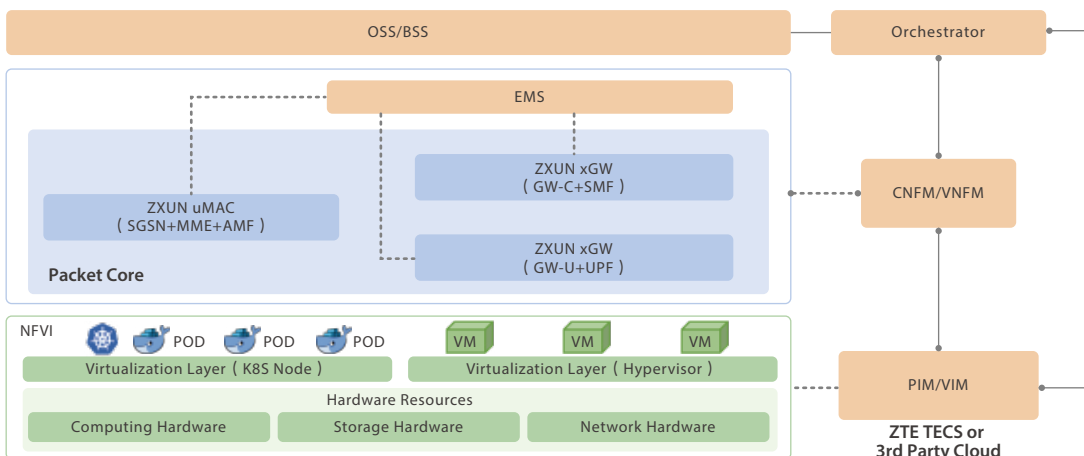


图1 ZTE Common Core基于云原生、全融合的架构

机和裸机容器平台，从设计开发、虚拟化特性、安全增强、开放性、演进等多维度助力5G核心网九大能力提升，支持5G核心网逐步完成裸机容器替代。

- 服务化架构设计契合云原生特性：遵从SBA服务化接口，将网络功能细分为原子化的无状态微服务组件；支持云原生的技术微服务、DevOps，提供开发运维一体化模型，满足业务持续快速交付。
- 全融合网络满足多样化部署和接入：支持2G/3G/4G/5G，网络平滑演进，可部署基于5G SA的数据/语音业务，组件实现2G/3G/4G/5G人网融合、ToB与ToC融合、人网物网融合。
- 灵活虚拟化特性提升网络适用性：可对容器CNF中的POD进行横向伸缩（scale in/out）或者纵向伸缩（scale up/down）。触发伸缩的门限值灵活可配置，降低业务闲时的设备功耗，实现绿色节能；提供灰度升级能力，保证升级时不中断业务。

- 敏捷开发模式利于业务快速推广：充分吸取裸机容器的轻量级虚拟化优势，提供简化应用的打包和标准镜像，优化DevOps流程，加速RCS富消息、高精度定位、5G新通话等各种应用部署，助力工业互联网应用蓬勃发展，提升资源使用率，实现快速服务交付和敏捷应用维护，推动5G业务发展走向创新。
- 多重增强方案弥补安全特性不足：针对裸机容器共享内核，在安全隔离、故障隔离、性能隔离方面较弱的情况，进行了额外的安全特性增强。通过一系列增强手段的实施，实行统一的账户管理、认证管理、网络接入管理等多重举措，ZTE Common Core裸机容器方案完全满足电信运营的安全加固要求。
- 容器平台解耦，提供强大的开放能力：方案业界率先完成Red Hat的CNF认证。ZTE Common Core采用公有云版本发布方式打通到运营商云环境的DevOps流水线，实现了业务持续发布和集成（见图2）。

