

CDC-F ROADM上下路架构的初步分析

张晓宏 易小波

上海诺基亚贝尔股份有限公司

摘要 分析可重构光分插复用器（ROADM）设备的演进，以及CDC-F ROADM设备的最新形态，对两种业务上下架构MCS和 $M \times N$ WSS的特点进行比较和分析，最后对这两种架构的成熟度、可靠性、适用场景等方面进行总结。

关键词 ROADM 上下路架构 CDC-F MCS 多播交换

1 引言

随着带宽需求的爆炸性增长，光传送网络在业务调度、传送容量等方面面临着巨大挑战，OTN纯电交叉在业务调度、功耗、散热等方面已经遇到技术瓶颈。ROADM支持在光层以波长为颗粒的交叉连接和业务的分叉复用，具有功耗较低、平台对业务速率透明等特点，目前在传送网络建设中得到越来越广泛的应用，成为网络演进的关键。在线路方向上，无色无向无冲突（CDC）ROADM统一采用R&S架构，利用 1×20 、 1×32 、 1×40 及以上的多端口WSS器件实现节点的多维度和波长的大容量上下，利用线路接收和发送方向上的两个WSS器件实现信号灵活选择，同时提高信号间的隔离度，降低系统的串扰。除了线路的设计之外，CDC ROADM设备的上下路架构在其体系架构设计中也占有重要的地位，通常有 $N \times M$ WSS和MCS两种选择，不同的上下路架构设计对系统性能、容量、可靠性等有着重要的影响，必须根据器件的可靠性、成熟度、性能指标等做出最优的选择。

2 ROADM的演进

从ROADM的发展历史来看，其大致经历了传统型ROADM、无色C-F ROADM、无色无向CD-F ROADM，以及CDC-F ROADM等阶段。ROADM的历史演进阶段如图1所示。

无色（Colorless）即波长无关，意味着任意指定的端口都能对任何颜色的波长进行上下，设备往往通过可调谐滤波器按需进行波长的配置；无向（Directionless）即包括上下路接口在内的任意接口上的任何一个波长都可以调度通往其他线路方向，这是实现光层调度，实现保护恢复的基本

要求；无冲突（Contention-less）即相同的波长可以在同一个上下路模块实现业务的上下而不会有波长的冲突。随着业务向100Gbit/s及更高速率的发展，业务通道的带宽已不再是常量，固定栅格已经不能满足系统应用的需要，灵活栅格（Flex-Grid）的支持成为必然的选择。CDC-F ROADM扩展了ROADM设备带宽调度颗粒的灵活性，可以实现光波长的精细调度，极大地提升业务使用过程中的自动化程度和效率，降低人工干预的程度，提高系统运行的可靠性。CDC-F ROADM是ROADM发展到今天的最新技术形态，其可重构性、业务调度的灵活性给光网络建设带来新的思路，同时可编程、智能管控等特性也深度契合传送网络向SDN的演进方向。

3 CDC-F ROADM应用特点

作为最新形态的CDC-F ROADM，与以前的传统ROADM、CD ROADM相比，其能够为光网络的建设、运行和维护，以及今后的网络平滑演进带来如下好处。

(1)实现设备运维的零接触，提升光层的灵活性，使波长的无阻塞路由成为可能，彻底摆脱手工跳纤进行业务配置的操作，代表今后ROADM发展的方向。

(2)实现频谱资源的精细利用，通过灵活栅格和超级通道，有效提升频谱利用率，提高传送容量。

(3)实现网络资源的重新疏导、汇聚和优化，多层次地精细利用网络资源。

(4)上下路波长能力支持按需配置，支持业务单盘的热备份，让业务的保护可以灵活设定，降低运维成本。

(5)支持动态光网络的架构设计，让网络因时而变、因

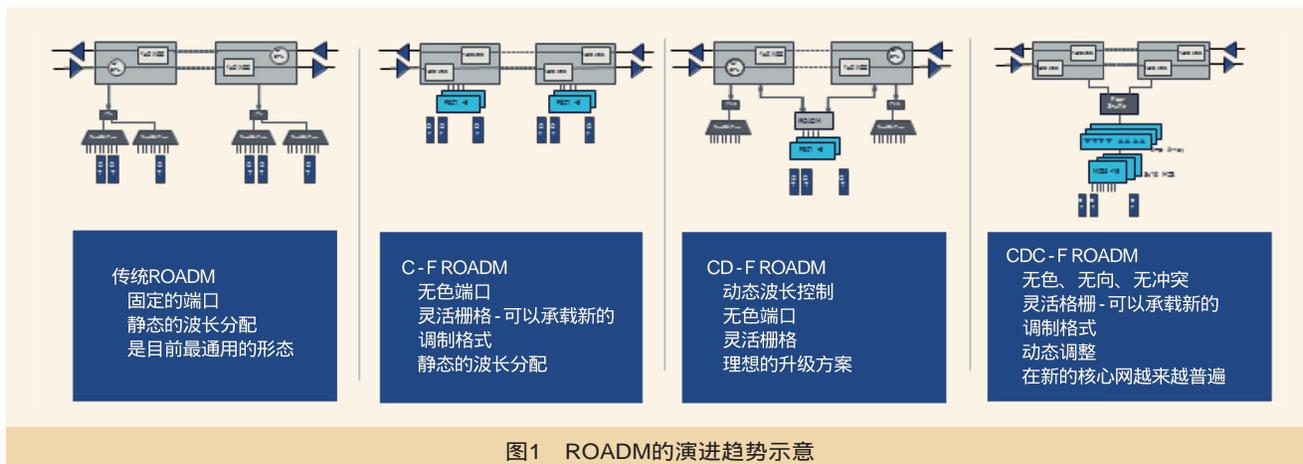


图1 ROADM的演进趋势示意

需而变，资源配置和功率调整可自动优化。

(6)减少手工的操作和介入，有效降低网络运维成本。

(7)配合集中网管和SDN控制器，增强光层的保护和恢复，让网络更加智能和健壮，可以有效应对网络的多重故障。

(8)契合SDN的演进方向，保护客户的长期投资。

CDC-F ROADM通过自动的波长重分配和重路由、光层的1:N保护倒换、网格状网络的恢复、光层的去碎片化等措施为网络带来很大的灵活性，提高网络资源的利用率，同时减少人工操作和介入，使得网络更加智能、更有弹性。

CDC-F ROADM的成本和以前的ROADM相比，如果基于同样的传送容量和业务增长节奏来进行成本分析，CDC-F ROADM 和传统ROADM的成本差异小于8%，与CD ROADM的成本差异更小，几乎是同一层次。有厂商对ROADM产品形态的成本进行分析，CD ROADM和CDC ROADM的成本曲线非常接近，具体如图2所示。今后随着光器件工艺的提升，CDC-F ROADM更大规模地使用，CDC-F ROADM的成本还有很大的下降空间。

4 CDC-F ROADM的业务上下架构

4.1 多播交换开关MCS

作为目前业界成熟可用的波长上下路架构的核心器件，多播交换开关 $N \times M$ MCS (Multi-Cast Switching) 器件由 N 个分路器/耦合器和 M 个光开关组成一个业务上下的单元。如图3所示， N 个1:M分路器/耦合器将每路光信号分光/耦合到 M 个上下路端口； M 个1:N光开关，选择本地上下路线路方向，相干光信道无需额外滤波器就能完成上下波。这种架构是目前最成熟可靠的上下路架构， N 个分路器/耦合器和 M 个光开关多采用光子集成的方法集成在一起，具有集成度高、工艺成熟的特点，有较多的模块厂商可以供货，具有一定的成本优势，现网应用经验最为成熟。目前主流的产品是

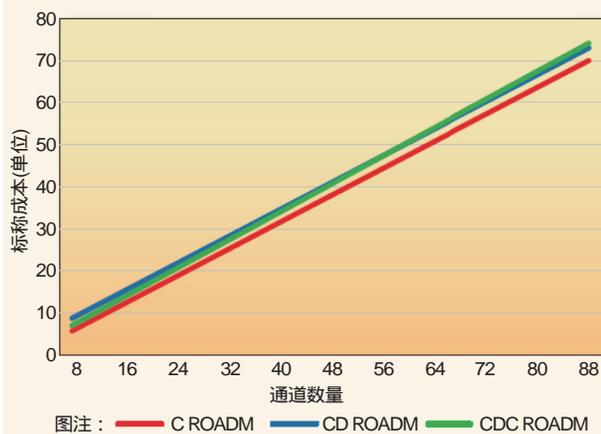


图2 ROADM的各种形态成本比较 (100GB单盘)

8×16 MCS，其次是 8×24 、 $16 \times 12/16/24$ 等MCS，今后可能还会出现更多规格的MCS。

但MCS的架构也存在一些缺陷：MCS由分路器和光开关组成，虽然光开关的插损不随端口数量的增加而增加，但是分路器的插损是随着端口数量的增加而增加的，对大端口数量的MCS器件，需要采用图3所示的EDFA阵列来进行光功率补偿。根据具体的系统设计，在OTU输出功率足够高以及波长上下端口数量少的情况下，也可以不需要EDFA阵列来进行插损的补偿。EDFA阵列一般采用多个EDFA共享一个泵浦光源的设计，提高系统的可靠性，同时降低系统成本。对于EDFA阵列器件，目前有多个厂商具备批量供应能力。

MCS是一种基于“广播”架构的交叉调度，不进行频谱的滤波，这就要求业务单盘具备波长选择能力，相干解调技术可以通过接收机本振波长的选择来实现这种波长选择能力，不需要额外的光滤波器。对于10Gbit/s或者40Gbit/s的非相干系统，必须采用可调光滤波器来实现特定接收波长的选择，滤除非信号范围内的噪声，保证接收机的正常工作。

4.2 CDC-F ROADM 业务上下架构 $M \times N$ WSS

现在业界正在研究另一种基于 $M \times N$ WSS器件的波长上下路架构, 试图克服MCS架构在大端口数量情况下存在的缺陷。 $M \times N$ WSS 架构示意如图4所示。

对比图3可以看出, 基于 $M \times N$ WSS波长上下路架构的CDC ROADM系统和基于MCS架构的系统区别仅仅在于波长上下路单元的不同, 线路处理上两种架构都采用基于R&S的双WSS架构。为了支持多维度的ROADM节点, 目前 $M \times N$ WSS器件的目标是Twin $16 \times 24/32$ WSS, 甚至 16×40 且具有交叉能力的WSS等。和大端口数量的MCS器件相比, 采用 $M \times N$ WSS器件在理论上可以降低波长上下路时的插损, 可以在节省EDFA阵列的同时支持相干和非相干接收, 还可以利用WSS的宽通带滤波特性, 过滤宽带噪声干扰, 兼容10Gbit/s、40Gbit/s速率的波长业务, 尤其适合对波长上下路端口数量需求较大的场合。

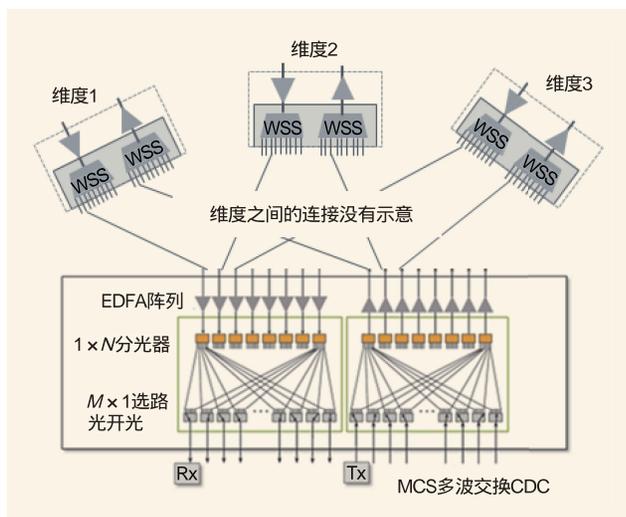


图3 MCS业务上下架构示意

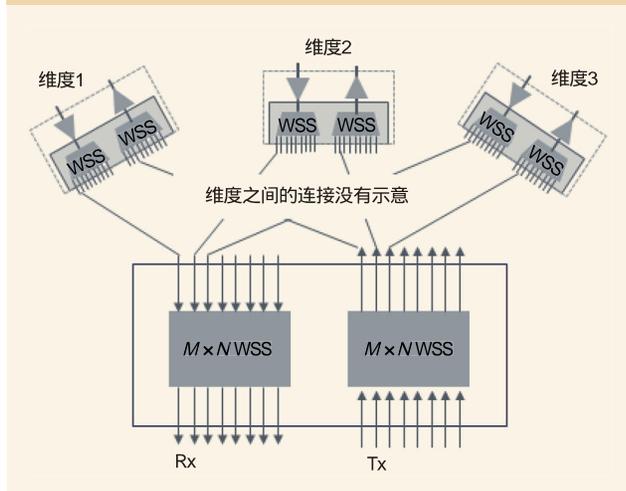


图4 $M \times N$ WSS业务上下架构示意

$M \times N$ WSS器件分为有阻塞和无阻塞两种类型。有阻塞型 $M \times N$ WSS器件采用和 $1 \times N$ WSS器件相同的结构, 支持多个公共端口, 但有阻塞型WSS器件不支持相同波长同时出现在公共端口上, 导致相同波长在一个上下路单元中只能出现一次, 给实际应用带来较大的限制。无阻塞型 $M \times N$ WSS器件和 $1 \times N$ WSS器件相比, 结构上更加复杂, 其通过光通道上额外增加的MEMS或LCOS器件来实现无阻塞特性, 这导致无阻塞型 $M \times N$ WSS器件的插入损耗和 $1 \times N$ WSS器件相比大大增加, 极端情况下插入损耗能达到20dB。如不能有效降低无阻塞型 $M \times N$ WSS器件的插入损耗, 将导致上下路单元不得不增加与MCS架构相同的EDFA阵列来补偿其损耗, 使其在和MCS的比较中不具有任何优势。在2018年OFC大会期间, 有报告第一次展示了采用新型结构的Twin 8×24 WSS插损可以做到8dB以下, 该特性使其在上下路单元中的应用具有很大的吸引力, 期待采用该技术的器件能早日上市。

在采用 $M \times N$ WSS器件实现波长上下路的CDC ROADM系统中, 由于EDFA阵列的节省, 波长上下路单元在波长上路方向上的插损需要通过提高业务单盘的发送光功率来补偿, 波长下路方向上的插损需要通过增加线路预放的增益或者在业务单盘上增加EDFA对信号进行放大的方法来补偿, 这对预放和业务单盘预放的输出功率都有很高要求。

4.3 两种上下架构的分析对比

从光性能而言, MCS架构能够满足CDC ROADM架构的需要, 技术成熟并且性能可靠; $M \times N$ WSS目前还在开发之中, 关键技术完善、供应链成熟以后, 在大容量波长上下路的节点上与MCS架构相比具有一定的优势。

在技术成熟度之外, 综合考虑噪声的累积和信号光功率对接收机OSNR的要求, 是CDC ROADM波长上下路架构选择的一个关键因素。虽然MCS上下路架构有EDFA阵列带来的ASE噪声, 也有从其他业务单盘而来的ASE噪声, 但是由于EDFA阵列的增益作用, MCS架构中接收机有较高的接收光功率, 从而降低接收端OSNR的要求。对于采用 $M \times N$ WSS的上下路架构而言, 其接收端过低的光功率可能导致较高的OSNR需求, 发送端光功率也需要足够高, 以补偿上下路单元的插损。如果希望 $M \times N$ WSS架构能提供比MCS架构更好的OSNR性能, 预放的输出功率就要足够高, 同样业务单盘的发送功率也必须足够高, 只有这样才不需要EDFA阵列, 才能避免EDFA阵列对OSNR的影响。总之, 对于CDC ROADM波长上下路单元的架构选择, 需要结合系统设计目标、功率、OSNR等多种因素综合考虑。

研究表明, 目前对于同等能力的波长上下, 相对于MCS架构, $M \times N$ WSS并没有提供更好的光学性能和更低

表1 $N \times M$ WSS和 $N \times M$ MCS的分析对比

参数	$N \times M$ WSS	$N \times M$ MCS
端口数量	现阶段目标: 8×24 未来目标: 16×40	现阶段: 8×16 未来目标: 8×24 、 $16 \times 12/16/24$
插入损耗	与 M 或 N 基本无关, 约有8dB	与 M 成比例: $16 \sim 19$ dB
适用范围	相干或非相干	相干波长; 非相干需要波长和带宽均可调的TOF (可调光滤波器)
可靠性考虑	WSS器件的可靠性	EDFA的可靠性
实现方法	LCoS、MEMS	光子集成、平面光波导技术
优点	插损与端口数量无关, 不需要额外光放, 系统性能较好; 使用范围广, 相干、非相干、超级通道均支持	技术成熟, EDFA阵列采用泵浦源共享提高可靠性
缺点	技术复杂, 预期成本高; 器件性能有待验证	插损随端口数量增加而增加, 需要放大器补偿

的成本。表1对比分析了两种架构的优缺点。

4.4 $M \times N$ WSS与MCS的混合应用

MCS和 $M \times N$ WSS的选择只是CDC ROADM系统上下路单元的技术选择, 而系统线路单元设计和上下路单元的设计相对独立。对于CDC-F ROADM网络建设而言, 可以根据实际情况优先选择成熟可靠的MCS结构上下业务, 待业务量增长并且 $M \times N$ WSS器件成熟之后采用 $M \times N$ WSS技术对上下路单元进行扩容和升级。

$M \times N$ WSS输入是 M 个端口, 输出是 N 个端口, 但是 $M \times N$ WSS在可靠性、通道功率、时间和精度的调整、颗粒度的细化等方面与 $1 \times N$ WSS相比还有一定的差距。多个光方向集中到一个 $M \times N$ WSS器件带来的可靠性风险要求大幅提高WSS器件的可靠性指标, 这对 $M \times N$ WSS器件的开发提出更高的要求。目前看来, $M \times N$ WSS主要用于波长上下路单元, 对于线路侧光路调度的应用还需要继续提高器件的性能和可靠性。

5 结束语

MCS和 $M \times N$ WSS是CDC ROADM的两种波长业务上下路架构, MCS是目前成熟商用的波长上下方案, 从成本、光学性能、供应链等方面都能满足网络建设和应用的需要。 $M \times N$ WSS是很好的CDC-FROADM波长上下的候选技术

方案, 正在研究开发中, 假以时日, 其成本、可靠性、光学性能、供应链将会逐步成熟起来。从长远的发展策略来看, $M \times N$ WSS和MCS架构可以互相配搭, 互相补充。传送网逐步向CDC-F ROADM网络演进是技术发展的必然, 建议从MCS开始CDC-F ROADM的应用, 待 $M \times N$ WSS成熟后再进行规划升级。

参考文献

- [1] YDT 2003-2009, 可重构的光分插复用(ROADM)设备技术要求[S]
- [2] L. Pascal, R. Karubi, B. Frenkel, etc. Port-Reconfigurable, Wavelength-Selective Switch Array for Colorless/Directionless/Contention-less Optical Add/Drop Multiplexing[J]. International Conference on Photonics in Switching, 2015
- [3] Y. Ikuma, K. Suzuki, N. Nemoto, etc. 8×24 Wavelength Selective Switch for Low-loss Transponder Aggregator[J]. Optical Fiber Communication Conference Exhibition, 2015

如对本文内容有任何观点或评论, 请发E-mail至tm@bjxintong.com.cn。

作者简介

张晓宏

现任上海诺基亚贝尔股份有限公司产品经理, 主要从事光纤通信的高速传输、光电技术以及传送网络的架构设计等工作。

易小波

资深系统工程师, 主要从事光纤通信的系统架构设计以及国际国内的通信标准化等工作。

基于VCPE的云专线部署策略研究

何军委 王可为 陈秀锦

中讯邮电咨询设计院有限公司

摘要 VCPE的主要思路是将原来的CPE一分为二，保留原有用户侧CPE的二层功能，而将三层功能以及业务处理功能上移至云平台。采用此方法不仅可以简化原有CPE实体网关设备，降低用户操作维护的难度，同时还可降低上门服务概率，并为用户提供增值服务，适用于产业园区、商务楼宇、专业市场内中小商企云产品的接入服务。

关键词 虚拟用户驻地设备 云专线 即插即用

1 VCPE专线

1.1 传统企业专线

时下的创业企业，除了通“电”、通“水”之外，通“网”也成为必备条件。中小企业没有大企业的平台优势，很多看起来很简单的事情，做起来都会难上加难。哪怕就是宽带这个最简单的通“网”需求，也因此变得不那么容易。

企业专线早就是运营商提供的成熟服务之一。以某运营商A为例，涵盖波长出租、SDH专线、以太网专线、MPLS VPN等多种产品，但对于中小企业而言，过于繁琐和复杂的网络接入配置和维护要求，以及相对较高的成本支出，无疑是横亘在他们面前的一座大山。

由于自身技术能力有限，加上成本考量，中小政企客户通常都会选择普通宽带产品，但这种产品在带宽、稳定性、安全性等层面难以满足企业客户的应用需求，经常遇到“掉线”“断网”“网络慢”等问题。

基于中小企业客户，特别是在“双创”国策推动下，以“互联网+”和“人工智能”等新兴技术为创新或创业起点的中小企业对于企业级专线产品的现实需求，A运营商在构建新一代网络架构CUBE-Net 2.0的战略指引下，开始积极利用SDN和NFV技术改造和升级企业专线产品，于国内率先开发出基于VCPE（虚拟用户驻地设备）的云专线产品，旨在为中小企业带来更为便捷、安全和智能的专线接入服务。

1.2 政企专线需求趋势分析

政企专线的需求分为三类：其一是大型政企客户，如传统行业大客户和OTT用户，他们苛求专线业务的稳定、可靠和安全保障，私有云需求大、人才技术储备要求高且对PaaS

类的业务一体化发布较关注；其二是中型企业，分支机构比较多，有些需要跨省互联和遍布全国的科创基地园区互联的需求较多；其三是小型创业公司、连锁型企业、商铺和酒店，接入成本较低，对专线的质量要求低，相对安全即可，专线方便管理，要求搬迁支持业务随行。

随着智慧园区、物联网、云计算等“互联网+”技术的发展，越来越多技术薄弱的中小企业、具备PON接入条件的园区企业商务楼宇和分支互联且灵活部署的政府部门有迫切的专线接入需求：互联网专线、移动化办公，要求即插即用且技术简单。这类用户对收入贡献值高，日益成为各大运营商市场份额争夺的“核心领域”，基于VCPE技术的云专线应运而生。

1.3 VCPE技术

VCPE是将原本部署在接入网关上复杂的功能和增值业务应用上移到网络侧业务平台，简化实体网关的功能；同时，在网络侧采用Service Chain、VAC架构以方便地扩展新的增值业务，从而实现新业务的灵活部署，以及向第三方开放的能力。

通过利用网络功能虚拟化和VCPE，供应商可迅速推出新服务，而不需要在客户位置部署新的硬件。VCPE还可以提高远程管理能力及降低运营成本。企业使用客户终端设备（CPE）连接到电信网络及访问通信服务提供商提供的服务。VCPE智能专线网络管理系统架构如图1所示。

1.4 VCPE专线的业务特点

VCPE可利用通用硬件虚拟化来简化网络服务的交付过程。VCPE是基于ETSI NFV架构的新型网络框架，对CPE设备可从客户驻地或者云节点，再或两者结合，利用云和虚拟

化技术来提供网络服务，VCPE的特点如下。

灵活性高：支持多种业务类型，客户接入方式灵活。从传输机制划分，可以是TDM、以太网等；从业务划分，可以是语音、视频、数据等。适用于集团公司、连锁企业等群体，以及保险业、家电/家居零售连锁店、大型集团公司、IT企业、地产公司、国外驻华机构/代表处等，客户可以根据需求增减服务。

业务透明：客户业务全透明传输，上层应用无感知，透明使用；用户侧地址信息私密，无需发给运营商。

支持多种接入速率：按需定制速率，最高可支持10GE电路；允许一定程度的突发流量。

高可靠性：可实现节点保护、链路保护、端到端保护等；在典型故障情况下可以做到类MSTP的保护效果，对高质量要求客户可以做到全程双路由，客户可以享受电信级的安全性和可靠性保障。

开放的业务模式：可以根据客户需求，在提供点到点业务的基础上，提供点到多点、多点到多点的业务需求；在客户端和局端设备以太网端口的允许范围内，客户可以在权限范围内自助建立、删除专线业务和增加、减少带宽，调整灵活，升降级方便。

业务端到端管理：可以实现业务端到端的管理，具备开通自测试功能，可以立即向客户提供开通报告；同时具有业务在线实时性能测量的能力，感知业务的性能，能够给客户

提供SLA报告。

云网融合：结合云资源服务能力，具有为用户提供统一受理开通、统一运维的用户入云服务的能力。客户一点开

通，即可接入到云服务中，客户定制网络服务的速度明显加快，接近实时。

1.5 基于VCPE的云专线产品

基于VCPE云网一体化协同的云专线采用以太专线方式，跨越城域和骨干承载网，提供统一云接入方案，以及丰富的增值类业务，为中小商企提供企业快速上云服务，连接服务、通信服务、云接入增值服务一站式解决。云专线产品架构如图2所示。

2 VCPE云专线应用场景

2.1 场景1：即插即用

需求场景：

- 用户为CPE设备连接电源并连接WAN侧和LAN侧，即可完成CPE认证上线；
- 在租户订购CPE产品及VPN业务后，终端用户能够在客户页面或APP上自助服务。

基本要求：

- 可自助安装，即插即用；
- 上线流程全自动；
- 自助业务订购。

即插即用场景示意如图3所示。

2.2 场景2：分支与总部专线

需求场景：

- 面向集客业务，提供集客分支/总部之间的专线服务；
- 采用Overlay的VPN方案，跨越城域和骨干承载网，形成E2E的VPN方案。

基本要求：需要支持全连接、星型连接和用户自定义连接方式。

分支与总部专线场景示意如图4所示。

2.3 场景3：企业访问Internet

需求场景：

- 集客分支/总部访问Internet业务，同时提供安全防火墙；

- 根据Internet出口不同，分别在CPE或者

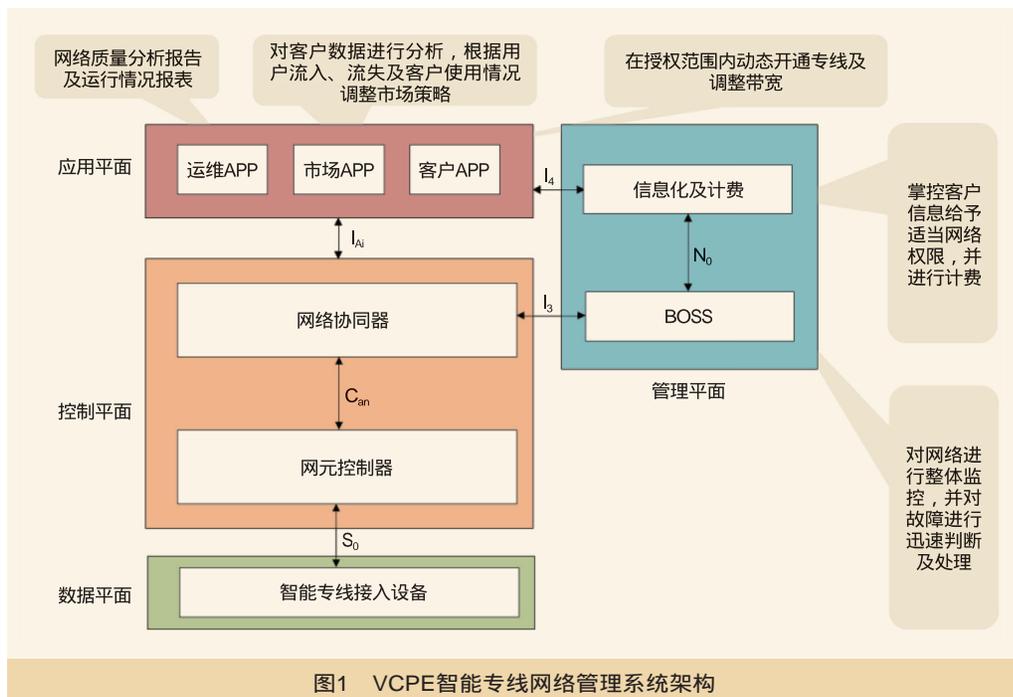


图1 VCPE智能专线网络管理系统架构

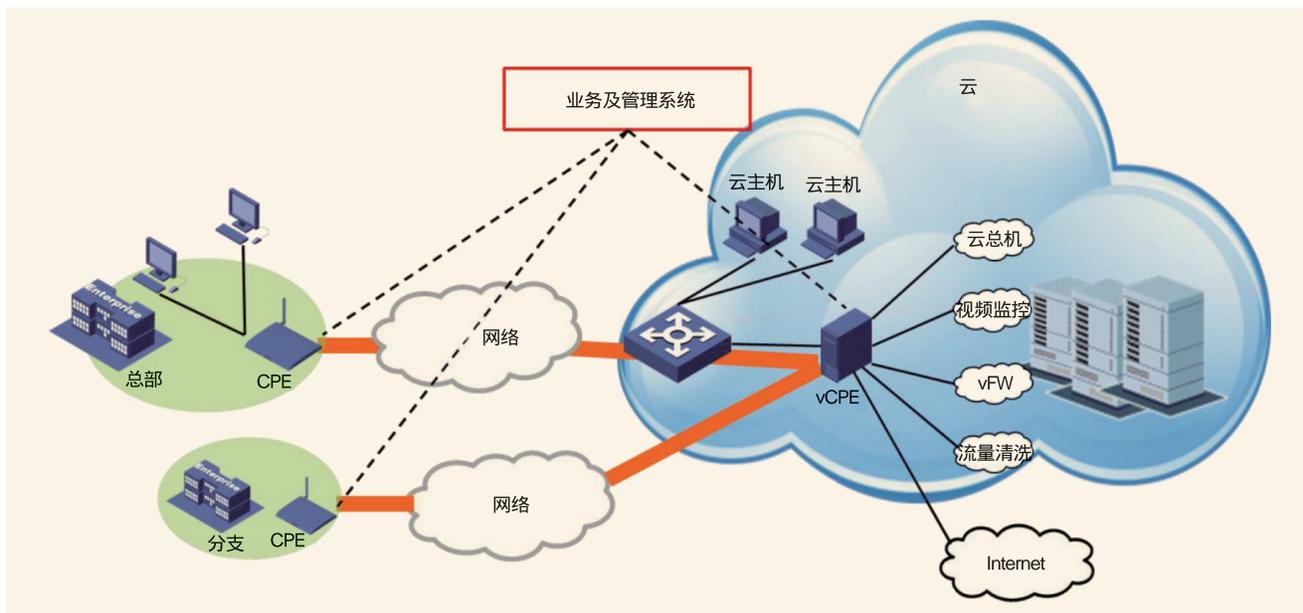


图2 云专线产品架构

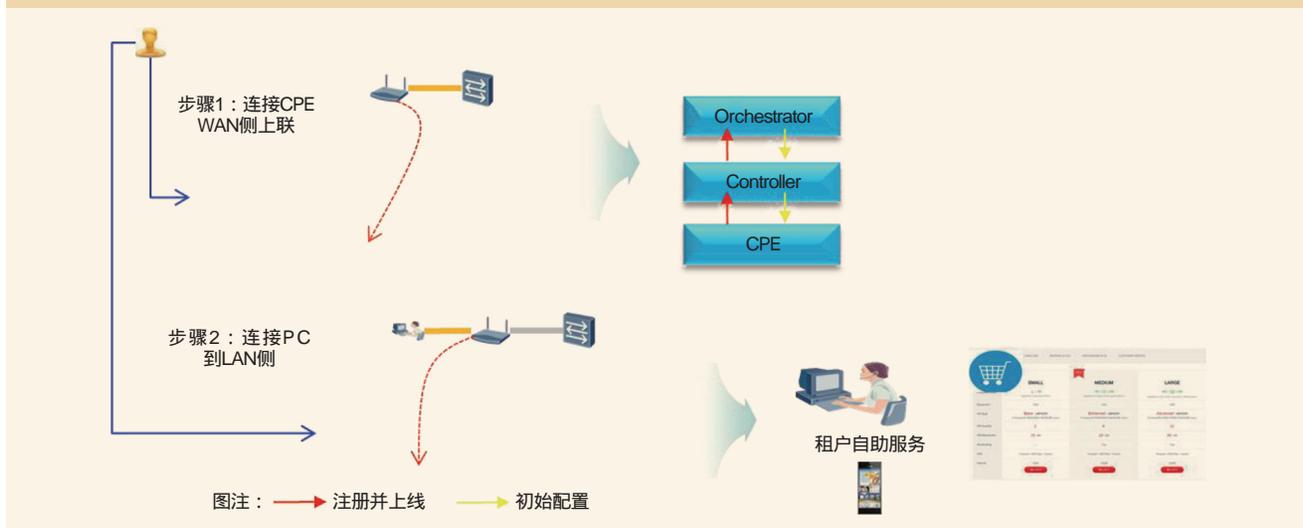


图3 即插即用场景示意

POP点部署NAT;

- 部署在CPE的防火墙主要提供ACL过滤策略，部署在POP甚至数据中心则提供高级防火墙能力。

基本要求:

- 在提供企业分支互联的基础上，同时支持提供企业访问Internet服务;

- NAT和防火墙可灵活部署;
- 可提供物理的或虚拟的防火墙。

企业访问Internet场景示意如图5所示。

2.4 场景4：企业访问云服务

需求场景:

- 集客用户在中国联通数据中心申请云资源（如VPC、VM、Storage等），申请VAS增值服务;

- 采用Overlay技术，从CPE到数据中心GW建立VxLAN Overlay网络，数据中心内部GW和租户、VPC和vCPE之间建立VxLAN。

基本要求：提供企业访问数据中心及增值服务。

企业访问云服务场景如图6所示。

2.5 场景5：VPN及带宽动态调整

需求场景:

- 在会议日临时建立VPN;
- 为企业（如阿里巴巴、京东等）在特殊时间（如购物

节或节假日) 提供临时的大带宽接入和备份, 在其他时间能够回退到普通带宽。

2.6 场景6: 备份链路

需求场景:

- 固定接入和移动网络相互备份;
- 固定接入为主用链路, 在出现故障的时候自动将流量切换至移动网络;

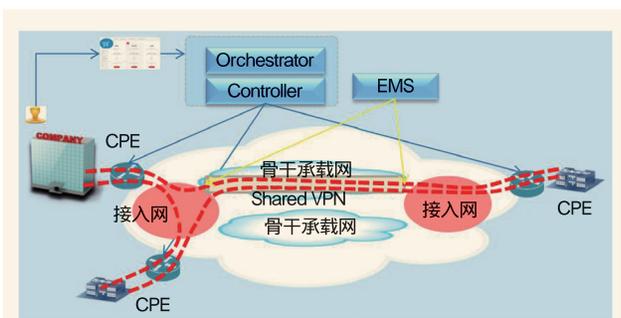


图4 分支与总部专线场景示意

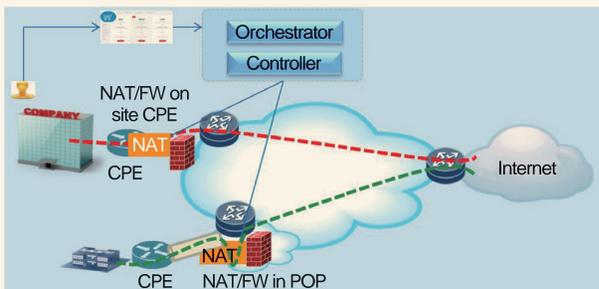


图5 企业访问Internet场景示意

• 在缺乏固定接入方式的区域, 可以采用无线接入提供VPN服务。

基本要求:

- 提供高可靠性;
- 可同时支持固定接入和无线接入两种方式。

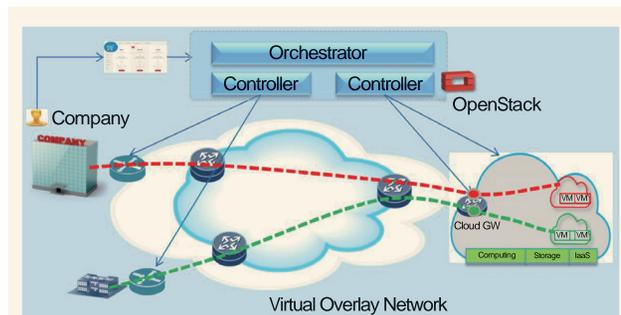


图6 企业访问云服务场景

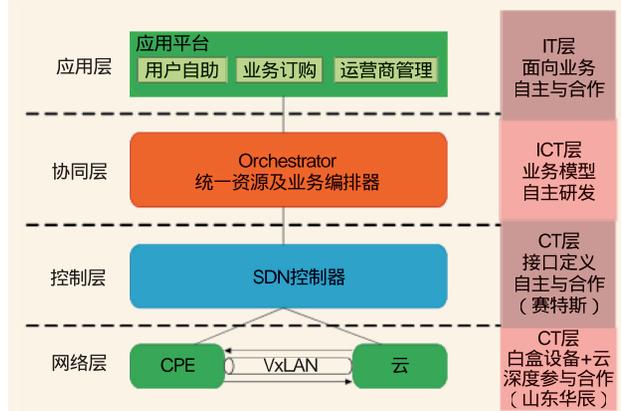


图7 某数据基地部署业务平台架构

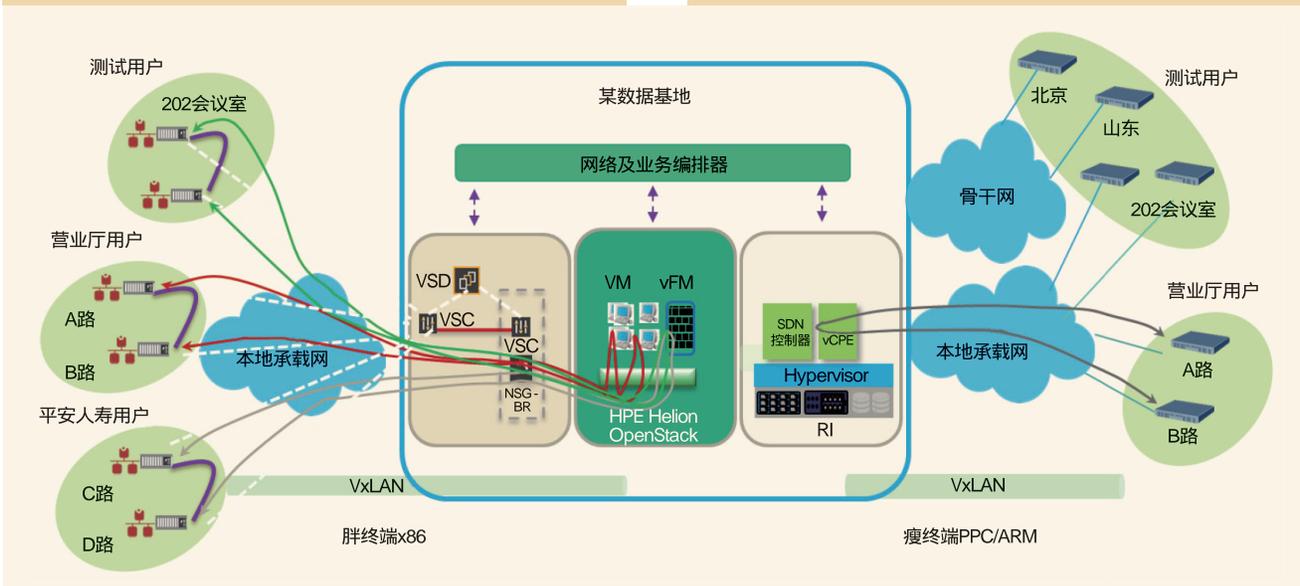


图8 某数据基地CPE认证流程架构

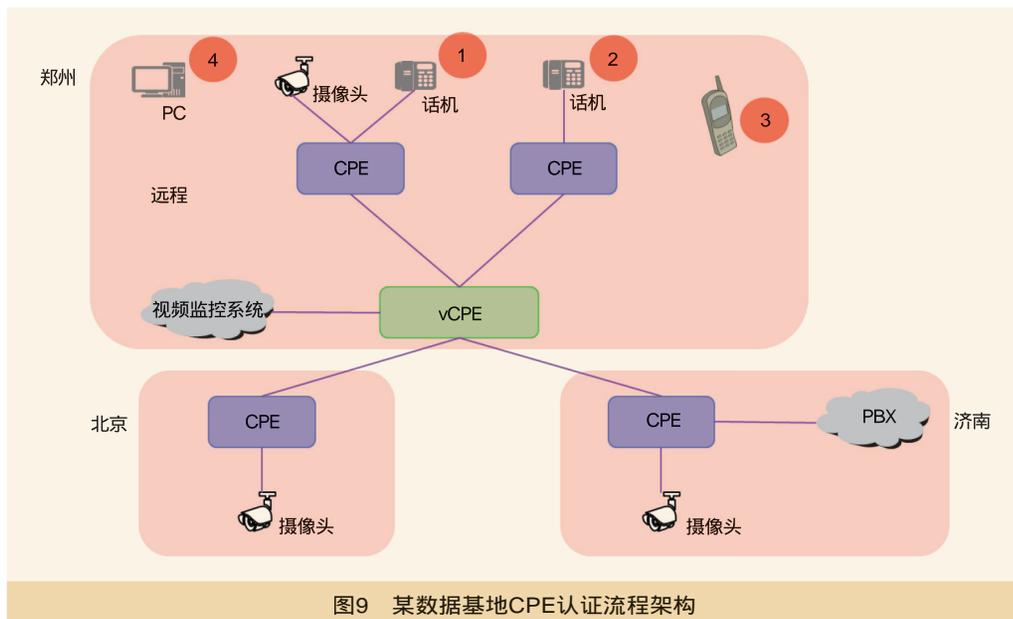


图9 某数据基地CPE认证流程架构

同时部署云总机和云视频监控；在客户终端和服务提供商的云之间，使用L2/L3低成本的Overlay/VPN方案来连接的分布式VCPE架构，允许服务提供商将其管理服务扩展到多个地理空间并开通电商级别的一站式云服务。某基地分支与总部云总机和云专线的组网如图9所示。

4 结束语

宽带客户网关虚拟化已成为NFV应用的焦

点，全世界多个电信运营商都对其表现出浓厚的兴趣，关键就在于VCPE能够为电信运营商带来新的机遇，包括能够有效降低运维的成本，提升新业务部署的效率，以及更好地掌握用户的入口。VCPE产品大幅降低企业上云成本，为客户提供云接入、云应用服务的同时，附加提供语音接入、网络安全等增值业务，提高入云专线及产品业务的收入。

参考文献

[1] 唐寅.业务不断上云传统CPE该如何向VCPE演进[J].通信世界

网,2017(11)

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

何军委

本科，毕业于南京邮电大学，工程师，主要从事传输网工程咨询和工程设计工作。

王可为

本科，毕业于浙江工业大学，工程师，主要从事传输网工程咨询和工程设计工作。

陈秀锦

硕士，毕业于上海交通大学，工程师，主要从事传输网工程咨询和工程设计工作。

2.7 场景7：满足需求QoS保障

需求场景：

- 运维人员基于QoS策略定义和管理QoS服务包；
- 终端用户订购QoS服务包并按照需求得到相应的QoS保障。

基本要求：

- 能够按照需求得到QoS保障；
- 满足动态业务需求；
- QoS服务包要满足不同用户需求。

3 VCPE云专线应用实例

某运营商的郑州试点情况如下。

总体部署原则：通过应用平台，实现专线业务统一管理；通过接口标准化，实现各层网元分层解耦；通过接入终端白盒化，降低部署成本。

某数据基地部署业务平台和VCPE，网络侧按照省一级集中化部署应用、管理平台以及VCPE，实现省内及跨省业务。某数据基地部署业务平台架构如图7所示。

用户侧CPE设备连接电源并连接WAN侧和LAN侧，即可完成CPE认证上线，然后对在网用户进行测试，某数据基地CPE认证流程架构如图8所示。

A地演示场景及业务：专线业务上线；分支总部采用

基于NB-IoT物联业务的网络延伸覆盖技术研究

蒋晓虞 刘永洲 张颖聪

中通服咨询设计研究院有限公司

摘要

描述NB-IoT的技术特点及国内发展情况,围绕窄带物联网业务对网络的需求及目前的网络覆盖问题进行分析与研究,针对存在的问题及需求,提出网络侧、终端侧的网络延伸覆盖技术,利用较低的投资提升网络覆盖性能,为下一步针对物联业务的网络建设及优化提供参考。

关键词

NB-IoT 4G 延伸覆盖

1 前言

随着第四代移动通信的推广,全IP的移动网络给人们带来革命性的业务体验,除了速率的大幅提升,灵活的网络架构也为用户提供了更为丰富的应用体验。与此同时,人与物、物与物的广域连接需求也随着智能城市、电商物流、在线医疗等行业的发展愈加凸显,物联网成为广域移动通信的发展方向之一,基于4G蜂窝网络的NB-IoT(Narrow Band Internet of Thing,窄带物联网)就是在这样的技术环境中应运而生的。

运营商拥有丰富的基站资源,通过软硬件升级即可提供广域物联服务,各大运营商均将物联网作为重要的业务发展方向,当前国内物联网卡用户已达1亿,预计2018年中国广域低功耗物联总连接数将达到4.2亿(数据来源:GSMA Report,安信证券研究中心)。如何利用广域覆盖资源,服务好业务类型多样、分布广泛的物联需求,同时满足投资效益要求,是运营商关注的重点。

2 NB-IoT

根据3GPP标准定义,NB-IoT系统设计目标包括广覆盖、大连接、速率低、时延不敏感、低成本、低功耗等6大技术特点,适用于智能抄表、资产跟踪、穿戴类设备等低速率、大连接的应用。NB-IoT可基于运营商的4G网络在现有频段带内、带外或者保护带内部署,利用180kHz的窄频宽即可实现最高5万/载扇的接入能力,各个运营商均在现有的网络设备上采用软硬件升级的方式实现快速部署。

中国移动在2G/3G的物联网业务中,用户规模占比达到70%,并且在2016年12月开始在多个城市开展NB-IoT外场测试。2017年6月,中国移动获批可在现有的GSM频段上开

展NB-IoT建设,随即启动14.5万个基站的招标工作,迅速地依靠现有站点资源实现快速部署。

2016年7月15日,中国电信在“第八届智能终端产业高峰论坛”上明确提出物联网的发展计划,将开始基于800MHz的NB-IoT网络部署,借助低频NB-IoT的建设和运营,促进中国电信的物联网从过去基础薄弱走向行业前列。截至2017年年底,全国已经完成超过31万个基站的建设,实现广域全覆盖,并且已经与ofo小黄车、深圳水务、海信、海尔等多个大型企业开展战略合作。

中国联通在2018年1月已实现在全国300个城市的NB-IoT连接服务,并已专门成立100亿的产业基金联合世界共同推动物联网产业的发展。

基于现有的基站升级方式,可快速实现广域覆盖,但物联网通信与传统移动通信存在差别,因此出现了以下矛盾:

(1)常规的站点建设主要围绕人的活动区域开展建设,而物与物的通信却经常发生在少人甚至无人场景,现有的站址部署对满足物联业务来说存在较多覆盖弱区甚至覆盖空洞;

(2)NB-IoT对于网络的覆盖深度要求很高,但其技术特点及业务范围要求网络使用成本很低(即客户只需很少的费用即可享受服务),这也意味其资费必然很低,运营商如果单纯为NB-IoT开展网络建设会出现投入产出匹配的情况。

围绕以上需求与矛盾,针对NB-IoT业务的发生场景、业务特性,分析网络侧、终端侧的延伸技术,可利用少量投资,在不额外增加站点的情况下,大幅提升网络覆盖性能。

3 NB-IoT对网络性能要求分析

3.1 NB-IoT的发生场景分析

NB-IoT主要的应用场景见表1,除了传统移动通信会

涉及的室外、街道等区域，还涉及人员少去的水井竖井、楼梯间等区域。

3.2 NB-IoT典型场景覆盖分析

运营商普遍采用与现有基站同站部署的方式实现NB-IoT网络覆盖，以某城市的测试分析可见，在智能停车、智能水/电表等场景，都存在覆盖不足的情况。利用现有站址

分类	应用	典型部署场景
公共事业	智能水表	室外外墙、水井竖井、地下室等
	智能电表	室外外墙、室内楼梯间、地下室等
	智能气表	室外挂墙、室外阳台、室内橱柜等
智慧城市	智能灯杆	路/街边等
	智能停车	室外、地下室等
消费医疗	宠物跟踪	宠物佩戴，与宠物活动区域有关

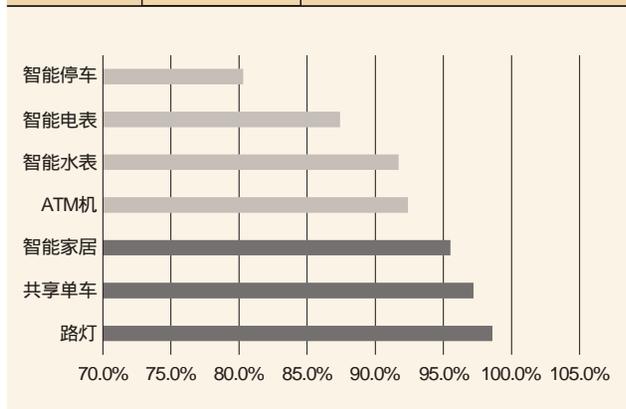


图1 利用现有站址的典型NB业务覆盖率（某城市测试分析）

的典型NB业务覆盖率如图1所示。

4 网络性能提升思路及方法

根据以上分析，当采用现有基站同站址升级部署时，在地下室、水井、弱电井等区域会出现覆盖弱的情况，同时，考虑到物联网业务价格低廉，不建议针对弱区开展新建站建设，建议结合周边网络及采用的终端情况选择延伸技术提升网络覆盖效果，精确化、低成本提升覆盖性能，延伸覆盖技术包括网络延伸和终端延伸两种思路。

4.1 网络延伸

主要是依靠仅在NB业务发生区域额外增加信号放大设备，提升网络覆盖性能，尽量利用合路现有的网络天馈系统或者局部新建天馈系统，设备可采用价格较低的小功率无线直放站、微站。具体实现方式如图2所示。

此类方式适用于NB业务区域已有的分布式天馈系统或者可局部建设天馈系统的区域，如地下室、电梯等区域，可选择在NB业务发生区域，局部进行改造建设，微站/直放站价格低廉，约为宏基站造价的1/4左右，可根据业务推进情况选择性建设，利用有限投资来提升网络覆盖效果。

4.2 终端延伸

对于分散的应用，采用网络侧延伸方式仍会带来一定的投资浪费，因此，对于此类应用也可采用联合外接天线，形成无源接收系统，提升终端侧的接收/发送增益，从而实现对于弱覆盖区域的通信质量提升。终端延伸示意如图3所示。

在进行终端延伸部署时，考虑到穿透一堵墙约为10dB，应将馈线传输损耗+器件插损+接头损耗控制在10~15dB。一副延伸天线最多可连接6个终端，施主天线位置的NB信号强度要求高于终端最小接收电平20dB。此类建设方式灵活，安装方便，适用于终端分布零散的区域，预估建设成本为100~300元/终端。

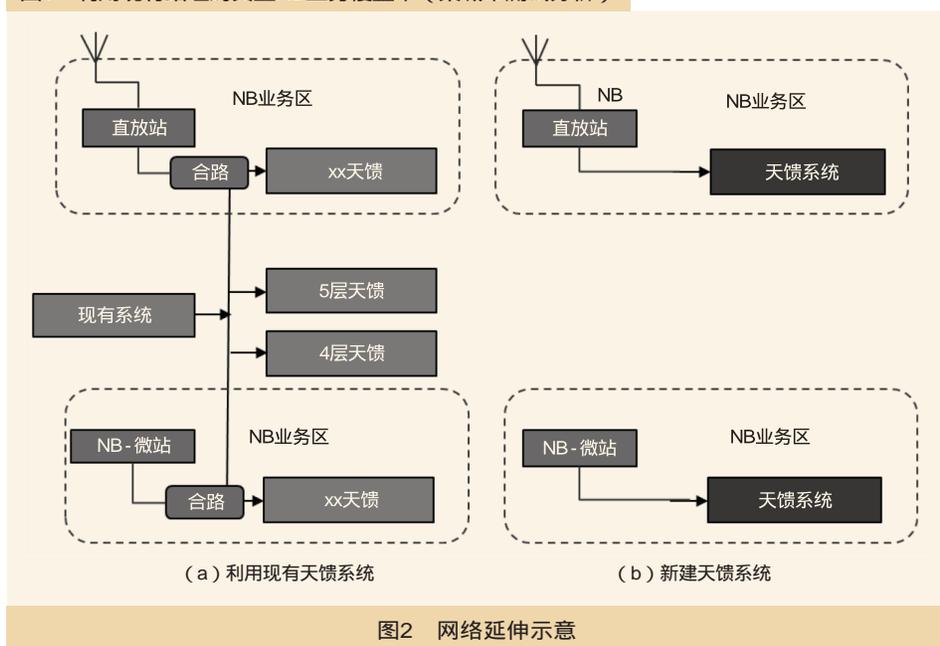
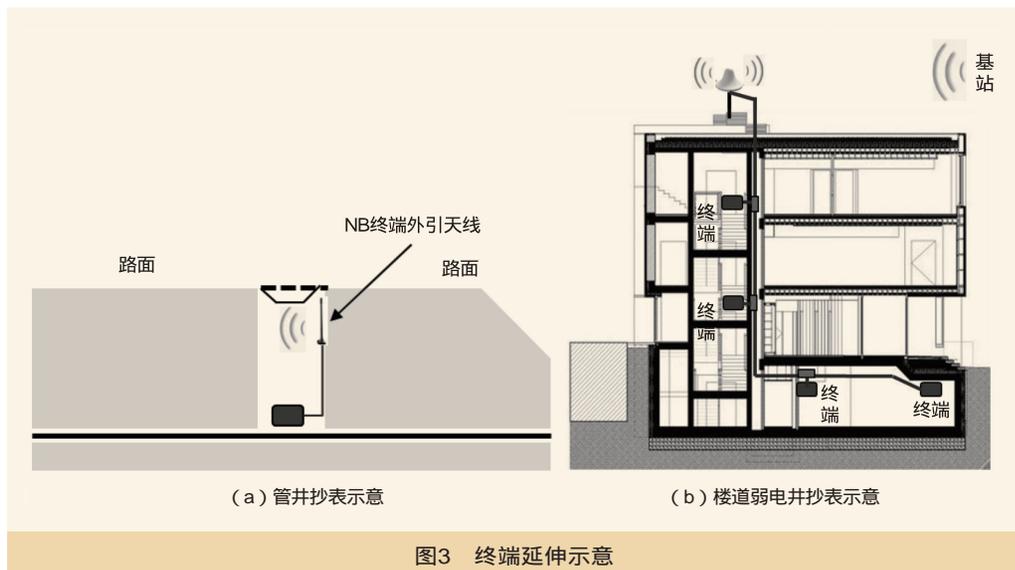


图2 网络延伸示意

4.3 应用场景分析

对于离散的覆盖盲区，面积小，终端不集中（终端数低于10个），不适合集中投资，优先采用终端侧解决方案。典型场



景：窨井、小型隧道、局部楼道、小型管井和小型地下室等。

(1) 引导终端厂商或与终端厂商合作，提供隐蔽的接收天线；

(2) 终端的天线与主板之间采用标准的SMA (Sub-Miniature-A, 天线接口类型) 接口，若自有天线不能有效接收信号，可改为外接天线。

对于连片的业务覆盖盲区，面积较大，终端较为集中（终端数超过10个），利于集中投资，可采用网络侧的延伸覆盖方案。典型场景：大型地下室、设备机房、高层楼宇的管井等。

(1) 设备根据覆盖面积选用合适功率的无线直放站、光纤直放站或微小基站等；

(2) 覆盖区域内已有移动通信系统室内分布系统的，可利用已有的天馈，在局部进行合路。

5 结束语

物联网是《“十三五”国家信息化规划》的重要内容之一，NB-IoT的技术特点使得其可广泛应用于各类低速率、大连接的应用场景，各大运营商均基于现有移动网进行NB-

IoT网络的部署。而这类大连接场景对于终端和运营都有低成本的要求，在实际的建设优化中，应根据实际的应用需求、网络现状及终端分布方式选择合理的网络提升手段，在确保投资效益的前提下提升网络接入能力。

参考文献

[1] 邹玉龙, 丁晓进, 王全全. NB-IoT关键技术及应用前景[J]. 中兴通讯技术, 2017(1)

[2] 严益强. NB-IoT技术简介及其在智慧城市中应用研究[J]. 广东通信技术, 2016(11)

[3] 戴国华, 余骏华. NB-IoT的产生背景、标准发展以及特性和业务研究[J]. 移动通信, 2016(7)

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

蒋晓虞

硕士，毕业于东南大学，高级工程师，现就职于中通服咨询设计研究院有限公司，主要从事移动网技术研究、规划工作。

刘永洲

本科，毕业于南京邮电大学，高级工程师，现就职于中通服咨询设计研究院有限公司，主要从事无线网及室内覆盖技术研究、咨询和设计工作。

张颖聪

本科，毕业于南京邮电大学，工程师，现就职于中通服咨询设计研究院有限责任公司，主要从事无线网规划、优化相关技术研究工作。

VoLTE语音质量问题定界定位方案研究

刘毅 刘红梅

中国移动通信集团山东有限公司

摘要 从端到端用户面的角度,对VoLTE语音断续、单通等基本问题进行快速定界、定位,建立一套完整、规范的VoLTE语音质量问题快速定界定位体系,进而快速处理投诉,提升投诉处理效率,提高用户对投诉快速响应的满意度,有效改善用户对VoLTE网络的感知。

关键词 VoLTE 语音质量 定界定位 流程

1 引言

自VoLTE商用以来,VoLTE用户数增长迅速,VoLTE的投诉日渐增多。由于VoLTE网元数量增多、结构复杂、业务场景多样,一旦出现问题,会出现掉话、卡顿等直接影响客户通话的现象,客户对问题出现的容忍度更小,VoLTE语音质量投诉处理更富挑战性。然而,当前面对VoLTE语音质量问题仅从事件角度分析处理,缺乏系统的问题快速定位方法,难以保证VoLTE语音质量投诉处理工作的有效性和高效性。

2 VoLTE语音质量问题分析

2.1 VoLTE语音质量问题现象分类

随着VoLTE用户的不断增多,VoLTE问题反馈也越来越多。针对VoLTE语音质量问题,为方便投诉处理,需尽量问清楚问题的现象,通常需明确获取的重要信息,包括时间、问题现象、主被叫位置、主被叫手机及业务类型等。

按VoLTE语音质量问题的表现方式,语音质量类问题现象划分为单通、双不通、语音断续、杂音、串话及回声6类,具体见表1。

2.2 VoLTE语音质量问题影响因素

VoLTE使用AMR-WB编码,与2G/3G时代语音使用的AMR编码相比,VoLTE能提供 clearer、更高质量的语音业务。一般采用MOS评估通信系统的语音质量。

随着TD-LTE网络结构的日益复杂,VoLTE语音质量受到越来越多的因素影响,归类起来主要有以下几点:编码、丢包、时延、抖动。其中,VoLTE丢包对语音质量影响最大。

2.2.1 编解码

在VoLTE网络中,当前使用的编解码有AMR-NB和AMR-WB两种,如图1所示,当编码速率低于NB的10.2kbit/s后,MOS分会降至3甚至以下,严重影响用户感知。

2.2.2 丢包

丢包是指收到的RTP序列号不连续,丢包过多会造成语音质差。终端采用插值补偿机制(丢两个包以内可以自行恢复),因此,连续丢包三个以上RTP包就会吞一个字,如果连续丢包,吞多个字,就会出现断续问题。根据实测数据来看,VoLTE丢包对语音质量影响最大。如图2所示,当丢包率超过5%时,语音质量会变得不可接收,听者会听到含混、爆破的声音,影响感知。

2.2.3 抖动

抖动即时延的变化,同一连接的不同数据包的时延不同,产生抖动。如:在网络的两个节点之间传输报文时,从发送端到接收端的第一个报文耗时10ms,第二个报文耗时15ms,则抖动为5ms。抖动会造成语音的不连续,抖动的结果是影响通话质量,使位于接收端的人听到的声音难以理解。100ms以上的抖动等效于丢包。

2.2.4 时延

时延指口耳传输的延时,即数据包在网络的两个节点之间传输,从发送端到接收端的时间间隔。对于网络中的一个设备来说,时延指数据包第一个比特进入到最后一个比特输出的时间间隔。包延迟会引起通话声音不清晰、不连贯或者破碎。大多数用户察觉不到小于100ms的延迟,当延迟在100~300ms时,说话者可以察觉到对方回复的轻微停顿,会影响到正常的交流;当超过300ms时,延迟就会很明显,用户

表1 语音质量问题分类

问题类型	具体内容
单通	通话过程中，只有一方能听见对方的声音
双不通	通话过程中，双方都听不见对方声音
语音断续	通话过程中，指通话中语音有短暂停顿，受话方所听语音中会出现“吞字现象”
杂音	通话过程中，双方能听见对方的声音，但有明显的噪声干扰，例如流水声、咔咔声，严重时甚至只能听到噪声而完全听不到正常语音
串话	通话过程中，不仅听到对方语音，还能听到第三方的语音，或听不到对方语音，却听到第三方的语音
回声	通话过程中，一方从听筒中不仅能听到对方的语音，还能听到自己的语音

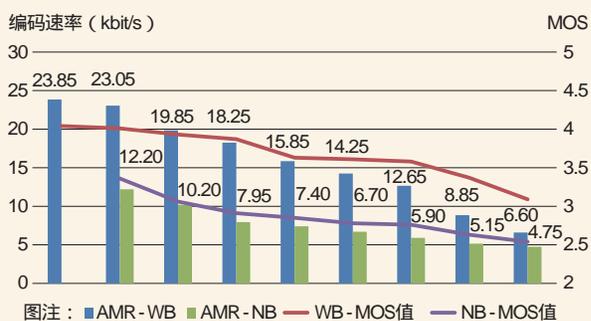


图1 不同编解码对MOS的影响



图2 丢包率对MOS的影响

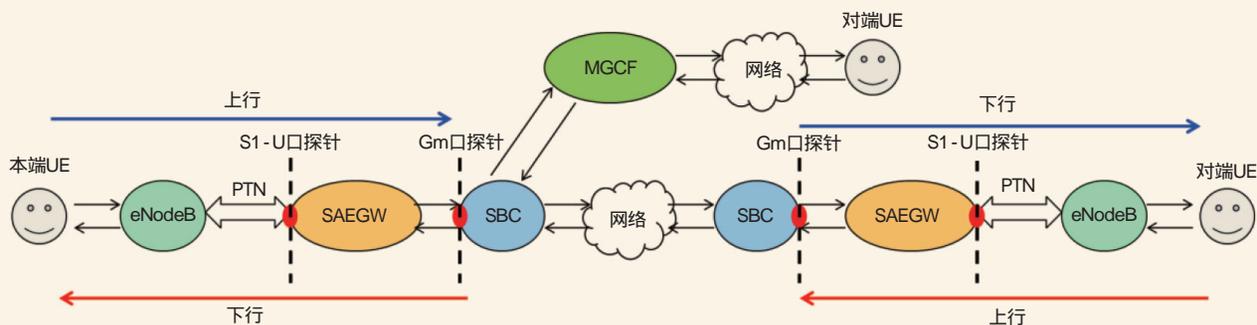


图3 S1-U接口、Gm接口位置

开始互相等待对方的回复，影响用户的通话。

3 语音质量问题界定

对于VoLTE语音质量问题，首先要进行问题界定，界定后将问题分流到各相关网元进行定位。

3.1 界定接口

VoLTE语音质量问题界定以S1-U接口和Gm接口为界定接口。如图3所示，S1-U接口为基站PTN与SGW连接接口，用来界定核心网与空中接口问题；Gm接口是PGW与SBC的连接接口，用来界定EPC与IMS问题。

3.2 界定方法

通过对VoLTE进行端到端流程分析，可通过S1-U接口、Gm接口将VoLTE端到端网络分为IMS、EPC、CS、终端、空中接口5域，以接口为界开展VoLTE语音质量问题分段界定。

界定依据PTP/PTCP指标，分析方法见表2。

若丢包发生在S1-U接口以上，则属于核心网丢包，需要核查核心网及IMS相关丢包情况。

若丢包发生在S1-U接口以下，则可能发生丢包的地方共有4处，根据实测数据，出现丢包的概率由大到小依次为：空中接口、终端、基站、传输。

根据实测数据，VoLTE语音质量问题集中于无线侧空中接口问题，从网络优化角度来说，无线侧优化是基础，也是重点。对于判断VoLTE语音质量问题是否为空中接口导致，需要将PTP/PTCP/MOS三类指标结合起来分析，定位到本端或者对端，上行或者下行，具体见表3。

4 语音质量问题定位

在对VoLTE语音质量问题进行问题界定后，需要继续进

表2 VoLTE语音质量问题定界分析

接口	指标分析	问题引入范围	重点排查对象	其次排查对象
S1-U	上行RTP丢包	终端到SGW	无线传输、基站处理问题	-
	下行RTP丢包	对端到SGW	对端无线传输、对端基站处理问题	EPC到IMS传输问题
	下行RTCP丢包、下行RTP无丢包	SGW到对端	无线传输、基站处理问题	-
	上行RTCP丢包、上行RTP无丢包	对端到SGW	对端无线传输、对端基站处理问题	EPC到IMS传输问题
Gm	上行RTP丢包	终端到SBC	无线传输、基站处理问题	SGW/PGW到SBC的传输
	下行RTP丢包	对端到SBC	对端无线传输、对端基站处理问题	EPC到IMS传输问题
	下行RTCP丢包、下行RTP无丢包	SBC到终端	无线传输、基站处理问题	SGW/PGW到SBC的传输
	上行RTCP丢包、上行RTP无丢包	对端到SBC	对端无线传输、对端基站处理问题	EPC到IMS传输问题

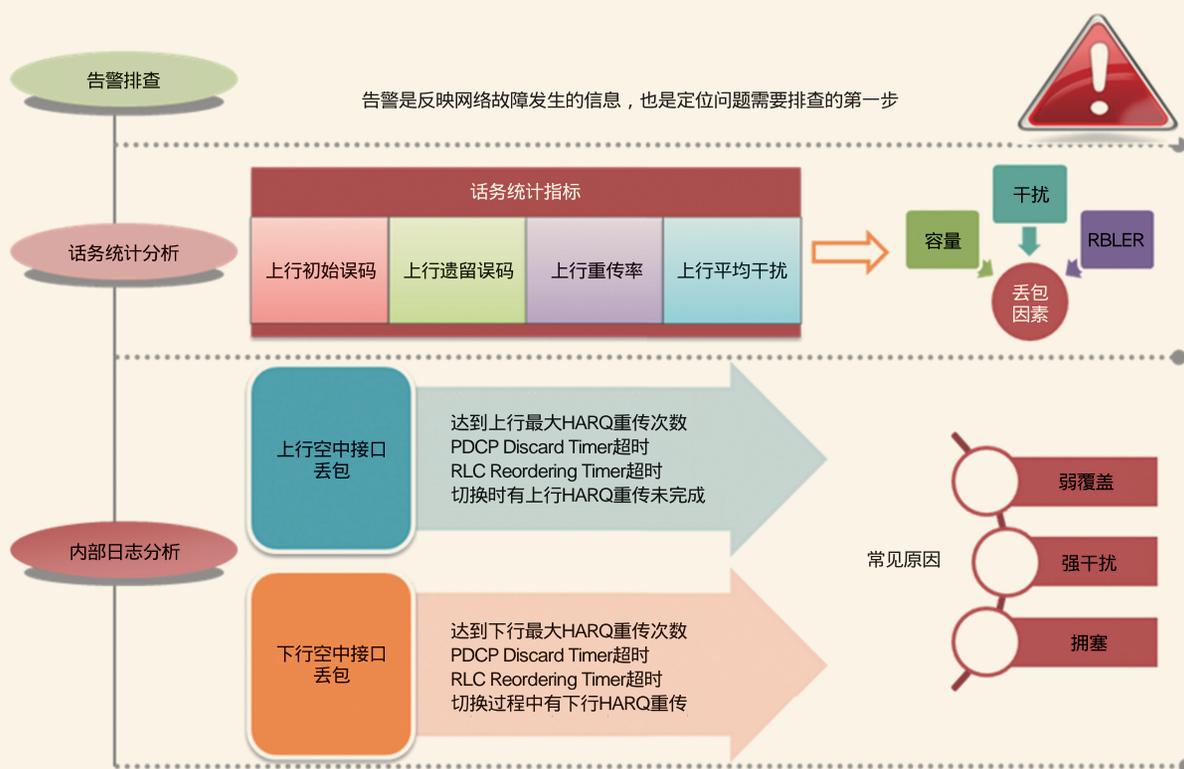


图4 基站侧语音质量问题定位流程

表3 VoLTE语音质量问题空中接口定位

空中接口质差定位	指标分析
本端上行质差	上行MOS均值低于3.0, RTP上行丢包数较多, RTP上行丢包率大于2%, RTP上行丢包基本等于RTCP上行丢包
对端上行质差	下行MOS均值低于3.0, RTP下行丢包数较多, RTCP下行丢包数较多, RTP下行丢包数基本等于RTCP下行丢包数(可以排除本端下行问题), RTP下行丢包率大于2%
本端下行质差	下行MOS均值低于3.0, RTP下行无丢包或者很少, 下行RTP丢包率低于1%, RTCP下行丢包数较多, $\{(RTCP下行丢包数 - RTP下行丢包数) / RTCP下行丢包数\}$ 大于2%
对端下行质差	上行MOS均值低于3.0, RTP上行无丢包或者很少, 上行RTP丢包率低于1%, RTCP上行丢包数较多, $\{(RTCP上行丢包数 - RTP上行丢包数) / RTCP下行丢包数\}$ 大于2%

行语音质量问题定位。如图4所示，从告警排查开始，结合话务统计指标、内部日志分析逐层追根溯源，最终定位问题。

4.1 告警排查

查看问题小区是否有未恢复的严重告警或频繁出现严重的小区告警消息，如小区不可用告警、用户面链路告警及小区时钟告警等。如果存在告警，需要解决基站告警。

4.2 话务统计分析

通过语音质量问题定界分析后，若定位原因为S1-U接

表4 语音丢包分析

对比项	PUSCH Mcs0 阶占比	PDSCH Mcs0 阶占比	UL RBLER	DL RBLER	上行PRB 利用率	下行PRB 利用率	CCE 利用率	PDCCH DTX率	PUSCH干扰 折算值	PUCCH干扰 折算值	平均CQI
FORMAT1 SINR差											
PUCCH干扰高											
PDSCH干扰											
PUSCH干扰高											
弱覆盖											
系统容量											

口以下丢包，需结合话务统计进行重点分析。一般情况下，影响语音丢包率的因素有小区负荷/容量、干扰、RBLER等，通过对这些影响因素的话务统计指标进行分析，可以确认是否是这些因素导致语音丢包。

首先，查看小区丢包率话务统计指标，查看是否有问题突发时间点，如果存在，查看是否有异常操作。

其次，在丢包率恶化前后对关键指标的值进行比较，见表4。并根据比较的结果判断丢包率是否和系统容量、干扰（PUCCH/PUSCH）、RBLER等因素有关。

4.3 内部日志分析

通过基站侧内部日志可进一步对高丢包用户问题进行分析定位。

(1)上行空中接口丢包

根据上行数据传输流程，从丢包的根本上来说，上行空中接口丢包主要有以下几种情况：达到上行最大HARQ重传次数、PDCP Discard Timer超时、切换时有上行HARQ重传未完成。在实际的现网问题中，又有不同的场景会导致以上丢包原因的发生，具体见表5。

(2)下行空中接口丢包

根据下行数据传输流程，从丢包的根本上来说，下行空中接口丢包主要有以下几种情况：达到最大下行HARQ重传次数、PDCP Discard Timer超时、RLC Reordering Timer超时、切换过程中有下行HARQ重传未完成。在实际的现网问题中，又有不同的场景会导致以上丢包原因的发生，具体见表6。

4.4 端到端抓包定位

对于VoLTE语音质量问题，当通过定界定位分析仍无法定位具体原因时，可通过端到端抓包定位问题。

4.4.1 端到端抓包数据采集

终端侧：利用抓包软件（华为终端通过内置ADB环境，高通终端采用高通QXDM软件）抓取底层帧级（ms）

表5 上行丢包原因以及发生场景

上行丢包根本原因	场景	问题定位
达到最大HARQ重传次数	4次HARQ重传错误	弱覆盖、强干扰
	上行DTX误检	弱覆盖、强干扰
	UE将NACK误检为ACK	弱覆盖、强干扰
	UE上行PDCCH虚警（PUSCH不带BSR）	-
PDCP Discard Timer超时	SR漏检	弱覆盖、强干扰
	上行RLC分段数过多	弱覆盖、强干扰
	UE上行PDCCH虚警（PUSCH带BSR）	-
	上行RB资源受限	拥塞
	上行CCE资源受限	拥塞
	上行调度优先级低	拥塞
	切换中断时延过长	弱覆盖、强干扰等
切换导致丢包	切换时有上行HARQ重传未完成	-
	切换中断时延过长	弱覆盖、强干扰等

表6 下行丢包原因以及发生场景

下行丢包根本原因	场景	问题定位
达到最大HARQ重传次数	最大下行HARQ重传次数错误	弱覆盖、强干扰等
	CQI解错	弱覆盖、强干扰等
	RI解错	弱覆盖、强干扰等
eNodeB将NACK误检为ACK	eNodeB将NACK误检为ACK	强干扰、弱覆盖
PDCP Discard Timer超时	下行RB资源受限	拥塞
	下行CCE资源受限	拥塞
	调度优先级低	拥塞
	切换中断时延过长	强干扰、弱覆盖
切换导致丢包	切换中断时延过长	强干扰、弱覆盖
	切换时有下行HARQ重传未完成	-

的控制面调度信令和应用层RTP包的用户面数据。

基站侧：通过EPC侧-UGW端口镜像基于IMSI的帧级调度信令和RTP包头信息的通话全程跨基站跟踪抓包。

4.4.2 端到端抓包解析定位

对语音包可用CoolEdit软件解析，还原成语音波形文

件,进行波形对比与分析。通过波形参照,可以证实语音是否存在异常。

对于pcap以及tmc包,可用WireShark解析,在时间维度上联合分析终端与基站侧的信令交互和用户面的丢包、抖动信息,精准定位终端与网络适配问题、基站功能异常问题、空中接口质量问题等。

5 具体应用探索

济南移动将VoLTE语音质量问题定界定位方案应用于现网后,通过采集VoLTE网络端到端的呼叫各媒体接口信息,呈现网络发生的每次通话的双向上下行MOS、丢包、延时、抖动、编解码,包括RTP端到端和各接口RTP分段统计,实现VoLTE语音质量回溯,有力支撑VoLTE语音质量投诉处理工作。