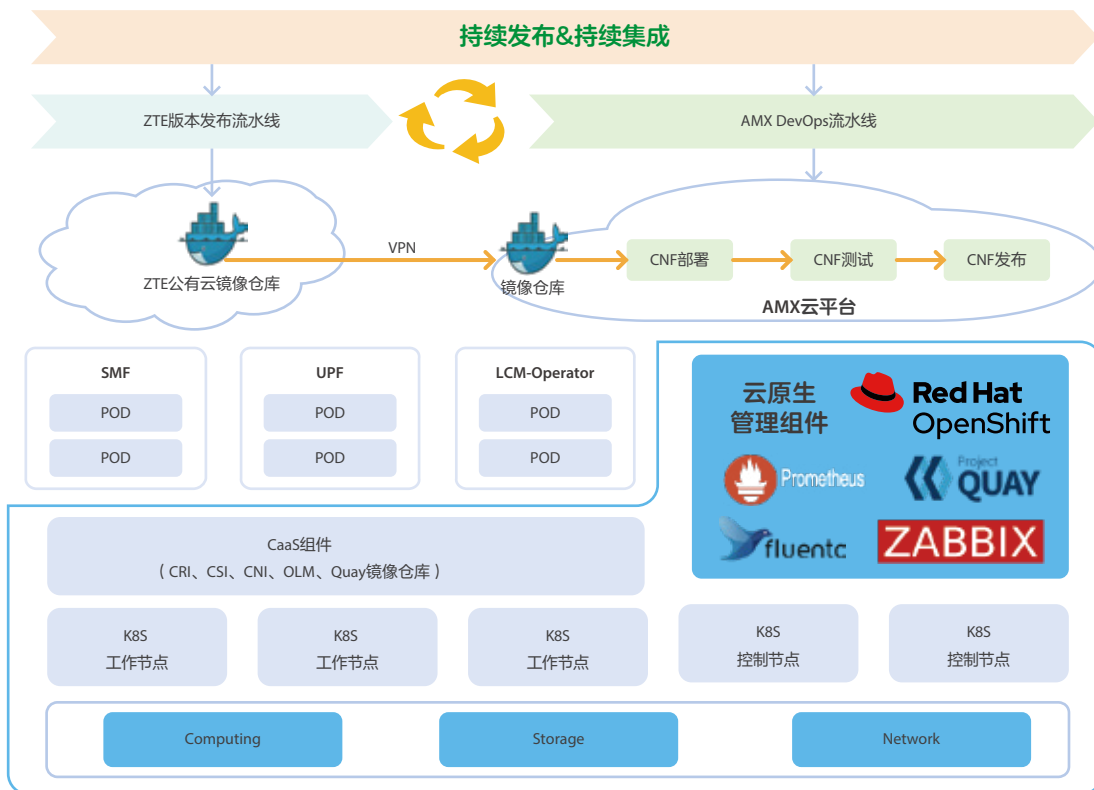


图2 基于红帽RedHat Openshift平台的裸机容器实施方案



截至目前，中兴通讯核心网产品发货量全球排名第二，5G核心网发货量全球排名第一。

- 专用U面方案简化，一体化交付：专用U面方案基于裸机容器部署，是一种提供专有硬件和软件、端到端集成交付、部署运维等同传统设备的GWU/UPF。方案基于通用硬件、分布式模块化架构，融合支持2G/3G/4G/5G网络，支持先进的软件加速和基于DPU智能网卡的硬件加速技术，满足差异化性能要求，实现计算、存储和网络资源一体化交付，机房适应性强、部署速度快、可维护性好。
- 检测修复一体，强化网络健壮性：支持容器状态异常检测以及Pod（注：容器最小部署单元）自愈，云平台上Pod的状态和本地Pod状态一致；持续监控云存储，自动在其他节点重建Pod，修复因IP断链导致的云存储故障。
- 强大的编排引擎及时响应突发业务：提供应用部署、维护自动化工具，不仅使生命周期管理（LCM）变得更加简单、高效，还使自动化编排占有更少的资源，显著提升服务水平，改善网络性能，提升用户体验，增强对突发性业务的响应能力，并实现高度自动化，包括蓝图设计、资源调度和编排、生命周期管理、状态监控和策略控制更新。