截至2017年11月,济南移动应用该方案共解决VoLTE语音质量投诉181例。语音质量投诉定位准确率接近100%,音质问题的定位时间缩短60%,音质投诉占比从70%降至20%。VoLTE路测MOS 3.0以上占比从92.45%提升至98.3%,单通比例从0.72%改善至0.34%,高RRC重建小区从457个下降至204个。VoLTE语音质量问题定界定位方案的应用显著提升VoLTE高清用户感知,并杜绝单通、断续等质量问题。

5.1 语音断续问题定界定位实例

问题现象:章丘移动用户反馈VoLTE语音不清晰,有吞字情况。按VoLTE语音质量问题现象分类,此属于VoLTE语音断续问题。

问题定界:通过对端到端流程中的PTP/PTCP指标进行分析,发现S1-U接口以下,主叫侧存在RTP上行丢包,如

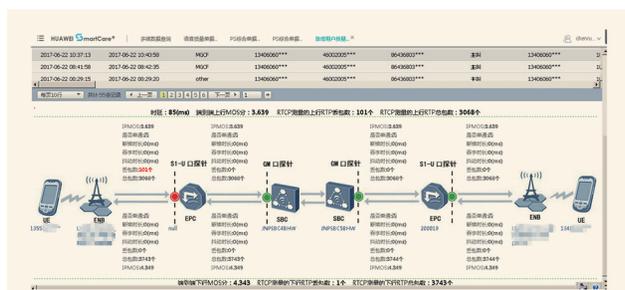


图5 定界分析

Object	上行初始丢包率(%)	上行链路丢包率(%)	上行传输丢包率(%)	VoLTE上行丢包率(%)
2017-06-18 10:00:00 Local cell Identity=1, Cell Name=, NE Name=LHDH150164, 责任归属	77.536193	33.095084	172.382805	20.683895
2017-06-18 11:00:00 Local cell Identity=1, Cell Name=, NE Name=LHDH150164, 责任归属	80.840463	34.887468	176.912385	21.911665
2017-06-18 12:00:00 Local cell Identity=1, Cell Name=, NE Name=LHDH150164, 责任归属	80.387191	36.083945	180.867736	14.258386
2017-06-18 13:00:00 Local cell Identity=1, Cell Name=, NE Name=LHDH150164, 责任归属	79.608646	36.5996	182.792516	18.396945
2017-06-18 14:00:00 Local cell Identity=1, Cell Name=, NE Name=LHDH150164, 责任归属	79.478119	36.438193	182.230256	17.700351
2017-06-18 15:00:00 Local cell Identity=1, Cell Name=, NE Name=LHDH150164, 责任归属	82.175125	38.449985	189.122659	19.580073
2017-06-18 16:00:00 Local cell Identity=1, Cell Name=, NE Name=LHDH150164, 责任归属	77.530537	34.409127	174.82343	16.570007
2017-06-18 17:00:00 Local cell Identity=1, Cell Name=, NE Name=LHDH150164, 责任归属	78.986778	36.067563	181.218633	18.909188
2017-06-18 18:00:00 Local cell Identity=1, Cell Name=, NE Name=LHDH150164, 责任归属	78.428408	35.720204	180.015311	20.743778
2017-06-18 19:00:00 Local cell Identity=1, Cell Name=, NE Name=LHDH150164, 责任归属	85.455938	45.086644	208.063265	22.985681
2017-06-18 20:00:00 Local cell Identity=1, Cell Name=, NE Name=LHDH150164, 责任归属	81.870651	45.292682	205.41088	15.828783

图6 话务统计指标分析

图5所示。该语音质量问题定界至本侧空中接口。

问题定位:经排查,该问题小区无告警。对问题小区话务统计指标进行分析发现,QCI1上行丢包严重偏高,如图6所示,主要原因是上行大量重传误码。

通过内部日志分析,在丢包用户问题时间点的上行DMRSRSRP和SINR正常,但大量的误码重传,怀疑存在符号间干扰。根据反向频谱分析,如图7所示,问题小区有符号间强干扰,干扰频带大约为5MHz。

现场排查干扰源,发现存在公安电子围栏设备,对现网造成干扰,导致用户脱网。

问题结论:该语音质量问题通过定界定位最终定位于强干扰问题。经协调,关闭公安电子围栏设备后,问题解决。

5.2 通话杂音问题定界定位实例

问题现象:VoLTE主叫,CS用户被叫,CS侧通话过程中听到的语音不清晰,吞字、噪声严重,影响感知;VoLTE侧语音清晰,无吞字、噪声现象。eNodeB站点忙时复现概率较高,而下挂用户少时正常。

问题分析:对该语音质量问题进行定界定位时发现,PTP/PTCP指标均正常,同时无告警,话务统计指标亦正常,无法定位具体问题。因此,进行端到端抓包,通过解析定位具体问题。

首先,对抓取的语音包进行解析,通过波形对比与分析发现,波形上出现断续现象,同时在连续性上不自然,证实语音存在异常,有吞字、杂音现象。

其次,从IMMGW上进行抓包,解析后发现丢包很少(0.05%),但存在大量间隔40ms同时发送两个或三个包的情况,造成RTP抖动,最大可达40ms,具体如图8所示。

分析SAEGW抓包发现,RTP报文特征和IMMGW抓包报文特征一致,具体如图9所示,说明间隔40ms或更长间隔同时

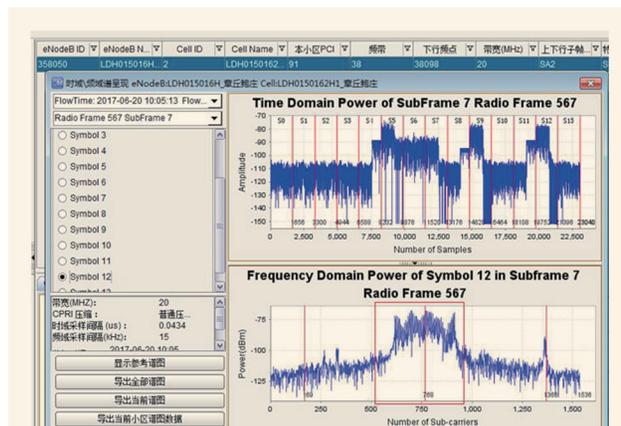


图7 反向频谱分析

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	RTP Seq	RTP Ts	RTP #
1	10:57:37.829000	10.189.124.46	10.184.37.18	RTP	90	0		160
2	10:57:37.868000	10.189.124.46	10.184.37.18	RTP	90	1		320
3	10:57:37.868000	10.189.124.46	10.184.37.18	RTP	90	2		480
4	10:57:37.908000	10.189.124.46	10.184.37.18	RTP	90	3		640
5	10:57:37.908000	10.189.124.46	10.184.37.18	RTP	90	4		800
6	10:57:37.949000	10.189.124.46	10.184.37.18	RTP	90	5		960
7	10:57:37.958000	10.189.124.46	10.184.37.18	RTP	90	6		1120
8	10:57:37.958000	10.189.124.46	10.184.37.18	RTP	90	7		1280
9	10:57:37.988000	10.189.124.46	10.184.37.18	RTP	90	8		1440
10	10:57:38.038000	10.189.124.46	10.184.37.18	RTP	90	9		1600
11	10:57:38.038000	10.189.124.46	10.184.37.18	RTP	90	10		1760
12	10:57:38.038000	10.189.124.46	10.184.37.18	RTP	90	11		1920
13	10:57:38.068000	10.189.124.46	10.184.37.18	RTP	90	12		2080
14	10:57:38.108000	10.189.124.46	10.184.37.18	RTP	90	13		2240
15	10:57:38.108000	10.189.124.46	10.184.37.18	RTP	90	14		2400
16	10:57:38.148000	10.189.124.46	10.184.37.18	RTP	90	15		2560
17	10:57:38.148000	10.189.124.46	10.184.37.18	RTP	90	16		2720
18	10:57:38.188000	10.189.124.46	10.184.37.18	RTP	90	17		2880

图8 IMMGW抓包分析

No.	Time	Source	Destination	Protocol	RTP Seq	Length	Info
226	11:20:36.000097	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	0	106	PT=Dynamic
227	11:20:36.000136	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	1	106	PT=Dynamic
228	11:20:36.000136	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	2	106	PT=Dynamic
229	11:20:36.000177	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	3	106	PT=Dynamic
230	11:20:36.000177	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	4	106	PT=Dynamic
231	11:20:36.000217	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	5	106	PT=Dynamic
232	11:20:36.000227	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	6	106	PT=Dynamic
234	11:20:36.000227	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	7	106	PT=Dynamic
236	11:20:36.000256	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	8	106	PT=Dynamic
240	11:20:36.000307	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	9	106	PT=Dynamic
241	11:20:36.000307	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	10	106	PT=Dynamic
242	11:20:36.000307	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	11	106	PT=Dynamic
243	11:20:36.000337	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	12	106	PT=Dynamic
244	11:20:36.000376	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	13	106	PT=Dynamic
245	11:20:36.000376	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	14	106	PT=Dynamic
246	11:20:36.000416	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	15	106	PT=Dynamic
247	11:20:36.000416	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	16	106	PT=Dynamic
248	11:20:36.000456	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	17	106	PT=Dynamic
249	11:20:36.000456	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	18	106	PT=Dynamic
251	11:20:36.000496	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	19	81	PT=Dynamic
253	11:20:36.000536	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	20	81	PT=Dynamic
255	11:20:36.000696	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	21	81	PT=Dynamic
256	11:20:36.000696	2409:8807:8070:14762409:8017:8000:6:1: RTP		RTP	22	81	PT=Dynamic

图9 SAEGW抓包分析

发送多个包的情况是由SAEGW以下（无线或终端）引入的。

经确认间隔40ms发送多个包的情况是由于eNodeB使用基于SR的调度功能导致的，当eNodeB上基于SR的调度周期设置为40ms时，业务忙时出现大量同一时刻发送多帧的情况，引入较大的RTP抖动。由于语音打包时长为20ms，后向设备防抖也会在不同程度上影响语音质量，只有调度周期设置为20ms才能达到理想的语音质量。

问题结论：该案例中，通过端到端抓包解析，证实存在语音质量问题，同时通过解析最终定位具体原因，为SR

忙时调度时延造成VoLTE用户与CS用户出现吞字、杂音现象，当eNodeB上基于SR的调度周期修改为20ms时，吞字、杂音现象不再出现。

6 结束语

随着VoLTE用户数增长迅速，VoLTE的投诉日渐增多，VoLTE语音质量投诉处理更富挑战性。然而当前面对VoLTE语音质量问题仅从事务角度分析处理，缺乏系统的问题快速定位方法。

文中通过海量用户面数据将“丢包”“抖动”“时延”“编码”4个影响语音质量的维度作为抓手，量化VoLTE语音质量问题，使VoLTE通话质量、单通、断续等感知问题可视化。在此基础上，通过对端到端流程的分析，建立一套完整、规范化的VoLTE语音质量问题快速定界定位体系，从而实现VoLTE语音质量问题从事件分析到体系分析的突破，极大提升VoLTE语音质量问题定位的效率。实践证明，文中研究的VoLTE语音质量问题定界定位方案可有效提高VoLTE网络的服务质量，提高VoLTE高清语音客户的满意度，从而推动VoLTE业务快速健康发展。

参考文献

- [1] 陈平. 基于信令分段的VoLTE问题分析方法研究[J]. 移动通信, 2017(16)
- [2] 高艳, 高杰, 周文. VoLTE信令采集及性能测试分析[J]. 电信科学, 2016(S1)
- [3] 姚玉华, 朱为珏. 探究VoLTE语音质量的评价方法及测试方案[J]. 通讯世界, 2017(4)
- [4] 张永飞, 郭宝, 张阳. 基于端到端的VoLTE通话质量优化方法[J]. 现代电信科技, 2016(6)
- [5] 张伟伟, 魏瑤. VoLTE用户语音感知投诉分析处理报告[J]. 电信网络技术, 2016(5)

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

基于NGB-W的 $\lambda/4$ 波束形成方法的研究与设计

吴迪 马哲锐 孙宜军 马涛

中国通信建设集团设计院有限公司第四分公司

摘要 分析一种基于NGB-W的天线间距为 $\lambda/4$ 的多天线系统, 由于其天线间距较小, 可以在较小天线尺寸及较低计算复杂度下实现较好的系统性能。最后, 与传统4天线和8天线系统(天线间距为 $\lambda/2$) 进行对比仿真, 仿真结果表明, $\lambda/4$ 系统能够带来较高的发射增益。

关键词 NGB-W $\lambda/4$ 多天线

1 引言

2008年12月, 国家广电总局与科技部签署《国家高性能宽带信息网暨中国下一代广播电视网自主创新合作协议书》, 以有线电视网数字化整体转换和移动多媒体广播电视的成果为基础, 实现建设可同时传输数字和模拟信号, 具备双向交互、组播、推送播存和广播4种工作模式, 可管可控可信的、全程全网的宽带交互式下一代广播电视网(Next-Generation Broadcast Network System, NGB)的目标。其中无线系统(NGB-W)的核心任务就是有效利用700MHz重要频谱资源, 实现无线广播(大区制组网, 广播大塔)和双向交互通信(移动通信网, 交互小塔)的融合共存, 促进广电向无线全业务服务方向发展。

2 背景

电磁波在空气中的损耗与其频率大致遵循正相关的规律, 即当发射功率、发射天线等其他条件完全相同时, 频率越低, 路径损耗越小, 接收信号功率越大, 因而覆盖效果越好。700MHz频谱的优势在于其频段低, 具有良好的覆盖特性。700MHz的应用对于提升覆盖性能具有重要意义。

700MHz的一个明显劣势在于其频段低、波长长。在信道时延扩展一定的情况下, 相干带宽也是一定的, 因此, 相同条件下, 频带越低, 信道相关性越强。在多天线系统中, 相邻天线间距一般取 $\lambda/2$, 因为当来波方向在 $\pm 180^\circ$ 范围内变换时, 相邻天线阵元间的相位差可在 $\pm \pi$ 范围内变化, 天线辐射的信号可在空间实现最完整而多样的覆盖。如果阵元间距大于 $\lambda/2$, 阵元间相位差的变化范围超过 $\pm \pi$, 空间内方向图会有重复, 可能会产生栅瓣, 对应多个最大辐射的方

向; 如果阵元间距小于 $\lambda/2$, 则预编码的维度会降低, 零空间的维度受限, 信道的秩减少, 传输数据的流数和抑制空域干扰的流数随之减少。因此, 在条件允许的情况下, 一般选取 $\lambda/2$ 为天线阵元间距离。

但是, $\lambda/2$ 的阵元间距在某些场景中具有一定的局限性。例如, 通常情况下, 常用F频段、A频段和D频段, 其波长范围在0.11~0.15m, 发射天线阵元间距在0.05~0.08m即可达到隔离要求。而在700MHz中, 波长最大可达0.43m, 其相干长度达到0.22m。如果在700MHz系统中采取与F频段相同的发射天线数, 则会带来更大的天线尺寸, 天线迎风面积会显著增加。根据天线的风荷载特性可知, 当风速一定时, 天线承受的风力与其迎风面积成正比。而如果减少发射天线数量, 发射增益会降低, 虽然预编码复杂度会得到一定程度的降低, 但700MHz广覆盖的优势也将受到损失。

针对这些问题, 对 $\lambda/4$ 多天线系统进行研究。相对于常规系统, 该方案能够实现较小的物理尺寸。性能仿真结果表明, 这种方案能够实现理想的传输性能。

3 传输方案

天线阵元间距选取 $\lambda/4$, 分析三种传输模式下该系统的性能。

空间分集模式: 传输单流数据, 采用MRT预编码。

干扰抑制模式: 假设弱散射环境, 对指定方向形成零陷, 抵抗空域干扰(这里以自适应旁瓣对消器为例进行分析, 反向训练)。

空分复用模式: 在具有丰富散射路径的环境中, 传输多流数据。

3.1 空间分集模式

MRT预编码的计算复杂度低，系统效率高，是一种广泛使用的预编码方案。在分集模式下，根据信道信息，发射端做MRT预编码，见公式（1）。

$$v = h^* \quad (1)$$

通过公式（1）可看出，这种模式下，多天线系统传输单流数据，预编码为一个向量。这种模式下，对于对称信道和非对称信道，常规的处理手段一般有所不同：对于对称信道，只需用户端发送训练序列，发射端获取反向信道信息 h_1 ，根据信道的对称性 $h_1 = h$ ，发射端依据反向信道信息即可实现预编码；对于非对称信道，发射端天线需要分别发射训练序列，由接收端解出信道信息，再反馈给发射端以完成预编码向量的计算。在这种场景下，文中方案的运算方法与常规方案相同，无需做特殊的运算。在弱散射环境下，这种预编码的效果使得天线方向图直接指向用户方向，从而降低信号功率在空间其他方向的损失，使信号功率最大程度被用户接收。空间分集模式传输示意如图1所示。

3.2 干扰抑制模式

当工作在干扰抑制模式时，采用自适应波束形成算法，考虑对称信道，在用户上行时进行训练，得到的波束形成向量用于下行传输。波束形成是一种接收定向信号和滤除定向干扰的方法。接收端波束形成的主要工作原理是通过调整天线阵，使得天线方向图在期望信号方向上无衰减，而在干扰方向形成零陷，从而获取期望信号，滤除干扰，其效果如图2所示。

自适应波束形成流程为加入自适应算法，使系统能够

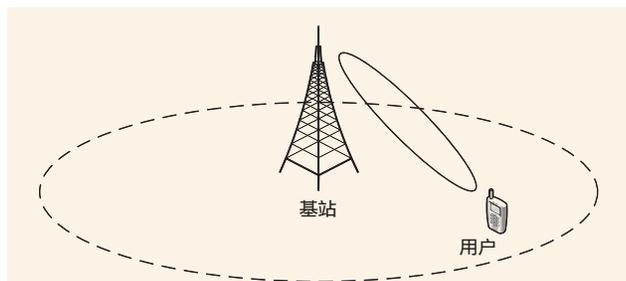


图1 空间分集模式传输示意

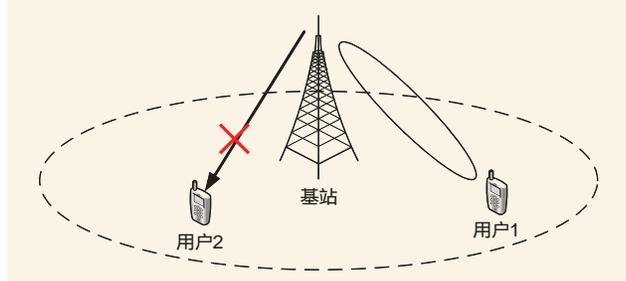


图2 干扰抑制模式传输示意

根据输出结果算出误差，然后自动修改天线增益和相位，从而改变方向图。因此，当干扰的来波方向与信号的来波方向不同时，可以用自适应波束形成的方法形成一个零陷对准干扰，从而大大降低干扰的影响。在通信系统中，假设发射机知道自己的位置，也知道接收机的位置（通过导航信息和信令网传递），那么接收机可以确定期望信号的发射方向。虽然发射机不知道干扰的来波方向，但可以通过最小化输出功率或广义旁瓣抵消等准则，以自适应滤波的方式训练出所需要的天线阵加权系数向量。

自适应广义旁瓣抵消器又叫线性约束最小方差滤波器，是自适应波束形成中的一个常见结构。其是在给定一组线性约束的条件下，使滤波器输出的均方误差最小，也就是在干扰消除的应用背景下，以及在保证期望信号功率不变的情况下，尽可能地消除干扰的影响，从而使总输出功率最小。

3.3 空分复用模式

通常情况下，要想发挥多天线系统的容量，通常工作在复用模式，也就是通过多径传输，采用ZF预编码，直接对信道进行特征值分解。当信道内有多条主要反射路径，信道满秩时，工作在复用模式。空分复用模式传输示意如图3所示。

4 方案性能仿真

为了更直观地观察不同工作模式下8天线 $\lambda/4$ 系统的性能，选取与其物理尺寸相当的4天线 $\lambda/2$ 系统，以及具有相同天线数的8天线 $\lambda/2$ 系统作为对比。

4.1 空间分集模式

在分集模式下，考虑弱散射环境，发射端多天线，观察方位角为 60° 时的天线方向图，仿真结果如图4所示。考虑弱散射环境时，主瓣方向为 60° 时所形成的天线方向图。

通过仿真结果可以看出，与4天线 $\lambda/2$ 系统相比，8天线 $\lambda/4$ 系统的主瓣宽度与之接近，但旁瓣抑制能力较强；与8天线 $\lambda/2$ 系统相比，8天线 $\lambda/4$ 系统的主瓣宽度较大，但旁

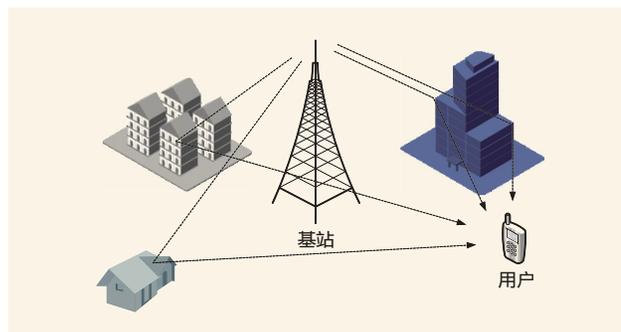


图3 空分复用模式传输示意

瓣抑制能力较强。其原因在于，相对于4天线 $\lambda/2$ 系统，8天线 $\lambda/4$ 系统采用的天线数目多，分集增益高，旁瓣抑制能力强；同时，相对于8天线 $\lambda/2$ 系统，在分集增益相同的情况下，本方案的波瓣数量少，因此，会具有较大的主瓣宽度，但出现较大旁瓣的概率相对较低。

4.2 干扰抑制模式

为了对比不同条件下的性能差异，设有用信号入射角为

0，干扰信号入射角分别取 65° 、 5° 和 -80° 进行对比，观察8天线系统的性能。

图5~图7为8天线 $\lambda/4$ 系统与4天线 $\lambda/2$ 系统对比仿真结果。

图8~图10为8天线 $\lambda/4$ 系统与8天线 $\lambda/2$ 系统对比仿真结果。

整理以上仿真结果，迭代次数及干扰抑制能力对比见表1、表2。

通过方向图仿真可以看出，常规 $\lambda/2$ 系统与 $\lambda/4$ 系统都能够在干扰方向形成零陷，并且在不超过60次迭代以后收

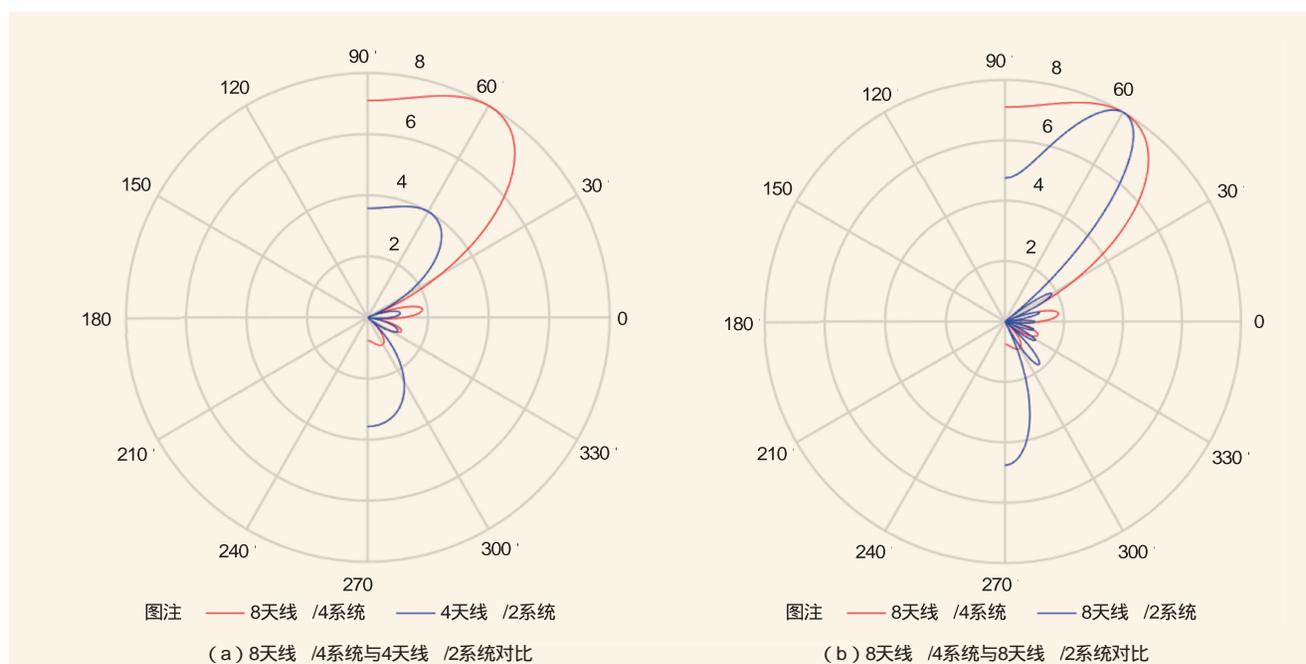


图4 分集模式仿真结果

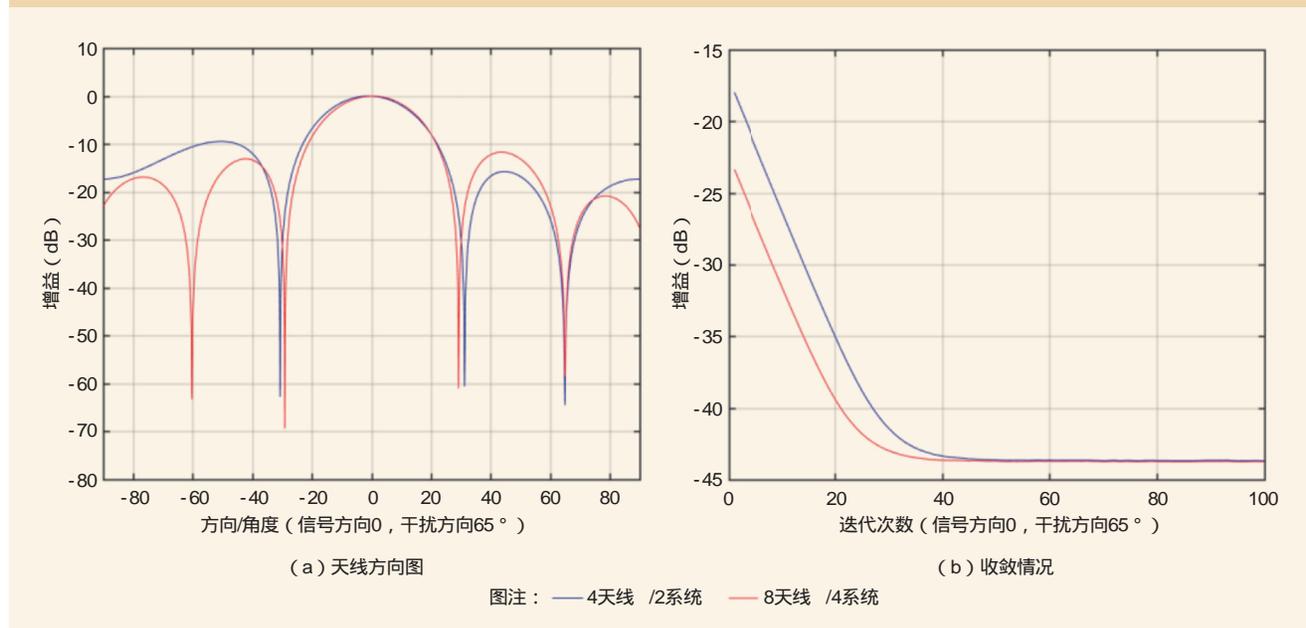


图5 干扰方向为 65° 时对比4天线 $\lambda/2$ 系统仿真结果

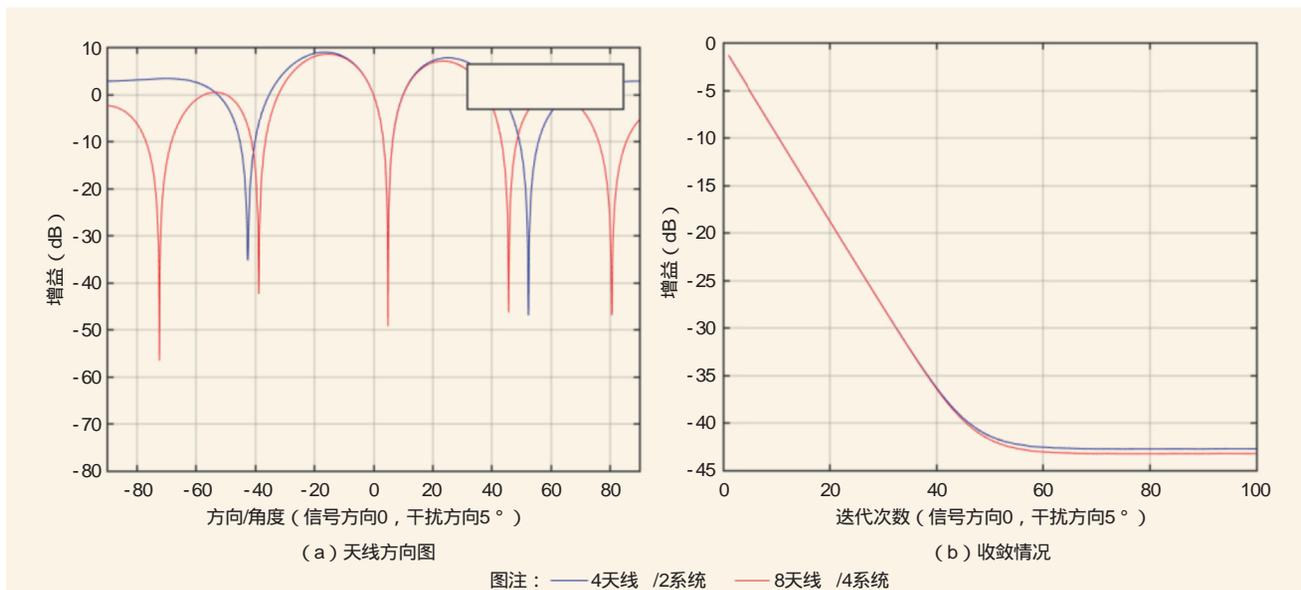


图6 干扰方向为5°时对比4天线 $\lambda/2$ 系统仿真结果

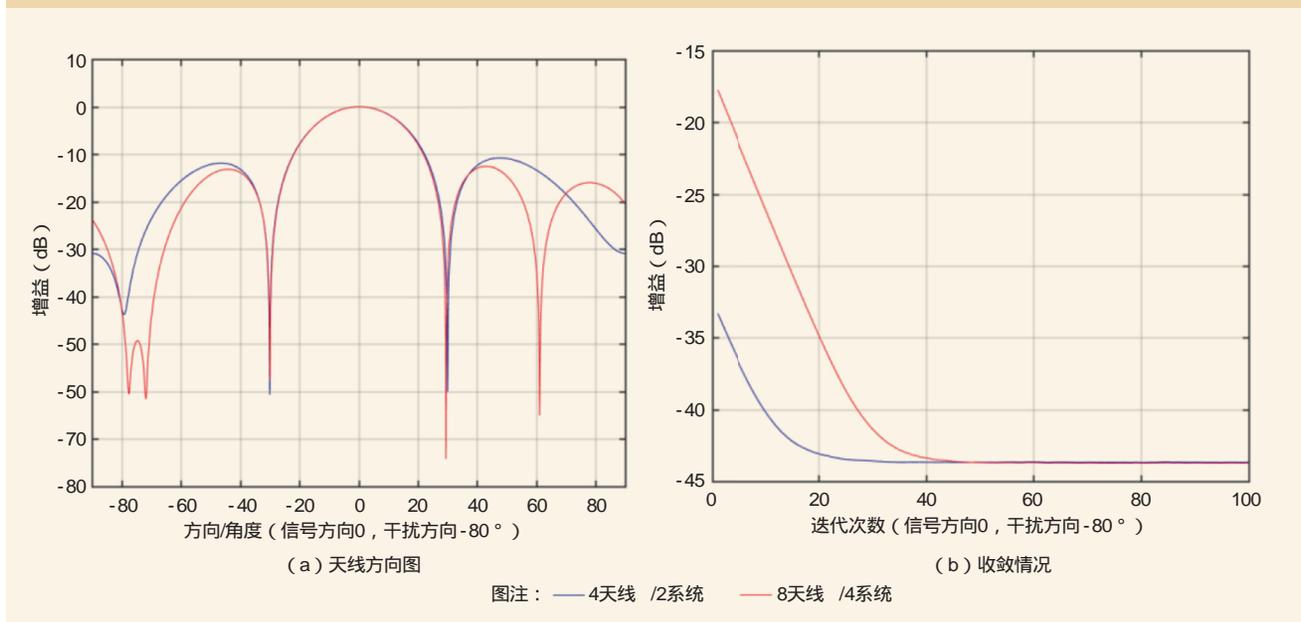


图7 干扰方向为-80°时对比4天线 $\lambda/2$ 系统仿真结果

敛。根据仿真结果可做出以下分析。

(1)入射角为65°时，8天线 $\lambda/4$ 系统的收敛速度较快，这是由于其在迭代初始时刻，其干扰方向的空间增益相对 $\lambda/2$ 系统较低造成的；干扰抑制能力三者相当。

(2)入射角为5°时，由于8天线 $\lambda/4$ 系统的“等效”入射角比较小，其空域分辨率低于8天线 $\lambda/2$ 系统，因此，8天线 $\lambda/4$ 系统干扰抑制能力稍差；但由于8天线系统相对4天线具有更高的空域分辨率，因此，8天线 $\lambda/4$ 系统的干扰抑制能力仍强于4天线 $\lambda/2$ 系统。收敛速度三者相当。

(3)入射角为-80°时，8天线 $\lambda/4$ 系统的收敛速度明显较 $\lambda/2$ 慢，这是由于其在迭代初始时刻，其干扰方向的空间增益相对 $\lambda/2$ 系统较高造成的；干扰抑制能力三者相当。

通过仿真可见，本方案在干扰方向与期望信号方向夹角较小的情况下具有较好的干扰抑制性能，这是由于较大的天线带来较高的空间分辨率，相邻路径的相关性较低。

4.3 空分复用模式

收发采用相同的天线数，与传统4天线、8天线系统进行

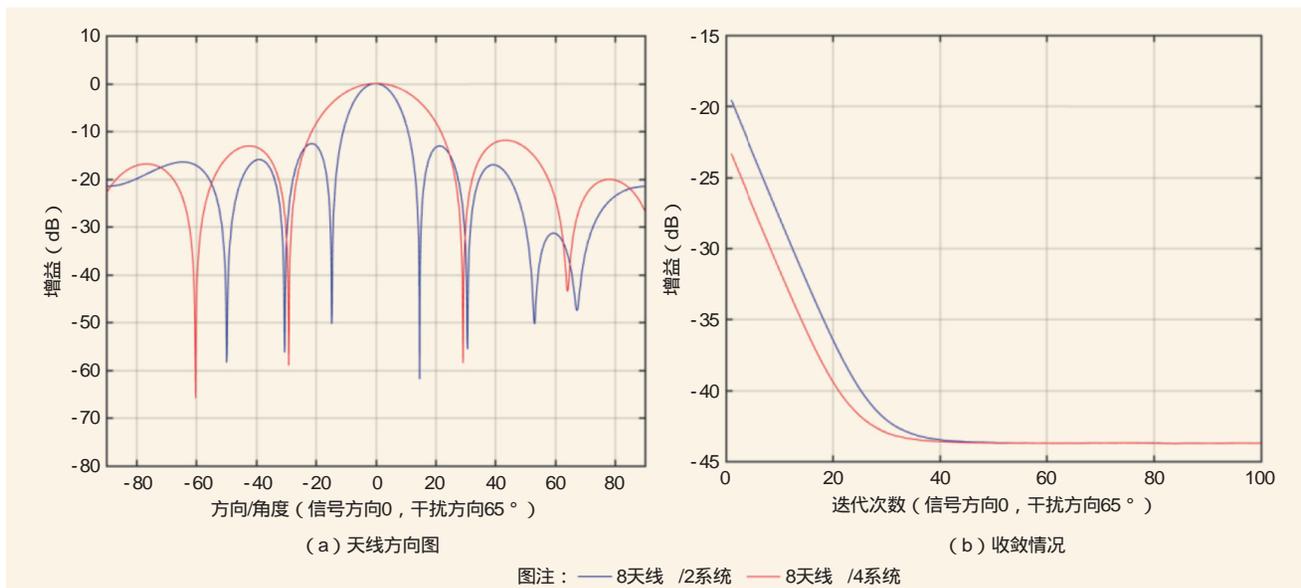


图8 干扰方向为65°时对比8天线 /2系统仿真结果

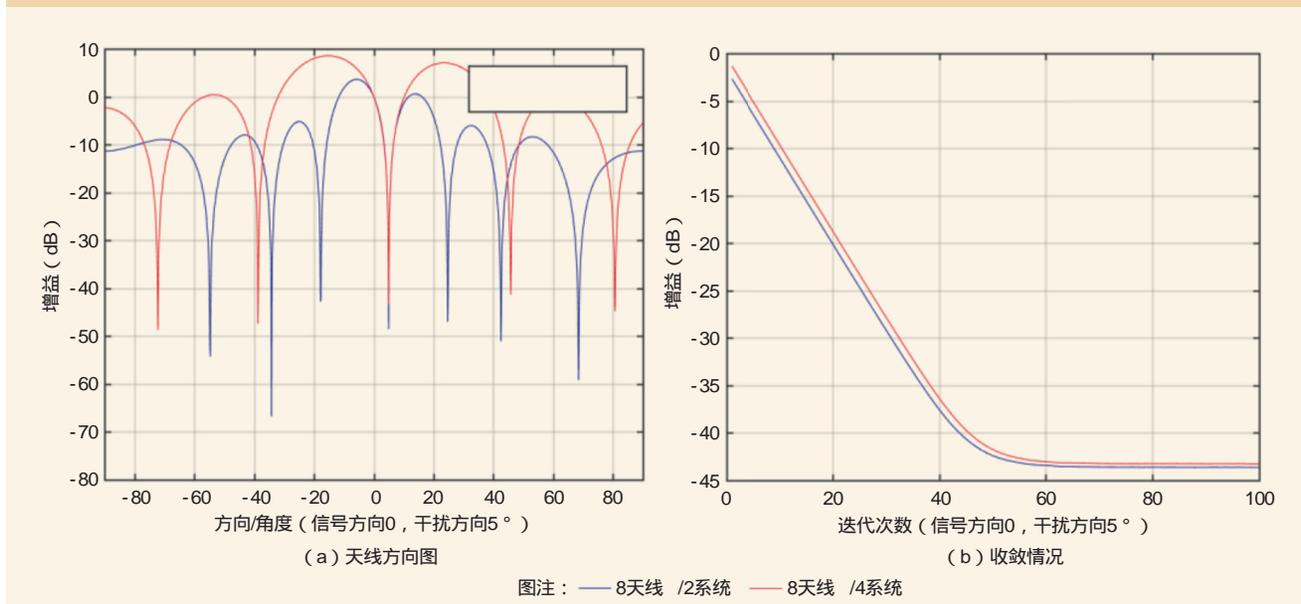


图9 干扰方向为5°时对比8天线 /2系统仿真结果

性能对比，信道使用3D模型，观察信道容量的差别，具体如图11所示。

通过仿真结果可以看出，当散射路径较少时，本方案的信道容量接近8天线系统，高于4天线系统；当散射路径增加以后，本方案的信道容量低于8天线系统，高于4天线系统。这是由于当反射路径较少，甚至只有一条路径时，信道容量主要取决于分集增益，分集增益与天线数成正相关的趋势，因此，本方案与传统8天线系统的性能接近，明显优于传统4天线系统；随着散射路径数的增加，系统的复用增益提高，本方案与传统8天线系统的容量明显高于4天

线系统，且随着天线数增加，优势更加明显。由于本方案的天线间距小于传统方案，同样的散射环境下，相邻天线相关性较强，不同数据流间的干扰较大，因此相对于传统8天线系统，信道容量会受到一些影响，其性能略差于传统方案。

5 结束语

分析基于NGB-W的 $\lambda/4$ 多天线系统在不同传输场景的实现方式，并进行性能仿真。通过仿真可看出，该方案能够带来较高的发射增益。后期考虑在信道矩阵非满秩或信道矩

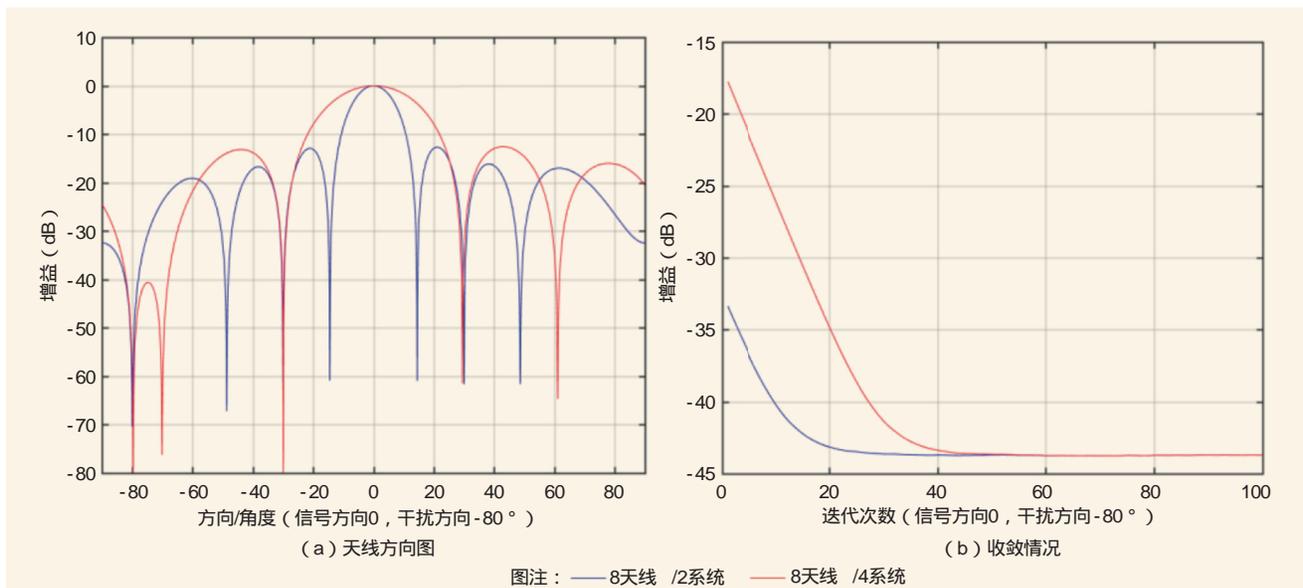


图10 干扰方向为-80°时对比8天线 /2系统仿真结果

表1 迭代次数对比

入射角	4天线 $\lambda/2$	8天线 $\lambda/2$	8天线 $\lambda/4$
65°	45	40	38
5°	60	60	60
-80°	30	30	45

表2 干扰抑制能力对比 (零陷深度)

入射角	4天线 $\lambda/2$	8天线 $\lambda/2$	8天线 $\lambda/4$
65°	-43.5	-43.5	-43.5
5°	-42.5	-43.5	-43
-80°	-43.5	-43.5	-43.5

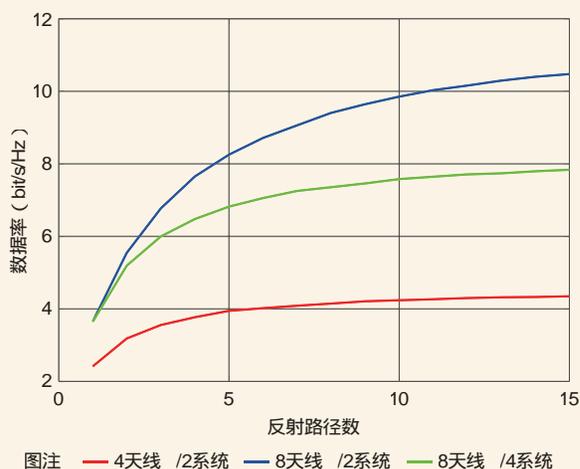


图11 空分复用模式下不同系统的容量

阵为病态矩阵的情况下进行仿真,观察不同传输方案之间的性能差异。

参考文献

- [1] 谢冬梅.广电,把握好“数字红利”700M[J].广播电视信息,2016(5)
 - [2] 艾秀青,郭建光,秘俊杰.TD-LTE频率资源研究[J].移动通信,2013(17)
 - [3] 龙恩,王维维,郑寒冰.大规模MIMO异构网场景下的空间消隐干扰协调方案[J].信号处理,2017,33(2)
 - [4] 田宇,王晓凡.关于开放700MHz频段用于发展LTE的探讨[J].邮电设计技术,2013(7)
 - [5] 屠鹏飞.如何促进广电700MHz频段无线全覆盖[J].科技传播,2016,8(21)
 - [6] 赵建东.700MHz频段的应用与展望[J].有线电视技术,2016(10)
- 如对本文内容有任何观点或评论,请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn.

作者简介

吴迪

硕士,毕业于北京航空航天大学,助理工程师,主要研究方向为移动通信新技术及无线网络规划设计。

马哲锐

硕士,毕业于武汉理工大学,工程师,主要研究方向为移动通信新技术及无线网络规划设计。

孙宜军

硕士,毕业于北京邮电大学,高级工程师,主要研究方向为移动通信新技术及无线网络规划设计。

马涛

本科,毕业于郑州大学,高级工程师,主要研究方向为移动通信新技术及无线网络规划设计。

光纤活动连接器用单芯插芯创新制造方法研究

陈文清^{1,2}

1. 深圳市沓索科技有限公司沓索研究院

2. 香港沓索科技有限公司

摘要 提出一种光纤活动连接器用整体式单芯插芯的创新制造方法,采用整体式结构设计,调配制出可超精密注塑成型的陶塑材料,并采用注射压缩成型工艺制成,能保证插芯主体和尾柄成型尺寸的一致性,尺寸精度高,生产成品率高,且生产效率高,适合大批量生产。采用此制造方法的插芯外形根据实际需要可以随意进行调整变化,使产品的可塑变性强,适应性更广。

关键词 光通信 光纤活动连接器 超精密注塑 注射压缩成型法 PPS树脂基陶塑材料

1 引言

光纤连接器就是把光纤的两个端面精密对接起来,要使两根光纤的轴心对准,以使发射光纤输出的光能量最大限度地耦合到接收光纤中去,并使由于其介入光链路而对系统造成的影响减到最小。各种类型的光纤连接器的基本结构是一致的,绝大多数的光纤连接器一般采用高精密组件(两个光纤插芯和一个耦合套筒,共三个部分)实现光纤的对准连接。光纤插芯由插针套管和尾柄组成。但现有光纤插芯用氧化铝等陶瓷材料制作插针套管,用氧化铬等陶瓷材料制作耦合套筒,一般由插针套管和尾柄压接制成,这种制造方法经常造成插针套管露出尾柄的尺寸不一致、稳定性差、成品率低,且无法保证插针套管和尾柄用于光纤对接的孔在压接后的对准精度,影响光纤的对接和使用。而插针套管由陶瓷烧制而成,烧制完成后再对用于光纤对接的孔进行精密的机械加工,因此加工工序多,工艺复杂,生产效率低,且陶瓷材料加工困难,可塑变性和精度稳定性差,加工成本高。

2 创新的光纤活动连接器用整体式插芯结构

(1) 光纤连接器

对于光纤连接器的性能,首先是光学性能,此外还要考虑光纤连接器的互换性、重复性、抗拉强度、温度和插拔次数等。由于光纤连接器是一种损耗性产品,所以还要求其价格低廉,在一定程度上,光纤连接器的性能影响了整个光传输系统的可靠性和各项性能。在光学性能方面的要求,主要是插入损耗和回波损耗这两个最基本的参数。影响损耗的因素主要有光纤制造公差,即纤芯尺寸、数值孔径、纤芯包层同心度和折射

率分布失配、加工装配公差、抛光或研磨处理等。

现在市场上的插芯沿用了10多年的固有结构和材料组成,即前端陶瓷加金属尾柄。根据光纤连接器的性能要求,结合其损耗件的产品特性,全新设计一种整体式的插芯。

(2) 单芯超低损可变整体式插芯

单芯超低损可变整体式插芯包括插芯主体、与插芯主体注塑一体成型的尾柄、贯穿插芯主体和尾柄的对接孔,具体如图1所示。对接孔靠近插芯主体的一端设有插线孔,对接孔还包括至少一个与插线孔连通的锥形孔,锥形孔远离插线孔一端的直径比靠近插线孔一端的直径大,插芯主体和尾柄由PPS树脂基陶塑材料(简称陶塑材料)制成。

(3) 整体式插芯

整体式插芯包括插芯主体、与插芯主体注塑一体成型的尾柄、贯穿插芯主体和尾柄的对接孔。对接孔靠近插芯主体的一端设有插线孔,对接孔还包括至少一个与插线孔连通的锥形孔,锥形孔远离插线孔一端的直径比靠近插线孔一端的直径大,插芯主体和尾柄为陶塑材质。

插芯主体和尾柄为陶塑材质,并采用注塑的方法一体成型,保证插芯主体和尾柄成型尺寸的一致性,成品率高,且生产效率高,适合大批量生产;采用注塑的方式形成整体式插芯,插芯外形形状可根据实际需要进行设置,使产品的可塑变性强,适应性更广。插芯主体和尾柄之间设有贯穿的对接孔,保证两根光纤或其他传输线之间的对接精度,使数据的传输更准确;对接孔至少设有一个与插线孔连通的锥形孔,可以更好地将粘合胶灌入对接孔,使两根光纤或其他传输线结合得更紧密。

如图1所示,对接孔包括依次连接的第一锥形孔、第二锥形孔、第三锥形孔和第四锥形孔,第四锥形孔与插线孔连接,第一锥形孔与尾柄的端面连通。对接孔的直径由远离插线孔的一端向靠近插线孔的一端逐渐变小,使粘合胶更好地灌入对接孔内并进入插线孔,使两根光纤或其他传输线结合得更紧密。对接孔还可以根据实际需要设置一个或一个以上的锥形孔。

如图1所示,尾柄的外周凹设有沿四周均匀布置的多个安装槽。通过安装槽方便插芯与外部结构的连接配合,防止插芯随意转动,使配合更牢固。也使插芯和外部结构的定位更准确,保证对接后信号的传输精度。尾柄还可以根据实际需要设置两个以上的安装槽。

如图1所示,插芯主体远离尾柄的一侧外周设有对接面,对接面的横截面呈梯形。通过对接面使插芯与光纤或其他传输线的定位更准确,保证对接后信号的传输精度。对接面的横截面还可以根据实际需要设置为角度斜面、半圆形或“几”字型。

3 光纤活动连接器用整体式插芯制造方法

(1)插芯原材料构成

PPS的链节结构单元非常简单,刚硬的单体赋予材料在高温下很高的强度、刚度保留率,有着较强的结晶趋势和较大的结晶度。同时也因为PPS主链上有大量苯环,并且结晶度很高,使其断裂伸长率低,韧性、抗冲击性较差,一定程度上限制了它的应用。

经过实验和此产品的应用情况,多次改进后总结陶塑材料实验配方:高均匀尺寸超微细球状二氧化硅 $\leq 70\%$,聚苯硫醚 $\geq 27\%$,增塑剂 $\leq 0.25\%$,润滑剂 $\leq 0.25\%$,助剂 $\leq 0.5\%$,其他 $\leq 2\%$ 等组合成分,并用特殊的制塑工艺造粒,

可以达到本成型件所具有的较好产品特性。根据其超高的机械强度以及超高尺寸精度的特性,在光纤活动连接器插芯领域可以代替陶瓷成型,并可以在注塑成型中获取超高的产品精度及良好的产品外观。

经测试,陶塑材料无老化现象,可阻燃,符合环保要求;比重 $1.85\text{g}/\text{cm}^3$,熔体粘度(310°C 、 $1000/\text{sec}$) $260\text{Pa}\cdot\text{s}$,拉伸强度 80MPa ,弯曲强度 130MPa ,弯曲模量 14850MPa ,线性热膨胀系数(常温、流动方向) $2\times 10^{-5}/^\circ\text{C}$,线性热膨胀系数(常温、垂直方向) $2\times 10^{-5}/^\circ\text{C}$,负荷变形温度(1.8MPa) 185°C 。

(2)插芯制作流程

模具制作:按照成品尺寸,在 $0.35\% \sim 0.55\%$ 收缩率(根据实验,具体应结合注塑机、模温、排气、成型时间等)范围内制作模具型腔,模具有完好的排气口以及良好的冷却水道。模具型腔采用产品尾部作用径向可变型腔;模具使用全向短途排气系统;模架采用超过盈配合的耐高温钢球衬套结合四方向的超高精度锥销的定位方式,内镶件用复式高精度圆销定位;前后模芯均采用全覆盖血系冷却系统;在零件加工工艺上要求各模板采用真空淬火以及 -80°C 超低温处理,各关联定位孔一次性用高精密坐标磨床加工成型。

注塑成型:采用注射压缩成型工艺,用液态陶塑材料在模具中采用低压、低速充模及高压、快速保压方法,采用逐渐降低保压压力的策略进行保压冷却以注塑成型。分三段注射来配合两次锁模,第一段高速射胶,第二、三段开始低速射胶;低压型腔,0.3s内注射完成后即转换为高压锁模,并转换为保压冷却;3s左右完成产品结晶。

产品成型:产品完成冷却后,遵从型针先退离原则进行最短距离开模(必要时采取吹气辅助)。脱模后形成单芯超低损可变整体式插芯。

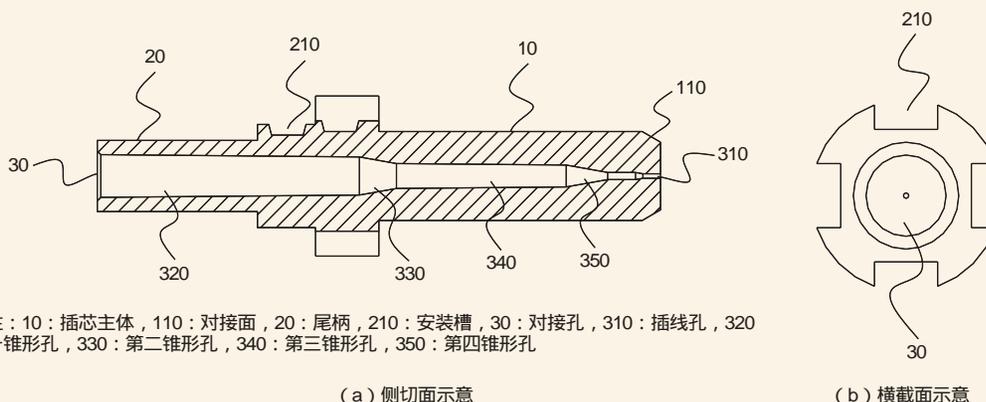


图1 单芯超低损可变整体式插芯结构

表1 传统光纤陶瓷插芯与单芯超低损可变整体式插芯对比

对比项	传统光纤陶瓷插芯	单芯超低损可变整体式插芯
制作工艺	陶瓷成型、内外径机械加工、检测、连接器制造商（陶瓷与尾柄装配、光纤装配、固化、研磨抛光、检测）	产品一次成型高精度整体式插芯：模具、注塑成型、检测、连接器制造商（光纤装配、固化、研磨抛光、检测）
产品结构	只能采用陶瓷加不锈钢尾柄的形式，结构局限性较大	整体式，产品结构可塑性强，能结合客户需求灵活调整
质量和效率	陶瓷插芯需要“压尾柄”工艺造成插芯主体露出尾柄的尺寸不一致，影响后续光纤连接器研磨抛光的成品率，返工率高	质量性能指标的一致性高，精度高；工艺可控，成品率高
下游研磨抛光工艺	连接器制造商研磨抛光工艺较复杂、研磨时间长、研磨抛光成本高，装配复杂	连接器制造商研磨抛光工艺较简单、研磨抛光成本低，装配简单，至少节省30%人力
可扩展性	光纤连接器的发展趋势向外观小型化、成本低廉化、高密度、高可靠度、功能及安装简化的方向发展，陶瓷插芯有其局限性	陶瓷插芯的可塑性提供插芯、散件一体化的可能性，进而改变制作光纤连接器的工艺步骤，降低制作成本和人力投入，向机械自动化迈入
产品趋势	陶瓷插芯由于其技术特性，只能生产出单芯产品，无法满足未来的多芯产品趋势	兼容多芯插芯，占据市场未来方向



图2 端面抛光效果

4 分析与讨论

原来产品结构及制造工艺面临的技术问题包括如下几个方面：

- (1)陶瓷插芯因材料和制作工艺限制，插芯主体需金属尾柄压接制成，即可变性单一，制约产品的结构发展；
- (2)陶瓷插芯需要“压尾柄”工艺造成插芯主体露出尾柄的尺寸不一致，影响后续光纤连接器研磨的成品率，增加成本；
- (3)陶瓷插芯加工工序多，工艺复杂，精度稳定性差、成本高；
- (4)光纤连接器的发展趋势向外观小型化、成本低廉化，高密度、高可靠性、功能及安装简化的方向发展，目前的陶瓷插芯难以适应。

采用单芯超低损可变整体式插芯结构以及制作工艺方法的测试情况（综合）如下。

(1)产品尺寸精度：内径尺寸 $\phi d_0^{+0.001}$ mm；外径尺寸 $\phi D \pm 0.0005$ mm；内外径同心度 ≤ 0.0008 mm；外径圆柱度 ≤ 0.0005 mm；产品长度精度 $A \pm 0.005$ mm；产品通用性和互换性良好；外观具有小于 $0.1 \mu\text{m}$ 的表面平滑性（光洁度）。

(2)端面加工精度：端面可以使用原有的传统陶瓷抛光工艺，但是抛光时间更短，大约可以缩短80%时长；不容易产生划痕。抛光后端面性能如图2所示（放大400倍效果），

端面凸纤效果 ≤ 0.00013 mm（几乎不存在凹纤情况）。

(3)对应标准适配器进行任意交换插入连接，共进行250次插拔并测量其插入损耗，其最大值 ≤ 0.45 dB，回波损耗 > 25 dB。

(4)高低温测试： $-40^\circ\text{C} \sim 90^\circ\text{C}$ （保持恒温110h），性能良好，极限温度可以达到 155°C 。

(5)抗拉强度 ≥ 95 N。

(6)经低温、高温、湿热（保持恒温110h）、振动、温度循环、重复性、机械耐久性等各种例行试验后，插入损耗变化量 ≤ 0.2 dB，回波损耗变化量 ≤ 5 dB。

(7)制作时，传统使用的粘合胶对其无不良影响；组配后，其物理、化学及光学特性与光纤匹配；组配散件后，没有损害连接器光学性能；在诸如DWDM的大功率传输系统长时间运行中，端面上没有观察到损伤，没有产生热量或者气味，是足够耐用的。

(8)产品受径向切力较差：经应用分析，实际光纤活动连接器在接口对接时，有插芯散件外壳粗定位作用，致使单芯超低损可变整体式插芯实际所受的横切力位移量在 ± 0.5 mm以内，不足以使其断裂，完全不影响终端产品的使用。

采用单芯超低损可变整体式插芯结构以及制作工艺方法的产品优势对比分析见表1。

5 结论

本方法经4年多次实验，从原材料、模具、注塑工艺到品质检测都进行不断的探讨研究，从实验情况来看，单芯超低损可变整体式插芯完全可以代替现有传统的陶瓷光纤插芯，并具有创新的制作技术，成功实现大规模批量化生产，同时此创新制造方法促进行业相关技术变革。随着宽带中国作为国家战略，2018年中国将会进一步加大宽带建设，如5G发牌建网、无线网络优化、传输网扩容等，行业进一步景气上行。同时，大数据是流量经营的关键，在OTT的冲击下，运营商开始探索从语音业务向超流量经营的转型。虚拟运营商在产业政策的大力推动下，搭建起互联网与传统行业融合

（下转35页）

超高清时代云化媒体生产分析

董瑜¹ 宋利¹ 高立² 杨洋²

1.上海交通大学

2.华为技术有限公司

摘要 在超高清时代,传统媒体生产方式效率低下,灵活性差,如4K、VR这类新型媒体内容的产能成为产业链的瓶颈。将内容生产放到云端,可以降低内容生产成本,提高生产效率,促进高质量内容的繁荣。分析超高清时代新型媒体内容的生产和其带来的挑战、由传统向云化转型的技术途径,并分析云化媒体生产给媒体和通信产业带来的机遇。

关键词 媒体生产 媒体云 4K VR

1 引言

2014年超高清电视进入市场,国外的各大视频网站陆续开通4K视频专区,中国电信也于2015年开通4K IPTV服务。随着2017年12月广东广播电视台4K超高清频道试验开播,数字媒体产业从高清时代走向超高清时代,超高清产业和服务的发展进入快车道。

2 媒体生产面临的挑战

在超高清时代,媒体行业出现新的生产场景,这些场景对现有的媒体生产方式提出挑战。

2.1 超高清时代媒体生产新场景

(1)4K视频录制

4K视频由专用的4K摄录机拍摄,再经过后期的处理和制作而成。4K视频具有高清视频4倍的分辨率,同时帧率可以达到60FPS甚至更高,是通常高清视频24/30FPS的两倍以上。4K视频可以给观看者带来更加清晰、流畅的视觉体验,是超高清时代的标志性服务。

(2)VR 360视频拍摄

VR 360视频可由360相机拍摄。360相机由多个摄像头组合而成,每个摄像头同步拍摄,最后将拍摄的内容拼接形成VR 360视频。VR 360视频通过专用的头戴显示器播放,可以为观看者带来身临其境的视觉体验,在超高清时代拥有广泛的受众。

2.2 超高清时代媒体生产的挑战

超高清时代的媒体生产与过去相比,在存储、计算资

源、传输网络方面都带来新的挑战。

(1)存储

媒体数据的体积相比过去增大,4K视频原始数据的体积是HD视频的4倍,而对于VR 360视频,其整体分辨率可以达到8K甚至更高。一部4K分辨率的电影在制作过程中会产生数百TB的媒体数据,而这样庞大的数据量会给媒体生产的数据存储带来巨大的挑战。

(2)计算资源

媒体生产过程的计算量变得更大。4K内容在制作上,相比HD内容,对计算资源的需求是其8~10倍。制作一部高清画质的动画作品,渲染所需的计算资源已高达8000万核时,而超高清媒体内容生产对计算资源提出更高的挑战。

(3)传输网络

传统媒体生产中,媒体信号通过数字串行接口(SDI)进行传输。目前主流的HD-SDI所能承载的数据带宽为1.5Gbit/s左右,而对于超高清媒体内容,其传输需求的带宽可以高达24Gbit/s。此外,SDI信号需要使用线缆进行传输,线路布置繁琐,升级不够灵活。超高清时代对媒体内容传输网络提出挑战。不同格式视频对SDI带宽需求见表1。

生产环节的挑战导致超高清视频内容制作效率低下,内容不足以成为制约媒体产业发展的主要瓶颈。传统媒体生产流程如图1所示。

3 媒体生产转型的技术路线

为了应对媒体生产在超高清视频时代的各种挑战,云计算逐渐发力,云化媒体生产成为趋势。媒体生产在由传统方

式向云化发展的过程中，会遇到很多问题。针对这些问题，目前已有部分技术途径可以解决。

3.1 媒体生产云化成趋势

随着云计算的成熟和普及，媒体制作及分发逐渐向云端

格式	标准	接口	速率
标清	SMPTE 259M	SD-SDI	270Mbit/s
1080i/1080P	SMPTE 292M	HD-SDI (目前主流)	1.485Gbit/s
	SMPTE 424M	3G-SDI	2.970Gbit/s
4K	SMPTE ST 2082	6G-SDI (UHD 30FPS)	6Gbit/s
	SMPTE ST 2082	12G-SDI (UHD 60FPS)	12Gbit/s
	SMPTE ST 2036	24G-SDI (UHD 120FPS)	24Gbit/s

迁移，“媒体云”应运而生。“媒体云”是指基于云计算技术提供媒体服务和应用的新兴媒体业务。通过云端操作进行多媒体数据的汇聚、管理以及存储，减轻硬件及软件的负担。

媒体云可以用海量的计算资源代替专用的媒体处理设备，以大量的存储资源代替本地数据中心，以灵活的IP网络承载媒体数据传输，在减少媒体生产基础设施投入的同时，以弹性、按量计费的方式降低生产成本。

云计算海量的计算能力、大量的存储资源和灵活的网络配置为媒体生产带来广阔的前景。将4K视频、VR视频的内容编辑和渲染这类存储、计算密集的任务迁移上云，可以提高效率，节约成本。

云化媒体生产流程如图2所示。

目前已经有将媒体生产放在云端的实例，如世界领先的

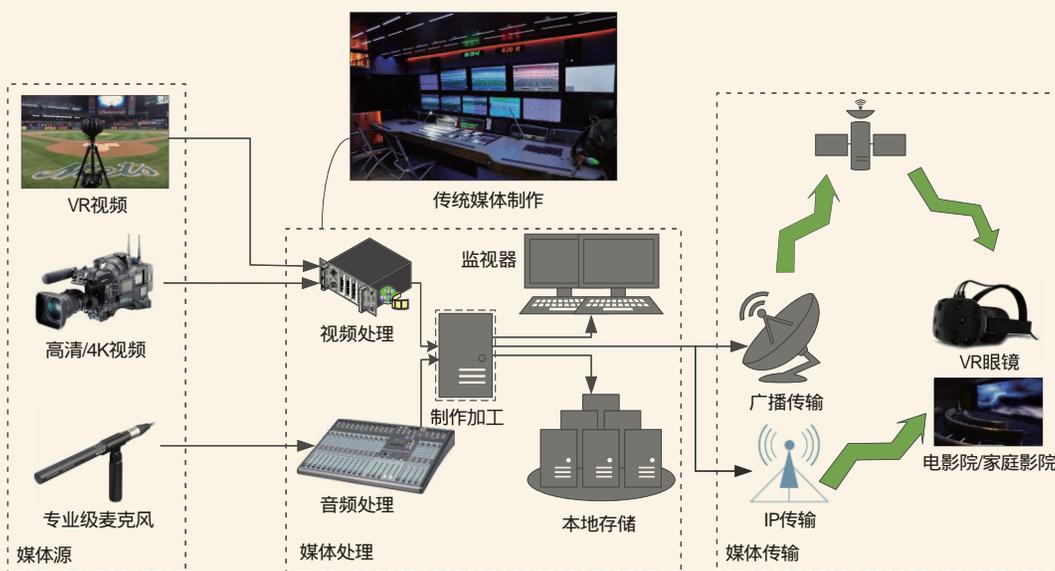


图1 传统媒体生产流程

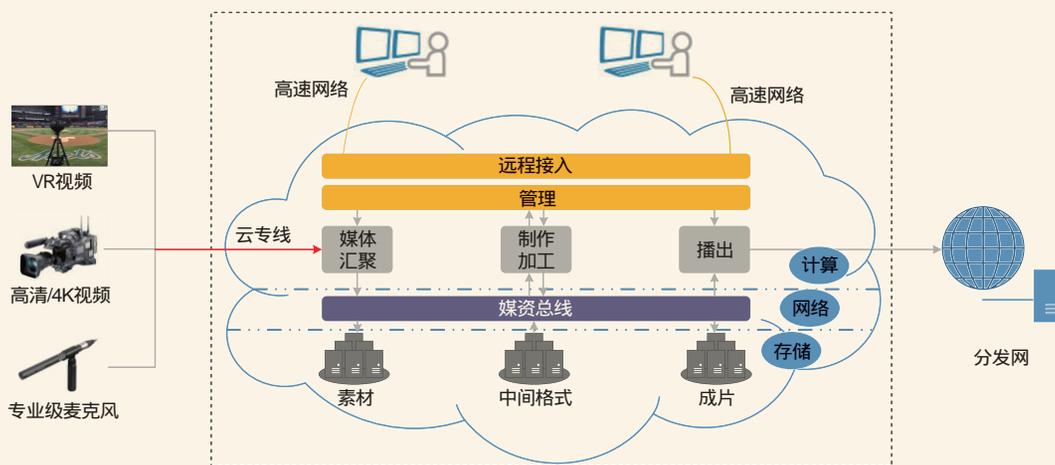


图2 云化媒体生产流程

在线视频提供商Netflix、著名的影视制作公司Sony等都将其媒体内容生产环节迁移到云上。但目前的云化媒体生产案例大多部署在私有云上，缺少一种统一的范式，不利于规模化生产；而在公有云上进行媒体生产还将面临互联网承载能力限制等问题。

3.2 媒体生产云化关键技术

3.2.1 媒体信号的传输协同性

相比于传统媒体采用SDI的方式进行媒体信号传输，云化媒体处理采用更加灵活、快速、通用的IP方式进行信号传输。相比于成熟的SDI传输方案，IP化传输带来更大带宽、更高灵活性的同时，增加了媒体信号格式、参数的不确定性，可能影响整个生产环境媒体信号传输的协同性。

电影电视工程师协会（SMPTE）提出超高清时代媒体信号通过IP网络传输的标准：SMPTE ST 2110。该标准定义了一个基于实时传输协议（RTP）的可扩展系统，限定了系统的时序模型，并指定未经压缩的视频、音频、元数据等通过IP网络传输时的参数、格式。

SMPTE ST 2110标准规范了采用IP网络传输媒体信号的统一格式，使传输网络中各个设备的协同工作成为可能。

此外，IP媒体解决方案联盟（AIMS）致力于整合目前存在的IP化媒体传输标准，并呼吁各组织、公司遵照统一的标准，以避免标准碎片化带来的产品互通问题。AIMS的提议已获得主要相关标准组织、公司的响应。

3.2.2 硬件设备的操作互通性

云化媒体生产相比于传统媒体生产，人与设备之间的直接交互减少，更多的是通过IP网络对设备进行远程操作。此时，来自不同生产商的专业设备操作模式可能不同，操作界面也是独立的，操作人员需要频繁地切换工作方式，导致媒体生产的效率降低。

针对这个问题，先进媒体工作流协会（AMWA）提出网络媒体开放规范（NMOS），以实现专业媒体网络中不同厂商的硬件设备之间的操作互通性。NMOS规范通过开发联网设备之间的连接管理和网络组件控制的API，统一硬件设备操作的接口，以促进专业媒体硬件设备和其操作者通过IP网络的交互，提高媒体内容生产的效率。

NMOS使用互联网标准和互联网友好技术进行开发，适合云化媒体生产的环境，并已获得BBC、Fox等多家公司和厂商的认可。

3.2.3 媒体生产的范式统一性

云化媒体生产如果缺乏标准的范式，便无法大规模统一生产，生产环节依然会成为产业链的瓶颈。

动态图像专家组（MPEG）在第115次会议上提出网络分布式视频编码（NDVC）的概念，针对媒体生产或者处理，将其处理实体置于云端或者边缘。在第119次MPEG会议中，扩展NDVC的概念，基于网络的媒体处理（NBMP）被首次提出，并被定义为一个允许服务提供商和用户描述网络执行媒体操作的框架，将媒体处理集成于网络并可通过API来访问相应的功能。NBMP于MPEG第120次会议正式开始提案征集，并已在2018年1月召开的第121次会议上获得业界多方的关注。NBMP架构如图3所示。

NBMP采用统一的接口和数据格式，对媒体处理任务和工作流程进行控制与管理，并对媒体内容进行处理和分析。对于媒体产业来说，NBMP可以看作一个云化媒体生产的范式，符合标准的生产流程可以方便地重用，规模化、统一化生产可以实现。同时，NBMP仅规定媒体处理中媒体数据、控制指令的交互格式，为媒体生产流程带来极大的灵活性，适合于场景广泛的超高清时代媒体生产。

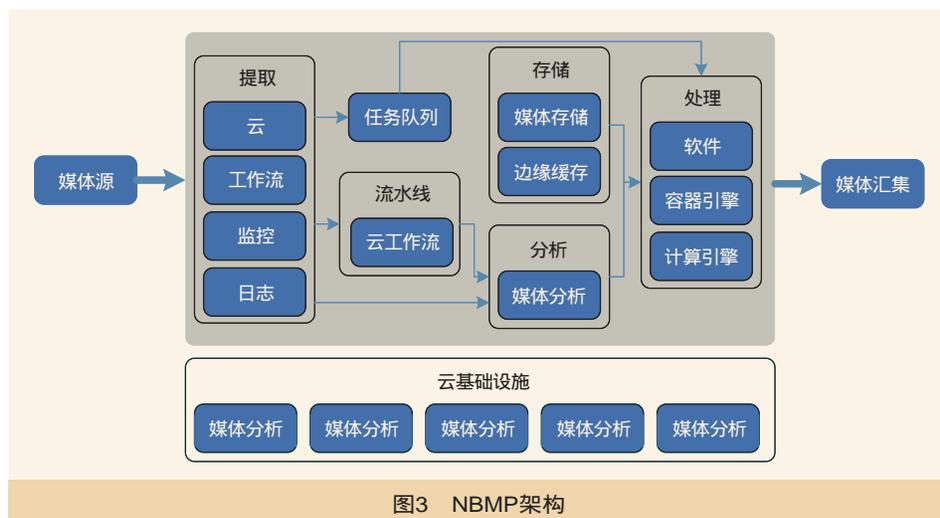


图3 NBMP架构

4 云化媒体生产带来的机遇

媒体生产云化已成必然趋势，为网络运营商、服务提供商、技术提供商（包括方案解决商、软件提供商、硬件提供商）等带来新的商业机会。

4.1 运营商的机遇

媒体生产行业完成云转型，必须要有Tbit/s级别的网络带宽和大容量因特网以太网交换机，相关设备升级需要耗巨资并花费大量时间才能完全实现。

运营商可以为媒体生产行业提供特殊的网络服务，通过架设物理的“云专线”，将用户的线下媒体中心和线上处理引擎互联，利用媒体云的弹性、快速扩展能力和计算性能处理媒体内容的同时，解决传输大量数据带来的带宽需求。除了保证稳定、高速的传输带宽，云专线还需要隔离公网，支持多位置、多方式接入，以实现安全、灵活的网络拓扑。

运营商可以自己部署云服务器，发挥ICT基础设施建设方面的优势，建立面向媒体生产的行业云或企业云平台，吸引传统媒体（如广播电视台、内容版权方）和新媒体（自媒体、社交媒体等）将原来的本地化生产迁移到新的媒体生产云上，巩固上游产业链的合作，实现内容的快速上线，提升用户体验。