中兴通讯裸机容器核心网部署实践

中兴通讯为非洲某跨国运营商的8个国家建设全网虚拟化项目，已在刚果（布）成功商用，并将在贝宁、喀麦隆、卢旺达等国家交付，有力推动了非洲运营商的网络数字化转型进程。

美洲某跨国运营商在墨西哥主持了基于Red Hat的容器平台测试，在测试中，中兴通讯容器5G网元部署仅需10分钟，领先其他厂商完成SMF和UPF的CNF on-boarding部署，相对虚拟机部署时间减少了50%，充分体现出中兴通讯容器化网元产品部署效率优势和平台解耦能力。

在欧洲某跨国运营商的马来西亚分支的5G网络部署中，ZTE Common Core在Red Hat OpenShift容器平台上构建的裸容器方案成功商用，构建了使能全场景服务的融合创新平台。该项目的成功，极大增强了该运营商集团的信心，因中兴通讯方案技术先进、安全可靠、成熟度高等多方面的优势，该运营商再次选择ZTE Common Core方案在孟加拉分支构筑新一代容器化通信网络，为全网8000万用户提供成熟可靠的服务。

此外，中兴通讯还发布了基于i5GC（industrial 5G Core，工业5G核心网）解决方案，用于矿山、化工、港口、制造等各类大型工业园区，把轻量化的工业5G下沉部署到ToB工业园区，以独立专网方式部署，保证5GC专网专用、物理隔离，全面满足行业客户业务体验。中兴通讯联合中国电信在公有云EKS裸机容器平台上，进行i5GC的部署和测试，所有测试条目100%通过，是业界首个基于公有云容器化平台部署轻量化专用5G核心网的实践，示范效应显著。

截至目前，中兴通讯核心网产品发货量全球排名第二，5G核心网发货量全球排名第一。在知名市场调研机构Global Data、Omdia发布的电信厂家排名中，中兴通讯Common Core均位列领导者第一梯队。作为“数字经济筑路者”，中兴通讯着眼客户、领先时代，以创新、匠心和耐心夯实产业升级之路，打造造福世界通信网络的“发展带”和惠及各国人民福祉的“幸福路”，为全球众多运营商提供高效、可靠、灵活的5G网络转型路径，推动构建通、感、算、数、智、绿、安多要素融合的使能平台，融合智算能力，不断促进行业向人工智能领域的深度发展。 ZTE中兴

毫米波助力VR大空间 沉浸式剧场应用



李婷
中兴通讯RAN产品策划
经理

XR产业是数字经济发展的七大重点产业之一，被业界认为是未来元宇宙的入口。2016年曾被称为国内VR元年，但终端移动性差、分辨率低等问题成为遏制行业发展的短板。随着5G的规模商用，XR业务迎来了拐点。根据Statista的预测，至2028年，XR市场收入将达到2500亿美元；其中B2C业务部分将在2027年达到520亿美元；而到2026年，AR与VR两类头显设备的出货总量将翻三倍以上，达到3500万部以上。

2023年，一场风靡全球的穿越4500年时空的“消失的法老——胡夫金字塔探索体验展”让我们看到了VR大空间沉浸式体验的市场机会。该项目在上海上线四个月，营收超1500万元，成为XR类应用的现象级产品。预计此类VR大空间剧场类应用将率先开启XR类应用的规模商用之旅。但当前背包方案是主要痛点：背包重量超过5kg，风扇口发热，长时间佩戴不舒适，限制了老人和儿童的参与度；Wi-Fi无线能力弱，覆盖有限，无法满足大空间需求，并发能力差，商业运营效率低。

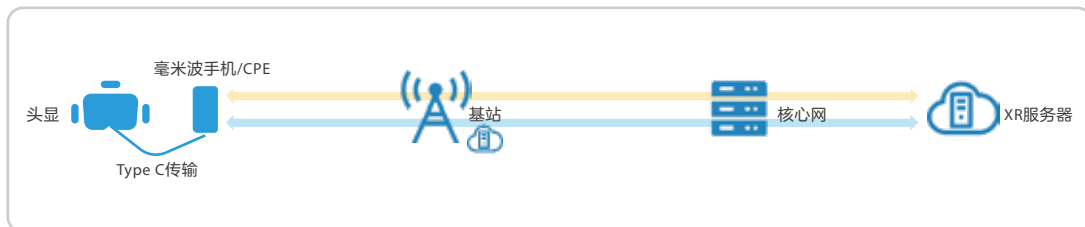
5G毫米波X-Edge解决方案（见图1）能够解决当前VR大空间剧场场景痛点问题：