运营商还可以充分结合各省网络拓扑结构，依托数据存储中心和网络交换中心进行扩容再造，实现业务升级，建成高服务质量的媒体资源网络。

4.2 服务商和技术商的机遇

服务提供商可通过部署在云上的专业化媒体服务组件，最大化地发挥效能并快速应对B端市场的变化和 demand。服务提供商通过提供全面的云系统方案（面向超高清媒体生产的云平台）、关键硬件设备（如SDI/IP接口转换设备、全IP化视频矩阵交换机等）以及支持灵活配置、组件化的软件（剪辑、编辑、字幕、包装、渲染、广告、编码、打包、版权、审核等），获得新的市场增长。

5 结束语

媒体制作云化已成为发展趋势，不仅可以降低设备部署

（上接31页）

的桥梁，云计算、大数据开始进入务实发展的新阶段，下一代“万物互联”的物联网有望在2018年得到较好的发展机遇。创新的单芯超低损可变整体式插芯产品可以进一步大范围适应市场。

参考文献

- [1] 陈文清,陈文渊.整体式插芯及其加工方法[P].中国专利:ZL2015 1 0543385.0,2017(9)
- [2] 黄赋云.聚苯硫醚改性研究进展[J].上海塑料,2009(1)
- [3] 陈文清,陈俊杰.一种可实现超精密注塑成型的成型技术应用研

成本，而且具有灵活性和易拓展性。目前很多企业已经在尝试将内容生产云化，如影视制作商购买公有云服务，满足超高清媒体内容生产对高计算能力的需求；电视台通过租赁公有云或自建私有云，实现向4K升级。媒体制作云化需要高带宽的网络和云计算做支撑，运营商可以提供2B市场的云专线和云服务，为4K、VR视频产业的发展提供保障。

参考文献

- [1] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/M41343.Overview of state-of-the-art cloud media processing,MPEG 120[S].2017
- [2] Professional media over managed IP networks:system timing and definitions.SMPTE ST 2110-10 2017[S].2017
- [3] ISO/IECJTC1/SC29/WG11 MPEG2016/N16335.Draft requirements for network distributed video coding,MPEG 115[S].2016

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

董瑜

硕士，现就读于上海交通大学，主要研究方向为视频媒体处理技术。

宋利

现任上海交通大学研究员，主要研究方向是视频处理和多媒体通信。

高立

硕士，毕业于哈尔滨工业大学，工程师，现就职于华为技术有限公司。

杨洋

毕业于西安电子科技大学，现为华为技术有限公司技术专家。

究[J].机电工程技术,2016(7)

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

陈文清

本科，工程师，现任深圳市沓索科技有限公司总经理兼技术总监、香港沓索科技有限公司总经理兼首席专家、广东省模具工业协会专家委员会常务委员，主要从事超精密模具制造技术、超精密加工技术、超精成型技术、新一代信息技术设备制造技术方面的研究工作。

地铁无线网络室内覆盖工程

彭培培

深圳国人通信技术服务有限公司河北分公司

摘要 地铁无线覆盖是一种特殊场景的信号覆盖,对于不同的现场运用不同的覆盖方案,能够使其达到相对较好的覆盖效果。以某地铁1号线火炬广场站点为例,从设计的角度分析将无线通信系统引入地铁,将商用移动信号引入地下空间的过程,用于满足人们的需求。

关键词 地铁 无线覆盖 信号

1 场景分析

地铁为公众提供一种快速、准时、方便、安全、舒适的交通方式,成为人们出行的重要交通工具。地铁内民用通信信号的覆盖显得尤为重要,各运营商将地铁作为重要的覆盖场景之一,如何更好地解决地铁内无线网络的覆盖成为一个关键的问题。文中结合实际案例,从站台站厅覆盖、隧道覆盖、切换设置等方面分别进行阐述。

城市轨道交通(地铁)多为封闭式环境,轨道交通站台层、站厅层及区间隧道内各种无线信号几乎均为盲区,从网络覆盖的角度来说,地铁覆盖需要实现地铁站厅和地铁隧道的连续覆盖。整个地铁覆盖范围是一个狭长的地带,信号传输到车厢中的用户会产生经过车体的较高损耗。

地铁中人口密度十分大,在设计网络覆盖系统时,一定要考虑业务容量需求。地铁中的人流量随时间变化十分明显,在上下班高峰期间人流量达到顶峰,这段时间也是话务高峰时期,网络容量设备必须按照高峰时段设计。

对于长隧道场景,为保证信号质量,考虑使用RRU作为信源,由于场景相对密闭,内部无线信号比较干净,因此可采用弱覆盖或者基本信号覆盖。

2 覆盖指标

信噪比:要求在无线调度网内通话的语音质量达到三级标准,即在场强覆盖区域内,无线接收机音频输出端的信噪比 $\geq 20\text{dB}$ 。

可靠性:在满足信噪比要求下,场强覆盖的时间、地点可靠概率为95%。

在满足信噪比和可靠性(时间地点覆盖率为95%)的要

求下。

下行(从基站至移动台):每载波不低于 -85dBm (移动台天线输入端)。

上行(从移动台至基站):每载波不低于 -88dBm (基站输入端)。

3 案例分析

3.1 地铁无线覆盖策略

地铁无线覆盖中一般涉及多家运营商的多个通信系统,无线系统需要考虑更宽的频段、更好的干扰控制,以应对更复杂的覆盖场景和恶劣的施工条件。对于地铁覆盖来说,无线覆盖策略、小区切换和划分、POI(多系统接入平台)和泄露电缆的应用是影响地铁覆盖效果的关键。

以某地铁1号线火炬广场站为例,其覆盖范围包括站台层、站厅层及其出入口。为了减少分布系统的投资,方便维护管理,一般多个运营商共建一套天线分布系统。将多种制式信号合分路,并将合分路后的信号引入天馈分布系统,达到充分利用资源、多系统合用分布系统的目的,即POI。

3.2 解决思路

(1)采取室内分布系统覆盖策略,覆盖地铁站内各个区域。

(2)采用无源室内分布系统,主干路由采用光纤,将RRU拉远至需要覆盖的区域。

(3)隧道采用泄露电缆覆盖。

(4)采用POI对多个运营商、多种制式的移动信号合路后,引入天馈分布系统,达到充分利用资源、节省投资的目的。

POI主要由上行POI和下行POI两部分组成，实现运营商上行及下行射频信号合路及分路，并滤除各频带间的干扰成分。上行POI将不同制式的手机发出的信号经过天线的收集，传输至上行POI，经POI检测出不同频段的信号后送往不同的运营商基站；下行POI将各运营商、不同频段的载波信号合成后送至共用的天馈系统。

3.3 站台站厅覆盖

(1)地铁进出口、站厅、站台采用天馈分布系统进行覆盖，在各站出入口处设置室内外信号重叠覆盖区，保证进出站的平滑切换。

(2)对于站台层、站厅层天线的布放，一般在空旷的区域每隔15m布放一面天线，办公区域天线稍微密集一些，大概10m一面天线。必须沿线槽布放天线，点位止于楼梯口，在线槽的边缘处可依据实际情况布放1~2面天线。在人员出入口应设置过渡天线，合理设置天线安装位置和发射功率，既要满足切换不掉话，同时也要注意控制信号外泄。

以LTE为例，LTE的设备输出功率为15dBm，POI插损为6dB，边缘覆盖指标为-105dBm，天线增益3dBi，天线覆盖半径15m，跳线、接头、功分器、耦合器、馈线损耗为20dB，墙体阻挡12dB，功率余量3dB。根据自由空间电磁损耗公式： $PL(d)=32.4+20lg(F)+20lg(D)$ ， F 为频率，单位为MHz； D 为距离，单位为km，其中 D 为0.015km， F 为2000MHz，即 $PL(d)$ 为62dB。根据上述计算结果：全部损耗为 $15-6+3-62-20-12-3=-85$ dB，远大于边缘覆盖指标要求的-105dB，所以说留有较大余量，完全满足覆盖要求。

(3)设备位置需要放在民用机房，其次再根据需要选取1~2个弱电机房。设备位置受到限制，必定会导致路由变

长，所以主干线选用5/4馈线来减少路由带来的损耗。

(4)天花板为金属材质的天线须外露安装。

3.4 隧道覆盖

在地铁隧道中采用泄漏电缆覆盖，泄漏电缆泄露的信号比较均匀。信号波动范围减少，采用泄漏电缆与采用其他天线系统相比，信号随距离的变化程度会减小。泄露同轴电缆隧道覆盖方式是在隧道内沿隧道壁敷设漏缆，借助漏缆对信号的泄露原理进行隧道信号场强覆盖。

由于基站输出功率有限，部分较长区间使用运营商RRU补充信号功率不足的问题。各运营商信号经过RRU放大后通过多频分合路器，分别接入上下行泄漏电缆，完成对长隧道区间的覆盖。表1为各制式RRU覆盖隧道长度。

Lc 为泄漏同轴电缆的耦合损耗值，某一规格的泄漏同轴电缆在指定工作频率上的某一长度 L 所对应的传输衰减为 $\alpha \times L$ ， α 为该泄漏同轴电缆的衰减常数。从而确定该漏泄同轴电缆的系统损耗值 $\alpha s = \alpha \times L + Lc$ 。

确定漏泄同轴电缆的最大覆盖距离：

因为系统损耗为 $\alpha_{max} = \alpha s + M = \alpha \times L + Lc + M$ 则 $L = (\alpha_{max} - Lc - M) \div \alpha$ ，此 L 值即为漏泄同轴电缆的最大覆盖距离。

以中国移动TDD-LTE为例，则 $\alpha_{max} = 14.2\text{dBm} - (-105\text{dBm}) = 119.2\text{dB}$ ，

$$\alpha s = 65\text{dB/km} \times L + 67\text{dB}, M = 6\text{dB} + 1\text{dB} + 15\text{dB} + 3\text{dB} = 25\text{dB},$$

所以 $L = 100 \times (119.2\text{dB} - 67\text{dB} - 25\text{dB}) \div 65\text{dB/km} = 418\text{m}$

从表1可以看出，TD-LTE覆盖效果最差，双向只能覆盖836m，加上切换所需的178m（假设切换最长时间为6s，加2s冗余时间，设置为8s，列车在隧道中段最高运行速度为

表1 隧道区间设备覆盖距离

引入类型	中国移动 GSM900	中国电信 CDMA2000	中国联通 WCDMA	中国移动 TD-SCDMA	中国移动 TDD-LTE	中国电信 FDD-LTE
使用频率 (MHz)	900	2100	2100	2000	2300	1800
RRU或光纤直放站功率 (dBm)	36	33	33	33	14.2	15
边缘覆盖场强指标 (dBm)	-85	-85	-85	-85	-105	-105
多频分合路器插损 (dB)	6	6	6	6	6	6
跳线及接头等损耗 (dB)	1	1	1	1	1	1
13/8漏缆100m传输损耗 (dB)	2.4	5	5	4.5	6.5	4
13/8漏缆耦合损耗 (dB) 2m95%	71	67	67	67	67	67
车体、人体损耗	12	15	15	15	15	15
工程余量 (dB)	3	3	3	3	3	3
信号覆盖最远传输距离 (m) 单向	1167	520	520	578	418	700
信号覆盖最远传输距离 (m) 双向	2274	1040	1040	1156	836	1400

80km/h, 8s内列车行驶178m), 故只能覆盖658m。在设置泄露电缆开断点时应主要参考TD-LTE系统, 其他系统以此为基础进行信源设置。如果还不能满足覆盖长度的要求, 则必须考虑加中继器来延长覆盖距离。

4 切换设置

(1)根据人流量及流向规划切换区, 应在业务发生率低的区域预留足够的切换区域。

(2)地下站出入口切换。通常, 乘客乘坐自动扶梯进出地铁车站时, 由于自动扶梯运动以及人群拥挤而产生信号衰落, 从而使手机信号强度锐减, 造成信号重叠区域(切换区)不够, 易造成用户通话中断。移动用户出入站台的过程, 及站厅信号与室外信号电平电场强变化如图1所示。

参考图1所示的能量分布, 分析最差的出入地铁站的切换情况。

行人进入地铁站时: 自动扶梯运行10s, 行人前进2s

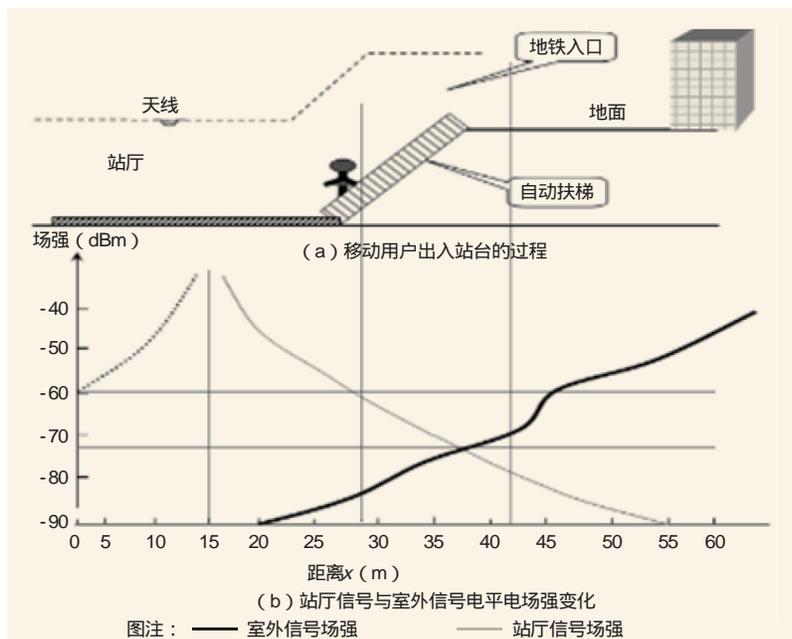


图1 地铁车站出入口小区切换示意



图2 火炬广场站站厅层示意

后地铁站厅与室外场强相等。自动扶梯运行的速度通常为1.5m/s, 则人走入地铁口的距离为:

$8s \times 1.5m/s = 12m$, 设计时只要确保行人进入站厅12m, 站厅信号出入口电平在-80dBm以上, 即可保证乘客经过地铁出入口平稳切换, 通常设计时在车站出入口会安装天线, 天线覆盖半径在10~15m, 完全满足上述要求。行人出站时切换情况与进站时相同。

(3)对于非换乘站, 高峰人流量不大, 站台层分别采用一个小区。具体实现如下:

火炬广场站分为南北两个站台, 两个站台不相通。以北站台为例, 站台层长208m, 整条链路有14面全向吸顶天线, 北侧站台选用东北侧的弱电井, 主干线为7/8馈线和5/4馈线, 整个系统接入到POI的一个端口, 即为一个小区, 这样可以减少乘客的越区切换。

(4)火炬广场的站厅层东侧为设备间及工作人员休息室, 西侧为出入口, 因此划分成两个区域进行覆盖, 这样

既保证工作人员通话不掉话, 又保证乘客进出车站可以平滑切换。

将火炬广场站的站厅层分成两个区域, 一个区域为自动售票与进出站口, 另一个区域为休息室和设备间。整个站厅层使用两个POI, 出入口、自动售票厅与进出站区域为POI1; 休息室和设备间区域为POI2。其中POI1又分两个小区, A、D出入口侧为一个小区, C、B出入口侧为另一个小区。简单示意如图2所示。

(5)站台、站厅切换。由于此站的站台和站厅是不同小区, 所以存在切换。人行速度和自动扶梯的速度都较慢, 室内信号较为稳定, 只要在上下楼梯口附近位置设置吸顶天线, 保证两个小区信号重叠区边缘场强在-80dBm以上, 可确保信号良好无间断的切换。

(6)隧道内切换。列车最高运行速度为80km/h, 按GSM最长切换时间8s计算, 8s行进距

离是178m, 为了满足运行列车切换区域的最差要求, 因此在覆盖场强大于-80dBm的情况下, 需要确保切换区长度超过178m, 以保证信号的平滑切换。

通过在网络中设置相应参数和调整各隧道的覆盖场强到合适的水平,

(下转42页)

雷电流监测装置的响应特性

刘裕城

中国电信股份有限公司广东研究院

摘要 分析雷电流监测装置的同轴分流器的电压电流方法、线圈的互感器方法和积分方法、雷电流参数的响应特性。通过磁芯线圈测量雷电流必须防止磁饱和，体积较大。小体积的磁芯线圈容易饱和，不适宜测量雷电流，空芯线圈性能受安装环境影响大。

关键词 通信 防护 雷电 测量

1 前言

近年来，随着智能化和互联网技术的发展，雷电流监测装置在通信网和其他领域大量使用。雷电流监测数据的准确性极为重要，是进行防雷设计、分析设备及网络雷击防护的依据。有的厂商从商业利益出发，提供不准确的数据，或夸大雷击电流数据，加大网络建设和维护成本，降低网络可靠性。因此，需要研究其对雷电参数的响应特性，如测量原理和测量数据准确性等。

2 雷电流监测的基本要求

雷电流监测装置需要准确地记录雷电流的各种参数，最好是能够记录雷电流的电流时间特性，即记录整个波形。雷电流 $i=f(t)$ ，其中 t 是时间。

如果记录 $f(t)$ ，那么其他参数就可以从 $f(t)$ 中求得。其准确性主要由雷电流幅值和时间误差决定。有的雷电流监测装置只记录雷电流的某一参数，如电流峰值。

雷电流监测装置原理如图1所示。

3 雷电流监测装置传感器特性

雷电流监测装置的特性主要由传感器决定，因此需要研究传感器的特性。

雷电流监测装置用于测量、记录雷电流情况。有的用于测量接闪器和避雷针上的雷电流，有的用于测量电路上（如电涌保护器回路和地线）的雷电流。当然测量参数有各种类型，最全面的是记录波形，有的只测量雷电峰值，或只测量雷击次数。

雷电流监测装置主要依靠电流传感器来测量雷电流。根

据传感器特性，主要分为三类：分流器、磁芯线圈、空芯线圈（罗氏线圈）。

雷电流监测装置的传感器，基本上是串联在被测电流回路上，有个别用感应方式，但由于其测量准确度受安装环境影响大，也不容易校准，文中不讨论。也有人用无感电阻代替分流器，其性能与分流器相似，不专门讨论。

按三种类型雷电流监测装置，分别分析其特性。

3.1 分流器

分流器主要是同轴分流器或管式分流器。

分流器的等效电路如图2所示。雷电流流过电阻 R 测量电阻上的电压 u 。通过 u/R 来求得电流 i 。

$$u=iR+L$$

L 越小越好， $L \rightarrow 0$ ，则 $u \approx iR$ ， $i=u/R$ 。

输出换算关系： A/V 。

电感 L 不单是电阻本身电感，也包含测量电路上的电感。

电感的影响主要是雷电流波头上升（或下降）部分。

在科研监测中，一般选用同轴分流器，电感几乎为零。

但在一般的产品中，考虑到成本，很少采用。

由于被测雷电流电路与测试电路没有互相隔离，对地电位差影响较大，接地连接不当，会产生很大干扰。

3.2 磁芯线圈和空芯线圈

磁芯线圈和空芯线圈（罗氏线圈， $\mu_r=1$ ）的等效电路几乎相同，只是磁导率不同，放在一起讨论。磁芯线圈和空芯线圈的等效电路如图3所示。

用这两种线圈测量电流，最大的优点就是被测电流和测

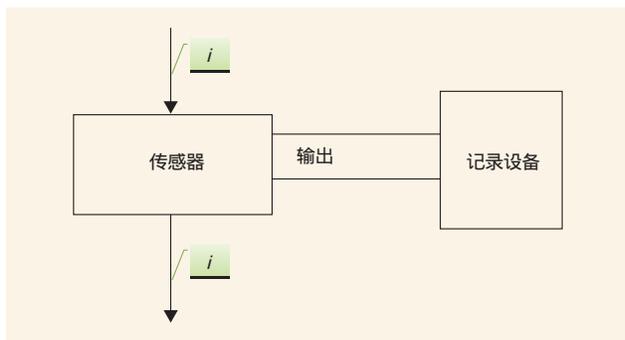


图1 雷电流监测装置原理

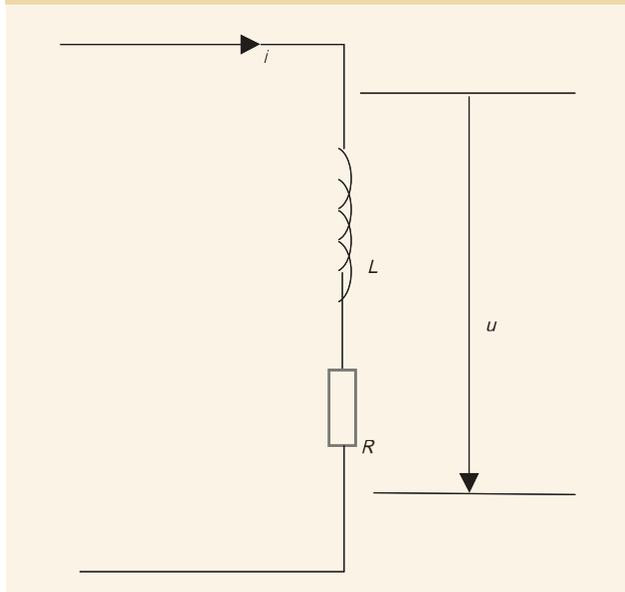


图2 分流器的等效电路

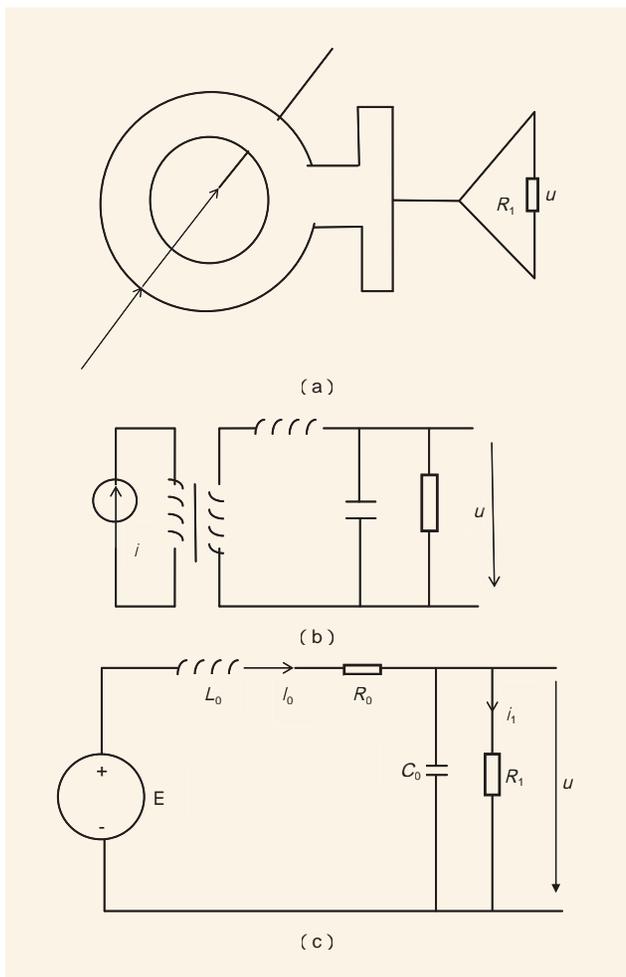


图3 磁芯线圈和空芯线圈的等效电

试电路是互相隔离的，大大减少干扰。

图3 (c) 中E为被测电流*i*在线圈感应的电动势*e*的标量值，不考虑正负号：

$$e = M \frac{di}{dt} = \frac{\mu_0 \mu_r NS}{2\pi R} \frac{di}{dt}$$

$$L_0 = \frac{\mu_0 \mu_r N^2 S}{2\pi R}$$

$$M = \frac{\mu_0 \mu_r NS}{2\pi R}$$

其中，*M*互感，*L*₀是线圈输出电路的自感，*N*是线圈匝数，*R*是磁环（罗氏线圈骨架）的平均半径，*S*是线圈截面积， μ_0 是真空磁导率， μ_r 是相对磁导率系数，空芯的罗氏线圈 $\mu_r=1$ 。

图3 (c) 中*R*₀是输出回路电阻，主要是线圈电阻，*C*₀是等效的电容，一般很小，*R*₁是积分电阻。

$$i_1 = u/R_1$$

在频率*f* ($\omega = 2\pi f$) 下，图3中可以求解出*i*₁的频域值*I*₁，然后根据雷电流频率*f*分析电路特性，文中不进行深入研究。

(1)电流互感器条件

$$\text{当 } \omega L_0 \gg (R_0 + R_1) \tag{1}$$

$$\text{和 } 1/\omega C_0 \gg R_1 \tag{2}$$

$$u = i_1 R_1 = i$$

$$i = (N/R_1)u = Ni_1 \tag{3}$$

测出*u*就可算出*i*，或测出*i*₁，比例换算出*i*。

输出换算关系：A/V。

从图3和条件 (1)、(2) 可以看出，电路有上限频率和下限频率，在这个范围内公式 (3) 才成立，即从积分电阻*R*₁上电压计算被测雷电流，也就是说测试的雷电流波头上升时间不能太快，波尾时间不能太长。

电流互感器条件下，电流测量简单，误差可以控制在较小数值内。

罗氏线圈 $\mu_r=1$ ，*L*₀很难做得大，要满足条件 (1)，只能是 ω 大； ω 小时，无法满足。雷电流波头部分， ω 大；波尾部分， ω 小。所以罗氏线圈只能用下述积分方法测量雷电流，而用电流比例-互感器方法，只能测试快速上升或下降

的波头部分。

线圈用磁性材料，相对磁导率 μ_r 很大，在一定条件下（如上限电流不是很大），相对容易满足条件（1）和（2），但是，上面已讲过，实际雷电流波头波尾的时间宽度很大，波尾达几百微秒，甚至数毫秒，其等效频率接近工频50Hz， ω 很小，还要考虑到雷电流峰值较大的情况，为防止磁饱和，线圈体积很大。当然，产品可以规定一个电流值范围，但也要解决超过上限电流值时的磁饱和影响。

磁性材料有磁饱和问题，饱和后造成波形失真，雷电计数器误动作。

由于相对磁导率 μ_r 很大，线圈内的磁通密度远远大于其他地方，安装环境对其性能影响很小。

(2)积分方法条件

$$\text{当 } R_1 \gg \omega L_0 \quad (4)$$

$$R_1 \gg R_0 \quad (5)$$

$$\text{和 } 1/\omega C_0 \gg R_1 \quad (6)$$

$$i = \frac{R_1}{M} \int i_1 dt \quad (7)$$

公式（7）表明，电流可以通过积分测量，所以 R_1 叫积分电阻。条件（5）容易做到，积分电阻选择足够大即可，条件（6）在雷电流下可以满足。但是，电流初始快速上升或下降阶段，条件（4）就不一定满足。因此，采用罗氏线圈用积分方法测量雷电流波头部分不一定合适，会失真。

输出换算关系：积分函数，也可以变换为A/V。

罗氏线圈还有个优点是没有磁饱和问题。

积分可以用电路实现，也可以用数学计算完成。

空芯线圈性能受安装环境的影响很大，以上公式是理想状态下导出的，假定磁场分布是均匀的。由于相对磁导率 $\mu_r=1$ ，线圈内的磁通密度与周围差别不大，被测电流回路走线路径和周围布线，以及安装环境和铁磁物质都会影响磁场分布，空芯线圈的响应特性受安装环境影响很大。因此，空芯线圈的性能必须考虑安装环境影响，不方便使用。

积分电路本身也会产生误差，干扰大，需解决抗干扰问题，而且，电子电路的可靠性是个重要问题，因为雷电流检测装置是长期工作的。当然，磁芯线圈也可用积分方法测量雷电流。

4 各种监测装置对雷电流参数的响应特性

雷电流检测装置通过测量传感器输出信号和记录设备的处理，最终输出雷电流参数，不同监测装置对雷电流参数的响应特性如下。

4.1 波头（波前时间）

雷电流是个脉冲波，可能一个，也可能是多个脉冲串。

电流极性有正有负。电流脉冲可能是单极性的，也可能是震荡波。

波头时间：随机分布，有零点几微秒，也有几十微秒。

(1)分流器

分流器可以准确测试波头时间，需注意干扰影响和记录设备的误差。

(2)磁芯线圈

互感器方法和积分方法，磁芯线圈可以准确测试波头时间，但不能磁饱和。

(3)空芯线圈

一般只能用积分方法，上面论述过测量波头时间会产生较大误差。

4.2 波尾

雷电流波尾时间：随机分布，一般在1~100 μ s，也有达到数毫秒的。

(1)分流器

分流器可以准确测试波尾时间，需注意干扰影响和记录设备的误差。

(2)磁芯线圈

互感器方法和积分方法，磁芯线圈可以准确测试波尾时间，但不能磁饱和，磁饱和和将会使波形变形，数值不可信。也正因为如此，线圈体积要做得很大，成本高。由于饱和影响，小体积的磁芯线圈无法测量。

(3)空芯线圈

一般只能用积分方法，可以测试波尾时间，需注意积分电路和记录设备产生的误差。由于干扰大，小体积的线圈输出信号太小，其测量雷电流也是不适宜的。

4.3 电流峰值

雷电流峰值：有几十千安、几百安的，甚至是几安的，也有达到一百千安至两百千安的。

电流陡度：电流变化率 di/dt ，其是随机的，大的可以达到50kA/ μ s，如果时间误差是0.1 μ s，这可能导致5kA的电流值误差。

(1)分流器

分流器可以准确测试峰值，需注意干扰影响和记录设备的误差，由于电流峰值范围大，需注意分流器的耐电流能力。当然，检测装置可以规定一个峰值电流范围，但也要防止超范围雷电流的损坏和干扰。

(2)磁芯线圈

互感器方法和积分方法，磁芯线圈可以准确测试电流峰值，但不能磁饱和，磁饱和和将会使波形变形，数值不可信。

由于电流峰值范围大，线圈体积要做得很大，故成本高。

为了降低成本，检测装置可以规定一个峰值电流范围，但也要防止超范围雷电流的损坏和干扰，还要识别出哪些数值是超范围的。

(3)空芯线圈

一般只能用积分方法，可以测试电流峰值，由于电流峰值范围大，积分电路产生的信号范围也大，需注意干扰和误差。小体积线圈输出的信号太小，其测量雷电流峰值也是不适宜的。

4.4 雷电流次数

现在很多雷电监测装置记录雷电流次数，一般是根据电流峰值来判断，超过一定的值，就记录一次。

(1)分流器

分流器可以测试峰值，也可以记录雷电次数。

(2)磁芯线圈

互感器方法和积分方法，磁芯线圈可以测试电流峰值，可以记录雷电次数。但不能磁饱和，磁饱和将会使波形变形，可能产生多个震荡脉冲，一次雷击记录多次。

现在很多产品用一个小的线圈来测量雷电次数。由于电流峰值范围大，必然产生磁饱和现象，数值不准确，次数也不准确。

为了降低成本，检测装置可以规定一个峰值电流范围，但也要防止超范围雷电流的损坏和干扰，还要剔除误读了多少次，这增加了监测设备复杂性和成本。

(3)空芯线圈

一般只能用积分方法，可以测试电流峰值和次数，由于

(上接38页)

使切换更加平滑。

切换技术就是为了改变语音信道而存在的，但是在切换过程中难免会对用户的正常通话造成影响，因此，在做设计时需要详细分析图纸，认真揣摩，合理分区，减少用户所受到的影响。

5 结论

由于室内环境较复杂，所以说没有一成不变的建设方式，也没有一劳永逸的覆盖技术，需要工程人员根据实际的勘察结果，灵活地选用一种或者多种方式相结合来进行网络建设，减少建设成本，进而提高人们对通信质量的满意度。

电流峰值范围大，积分电路产生的信号范围也大，监测设备复杂，除非设备有其他需要，否则不经济。

通过以上分析可知，分流器能简单地测量雷电流参数，体积大，成本高。磁芯线圈也能方便测量雷电流参数，如体积小，容易磁饱和，数值是不可靠的。空芯线圈测量雷电参数，需要一定的电路配合，可靠性要求高。由于干扰大，小体积空芯线圈输出的信号太小，其测量雷电流也是不适宜的。

5 结论

通过上述分析，可以得到如下结论。

- (1)分流器中的同轴分流器测量数据准确性较高。
- (2)磁芯线圈测量雷电流必须防止磁饱和，体积较大。
- (3)小体积的磁芯线圈容易饱和，不适宜测量雷电流。
- (4)空芯线圈性能受安装环境影响大。

参考文献

- [1] 刘裕城,韩志强.通信防雷技术手册[M].北京:人民邮电出版社,2015
- [2] 姚学玲等.快上升长持续时间脉冲电流测量的电流线圈的研究[A].

中国电子协会阻容分会电压教学部第24届学术年会论文集[C].2017

如对本文内容有任何观点或评论,请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn.

作者简介

刘裕城

本科,高级工程师,现就职于中国电信股份有限公司广东研究院,30多年来一直从事通信防护-防雷技术研究、标准制定、防雷工程设计等工作,负责起草了10多项国家和通信行业标准。

参考文献

- [1] 张磊,孔繁俊,刘永洲,等.LTE/CDMA/WLAN无线网络室内覆盖工程规划与设计[M].北京:人民邮电出版社,2016

如对本文内容有任何观点或评论,请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn.

作者简介

彭培培

长期从事无线网络的设计工作,具有多个网络制式的室内分布设计经验,2014年被评为总公司优秀员工,曾出色完成某地铁1号线两个重点试点的设计方案,并主持地铁方案的培圳工作,负责1号线剩余站点的设计工作。

全球未来计算竞争态势及对我国的启示

王涛 李强

国家工业信息安全发展研究中心

摘要 通过对发达经济体未来计算战略布局的梳理,进一步总结其发展特点及对我国的启示,为我国利用计算技术突破并抢占信息科技与产业发展的制高点,实现“换道超车”提供助力。

关键词 未来计算 高性能计算 脑计算

1 前言

(1)数据爆炸凸显计算能力瓶颈

在信息化发展的初期,人类面临的问题是信息资源不足。尤其是在互联网大规模普及之前,知识采集是人工智能专家系统需要解决的重要问题。通过多年的信息化普及,信息资源已经极大丰富,而相对应的处理能力逐步成为制约信息资源利用的首要难题。目前,计算能力不足主要体现在三个方面:一是速度跟不上数据处理分析的需求,当前磁盘阵列最高速度为15000r/s,已经无法自如地访问管理1PB数据,并将数据传输给计算单元进行处理;二是功耗高,在当前计算架构下,计算能力的提升只能依靠线性增长,功耗成为制约并行数量扩展的最大因素;三是计算算法智能性不足,无法胜任智能型的工作。

(2)对新计算技术探索持续加强

从1946年第一台计算机发明以来,人们提升计算能力的步伐一直没有停止。在原有计算技术的基础上,设备从常规化向微型化、网络化、移动化延展,芯片设计历经电子管、晶体管、集成电路、超大规模集成电路的演进路径,计算原理从冯·诺依曼架构走向非冯·诺依曼架构。几十年来,计算机科学研究取得了一系列成果,拓展了众多的学科和领域。

在数据爆炸暴露计算能力瓶颈后,人类在计算机原理、材料、工艺、器件、设备、系统算法和应用上试图进行全链条和全体系的突破创新。未来计算技术将从基础设施、基础原理、计算算法等方面对现有信息技术体系产生颠覆式革命,而且高性能计算、量子计算、认知计算、感知计算等部分技术可在未来5~10年内快速实现产业化应用,从而借由计算技术革命引发产业变革。

2 未来计算的全球竞争态势

当前,由于核心计算体系、计算原理尚未形成独有壁垒,各国均处于同一起跑线。以美国、欧盟、英国、德国、法国、日本、韩国为代表的发达经济体均对未来计算技术表现出空前的重视,在基础研究、技术研发的前沿领域,纷纷开始调动政府、军队、高校、研究机构、企业等多方资源,加快推进前沿计算技术、产品的研发及产业化步伐。虽然关注的侧重点、推进路径不尽相同,但都着眼于凭借计算技术的突破,谋求对产业产生变革性影响,以期在“大计算”时代来临之际占据主导地位。

2.1 美国——国家意志巩固计算霸主地位

为巩固自己的计算霸主地位,美国已陆续开展未来计算、大数据、云计算、人工智能等相关计划,并从国家战略层面开始加紧布局,具体见表1。

2.2 欧洲——区域协调与国家推动齐头并进

(1)欧盟

与美国大刀阔斧的推进方式不同,欧盟在大数据、云计算、人工智能和未来计算相关领域谨慎而有序地发展,着重通过顶层设计强化核心算法应用,具体见表2。

(2)英国

2013年英国政府发布《英国数据能力发展战略规划》,旨在利用数据产生商业价值,提升经济增长,承诺2015年之前开放交通、天气、医疗方面的核心数据库,并建立世界上首个“开放数据研究所”。同时,英国将量子技术发展上升到国家战略层面,并在《量子技术国家战略》中明确技术研发的时间表和路线图。

表1 美国未来计算战略布局

战略	发布机构	时间	主要内容
量子传感器——基础科学和量子信息与计算科学的交叉路口	能源部	2016.9	指出量子传感器、高精度量子测量、量子计算机、量子通信等交叉前沿学科具有非常重大的发展潜力，并通过若干案例分析、探讨能源部如何加强量子信息科学的研发
发展量子信息科学：国家的挑战与机遇	国家科学技术委员会	2016.7	总结量子信息科学在多个领域的进展和未来发展潜力，指出美国在目前研发进程中的障碍，并讨论未来的发展路径
纳米技术引发未来计算重大挑战白皮书	能源部、国防部、国际标准与技术研究院国土安全局	2016.7	确认了以纳米技术实现未来计算大挑战的7个技术优先领域和7个研究发展方向，并分别给出了7个研究发展方向5年后、10年后、15年后要实现的目标
美国能源部10大高性能计算项目	能源部	2016.2	项目包括改进航空发动机的涡轮叶片，减少电子产品中的热损耗，降低造纸过程中的废弃物，提高玻璃纤维的产量等。目标是降低选中行业使用高性能计算资源的障碍，并验证HPC在提高生产效率和产品开发中的作用
国家战略性计算计划、国家战略计算计划战略规划	总统行政令	2015.7	旨在维持并提升美国在高性能计算研发与部署方面的科技与经济领导力，使HPC研发与部署最大程度地造福于经济竞争与科学发现
	白宫科技政策办公室	2016.7	在维持既定战略目标和政府机构角色的基础上，该战略规划进一步明确了美国政府机构在每一项发展目标中的具体责任
脑科学相关项目	国家科学基金会	2014.8	资助36项脑科学相关项目，涉及实时全脑成像、新的神经网络理论以及下一代光遗传学技术等
“脑计划”路线图	国立卫生研究院	2014.6	详细阐述脑科学计划的研究目标、重点领域、实施方案、具体成果、时间与经费估算等，提出将重点资助9个大脑研究领域：统计大脑细胞类型，建立大脑结构图，开发大规模神经网络记录技术，开发操作神经回路的工具，了解神经细胞与个体行为之间的联系，整合神经科学实验与理论、模型、统计学等，描述人类大脑成像技术的机制，为科学研究建立收集人类数据的机制，知识传播与培训
大数据：把握机遇，守护价值	白宫	2014.5	对美国大数据应用与管理的现状、政策框架和改进建议进行集中阐述
推进创新神经技术脑研究计划	联邦政府	2013.4	旨在探索人类大脑工作机制、绘制脑活动全图，并最终开发出针对大脑疾病的疗法
大脑动态和机制相关项目	国防高级研究计划局	近年	启动数十项旨在提高对大脑动态和机制了解、推进技术应用的项目，包括可靠神经接口技术项目、革命性假肢、恢复编码存储器集成神经装置、重组和加速伤势恢复、模拟大脑用于复杂信号处理和数据分析项目等

表2 欧盟未来计算战略布局

战略	时间	主要内容
欧盟高性能超级计算机开发战略科研议程和技术开发路线图	2016年	截至目前，欧盟2020地平线已提供3亿欧元资助，总研发投入已超过7亿欧元，在欧盟层面组建高性能超级计算公私伙伴关系和技术平台，目标是到2022年实现百亿亿次高性能超级计算能力，跻身世界前三强，最大化释放大数据驱动数字经济巨大潜力
《量子宣言》量子技术旗舰计划	2016年	通过通信、模拟器、传感器和计算机4方面的短中长期发展，实现原子量子时钟、量子传感器、城际量子链接、量子模拟器、量子互联网和泛在量子计算机等重大应用，旨在集合工程、科学、教育以及创新能力，充分释放量子技术的潜能
欧洲极限数据与计算项目	2015年	大力推动高性能计算的研发及在各关键领域的应用，包括AllScale、ANTAREX、ComPat等项目及面向计算应用的卓越中心基地
数据价值链战略计划	2014年	用大数据改造传统治理模式，试图大幅降低公共部门成本，并促进经济增长和就业增长
人脑工程	2013年	列入“未来新兴技术旗舰计划”，力图集合多方力量，为基于信息通信技术的新型脑研究模式奠定基础，加速脑科学研究成果转化。旨在深入研究和理解人类大脑的运作机理，在大量科研数据和知识积累的基础上，开发新的前沿医学和信息技术
云计算发展战略及三大关键行动	2012年	计划通过两年时间，把欧盟打造成云计算服务的领先经济体，为2014-2020年期间欧盟“云起飞”创造基础，让大数据技术革命渗透到经济社会的各个领域

(3)德国

2014年，德国政府通过《新高科技战略—德国创新》（又称“高科技战略3.0”），旨在将高科技迅速转化为创新产品和服务，以维持德国作为经济大国、出口大国和创新领先国的地位，重点关注智能服务、智能数据、云计算、数字网络、数字科学、数字教育和数字生活环境等。

(4)法国

2013年，法国颁布《数字化路线图》，列出包括大数据在内的5项大力支持的高新技术，旨在通过发展创新性解决方案，并将其用于实践，促进法国在大数据领域的发展。2015年发布《法国-欧洲2020》，重点关注高性能计

算、云计算等技术的应用，旨在应对清洁能源、工业振兴、食品安全等9大社会挑战。

2.3 日韩——力图抢占未来计算产业制高点

当前，虽然日本、韩国的高性能计算能力与美国、欧盟等尚有一定差距，但是其在开展战略部署时将技术研发与产业发展紧密关联，为日后占据产业发展先机奠定基础。

(1)日本

2014年9月，日本启动大脑研究计划Brain/MINDS，旨在理解大脑如何工作以及通过建立动物模型，研究大脑神经回路技术，从而更好地诊断及治疗大脑疾病。2016年5月23日，日

本文部科学省发布“人工智能/大数据/物联网/网络安全综合项目”(AIP项目)。AIP项目是日本新出台的重要规划,自2016年起由文部科学省负责推进,旨在汇聚全球顶尖人才,以革命性人工智能技术为核心,在大数据、物联网和网络安全领域开展研究,并为开展创新性研究的科研人员提供支持。

在量子计算方面,日本政府提出以新一代量子通信技术为对象的长期研究战略,并计划在2020-2030年建成绝对安全保密的高速量子通信网,旨在实现通信技术质的飞跃。日本国家信息通信技术研究院计划在2020年实现量子中继,到2040年建成极限容量、无条件安全的广域光纤与自由空间量子通信网络。

(2)韩国

韩国未来创造科学部力主开发超级计算机项目。计划在2016-2020年开发1Petaflops级以上的超级计算机后,2021-2025年研制出30Petaflops级以上的超级计算机,而研发出的超级计算机将用于气象、灾难管理等公共领域。为此,未来创造科学部将设立由韩国顶级专家组成的“超高性能计算(HPC)工作组”。该部门每年将对该项目斥资100亿韩元(约合人民币5436万元)。同时,该部门将为中小企业提供大力支持,以保障中小企业能够积极参与超算零部件(存储、操作系统、主板等)开发相关项目。

3 各国未来计算战略特点分析

3.1 未来计算成为高技术中的“高技术”

美、英、德、法、日、韩等国家除了高度重视计算领域突破发展以外,还在纳米技术、石墨烯等非计算领域不断挖掘,以期通过其他领域的突破带动未来计算发展。美国于2016年发布的《纳米技术引发未来计算重大挑战白皮书》正说明了这点。石墨烯方面,美国麻省理工学院研究发现,石墨烯技术可使芯片的速率提升百万倍;IBM也认为石墨烯材料中的电子迁移速度是硅材料的10倍,因而针对利用石墨烯提升芯片性能并缩减其尺寸,提升效率开展更深入研究,具体见表3。

3.2 分阶段、分领域全方位的战略部署

纵观未来计算布局,发现各国在争先抢占未来计算高地的同时,具有分层次、分领域全面推进的特点。从目前来看,未来计算的战略部署可以分为三个层次:一是可直接商用;二是应用前景明确;三是具有长远战略意义。

(1)可直接商用的技术

对于接近市场前端应用的云计算、大数据、高性能计算等技术,各国积极进行产业布局,争夺全球未来计算市场。巨大的市场潜力促进美国、欧洲、日本、韩国等从国家政策层面助推产业发展,鼓励企业竞相推动技术应用,以在未来获取更大市场份额。

对于高性能计算,美国在面向应用领域给予了巨大的国家投入并辅以商业化、开源等方式,在高性能计算应用的若干领域研发了众多拥有数以万计用户、影响力非常广泛的应用软件,有力支持了科学研究与工业生产。美国目前已经形成以能源部、国防部和国家科学基金会为主要支撑,以国家实验室、知名超级计算中心为实体的超级计算软环境长效发展体系。欧洲高性能计算应用的发展与美国基本一致,但更强调算法研究和软件工程两个层次的精雕细琢,力求产出“精品”应用软件。这些应用软件已基本成为超算系统的标配,并获得巨大应用效益。

(2)应用前景明确的技术

对于应用前景明确、方向清晰的人工智能、量子计算等未来计算技术,各国重点快速推进技术研发,抢占技术应用制高点。美国高级研究计划局早在2004年,就制定了一个名为“量子信息科学和技术发展规划”的研究计划2.0版。在第6个框架计划中,欧盟委员会对于量子算法和加密着重进行研究。日本早在2000年就开始了为期5年的量子计算与信息计划。日本邮政省设立量子信息通信技术研究会,日本大企业如富士通、日本电气等公司也都在进行关于量子技术的研究开发。英国将量子信息技术作为战略重点进行布局。英国的量子研究团队分布在牛津大学、南安普顿大学、布里斯托大学等,各大学优势各异,在量子存储、量子芯片等领域处

表3 全球主要国家和地区未来计算布局概览

国家和地区	发展阶段	战略级别	主要领域	其他措施	
美国	发展中	国家级	高性能计算、量子计算、纳米计算、类脑研究、大数据	针对几百项石墨烯项目进行资助;开展多项石墨烯研究;纳米技术等	
欧洲	欧盟	发展中	全体	量子计算、高性能计算、类脑研究、大数据	石墨烯
	英国	发展中	国家级	高性能计算、量子计算、大数据	石墨烯等新材料
	德国	发展中	国家级	云计算、大数据、智能网络	-
	法国	发展中	国家级	高性能计算、大数据、云计算	-
日本	发展中	国家级	人工智能、类脑研究、大数据	-	
韩国	发展中	国家级	人工智能、类脑研究、大数据	将石墨烯材料及产品定为未来革新产业之一	

表4 世界“人脑计划”概况

团队	时间	主要内容
瑞士与IBM联合“蓝脑计划” (The Blue Brain Project)	2005年	通过超级计算机来“复制”人脑所有的活动,以及在其内部发生的各种反应,帮助对抗疾病
英国“三角帆计划” (SpiNNaker Project)	2005年	模仿生物学大脑、实时运行大脑模型
德国与瑞士联合团队 (Brain ScaleS)	2011年	创建人脑的电脑模型
俄罗斯2045计划	2011年	计算机打造“人造大脑”,研究和打造真实版“永生人”
美国“BRAIN计划”	2013年	绘制脑活动全图,开发大脑疾病新疗法
欧盟“人脑计划” (Human Brain Project)	2013年	建立全脑图像,研发神经信息学、脑仿真和超级计算的ICT平台
日本大脑研究计划 (Brain/MINDS)	2014年	通过对猕猴大脑的研究加快人类大脑疾病研究,如老年性痴呆和精神分裂症的研究
中国“互联网大脑计划”	2015年	以互联网、人工智能、脑科学三个领域作为支点,建立以互联网架构为参考的人脑模型
“中国脑计划” (China Brain Project)	“十三五”	以探索大脑秘密、攻克大脑疾病为导向的脑科学研究以及以建立和发展人工智能技术为导向的类脑研究

于世界领先地位。

(3)具有长远战略意义的技术

各国均把以脑科学为代表的仿生原理研究视为构建新计算原理的突破口,研发脑计算技术具有长远战略意义。在计算机大脑模拟领域,超级计算机的海量计算能力通过模拟器官活动,重现人体组织机理原貌来辅助医疗,该技术有望在术前医疗预测、辅助制定优化的手术方案以及解读疑难病因等医疗领域取得重大创新,并产生未来计算的颠覆性成果。因此德国、美国、欧盟、英国、日本等集结国家之力在该领域投入重金设立大型项目,抢占未来计算战略制高点。世界“人脑计划”概况见表4。

3.3 各国重视大型计算基础设施建设

基础设施是各国展开未来计算竞争的物理载体与重要领域,该领域建设直接关系到未来计算的战略目标实现程度。因此,欧美各国均投入巨大资金建设国家级超算中心,并通过技术封锁、限制出口等方式对他国基础设施建设进行干扰与阻挠,企图以基础设施奠定未来计算技引领地位。从国际上Top500的竞争情况上可见一斑。2014年4月,美国商务部以涉及核武器开发为理由,禁止Nvidia和Intel向中国超级计算中心出售至强芯片,对此我国则加紧研发“中国计算加速卡China Accelerator”,从而开启国家自主HPC向上发展之路。

4 对我国的启示

我国始终关注计算能力的提升,通过科技重大专项等措施奋力追赶。如今我国在未来计算领域与美国、日本等计算强国的差距逐步缩小,在某些领域甚至实现从“跟跑”向“并跑领跑”的转变,为产业实现“换道超车”奠定基础。下一步,要实现从技术突破到产业突破的转变,需要设计大工程、大项目,将核心技术串起来,打破科技、产业间界

限,形成以任务带产业和学科、以产业带技术的发展模式。

(1)超前部署,将未来计算上升为国家战略

在以计算机、互联网为代表的上一轮信息革命中,我国虽有落后,但仍抓住了时代机遇,顺应潮流奋起直追,成就了20年来经济社会的快速发展。面对以未来计算为代表的新一轮信息革命,应将计算技术研发及产业化应用上升为国家战略,超前部署、集中攻关,实现跨越发展。

(2)未雨绸缪,布局一批产业发展所必需的基础设施大工程

第一,进一步明确未来计算是产业基础设施,以信息产业为切入点,先纵深后融合开展产业布局;第二,加大对新算法、新原理及通用型软件的支持力度,选择重要应用领域,建立长期应用软件发展计划;第三,梳理甄别未来计算产业及相关应用列表,从一体化信息基础设施、智能化网络等方面设计新计算模式下的系列大工程。

(3)整合资源,设计一批产学研用一体化的大项目

第一,整合各方优势资源开展深度合作,以高等院校、科研院所及大型互联网企业为载体,建设和完善未来计算重点领域的交流合作平台,以高性能计算、量子计算为突破口,率先形成产学研用一体化产业体系。第二,从感知计算、智能计算、网络计算等技术出发,在高端芯片、智能设备、工业物联网等方面设计一批大项目。

(4)高度重视,加强未来计算前瞻性战略研究

我国应密切关注国外技术及产业应用最新进展、研发重点、发展路线、政策保障等情况,开展一系列前瞻性、战略性研究,准确判断未来计算前沿、颠覆性技术突破方向,绘制短期与长期产业发展路线图,制定切实可行的产业政策,从而为未来计算技术与产业制定科学的顶层设计。■

如对本文内容有任何观点或评论,请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

新零售与渠道转型下的管理新生态构建

黄 瑛

中国移动通信集团广东有限公司

摘要 提出“新零售”的概念并分析其被迅速认可的原因，分析运营商在实体渠道集中化过程中面临的挑战，通过以基层渠道管理者为中心的“我是掌门人”项目构建一种全新的管理生态，极大提升运营效率，并为基层管理者赋能。

关键词 新零售 渠道集中化 基层管理者

1 新零售的提出

2016年10月，马云在云栖大会上提出“新零售”概念，随后阿里巴巴引领商业整体开始了轰轰烈烈的新零售运动，小米、京东等大力跟进。2016年11月，国务院办公厅印发的《关于推动实体零售创新转型的意见》（国办发〔2016〕78号）将实体零售创新转型的方向表述为“建立适应融合发展的标准规范、竞争规则，引导实体零售企业逐步提高信息化水平，将线下物流、服务、体验等优势与线上商流、资金流、信息流融合，拓展智能化、网络化的全渠道布局”。

“新零售”概念提出并被迅速认可，有以下几点重要原因。

(1) 线上用户增长放缓，流量红利见顶，获客成本剧增。

(2) 消费升级，尤其三四线城市居民收入增长快速，中国正在从制造大国变为消费大国。

(3) 80后、90后成为社会消费主力，对商品品牌、体验和服务有更高要求。

(4) 移动互联网、大数据、人工智能等技术迅速成熟，为企业服务升级奠定技术基础，数字经济时代来临。

2 运营商渠道转型面临的挑战

在新零售快速发展的大环境下，中国移动通信集团顺应形势，大力推进渠道集中化管理改革。2017年，广东移动提出“一二五”工作思路，明确要求推进渠道集中化工作。

在实体渠道集中化的过程中，面临着很多的问题和挑战，主要体现在：管理层级多、流程长、运营效率低等，导致各种问题和风险难以把控，成本压力日益凸显。

要解决上述问题，需要“互联网+”思维下的新举措、新流程，尤其是需要渠道支撑系统来激发、固化和执行。

要搭建一套架构灵活、可扩展且能快速响应的渠道支撑系统，需要省市高效协同、前后台共同参与，才能完成。因此，认真、有效地倾听一线管理者的声音是非常重要的的一环。

3 以基层渠道管理者为中心的“我是掌门人”项目诞生

目前，90后已是一线主力军。他们是活在互联网的一代，有很强的参与感，希望拉近和决策管理者的距离，让决策层愿意并能够有效倾听他们的核心诉求，这也是渠道管理的新命题。

2016年和2017年，广东移动连续举办两届“我是掌门人”管理经验TED式分享活动，以基层管理人员为中心和主角，让一线管理者面向决策层发声，倒逼全省TOP级流程设计，促进渠道快速转型和创新。活动取得了积极成效，受到全省员工的一致好评。

“让一线发声”“让做决策的人，听得见炮火”，一种全新的管理生态由此构建起来。具体做法如下。

(1) 以搭建平台为基础，鼓励一线主动发声

在全国率先为掌管一方门面的店面经理、督导经理、社区经理、渠道经理，以及后台支撑和管理人员搭建一个畅所欲言的舞台。聚焦人员激励、风险防控、流程优化、渠道集中化四大主题，“掌门人”在8min内，以TED演讲形式，生动演绎对渠道转型的认识、看法及日常管理的优秀经验、亮点。评选平台在本地选拔、省级选拔、终极PK的选拔过程中，促进优秀经验快速分享。

(2) 以解决痛点为导向，对接业务流程优化专项行动

将“掌门人”集中反应的痛点、难点，加入到全省流程

优化专项工作中，部分优秀“掌门人”作为成员参与其中，表达一线需求，提出优化建议。优化后的流程再次交由一线测试和评价，如此往复，形成一个流程优化迭代的闭环。

(3)以微信平台为支撑，打通前后端沟通渠道

充分利用微信工具，打造以“微信群+公众号”为内涵的沟通管理新方式：“微”管理。“微”管理以两大平台为支撑（微信群和公众号），将一线人员、业务专家、部门负责人纳入其中，克服了时间与空间的壁垒，使信息流通更为方便、快捷、高效。

(4)以课程开发为精华，促进经验快速传播

及时总结“掌门人”分享的优秀经验和案例，结合渠道转型的要求，开发《我是掌门人》课程，并将优秀“掌门人”吸纳到讲师队伍中。课程涵盖员工关爱、廉政、生产安全、业务及投诉处理相关制度、流程等一线最为关切的内容，针对性和操作性强，能快速有效地提高基层管理人员的知识技能。2017年，《我是掌门人》课程开发出来，即刻成为全国的精品课程，并向全国快速推广。

4 创新思路和主要成果

“我是掌门人”从管理模式、管理手段、知识管理、员工激励4个方面实现突破和创新。

(1)创新管理模式，极大提升运营效率

引进国际流行的TED分享形式和互联网化的省市协同模式，为基层管理人员搭建一个创新、生动的发声平台和即

时的互动沟通平台，将一线许多真实的想法和优秀经验，快速反馈给后台管理部门。以倒逼机制促进流程优化，科学决策，实现管理端到端及前后台高效合作。

(2)创新管理手段，为基层管理者赋能

中高层管理者秉持高度的文化自信精神和包容开放的心态，将基层管理者、一线“掌门人”转化为直接的“用户”，关注他们的感知和体验，认真倾听他们的真实心声，给予他们更多的参与权和决策权，管理手段由传统的命令型向现代服务型转变。这让他们从被动执行者转化为主动思考者，自身的潜能被充分激发出来。

(3)创新知识管理，传承组织智慧

从“我是掌门人”TED演讲（全省直播及视频）到《我是掌门人》课程开发，通过经验分享、总结提炼，萃取全省最佳实践的核心成果，沉淀组织知识，并通过送课上门、移动互联社交平台等传播方式，让优秀经验可以面向全省和全集团进行快速推广，全面传承组织智慧。

(4)创新员工激励，为90后搭建新舞台

90后这一代渴望被关注、被关爱，看重工作的互动性。他们需要一个平台，释放自身能量，获得更大的自我满足。因此需要管理层以高度的文化自信和开放的心态，为他们营造一个好的工作氛围，让他们畅所欲言。倾听一线呼声，回应关切问题，引导、激发员工的积极性，尊重、保护员工的参与热情，增强员工的参与感，提高团队的凝聚力。■

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

吉林省公安厅全国出入境管理系统的“幕后工作者”

迪普科技ADX3000应用交付产品（简称ADX3000），对出入境管理系统后台业务应用服务器进行服务器健康检查，软关机和温暖上线功能能够帮助出入境业务平滑地切出或接入服务器，降低用户业务流量抖动，让访问用户对服务器的增加或减少“零感知”。

在业务上，ADX3000对出入境管理系统40余项业务进行应用级健康检查。某些业务系统可能会因为某种原因，比如软件的漏洞，导致服务器上运行的业务系统不能正常工作。比如Web应用可能正常运行，但系统返回的页面却是错误的内容，ADX3000能够检测出这些情况并及时将客户请求导向到正常的服务器，为出入境管理系统核心业务提供更深层次的健康检查，保证核心业务的可靠性、永续性。

诺基亚携手中国电信与英特尔展示适应新延迟关键应用的5G边缘云端到端实力

2018年上海世界移动大会上，诺基亚携手中国电信、英特尔通过采用了英特尔至强可扩展处理器的诺基亚AirScale Cloud RAN、边缘数据中心云平台和基于云的端到端网络演示虚拟现实游戏。旨在向人们展示云化智能的5G网络如何向客户提供智能、高带宽及低时延的服务，5G移动试验平台能帮助合作伙伴更好地处理实际使用场景中遇到的5G技术和传输挑战。

诺基亚和中国电信将利用人工智能与机器学习技术向行业与用户，以及广泛应用的自动驾驶车辆和工业4.0，交付全新的虚拟和增强5G服务，包括娱乐、医疗和教育服务等。

与压缩机空调并联冗余的调速节能系统

翟玉杰¹ 李文宝² 景爱民¹

1. 中国电信股份有限公司沈阳分公司

2. 沈阳市惠浦供热有限公司铁诚分公司

摘要 基站/机房数控调速新风/排热节能系统采用PLC数字控制,该系统通过比较新风与压缩机空调的能效比,选择新风或排热运行模式,并始终与压缩机空调同时工作、并联冗余。该系统采用袋式除尘、压差传感器、烟感传感器、风速计、消音烟囱,以及夜间降噪运行,能够适应室内外各种工况,实现安全、合理运行,并且显著提高节能效率,成倍延长维护周期。

关键词 并联冗余 数控调速 少维护

1 前言

近年来,我国移动通信产业发展迅速,通信网络的规模逐年扩大,基站数量急速上涨,空调的能耗大约占基站总能耗的46%,保守估计,我国每年仅基站空调耗电量就高达70亿kWh,因此,基站空调节能就变得非常重要。

目前的新风节能系统(新风空调)一般都采用新风系统与压缩机空调切换的方式运行,实时监测室内外温度、湿度。当室外温度低于某个设定值时,控制器开启新风系统风机引进室外新风,关闭机房空调以达到节能效果。在确保机房环境的前提下,依据室内外温湿度,控制风机、空调的切换运行。也就是说:当室外气温上升到设定的温度时,切换到压缩机空调运行方式;当室外气温下降到设定的温度时,切换到新风节能的运行方式。这些新风节能设备已经大量投入应用,并取得显著的节能效果,但是在使用和维护中还普遍存在着很多问题。

(1) 浪费了大量的昼夜温差

普通新风节能系统需要根据季节变换,人工二选一开启/关闭新风系统/压缩机空调,只有在最高气温满足要求时(比如低于20℃),才能让新风系统工作。如图1所示(依据气象局数据绘制),红线是日最高气温线,绿线为20℃气温线,红线在绿线以下的,只有10月上旬至次年4月下旬,约7个月满足要求,其余5个月左右的昼夜温差完全被浪费掉。如图1所示,最低气温低于20℃的大量天数都不能利用。新风节能系统的核心任务是减少压缩机空调的工作时间,所以,人工切换新风节能系统的及时性造成节能设备的利用率受到严重限制。

智能型新风节能系统虽然可以自动完成新风节能系统与压缩机空调的替换运行,但是控制单元存在单路安全瓶颈,一旦其控制系统发生故障,压缩机空调和新风系统都不能正常工作,经常造成基站高温。

(2) 市电停电后基站产生室内高温

基站市电停电后,基站设备依靠蓄电池仍然继续工作到一次下电,时间一般在5~10h,散热量与平时基本相同,而只能采用市电电源的基站,其空调和新风节能系统都不能工作,所以停电后基站经常出现高温情况,造成高温断站。

(3) 灰尘过滤装置维护周期短

一般的新风节能系统采用板式空气过滤器,灰尘过滤装置的使用周期一般只有一个月左右,没有告警监控,只能依靠经验维护,维护不及时就会造成基站高温。如果发生沙尘暴,就会产生大面积灾难性后果。

(4) 温度-风机开关控制方式运行功耗高

一般的新风节能系统大都采用温度-风机开关控制方式,其存在着较大的运行功耗和启动功耗,降低了节能效率。

2 解决方法与结果

本系统提供一种能与压缩机空调同时工作、延长滤尘器寿命的机房(基站)调速新风节能系统,所采用的技术方案是:以PLC控制系统为核心,控制系统分别连接进风系统和排风系统,组成一种能与压缩机空调同时工作,提高节能效率,并且能够延长滤尘器维护周期的基站调速排热新风节能

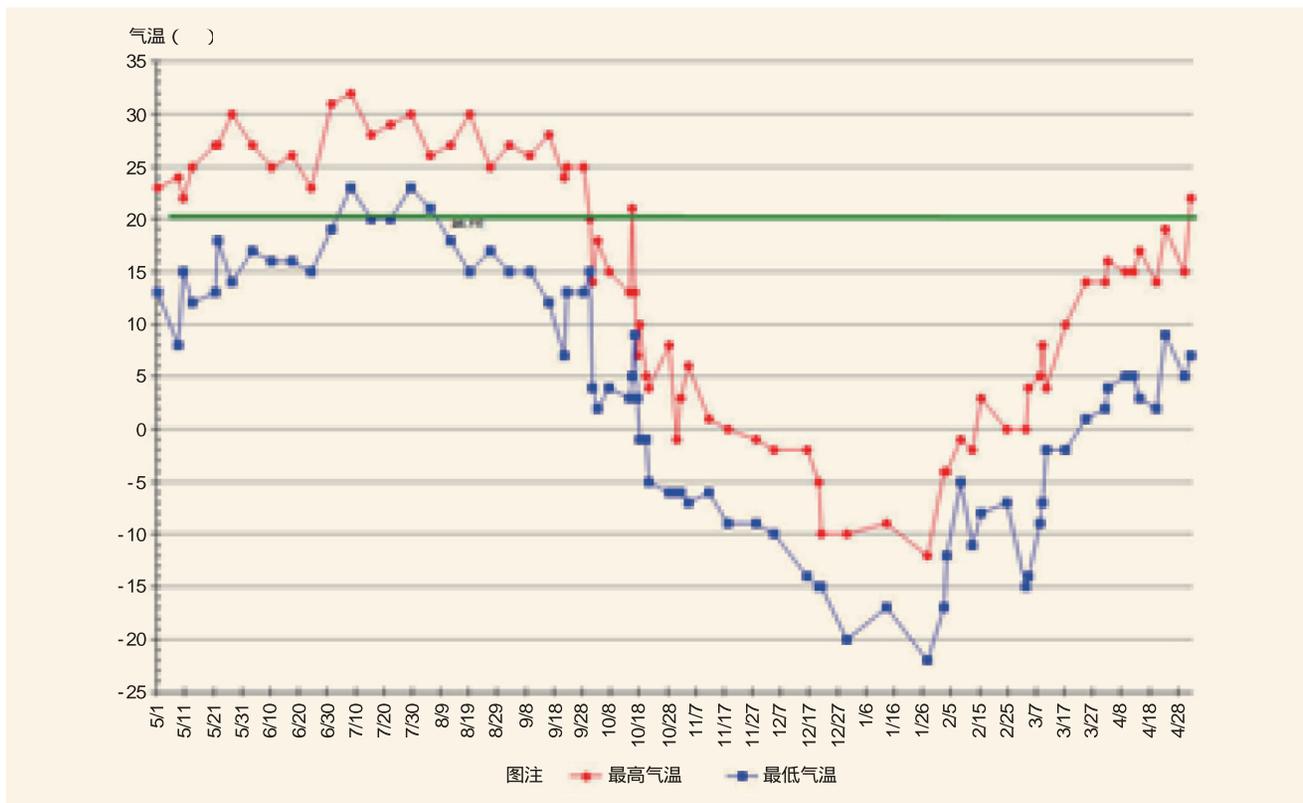


图1 2002.5-2003.4沈阳市气温变化情况

系统。本系统采用直流电源供电的PLC，控制48V直流调速风机，能够在制冷和排热两种模式中自动转换，平时与压缩机空调同时工作、独立冗余；停电时仍然与基站主要设备同步工作；本系统根据室内外温差和风机的功率，按照能效比大于3来控制新风风速，以及选择制冷和排热模式，显著提高节能功效；为了延长维护周期，为其专门设计含袋式除尘器的不锈钢进风机柜，增加了过滤器堵塞告警和防沙尘暴功能；为了适应周围环境还增加了夏季降噪运行模式和排气消音烟囱，以及烟感停机、脏堵停机等功能。

2.1 采用数控调速技术，实现温度-风量控制方式

本系统的控制系统采用西门子S7-200 PLC 224 DC CPU和温度模块EM231-RTD4，如图2所示，通过PTO0和PTO1输出PWM调速脉冲，通过HSC1和HSC2高速计数器测量风机转速，实现了闭环数字调速和数字测速。PLC检测设备进风口、排风口、室外温度以及空调出风口的温度，确定工作模式，再通过计算输出PWM脉冲，控制进风口和排风口的风机转速，实现温度-风量控制，这种调速运行方式大大降低了新风系统的自身运行功耗。

S7-200 PLC 224 DC CPU的PWM输出的Q0.0和Q0.1分别与可以进行脉宽调速的EC进风风机和EC排风风机的速度

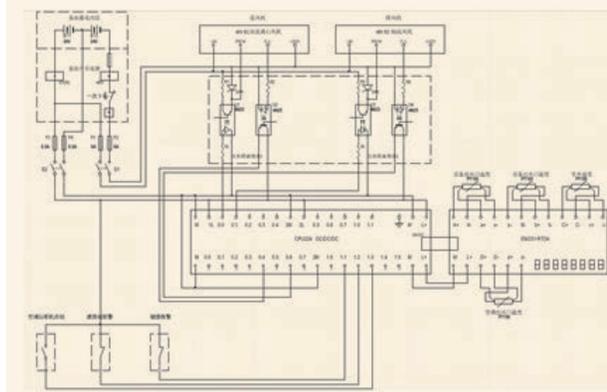


图2 数控新风节能系统电路

控制端相连，4个PT100温度传感器分别与控制系统的温度模块EM231-RTD4相连。CPU的直流24V电源，经保险丝和空气开关取自基站48V蓄电池组的正极和中间24V蓄电池的负极端子，所有风机经一次下电开关取自基站48V蓄电池组。由于所有风机和控制系统均采用直流48V电源，所以能够在市电停电时与基站主要发热设备同步工作，当基站电池放电达到一次下电时，同时自动断电。

2.2 采用袋式除尘器、风速计延长维护周期

本系统的进风系统采用特制的袋式除尘器的不锈钢柜

体，如图3所示。在柜体高度的2/3处，袋式空气过滤器将不锈钢柜体分隔为上下两个部分，柜体的上部为进风部，通过风道与室外相通，风道的室外进气口设有不锈钢防虫网和不锈钢防雨帽沿；室外空气垂直通过袋式空气过滤器，进入柜体下部。柜体下部安装一台48V直流EC离心风机，并配有不锈钢离心涡壳和进气圈，其出气方向与地面平行。气流通过静压箱的百叶风口，分解为两股气流，每股气流都能控制流量和调节风向。一个可设定报警压力的0~250Pa压差报警器安装在柜体下部，其高低压进气口分别通过管路与袋式除尘器的上下部分相通，当袋式空气过滤器的灰尘量积聚到一定程度时，使压差报警器的气压差达到设定值，从而接通电气触点，产生报警。

为了防止沙尘暴的危害，CPU还不断采集室外风速计的数据，实时监测风速，当风速超过设定值时，立即启动沙尘预防模式。

2.3 附加消音功能，适应各种环境

本系统的排风系统采用48V直流EC轴流风机，配有止逆阀和消音弯头，用以降低风机噪音。本系统的进风口采用了防虫、防雨设施，通过转弯风道过滤网消除噪音，基本保证基站周围1m的噪音小于45dB。在夏季，对于距离客房太近的基站，本系统还增设了旅馆夜间降噪运行模式。

2.4 数控调速，实现高能效比

当压缩机空调的出风温度高于室外温度时，本系统自动切换为新风制冷模式，也就是说只要压缩机空调不工作，新风

系统立即发挥作用。这时PLC控制系统根据设定的设备进风温度 and 实际检测的设备进风温度的差值进行比例和积分运算，输出PWM脉冲控制进风风速，实现温度-速度控制，并且通过预先测定的能效比标准进一步调整风速。另外本系统以进风机转速为基准，计算出适当的排风机风速，实现室内5Pa正压。本系统还根据设定的能效比调整新风系统的风机转速，避免了二次能耗。预先确定风机在不同转速下的自身功耗，通过室内外温差和风速确定新风系统的制冷量，并进一步计算能效比，按照能效比3，确定新风系统在各个分段温差下的风速，实现新风系统能耗比不低于压缩机空调。当室内外温差不能满足设定值时，系统则根据上述能耗比自动减速。

2.5 新风排热模式辅助节能

当压缩机空调的出风温度高于室外温度（循环状态），室外温度高于28℃，且排气口的温度高于室外温度时，本系统自动切换为排热模式，目的是排出热气，帮助冷气流循环。新风排热模式通过对比排气口温度与室外温度的温差（比如2℃以上时），按照比例方式计算风速，并根据能效比限定最高风速。

2.6 与压缩机空调同时工作、并联冗余

本新风节能系统与压缩机空调同时独立工作，因而构

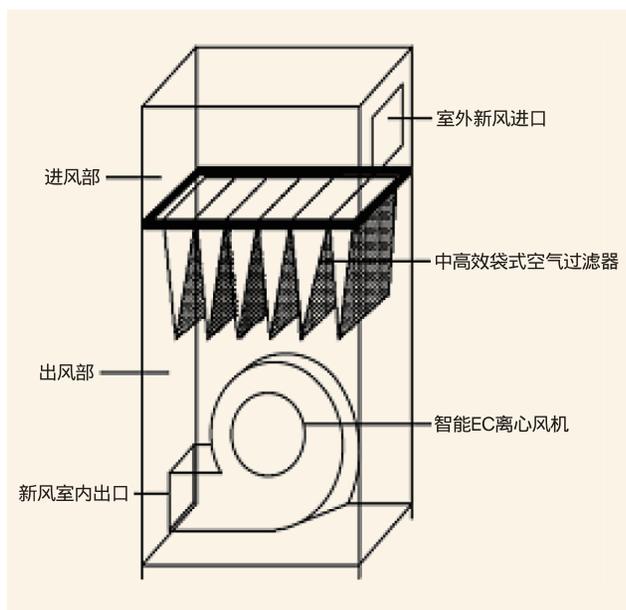


图3 基站调速排热新风节能系统 - 进风机柜

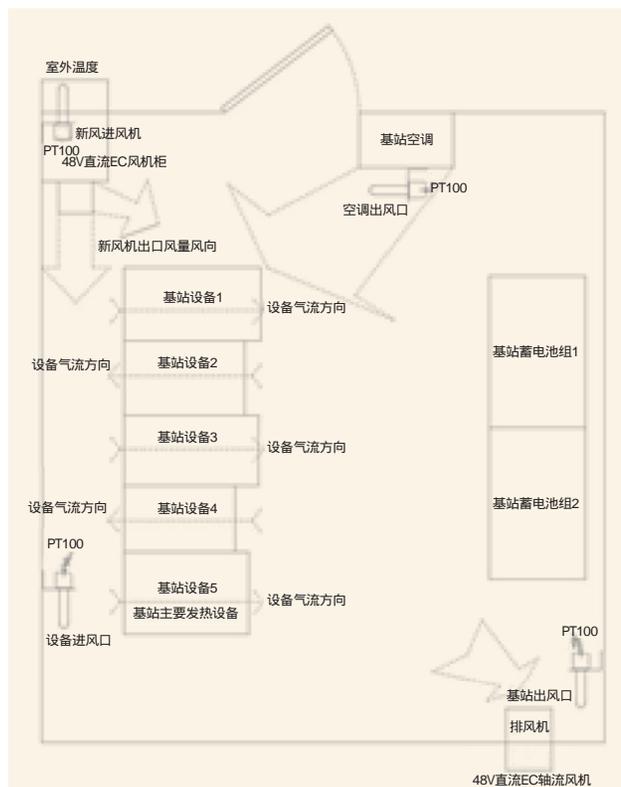


图4 基站空调和新风气流组织示意

表1 数控新风节能系统监控参数

遥测、遥信	遥控功能
设备进风口温度 ()	系统运行/停机
基站出风口温度 ()	手动/自带控制
室外温度 ()	进风机风速
空调出风口温度 ()	排风机风速
进风机风速	设备进风口温度设置值 ()
排风机风速	基站出风口设置温度 ()
室外风速	室外温度设置值 ()
工作模式制冷/排热	空调出风口温度设置值 ()
空调运行正常/故障	-
空调过滤器正常/报警	-
进风机环	-
排风机环	-

表2 数控新风节能系统性能比较

对比项	传统新风节能系统	本系统
可靠性	与空调替换运行,存在故障瓶颈	能与空调同时运行,互相冗余备份,可靠性高
工作时间	不能与空调同时运行,工作时间只有5个月,受室外气温限制,北方一般在11月初到次年3月末才能工作	能与空调同时运行,具有排热工作模式,不受气温限制,全年工作。提高节能效率30%
维护周期	除尘过滤器更换周期只有1个月,过滤器堵塞后,无法及时更换	系统采用温度-调速,以及灰尘监测等控制方式,专利进风柜,延长除尘过滤器更换周期为三个月
停电工作	市电停电后,交流新风机不能工作引起基站高温	市电停电或者基站空调发生故障,新风机照常工作,可以避免基站高温
能效比	温度-开关控制方式,影响风机使用寿命,工作效率低	温度-变频调速控制方式,延长风机使用寿命,工作效率提高20%
循环效率	基站气流组织不合理,产生热岛效应	重新组织基站新风和排热以及空调制冷气流,夏季仍可节能15%
智能监控	单机工作,无法监控	PLC为核心,可与基站动力环境监控系统通信,实现监控功能,如:风机转速控制、环境和运行状态显示等

成并联冗余。本系统实时检测基站的压缩机空调出风温度、室外温度、设备进风口温度和基站排气口温度;比较空调出风温度和室外温度,当压缩机空调的出风温度高于室外温度时,室外温度不高于28℃,自动切换为新风制冷模式。也就是说只要压缩机空调不工作,新风系统立即发挥作用。合理的气流组织是能与压缩机空调同时工作和并联冗余的前提,基站调速排热新风节能系统的气流应直达主要发热设备的进风口,并且与压缩机空调的输出气流保持平行或同向交叉,通过压缩机空调和新风空调各自的出风口,调节分配朝向主要发热设备进风口的风量,如图4所示。如果制冷气流只能朝向主要发热设备的出风口,就需要在该设备前方加设导流

板,把部分冷气流导向发热设备的进风口,同时还可根据需要加设导流板,让部分冷气从出风口的下方流向上方。利用设备自然摆放条件,合理组织气流、分配风量,巧妙避免了风道送风难以解决的空间问题和设备散热风向的不一致问题,避免了繁杂的迁移,节约了成本。

2.7 能够实现控制遥测、遥信、遥控

基站调速排热新风节能系统由于采用的是PLC数字调控,西门子200PLC具有485和232通信口,可以用于设定参数、监控运行状态,运行参数见表1。

3 结论

本系统采用PLC数字控制,在运行中还能根据室内外气温,自动选择制冷或排热运行模式,在制冷模式中还能比较新风与压缩机空调的能效比,科学选择新风风量。本系统始终与压缩机空调同时工作、并联冗余,根据能效比科学互补,市电停电时还可工作,解决了停电高温隐患。本系统特设的排热运行模式,在夏季时辅助压缩机空调工作,还可利用昼夜温差,挖掘高温停机的节能空间;本系统采用袋式除尘、压差传感器、烟感传感器、风速计、消音烟囱,以及夜间降噪运行,能够适应室内外各种工况及居民旅馆环境,保证安全、合理运行,并且大大延长了维护周期,提高了节能效率。本系统还可通过485和232通信口,纳入动力环境集中监控。

与现有的基站新风节能系统进行性能比较,证明本系统处于国内领先地位。数控新风节能系统性能比较见表2。

本系统在南塔基站实际运行了两年,经历了一年四季的气温变化、风霜雨雪以及沙尘暴等极端天气的考验,还经历了三次市电停电,本系统都达到了设计要求,已经获得了国家实用新型专利,专利号为ZL2014202915689。

新风节能是我国乃至全世界的阳光事业,该系统的经济效益十分巨大,每年每站可节约电费50%以上,按照每台、每年节约电费7500元/台计算,全国约有150万个基站,约10%应用本系统,每年可节约电费11.25亿元。新风节能在节能效率、设备成本以及维护成本上还有很大的挖掘空间,希望能抛砖引玉,共创辉煌。

参考文献

[1] 中国电信集团公司辽宁省沈阳市电信分公司.一种与压缩机空调同时工作的基站调速排热新风节能系统[P].中国专利:CN203893345U,2014

[2] YD/T 1969—2009通信局站用智能新风节能系统[S].2009

如对本文内容有任何观点或评论,请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn.