- 采用毫米波移动网络接入，去背包去线缆，老人儿童也可尽情参与；避免Wi-Fi多人接入互相干扰问题，提升移动性。
- 毫米波支持高并发用户，单小区可支持超过100路用户并发。
- 算力基站本地分流，满足业务低时延要求。
- 专属解决方案，专项优化，高确定性保障。

具体来说，方案通过基站侧的智能识别功能精准识别XR业务，保障用户差异化业务体验；智能调度减少XR业务时延及时延抖动；容量增强保障大容量场景下XR用户体验。同时，中兴通讯建立了首个基于数字孪生的端到端的XR业务评估体系，为网络规划和优化提供多目标的智能寻优结果。业界独有的基于算力基站的本地XR渲染，使时延最小化。终端节能方案缓解XR终端发热情况，提升用户佩戴舒适度。

- 毫米波基站，支持超大容量并发用户数
- 中兴通讯推出的超大带宽毫米波设备支持业界最大的1.6GHz带宽，单小区峰值28Gbps，充分

图1 大空间VR应用组网图





VR大空间剧场通过5G毫米波的加持，解决了高效运营的问题，未来将形成一个类电影的体验，市场规模超百亿，有望成为VR业务规模商用的领头羊。

满足VR大空间剧场模式下的大容量并发用户需求，是无线网络“从0到1”级别的解决方案，使得该业务的商业模式成立。

- 智能识别：基站级业务识别库

XR产业逐步成熟，产业规模化发展，但业务种类繁多，需求各异。中兴通讯拥有业界独有的基站级DPI，能够识别16000+业务（app），可对不同XR业务实施针对性保障。

- 智能调度：减少XR业务等待时延

识别到XR业务流后，需要对不同XR业务提供保障，智能调度策略可以减少XR业务等待时延。XR视频源编码方式呈现准周期规律，例如120fps（frame per second）视频每间隔8.33ms有一帧数据包传输。基站可自动学习不同XR业务流的数据报文周期特征，匹配高效的调度策略，减少XR业务时延及时延抖动。

- 容量增强：大容量场景下保障用户体验

视频流的发送常见的组包方式为I帧+P帧，其中I帧包含图片的全部信息，数据包远大于P帧，而P帧仅包含部分补充信息。大容量场景下，由于I帧的不可替代性，多个用户同时申请XR业务时，I帧可能在同一时刻到达基站，产生I帧碰撞，造成瞬时拥塞（“共振”），从而导致部分XR业务传输延迟，导致用户体验不佳。X-Edge方案中的防共振策略，实现业务流周期错开，避免拥塞，碰撞概率下降到原来的1/10，即视频卡顿概率下降到原来的1/10。

- 建立XR评估体系，助力产业链发展

在针对XR业务做差异化保障的基础上，我们建立了端到端的XR评估体系，并基于数字孪生提高评估效率及准确性，加速XR产业链发展。我们

从媒体质量、交互质量、呈现质量三个维度建立评估体系，包括VR音视频和移动自由度是否达到逼真效果，用户是否会感到眩晕，视频观看过程中会不会发生花屏、卡顿等，并搭建数字孪生仿真平台，使得该体系成为业界首个结合数字孪生技术的XR体验评估体系。数字孪生平台可以采集/处理数据、分析业务特征、迭代优化评估算法，提高评估体系准确性。

- 云渲染@算力基站：打造极致用户体验

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

- XR终端节能：续航能力更强

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

VR大空间剧场通过5G毫米波的加持，解决了高效运营的问题，未来将形成一个类电影的体验，市场规模超百亿，有望成为VR业务规模商用的领头羊。 ZTE中兴

ZTE中兴

让沟通与信任无处不在