面向政企业务的标准化可视云在智慧城市中的应用

龙梅 李海枫

中国电信广西公司南宁分公司

摘要 当前运营商政企业务视频监控市场进入快速增长期,对建设投资、周期及后期运营提出了更高要求,采用标准化可视云建设方案,通过构建统一的云管理平台,采用基于IP网络的分布式监控系统架构解决上述问题,构建智慧城市,实现政企业务规模拓展。

关键词 可视云 视频监控 智慧城市

1 前言

近年来,电信企业围绕创建“智慧城市”的目标,不断健全视频监控体系,视频监控应用发展有了长足进步,但随着视频监控市场竞争愈发激烈,政府、机关、企业等单位对视频监控网络建设的投资、建设周期、应用拓展提出了全新要求。

目前视频项目存在建设投资高、建设周期长、后续运营投资高等几大问题,需要通过统一建设平台,解决上述问题,并实现项目的规模拓展。

电信运营商的目标是建设一套兼容性好、扩展性高的统一可视云平台,以满足前端业务需求。

2 智慧城市可视云的建设原则

智慧城市的视频监控按标准化、集约化云项目进行规划,故需在运营商中心机房搭建一套集约化监控管理平台以监控视频数据与云存储资源。最终发展为高可靠的基于IP网络的智能化可视云监控,这也是整个视频监控的发展趋势,如图1所示。

基于运营商的标准化可视云必须基于以下几项建设原则和要求。

规范性: 严格遵循运营商集团相关技术规范和业务规范的要求。

开放性: 采用开放性接口协议和架构、开放的接口协议与开发平台,为用户提供统一、开放的能力调用。

安全性: 整个系统按照电信级的高标准进行设计,系统软硬件架构充分考虑整个系统运行的安全策略和机制。

成熟性: 采用成熟稳定并具有电信级运营实例的硬件平

台和第三方软件。

兼容性: 平台能够兼容主流厂商摄像头,且所使用的网络设备、服务器设备及存储设备为通用设备,由运营商采购。

扩展性: 平台可根据业务的发展进行平滑扩容。

统一管理: 平台可统一管理各区域的前端摄像头,具备分权分域功能,可划分不同的管理权限以适应不同角色的登录管理。

3 智慧城市可视云的架构

标准化可视云采用开放、层次化的架构:控制与交换、承载分离,VM(虚拟化存储)/DM/IP SAN(IP化存储网络区域)均可分布式部署。

在标准化方面,可视云中所有组件和控制信令都应用标准的技术实现。采用IP SAN方案与云存储方案进行结合。IP SAN方案作为日常监控数据的本地化存储,云存储作为备份存储,定期备份。

3.1 标准化通用架构

视频应用层包含存储阵列和各种网管应用系统。控制管理层包含视频及数据管理服务器,这些管理功能可以汇聚在中心机房。承载交换层与监控接入层采用运营商已有的成熟宽带网络进行接入,无需另外新建,可节省大量投资。标准化通用架构如图2所示。

3.2 标准化IP SAN方案

标准化可视云采用IP智能网络监控,应用IP SAN鉴权。

相对于传统的视频监控有很大优势。

传统视频监控是传统视频编解码、网络、存储及系统管理软件的简单组合，四者缺乏有机的融合，缺乏强有力的网络支撑技术（规划、稳定性、QoS、安全等），采用单播技术，对网络带宽需求高。存储多采用DAS、FC SAN等存

储，无法与IP、视频信息共享。视频存储管理与监控前端管理脱节。编解码器的控制及管理信令采用私有技术实现，为封闭技术体系。

IP SAN方案采用通用服务器做管理，专业存储存放数据的方式实现了管理与数据的分离。不需要在前端的管理服务器上安装额外的硬件设备，只需安装一个软件就可以。IP SAN透过网络映射存储空间到前端的管理服务器。且IP SAN设备本身是采用嵌入式系统，不容许客户在设备上增加任何软件，从而更加的稳定、安全。IP SAN本身已经嵌入了管理软件，只需客户打开IE，输入管理IP就能管理和监控设备，整个系统的管理维护成本更低。容量扩展方面，只需要在IP SAN设备后面增加扩展柜就能很方便地扩展存储容量。

IP SAN的优点：管理与存储分离，功能的单一保障了系统的稳定；专业的存储设备拥有更多的数据安全措施，如指定数据热备、预先数据迁移、

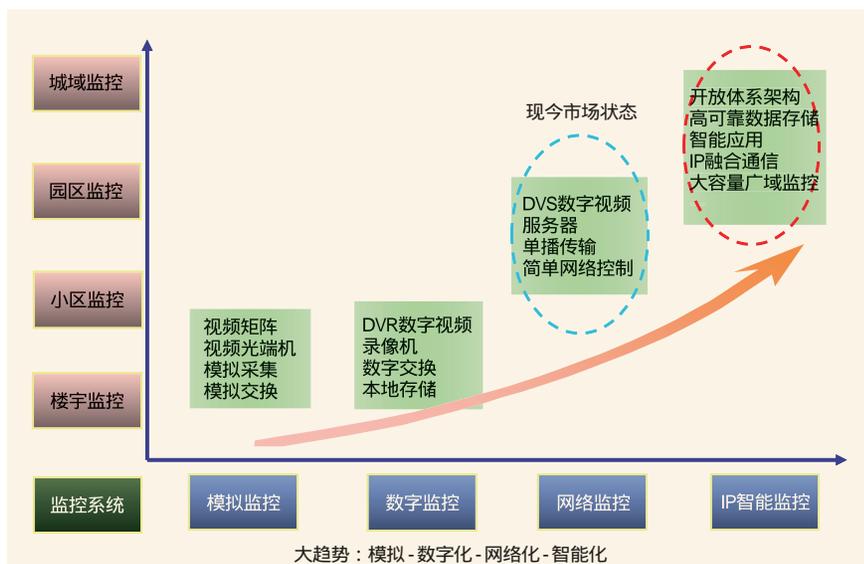


图1 视频监控的发展趋势

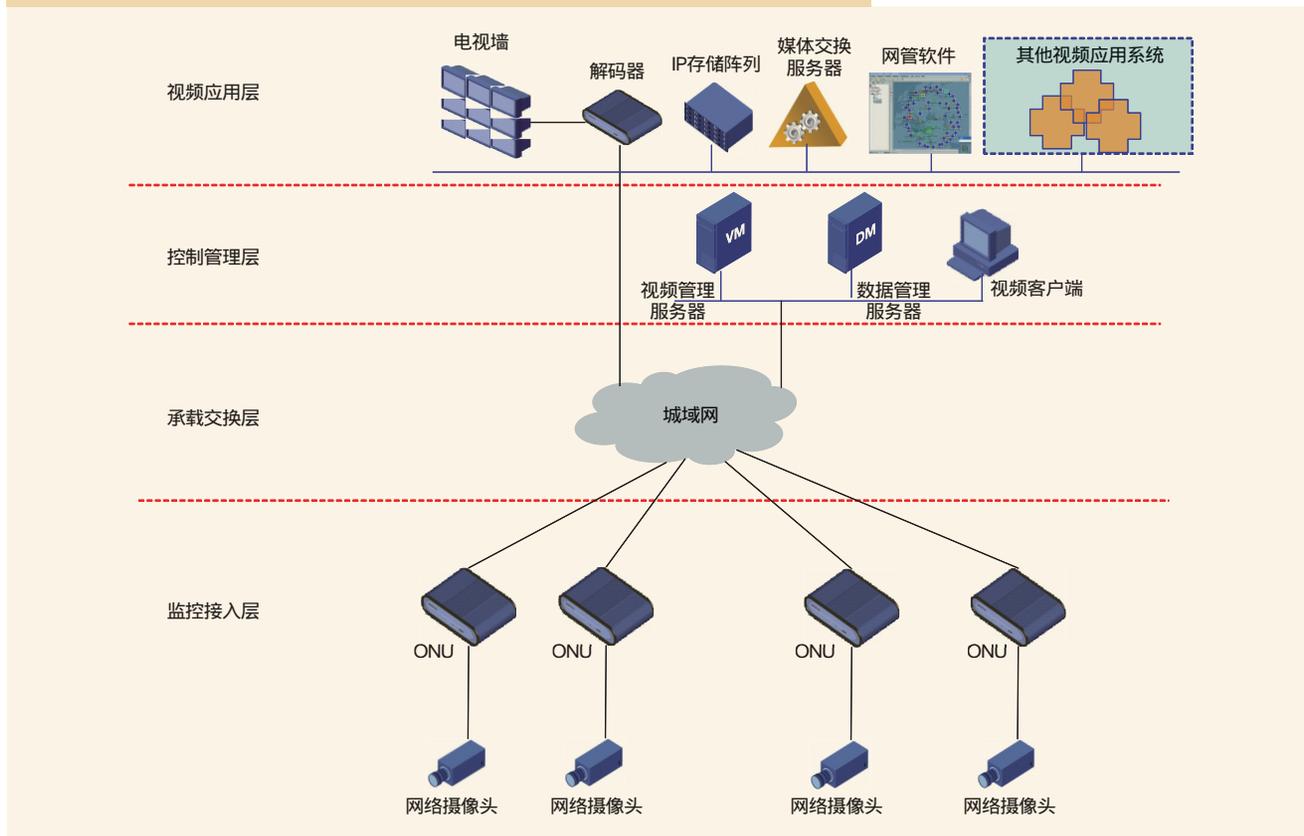


图2 标准化通用架构

数组复原、错误处理等；更方便且安全的扩容方式，只需在存储后端添加扩展柜即可完成扩容；更便捷地管理，可通过网页的形式对存储系统进行管理、监控；适用于绝大多数集中式视频监控存储情形。

缺点：初期部署成本较高；数据容量达PB级后，网络带宽的要求较高；当所有的数据全部汇聚存储到后端中心时，网络会造成一定的压力。拓扑如图3所示。

4 可视云的具体应用及实现

通过对标准IP SAN方案的优缺点进行分析。在实际应用中，可视云的架构在标准通用架构的基础上，建设周期可以分为多期建设，以解决IP SAN方案投资大的问题。在存储方式上，采用区域分布式存储方式而不是集中存储方式，缓解对高带宽的需求。

以南宁电信智慧城市可视云项目为例，可规划的组网方式有两种，一种是管理平台+存储管理平台统一集中在运营商中心IDC机房；另一种是管理平台在汇聚点，存储平台在各个使用区域。通过性价比分析比较，南宁智慧城市可视云平台采用统一管理平台+分存储管理平台的网络构架。其中，统一管理平台建设在运营商位于南宁市的两个不同机房，实现跨机房容灾，降低统一管理平台出现故障的可能性。分存储管理平台建设在各城区及县域机房，实现监控视频就近存储，减少传输资源消耗。维护人员可在分存储管理平台单独管理本分平台的接入摄像头，进一步降低因统一管理平台故障导致视频监控不能正常运行的可能性。并在后期的建设中规划数据传到天翼云，定时定量做备份。

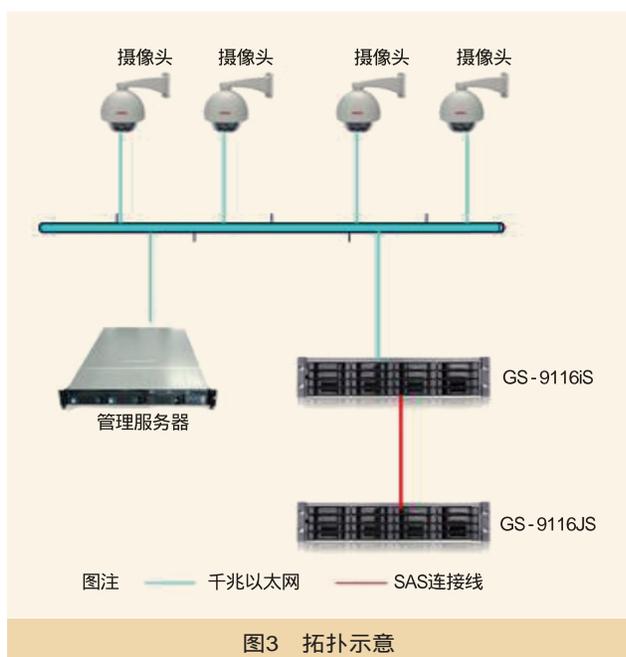


图3 拓扑示意

4.1 机房搭建及接入

分两期建设，首先第一期在各城区、县域建设存储节点，主机房选定在各城区及县域机房，前端摄像头流媒体数据集中就近存储，这样可减少传输资源需求，网络风险低。统一的管理平台放在运营商南宁IDC机房，存储管理设备分离，设备冗余度高，建立南宁统一管理平台的机房选址有两个，分别在南宁市东区A机房、中区B机房，两个机房进行跨机房容灾备份，便于平台管理。二期在城区建设一个存储分节点，然后根据业务需求决定是否建设南宁中心机房建设存储节点。

4.2 前端点数据传输模式

平台前端采用IPC（网络摄像头），由光网络单元利用中国电信现有FTTX资源，将IPC采集的视频实时传回区域县存储设备，具体如图4所示。

摄像头前端接入方式灵活，利用中国电信现有FTTX资源，实现用户端到端的监控存储需求。相对于建设视频监控专网，具有覆盖广、接入快、实施简单、投资低的特点。

视频监控中心可采用IP RAN虚拟专线、PON、光收发器三种方式接入可视云平台调取监控，以满足各种应用场景的需求。可视云平台通过平台防火墙出局至公网，满足移动终端接入需求。

IP RAN虚拟专线采用的是分组弹性网络，同时具有较高的数据可靠性、安全性和QoS控制功能；缺点是配置较复杂，成本较高。

PON相对成本较低、配置简单，可以实现多视频终端的接入；缺点是如果不建设专网，大流量的数据可靠性较低，而建设专网成本很高。

光收发是传统的接入方式，优点是独占光路资源，专线接入，大流量数据传输有保证；缺点是接入端口少，占用宝贵的光纤资源，维护不方便。

南宁电信智慧城市可视云平台综合以上性能成本比较，采用PON进行接入。

可视云平台传输数据主要分三种：前端摄像头实时产生的流媒体数据、监控中心调用的数据、管理设备发出的控制信令。其中，前端摄像头实时产生的流媒体数据最为庞大，是影响网络的主要因素。

4.3 流媒体数据及控制信令接入方式

以接入ONU设备为例，可视云平台的前端摄像头接入ONU设备后，通过OLT设备汇聚至每个城区的BAS设备，再转发到存储所在城区的BAS设备，最终直存到存储设备，完成摄像头所产生流媒体数据的传输。可视云平台统一管理平

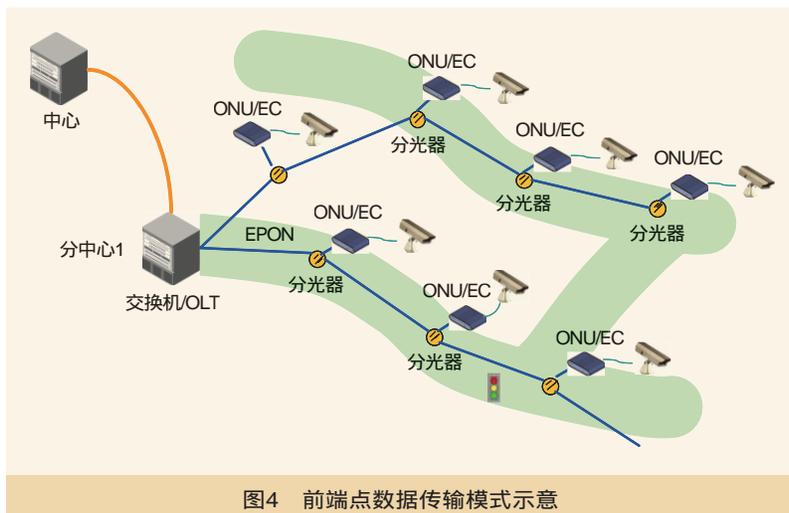


图4 前端点数据传输模式示意

台、各城区管理节点通过管理设备向前端接入摄像头下发控制信令。

4.4 监控调用数据接入方式

在可视云存储平台设立出口防火墙，便于移动终端实时调用监控数据。

4.5 数据存储方式

各城区及县域各自设立存储节点，各区域前端摄像头产生的视频流由各自城区及县BAS设备汇聚后，直存到各城区及县存储设备，完成摄像头到存储设备的数据交换。采取此方案的好处是分布存储，无需再汇聚在南宁市区中心IDC机房，视频可由各分区域存储节点直接调用。缺点是各城区和县域都要建设机房，增加了维护负担。因此未来规划是城区存储节点汇聚在中心IDC机房，各县域节点仍然在各自机房。

4.6 云存储节点方案

考虑到本地存储受限与本地磁盘容量，而纯云存储会对城域网造成不小的压力。因此，采用本地存储15天，每天定时上传天翼云的方式。假设40%的用户会选择云存储服务，随着上传云时间延长，对网络传输速率的要求变低，但考虑到对现网的影响，每个存储节点按照10GE配置链路，根据网络闲忙状况动态调整上传速率。

4.7 组网创新优化

在建设过程中按实际情况对组网做了创新优化。

(1)服务器增加了网管功能，便于后期故障维护。

(2)视频流与信令流分路由组网，视频流由MSE设备汇聚接入，信令流由各局点公网交换机汇接，便于后期业务功能出现故障时，平台管理功能不受影响。

(3)在总平台新建一套虚拟存储节点，用于管理平台的数据备份，当遇到管理平台出现故障时，能够快速恢复。

(4)预配置了与公安等部门监控平台的国标互联接入功能。

5 结束语

运营商采用基于IP网络的分布式标准化监控系统架构，可以在智慧城市的建设中构建标准化、兼容性好、扩展性高的统一可视云平台，提升项目收益，降低企业后期的建设成本，以满足前端业务需求，实现政企业务规模拓展。

参考文献

[1] 李芳颂, 刘晓华, 王峰. 云服务平台关键技术研究[J]. 通讯世界. 2015(1)

[2] 新盼. 基于云存储的高校视频监控系统规划与应用研究[J]. 信息系
统工. 2017(9)

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

龙梅

毕业于中国地质大学，工程师，现就职于南宁电信工程建设中心，从事政企类新业务、承载网络的工程管控和理论研究工作。

李海枫

毕业于广西大学，工程师，现就职于南宁电信工程建设中心，从事政企类新业务、承载网络的理论研究和工程建设等工作。

运营商互联网众筹评估体系的组建和评估

王 科 孙世辉 孟凡良

中国联合网络通信有限公司山东省分公司

摘要 互联网众筹数据在山东联通无线网络优化中进行探索性的应用,通过搭建运营商独立的数据采集和分析平台,实时反馈用户的网络状况,综合分析海量数据查找网络中的不足及与友商的差距,有效提升用户体验,节约测试成本,提升网络质量。

关键词 互联网众筹 评估体系 Speedtest vMOS

1 引言

移动互联网时代用户上网体验的重要性凸显到前所未有的高度,已成为运营商的核心竞争力。目前运营商评估移动网络质量的方式有两种,一是基于管道侧MR、KQI、KPI等维度的评估方式,二是基于DT/CQT的评估方式。第一种方式的主要弊端是无法实现与友商的业务体验感知横向对标评估;第二种方式周期长、成本高、样本量小,具有一定的偶然性。如何提高测试的样本量、扩大测试覆盖面、提高测试效率、真实反映用户网络体验,在这种背景下需要一种大众化、高效率、贴近用户感知的有效测试方法。

要打破传统的纯管道数据和DT/CQT评估模式,引入移动互联网APP众筹数据作为移动网络基础覆盖能力和业务体验能力评估的数据源,采用互联网+思维和大数据分析手段,实现运营商网络质量、业务感知的对比,更好地为用户提供优质服务,为运营商提供运营决策。

以上问题和需求促使山东联通进行管理创新,促使涵盖网络口碑宣传、用户体验、面向用户的测试等方面体系的建立。

2 互联网众筹评估体系

(1) 三方互联网众筹数据的利用

基于中国联通手机自有以及第三方APP的众筹采集数据,对网络基础覆盖能力和业务体验能力进行评估分析,可实现与友商的横向对标,实现网络自身能力和竞争力的综合分析,切实支撑4G网络规划、建设、优化等工作,并为市场前端提供辅助支撑。要求采集内容至少包括以下信息字段:时间、运营商信息、终端信息、网络制式、信号强度、信号质量、基站小区ID信息,业务应用类型以及时延、速率、卡顿等业务感知信息;并要求各渠道采集的数据按照统一规范

进行数据字段清洗。按照清洗后的数据统计,可以得出各地指标覆盖的短板,可以对比发现覆盖不足城市,以加大相应的网络建设和优化投入。某月各城市4G良好覆盖率对比如图1所示。

(2) 运营商互联网众筹数据的自主采集

Speedtest是由美国的Ookla公司开发运营的一款网速测试软件,是测速类APP中最受用户欢迎的手机软件,能够公平、客观地反映不同运营商网络性能的差别。Speedvideo是视频播放感知体验软件,采用vMOS打分的方式让用户了解网络视频播放质量。

传统Speedvideo或Speedtest主要使用OTT(Over The Top)视频服务器或外地随机服务器体验评估,本地运营商并不能采集到所有的数据并加以分析,且商用视频服务器响应速度和负荷的相关性很大;当测试人员仅评估无线网络支持视频体验的能力时,无法每次测试都按照需要命中特定视频服务器,且还要保持服务器性能稳定。通过在本地网络中搭建运营商独有的Speedvideo和Speedtest测试系统可以很好地解决这个问题。

运营商通过免除测速产生的流量费用并赠送流量的方式吸引用户下载指定的手机测速软件(Speedtest或Speedvideo)参与测试活动。客户端将测试结果回传到数据中心,然后被存储在数据库中;数据中心部署了数据转换软件,该软件定期地从数据库中将数据导出为报表文件(csv格式);通过FTP服务将报表文件提取到综合分析系统(以下简称综分系统),具体如图2所示。

由于Speedtest平台不提供用户号码与测速结果的对应关系,在Speedvideo系统中开发测速功能,给用户呈现运营商的下载速率、上传速率、时延三个指标的对比结果。

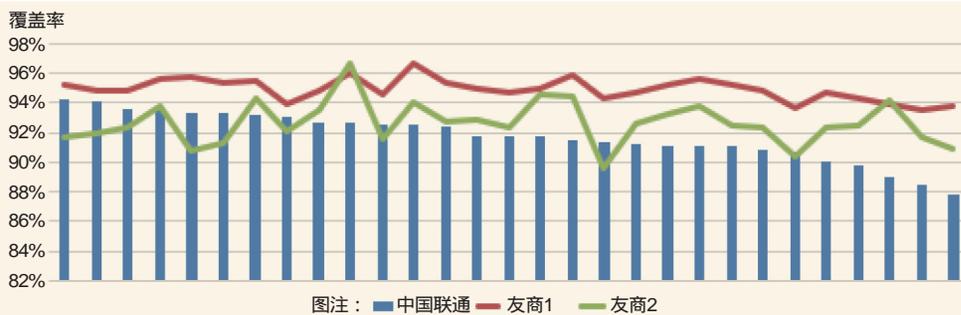


图1 某月各城市4G良好覆盖率对比

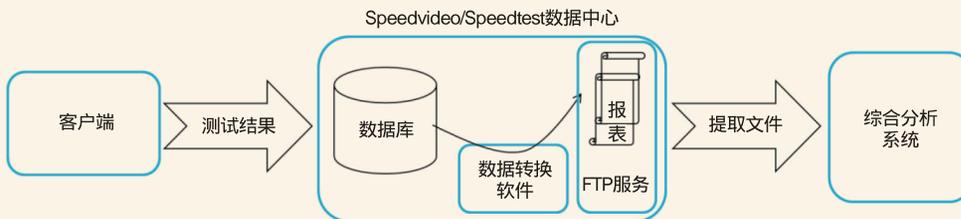


图2 Speedvideo/Speedtest服务器的搭建

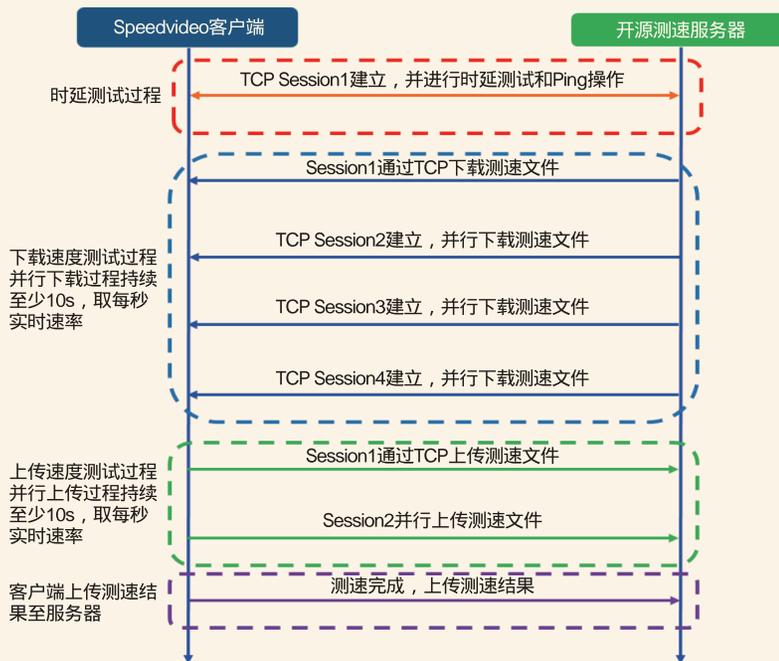


图3 Speedvideo测试流程

时延测试过程：Speedvideo首先启动Ping操作5次并建立一个TCP连接对到达指定测速服务器的双向时延进行测量，去掉最大的Ping值并求平均，如果无法Ping则使用TCP双向时延。

下载速率测试过程：Speedvideo与测速服务器之间建立4个TCP连接进行多进程文件下载，同时每隔1s记录实时下载速率，计算实时速率的最大值。

上传速率测试过程：Speedvideo与测速服务器之间建立两个TCP连接进行多进程文件上传，同时每隔1s记录实时上传速率，计算实时速率的最大值。

Speedvideo测试流程具体如图3所示。

为满足数据本地独享、专有片源、信息采集、位置呈现、结果分享等个性化需求，定制开发新的Speedvideo版本。随着版本升级更迭，目前版本累计满足15个需求，测试可解决20个功能问题，实现与综分系统1min数据对接，满足测试数据及时准确地反馈。

(3)互联网众筹评估体系的搭建

改造O域支撑系统，创新Speedvideo和Speedtest第三方测速平台数据的自动归集和分析方式，将相关分析结果自动推送给微信公众号，建立前后台联动的用户测速分析和结果推送综合系统，实现给用户实时推送来自测速平台的网速测试结果，让用户亲身体验不同运营商的网络对比优势，宣传网络口碑，如图4所示。

通过大数据分析从终端、网络选择、卡类型匹配等角度主动分析制约用户网速提升的主要因素，将大数据后台分析系统升级为准实时在线的生产系统，将大数据分析应用于用户的实时互动，通过微信公众号给用户提网速提升建议。针对Speedtest测速服务器中无法关联具体用户号码和测速结果的问题，通过运营商的端到端业务质量管理系统中的关键业务DPI（Deep Packet Inspection）解析功能，实现对

Speedtest测速用户和测速结果的识别。通过大数据分析和用户测速上报的GPS或基站信息，可以对指定区域内的各运营商测速结果进行对比，对单个用户测速后的测速排名进行计算。

3 众筹数据评估体系的应用

3.1 用户上网感知数据分析

通过大数据分析平台，对用户终端硬件类型、定制终端类型、是否双卡终端、是否开通4G功能、最高网络、SIM卡、是否锁网等维度的信息进行自动关联，用户测速完成后，自动给用户输出提升网速的建议。表1是通过微信公众号的模板消息给用户提升网速建议。

3.2 开展城市名片口碑宣传

运营商给用户的宣传以业务和资费为主，网络宣传比较少，传统的网络宣传以生硬的技术指标为主，网络口碑宣传效果差。要创造一种全新的用户体验体系，将网络能力转变为客户感知，使用户更了解自己的网络，更认可自己的网络。用户通过Speedtest或Speedvideo按照测速活动要求报名参与活动并完成测速后，用户手机APP软件会显示测试结果。同时系统经过大数据分析自动采集用户使用Speedtest或Speedvideo测速后的关键指标。判断后形成相关结果，通过“山东联通网络专家”微信公众号自动给用户推送运营商的网速对比结果、用户在周边区域的测速排名、用户的网速诊断结果和提升网速建议，具体如图5和图6所示。

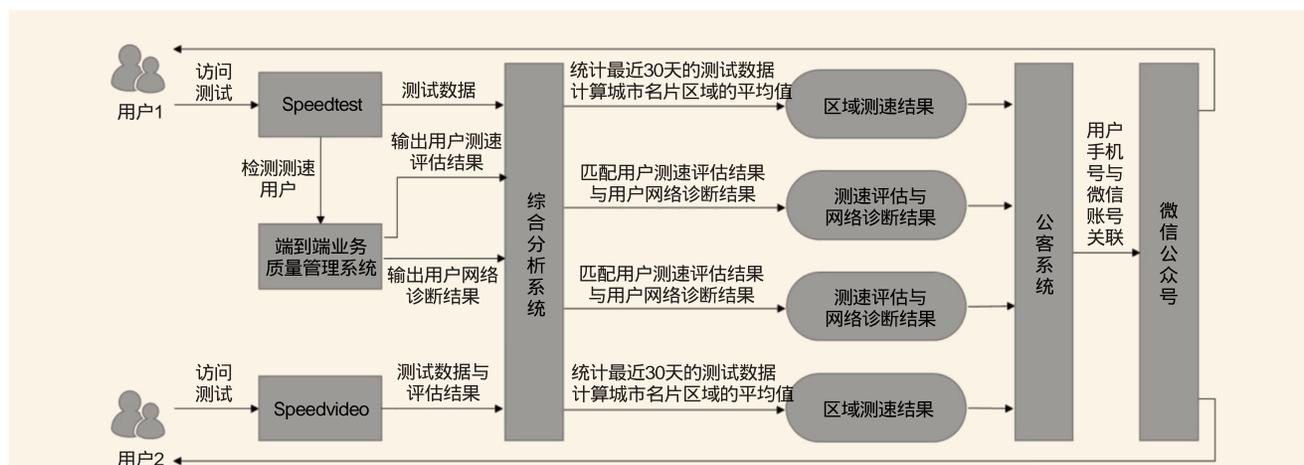


图4 互联网众筹数据评估体系的架构

表1 微信公众号推送给用户的辅导建议

模型	是否4G终端	是否中国移动 中国电信定制机	是否双卡槽终端	是否开通4G功能	SIM卡	最高网络	疑似锁网标识	辅导建议
模型1	否	否	不需判断	否	是	2G或3G	不需判断	需要更换支持中国联通4G网络的终端，更换USIM卡，开通4G上网业务
模型2	否	否	不需判断	否	否	2G或3G	不需判断	需要更换支持中国联通4G网络的终端，开通4G上网业务
模型3	否	否	不需判断	是	否	2G或3G	不需判断	需要更换支持中国联通4G网络的终端
模型4	否	否	不需判断	是	是	2G或3G	不需判断	需要更换支持中国联通4G网络的终端，更换USIM卡
模型5	不需判断	是	不需判断	否	是	2G或3G	不需判断	需要更换支持中国联通4G网络的终端，更换USIM卡，开通4G上网业务
模型6	不需判断	是	不需判断	是	是	2G或3G	不需判断	需要更换支持中国联通4G网络的终端，更换USIM卡
模型7	不需判断	是	不需判断	否	否	2G或3G	不需判断	需要更换支持中国联通4G网络的终端，开通4G上网业务
模型8	不需判断	是	不需判断	是	否	2G或3G	不需判断	需要更换支持中国联通4G网络的终端
模型9	是	否	是	是	否	2G或3G	不需判断	需要检查中国联通手机卡是否在主卡槽上
模型10	是	否	是	否	否	2G或3G	不需判断	需要检查中国联通手机卡是否在主卡槽上，并开通4G上网业务
模型11	是	否	是	是	是	2G或3G	不需判断	需要检查中国联通手机卡是否在主卡槽上，更换USIM卡
模型12	是	否	是	否	是	2G或3G	不需判断	需要检查中国联通手机卡是否在主卡槽上，并开通4G上网业务，更换USIM卡
模型13	是	否	否	是	否	2G或3G	是	需要建议用户打开4G功能开关

通过以上信息的推送给用户主动提供网络使用关怀服务,通过用户参与互动,让用户亲身体验到网络优势,用户还可以通过微信转发自己的测速结果,通过用户口口相传,网络口碑宣传效果更佳。自2017年电信日开展测速活动以来,累计报名用户达到10.5万,每月参与活动的活跃用户在1万左右。

3.3 开展“极速校园”活动

2017年秋季开学期间,山东联通选取了百所大学校园进行测试,展示本校、百校、个人测速排名情况,不限制运营商,实现现场PK,对胜出用户进行实物奖励,这大大激发了用户参与的积极性,强化与客户间的沟通,树立中国联通网络极速印象。

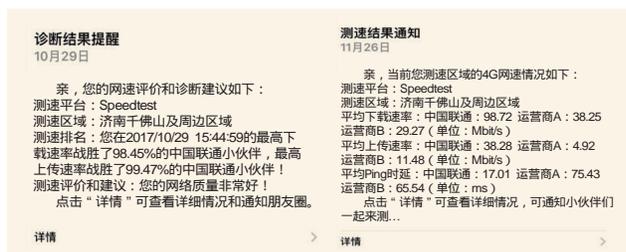


图5 用户Speedtest测试诊断分析



图6 用户Speedtest测试结果分享

通过Speedvideo软件和综分系统的结合,实现了用户测速数据的实时分析,并通过微信传送到每个参与用户。参与用户可以查询自己的测速成绩、本校实时排名、百校实时排名等信息。整个活动主要通过以下几项措施实现用户测速信息反馈和现场PK等功能。“极速校园”活动实时排名如图7所示。

为确保活动的顺利进行,必须要做好以下方面的工作。

(1)数据清洗,对测速信息剔除部分无效的数据,例如测试网络为Wi-Fi、关键字段空缺等。

(2)活动校园选定,对校园的范围进行精确的经纬度圈定,按测试数据匹配出每个用户在测试时所在的校区。

(3)将归属到每个校园的所有测试数据按运营商进行实时统计,得到该校园各个运营商实时的测速、视频业务指标均值,包含下载峰值速率、上传峰值速率、Ping时延、vMOS得分等指标。

(4)结合用户参与活动时注册的校园,匹配出每个用户在其注册的校园内的测速以及视频vMOS得分和排名信息。同时对每个用户的测速给予相应的辅导建议,辅导建议与城市名片活动的实现方式一致。

(5)将用户个人每次测试的信息实时推送给微信公众号。用户可通过微信公众号实时查询个人的最好测速成绩以及视频vMOS得分、辅导建议,并能查看本人最好成绩在本校及百校中的实时排名。

(6)系统生成每个校区测速排名前10、百校前10的信息,实时推送给现场大屏。用户可通过大屏信息实时观测到本校及百校的前10排名信息。

3.4 众筹数据在网络优化中的应用

视频业务快速增长的同时,也带来了新的挑战。首先,视频业务对网络的时延和速率要求比较高;其次,热点区域的高流量容易出现网络质量和容量受限导致的流量损失。综上所述,视频业务优化的目标首先需要能够快速精准地识别视频业务的质差区域及质差点,其次要发现视频业务热点区

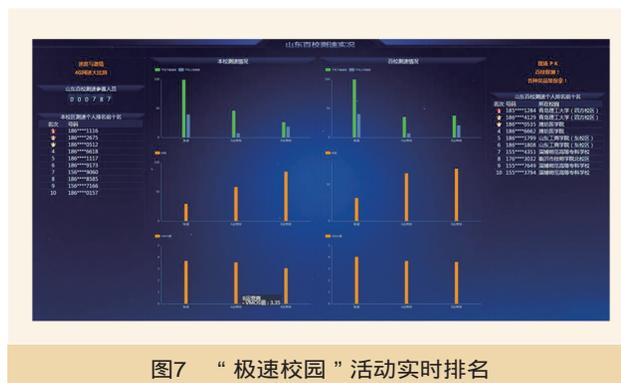


图7 “极速校园”活动实时排名



图8 vMOS地理化呈现

域的容量受限时间段及时长。山东联通利用互联网众筹测试平台探索出一套针对视频业务问题界定分析及优化提升的方法，并在网络优化日常生产中推广。统计全省vMOS测试数据并地理化呈现，识别整体质差区域，结合后台KPI及MR数据对质差区域进行综合分析，查找原因。根据质差问题原因和问题类型，给出vMOS提升解决方案，地理化呈现如图8所示。

vMOS质差需要计算对应的指标质差门限，重点关注缓冲、卡顿时长以及峰值速率等指标。质差分析流程分为两个步骤，一是基于互联网众筹测试数据进行小区级的质差分析；二是针对质差小区的质差话单与网络侧CHR/MR数据关联，终端测试Log、抓包关联后进行深入定界定位分析。

4 结束语

引入互联网众筹评估体系，在网络规划、建设、优化评估中极大地提升网络建设精准性，借助互联网众筹评估模式，可以快速提升网络质量，让广大用户更好地享受移动互联网红利。互联网众筹体系将运营商4G高速网络能力转化为用户口碑，扩大网络口碑宣传。与传统DT/CQT网络测试手段相比，互联网众筹评估方式极大地节约了成本，顺应了构建节约型社会、可持续发展的历史潮流。测试数据应用于日常优化工作中，优化目标明确，流程到位，做到了可视化管控，这对今后的优化工作起到重要的引领作用。

参考文献

[1] 林浩凌,吴奕生,郑伟旭.基于移动互联网应用的感知评估体系研究[J].电信科学,2014(1)

[2] 李治国.KPI与业务体验相结合的移动宽带客户感知评价体系研究[J].移动通信,2015(12)

[3] 杨锐雄,韦劭高.基于移动互联网+的众筹式网络优化模式研究[J].邮电设计技术,2016(2)

[4] 程乔,唐金辉,王映华.基于“互联网+”的众筹式网络优化支撑新思路研究[J].邮电设计技术,2017(1)

[5] 李朝阳,谢传中.移动互联网用户行为分析系统的客户感知体系建设探讨[J].江西通信科技,2016(3)

如对本文内容有任何观点或评论,请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn.

作者简介

王科

硕士,高级工程师,现就职于中国联通山东省分公司网络优化中心。

孙世辉

硕士,现任中国联通山东省分公司网络优化中心副总经理。

孟凡良

本科,工程师,现就职于中国联通山东省分公司网络优化中心。

中国联通携手爱立信、驭势科技完成5G网络超远程智能驾驶实车演示

2018年6月27日,在上海世界移动大会举办期间,中国联通携手爱立信、驭势科技进行5G超远程智能驾驶实车演示。此次演示依托5G网络超大带宽、超低时延和超高可靠的特性,在行业专家与多家媒体的共同见证下,成功展示智能调度、远程驾驶和自动驾驶等业务应用,使5G网络在智能驾驶领域的应用取得实质性的跨越,同时标志着未来智能驾驶进入人们生活又迈出重要一步。

此次三方联合演示,中国联通负责整体解决方案、5G网络建设以及长途传输,爱立信提供5G通信设备,驭势科技提供智能驾驶车辆。外场演示的网络环境位于北京市房山区中关村新兴产业前沿技术研究院,依托5G网络的超高传输速率和极低时延,实现车辆与云端之间远程监控数据的传输。调度员在上海MWC展馆基于全方位视频图像进行云端操控,可实现对北京车辆的远程驾驶以及车队调度,两地之间跨越了1300km的超长距离。

基于5G网络的超远程监控和调度,可以应用于物流、工厂、园区公共交通等领域,具有广泛的应用前景。此次演示联合通信运营商、通信设备商、智能驾驶科技公司等合作伙伴,发挥多方优势,致力于探索5G网络在智能驾驶领域的业务应用,推动智能网联产业的发展。

有线和无线信号的新型混合型传输系统

朱家胡¹ 方伟津²

1.中国移动通信集团广东有限公司中山分公司

2.中国移动通信集团设计院有限公司广东分公司

摘要 基于分布反馈式激光器和双驱动马赫曾德尔调制器的外部调制方式提出并论证一种具有多波长输出特性的、能够传输有线和无线信号的新型全双工混合传输的系统。本系统避免了在众多基站使用大量昂贵的射频电子器件，与其他方案相比，大大降低了成本。

关键词 4G 5G 宽带 光纤无线通信 正交频分复用

1 引言

ROF技术是通过光纤链路将无线信号从中心站(Central Station, CS)分配到各个基站(Base Station, BS)处,把所有复杂的处理和制控功能都在中心站中实现,远程的基站或者无线接入点(Access Point, AP)只负责射频信号的收发和光电转换,无需对信号进行调制以及解调,从而实现简单、低成本的基站,使基站的密集无缝覆盖成为可能,由此解决5G面临的系统容量小和传输速率慢等问题。

结合ROF和OFDM的优势,文中提出并实验论证了一种能传输无线和有线信号的混合型ROF-OFDM系统。为了降低系统总成本,使用双四倍频和波长重利用方案。而为了克服OFDM子载波信号干扰效应,使用基于FBG的改进型单边带调制(SSB)方案。

2 系统原理

分布式反馈激光器(DFB-LD)产生一个频率为 ω 且线宽很窄的连续光波 $E_c(t)=A_c \cos \omega_c t$,其中 A_c 为载波幅度。该连续激光经一个双臂的马赫曾德尔调制器(DD-MZM)调制,调制器的驱动信号为射频正弦信号 $V_1(t)=V_{LO} \cos \omega_{LO} t$ 和 $V_2(t)=V_{LO} \cos(\omega_{LO} t + \theta)$ 。其中 ω_{LO} 和 V_{LO} 分别为本地振荡(LO)信号的角频率和幅度,而 θ 为DD-MZM两臂时钟的相对相位。同时,还可以通过调整直流(DC)偏压 V_{DC} 的大小获得持续的光相位,即 $\phi_{DC}=2k\pi$ ($k=1,2,3\cdots$),来抑制奇阶或耦阶光学边带。另外双臂马赫曾德尔调制器的输出电场见公式(1)。

$$E_{out} = \frac{E_c}{2} \cos[\omega_0 t + m \cos(\omega_{LO} t + \theta) + \phi_2] + \frac{E_c}{2} \cos[\omega_0 t + m \cos(\omega_{LO} t) + \phi_1] \quad (1)$$

其中, $m = \pi V_{LO} / V_\pi$ 为相位调制率,而 $\phi_1 = \pi V_{b1} / V_\pi$ 和 $\phi_2 = \pi V_{b2} / V_\pi$ 分别为偏压 V_{b1} 和 V_{b2} 引入的相位移。利用贝塞尔函数扩展等式(1)可以得到公式(2)。

$$E_{out} = \frac{E_c}{2} \left\{ \begin{aligned} & \cos(\omega_0 t + \phi_2) [J_0(m) + 2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n J_{2n}(m) \cos(2n\omega_{LO} t) \cos(2n\theta) - \sin(2n\omega_{LO} t) \sin(2n\theta)] + 2 \sin(\omega_0 t + \phi_2) \\ & \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n J_{2n-1}(m) [\cos(2n-1)\omega_{LO} t \cos[(2n-1)\theta] - \sin[(2n-1)\omega_{LO} t] \sin[(2n-1)\theta]] + \cos(\omega_0 t + \phi_1) \\ & [J_0(m) + 2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n J_{2n}(m) \cos(2n\omega_{LO} t) + \\ & 2 \sin(\omega_0 t + \phi_1) \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n J_{2n-1}(m) \cos[(2n-1)\omega_{LO} t] \end{aligned} \right. \quad (2)$$

当相对相位设置 $\theta = \pi$ 且DD-MZM的两个偏压设置为 $V_{b1}=0$ 和 $V_{b2}=V_\pi$ 时,可以得到 $\cos(2n\theta)=1$, $\sin(2n\theta)=0$, $\cos[(2n-1)\theta]=-1$, $\sin[(2n-1)\theta]=0$, $\phi_1=0$ 和 $\phi_2=\pi$ 。因此,DD-MZM输出的电场可进一步简化为公式(3)。

$$E_{out} = 2E_c \sin \omega_0 t \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n J_{2n-1}(m) \cos[(2n-1)\omega_{LO} t] \quad (3)$$

由公式(3)可以看出耦阶光学边带被抑制。当 $m=5.338$ 时,有 $J_{-5}(5.338)=-0.303$, $J_{-3}(5.338)=-0.296$, $J_{-1}(5.338)=-0.3461$, $J_{+1}(5.338)=-0.3461$, $J_{+3}(5.338)=0.296$, $J_{+5}(5.338)=-0.303$,忽略高于 $J_5(m)$ 的贝塞尔函数后,得到公式(4)。

$$E_{out} = \left\{ \begin{aligned} & -2E_c J_1(m) [\sin(\omega_0 t + \omega_{LO} t) + \sin(\omega_0 t - \omega_{LO} t)] \\ & + 2E_c J_3(m) [\sin(\omega_0 t + 3\omega_{LO} t) + \sin(\omega_0 t - 3\omega_{LO} t)] \\ & - 2E_c J_5(m) [\sin(\omega_0 t + 5\omega_{LO} t) + \sin(\omega_0 t - 5\omega_{LO} t)] \end{aligned} \right. \quad (4)$$

对于非归零码基带信号(BB-NRZ)下行链路,可以使用 $(\omega_0 + 5\omega_{LO})$ 边带传输下行基带信号,而对于非归零码射

频信号 (RF-NRZ) 下行链路, 使用 $(\omega_0 - 5\omega_{LO})$, $(\omega_0 - \omega_{LO})$ 和 $(\omega_0 + 3\omega_{LO})$ 边带进行传输, 见公式 (5)。

$$E_{out1} = \begin{cases} +2E_c J_3(m) \sin(\omega_0 t + 3\omega_{LO} t) - 2E_c J_1(m) \sin(\omega_0 t - \omega_{LO} t) \\ -2E_c J_5(m) \sin(\omega_0 t - 5\omega_{LO} t) \end{cases} \quad (5)$$

对于正交频分复用射频信号 (RF-OFDM) 下行链路, 则利用 $(\omega_0 - 3\omega_{LO})$ 和 $(\omega_0 + \omega_{LO})$ 边带进行传输, 见公式 (6)。

$$E_{out2} = \{+2E_c J_3(m) \sin(\omega_0 t - 3\omega_{LO} t) - 2E_c J_1(m) \sin(\omega_0 t + \omega_{LO} t)\} \quad (6)$$

3 提出的系统以及实验的建立

基于外部调制方式的混合ROF-OFDM系统装置如图1所示。在中心站, 分布反馈式激光器 (DFB-LD) 可以输出中心波长为193.1THz (1552.5nm), 功率为0且线宽为10MHz的连续光波。采用DD-MZM将频率 ω_{LO} 为15GHz的正弦信号调制到光载波上, 得到多个可以用于携带下行信号的光学边带。为了实现双四倍频方案, 调制电压 V_{LO} 需调节为10.2V, 而DD-MZM两臂的偏压 V_{b1} 和 V_{b2} 需分别调节为0和3V。如图2 (a) 所

示, 经过DD-MZM和掺铒光纤放大器 (EDFA) 后, 可以看到光学边带的偶阶边带被抑制。在这里, 采用一个波分解复用器 (WDM) 来分离这些光学边带。

对于BB-NRZ的下行链路, 利用 $(\omega_0 + 5\omega_{LO})$ 阶边带 (光谱图如图2 (b) 所示) 来传输10Gbit/s的NRZ 基带下行信号 (光谱图如图2 (c) 所示)。

对于RF-NRZ下行链路, 利用光学边带 $(\omega_0 - 5\omega_{LO})$, $(\omega_0 - \omega_{LO})$ 和 $(\omega_0 + 3\omega_{LO})$ (光谱图如图2 (d) 所示) 来传输下行信号。在这个下行链路, 利用一个强度调制器将长度为 $2^{31}-1$ 、速率为10Gbit/s的非归零伪随机序列对 $(\omega_0 - \omega_{LO})$ 边带进行调制。然后利用波分复用器对已经调制信号的 $(\omega_0 - \omega_{LO})$ 边带与未经调制的 $(\omega_0 - 5\omega_{LO})$ 和 $(\omega_0 + 3\omega_{LO})$ 边带进行复用, 复用后的光谱图如图2 (e) 所示。利用色散系数为17ps/nm/km、衰减系数为0.2dB/km、长度为50km的标准单模光纤 (SMF) 将该光毫米波信号传输到RF-NRZ基站接收端。在RF-NRZ基站, 使用光纤布拉格光栅 (FBG1) 和环形器分离出 $(\omega_0 + 3\omega_{LO})$ 边带, 用于上行链路传输。 $(\omega_0 - \omega_{LO})$ 和 $(\omega_0 - 5\omega_{LO})$ 边带经过一个光电探测器 (PIN) 和带通滤波器 (BPF) 后, 转换成频率为

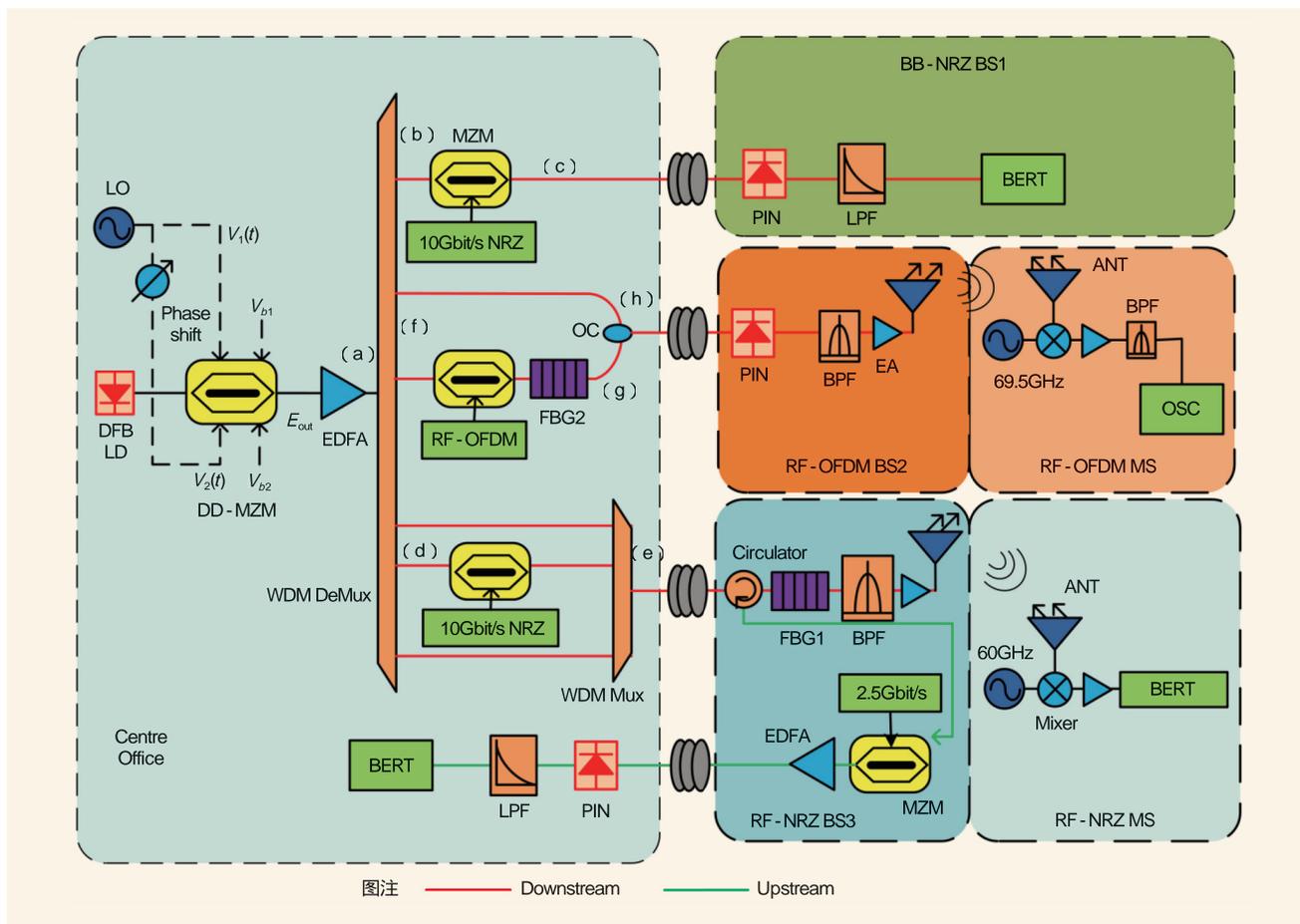


图1 新型ROF/FTTX/OFDM传输系统装置

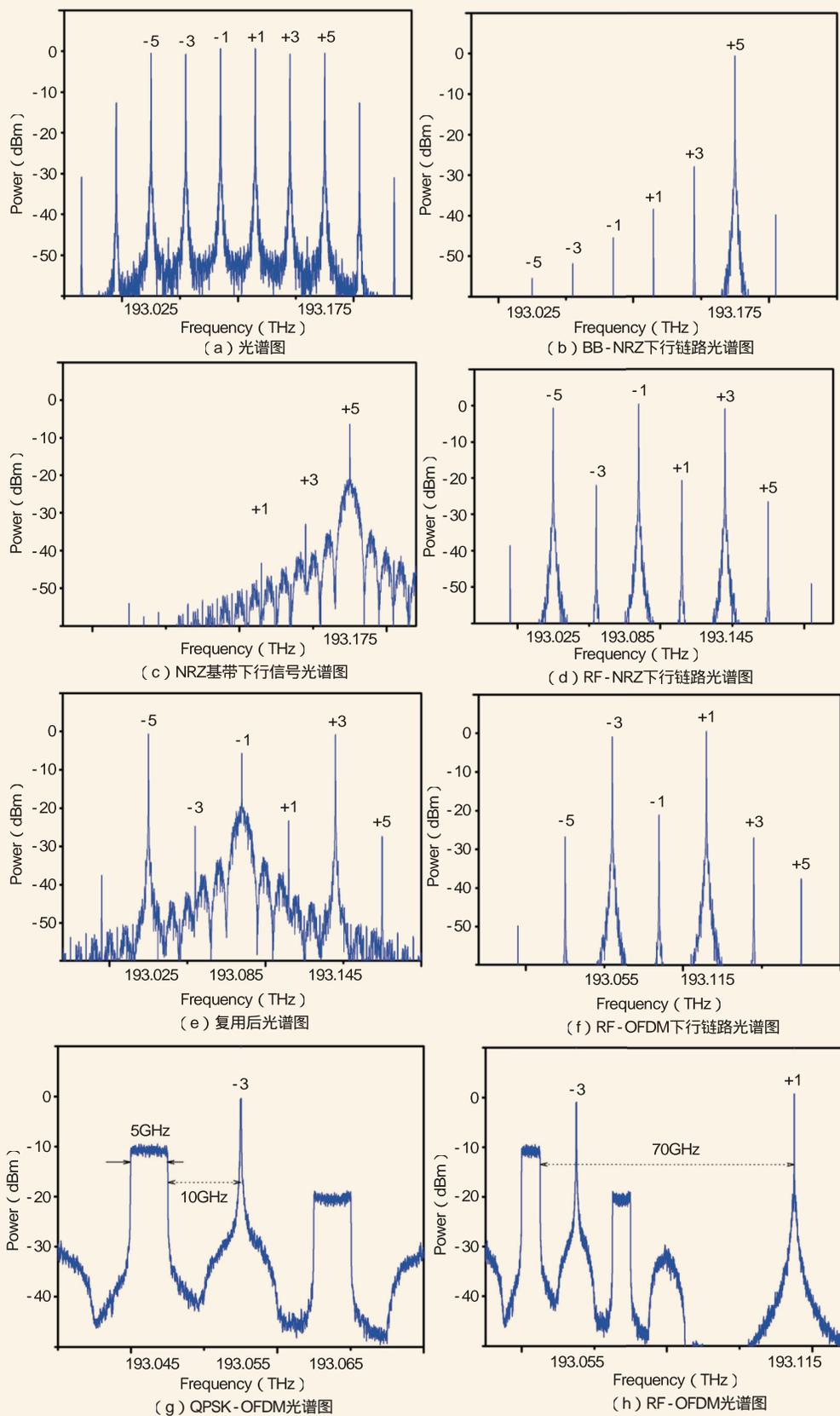


图2 光路中不同位置点的光谱图

60GHz的电毫米波。在上行链路，利用另外一个强度调制器将长度为 $2^{31}-1$ 、速率为2.5Gbit/s的非归零伪随机序列对被分离出的 $(\omega_0+3\omega_{Lo})$ 边带进行调制。使用EDFA对上行信号进行放大（增益16dB）后，利用另外一根50km的标准单模光纤（SMF）将上行信号传输到中心站。

对于RF-OFDM下行链路，光学边带 $(\omega_0-3\omega_{Lo})$ 和 $(\omega_0+\omega_{Lo})$ （光谱图如图2（f）所示）被用来传输OFDM下行信号。OFDM信号由任意波形产生器产生。其中在产生OFDM信号的过程中，各参数设置如下：数模转换采样率为10GSa/s，快速傅里叶变换大小为256，子载波频率间隔为39.0625MHz，64个带宽为2.5GHz的子载波在基带形成。然后利用一个电混频器将OFDM信号转换到10GHz的本地振荡信号，得到带有128个子载波的5GHz OFDM信号。QPSK-OFDM的速率为10Gbit/s，为了克服OFDM子载波信号干扰效应，使用基于FBG2的SSB方案，如图2（g）所示。OFDM调制的低阶边带功率为-10dBm，而高阶边带功率约为-20dBm。接下来，利用一个光耦合器将OFDM的低阶边带和 $(\omega_0+\omega_{Lo})$ 边带组合，再通过50km的标准单模光纤传输到RF-OFDM基站，如图2（h）所示。经过PIN和BPF后，OFDM调制的下阶边带和 $(\omega_0+\omega_{Lo})$ 边带被转换成70GHz的电毫米波。电毫米波被放大后使用一对天线进行4m距离的无线辐射。

4 结果与讨论

在BB-NRZ基站，使用一个误码测试仪去测量系统的误码率（BER）。图3为背靠背传输情况和经50km SMF传输情况下的误码曲线以及传输50km后的眼图。由图3可

以看出，当误码率为 10^{-9} 时，背靠背传输的接收灵敏度为-17.3dBm，而经50km SMF传输的接收灵敏度为-16.9dBm。可见，功率补偿为0.4dB。

图4为传输RF-NRZ方案下行和上行信号的误码曲线，可以看出，经过距离为50km的SMF传输后眼图仍然是清晰张开的，在接收端能很好地恢复出基带数据信号。对于BTB和50km SMF的传输，在误码率为 10^{-9} 时，下行信号的接收灵敏度分别为-15.5dBm和-15.2dBm，而上行信号的接收灵敏度分别是-16.6dBm和-16.2dBm。可见，上下行链路的功率补偿均小于0.5dB。

在RF-OFDM移动基站侧，利用69.5GHz的本地起振频率与接收到的70GHz OFDM信号进行混频，从而使70GHz的信号下转换成中值频率，然后利用一个BPF滤除因混频器引入的谐波噪声，最后利用示波器（OSC，Tektronix®DPO/DSA70604C）和矢量分析软件（VSA Software，Tektronix®SignalVu）对中值OFDM信号的性能进行分析。图5为矢量偏差值（EVM）与光纤长度的关系。同时，图5显示了RF-OFDM移动基站的QPSK-OFDM信号的星座图。由图5可知，经过50km的SMF传输后，EVM值为22%。

图6为RF-OFDM移动基站的QPSK-OFDM信号在背靠背传输和50km SMF传输的误码曲线。可知，传输OFDM信号的功率补偿小于1dB。

所以，无论是BB-NRZ还是RF-NRZ传输系统，经过50km SMF的传输后，误码率仍然较低，眼图也较清晰。无论是BB-NRZ、RF-NRZ还是RF-OFDM的下行信号，传输50km后的功率补偿都小于1dB。而上行链路在传输50km后的功率补偿小于0.5dB。

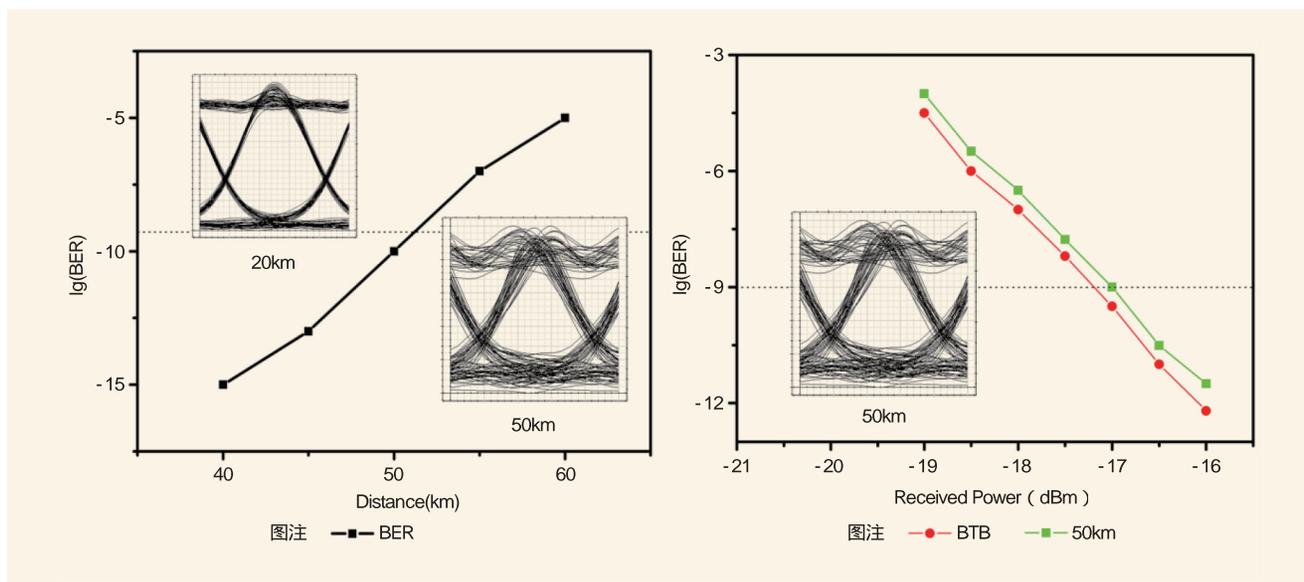


图3 BB-NRZ下行信号的误码曲线以及相关眼图（BTB：背靠背）

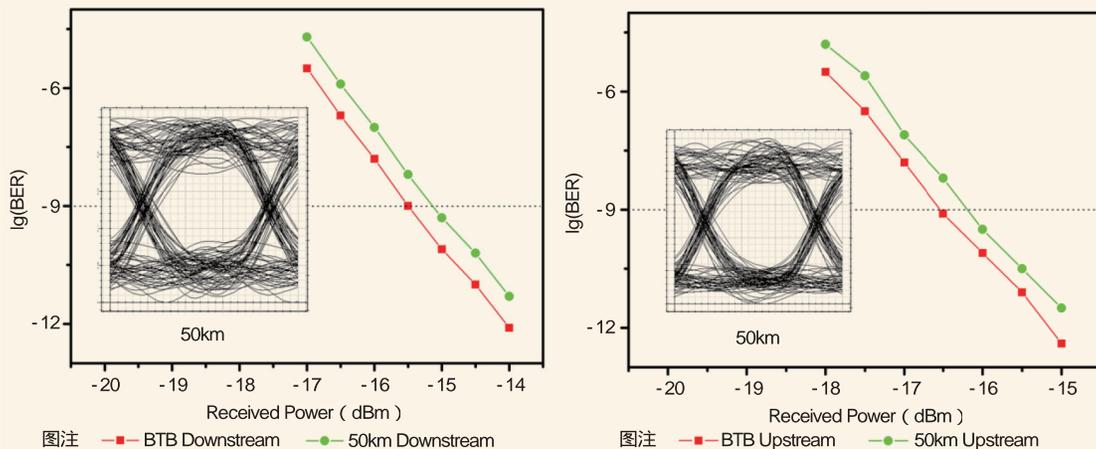


图4 RF-NRZ基站下行和上行信号的误码曲线及相关眼图 (BTB: 背靠背)

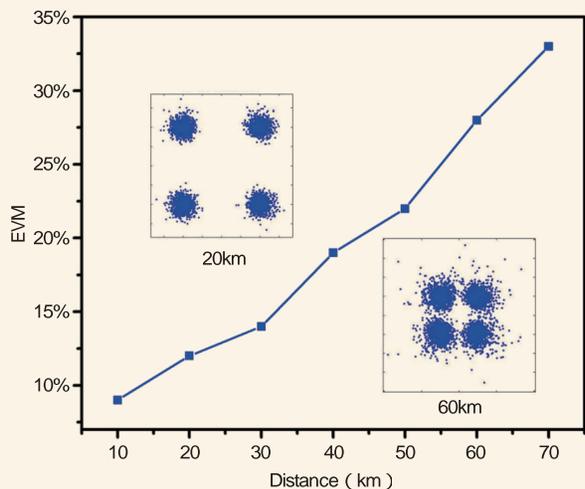


图5 不同光纤长度下RF-OFDM移动基站的QPSK-OFDM信号对应的EVM以及星座图

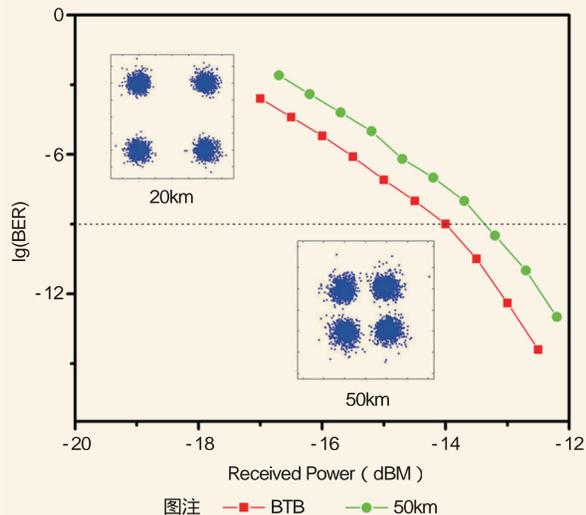


图6 RF-OFDM移动基站的QPSK-OFDM信号传输的误码曲线 (BTB: 背靠背)

5 结束语

综上提出和实验论证了一个基于外部调制的具有多波长输出的混合传输系统。BB-NRZ信号 (10Gbit/s)、RF-NRZ信号 (10Gbit/s/60GHz) 和RF-OFDM (10Gbit/s/70GHz) 可以成功地同时通过这个系统进行传送。实验结果表明, 对于BB-NRZ 和 RF-NRZ传输系统, 通过50km的SMF传输后仍然可以得到一个清晰的眼图和较低的误码率。无论是BB-NRZ、RF-NRZ还是RF-OFDM的下行信号, 传输50km后的功率补偿都小于1dB。而对于上行链路, 传输50km后的功率补偿小于0.5dB。在这个新系统中, 基站不需要额外的激光器, 所以系统的结构被简化了。另外, 因为产生4倍频率的毫米

波, LO信号的频率可以大大降低。因此, 整个系统的成本将会大大降低。

该混合传输新系统不仅利用低成本满足了下一代移动通信带宽容量等要求, 而且还具有很好的灵活性, 既能传输BB-NRZ、RF-NRZ和RF-OFDM信号, 又能传递目前流行的基带信号、Wi-Fi和WiMAX信号, 还能传输CATV信号。

如对本文内容有任何观点或评论, 请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

朱家胡

硕士, 现就职于中山移动传输资源中心设备维护室。

智能商务话业务流程优化探讨

宋帅峰 闫军娣

中国电信股份有限公司河南分公司

摘要 在传统语音业务向IMS网络迁移的过程中,为了解决传统智能商务话业务流程导致新网络负载压力增大的问题,通过调整智能网平台以及核心网侧的网络与逻辑处理方法,传统智能商务话主叫流程完成了优化调整。经过优化,简化智能商务话主叫业务流程,降低网络负荷,避免业务直接迁移至IMS网络导致网络扩容投资的增加。

关键词 智能网 智能商务话 IMS 核心网

1 前言

智能网是在原有通信网的基础上设置的一层叠加网络,在传统智能网架构中,智能网一般由业务交换点(SSP)、业务控制点(SCP)、业务数据点(SDP)、智能外设(IP)、业务管理系统(SMS)、业务生成环境(SCE)等几部分组成。其使得网络资源得到有效利用,网络功能更加完善与丰富,通过独立于现有业务的接口,实现标准通信,从而满足传统电话系统新业务功能的需要。智能网的核心思想是交换功能和业务控制功能分离,减少传统通信中交换机的处理压力,实现网络上的灵活配置和网络的智能化,缩短新业务形成周期,增加交换机软件的可靠性。

随着网络的演进,智能网得到不断地发展和应用,在PSTN/ISDN上建设的固网智能化业务,提升了运营业务运营的全面性,给用户带来更加优惠便捷的通信新服务。随着移动网的发展,尤其是手机的普及,固网智能化已不能满足用户的使用要求,随着智能网实体被逐步应用于移动网,因此对移动呼叫进行智能控制的移动智能网的出现。

智能商务话是移动智能网业务的一种,其以传统固定电话为定位方向,但在移动网上实现的一种多样化智能网业务。该智能业务以运营商移动核心网为基础,核心处理和变换均在智能网平台,用户一般会使用手机号码和固定电话号码绑定的形式,从而满足商务或者家庭用户对于传统固定电话的需求,同时避免传统固定电话移动性不足的问题,给用户带来更好的使用体验。

2 业务流程现状

河南电信智能商务话业务将固定电话号码和移动网号码绑

定,用户拨打固定号码,智能终端接通;智能终端作为主叫拨打出去,显示固定电话号码。河南电信IVPN(综合虚拟专用网)平台作为移动智能网平台,核心网作为移动网引导的业务平台,SSP由传统TDM交换机承载,具体组网模式如图1所示。

传统智能商务话用户做主叫,即附属终端做主叫时,根据MSC(移动交换中心)中的签约信息触发至HLR(归属地引导业务平台);核心网引导业务平台前插入接入码,将呼叫送到现网SSP,完成第一次触发;SSP根据接入码,触发智能商务话业务;智能平台处理业务逻辑,将主叫手机号码改为固定号码;SSP接续被叫用户,完成第二次触发。根据上述流程,现网SSP在主叫流程中每次都要和平台进行两次呼叫触发,SSP由传统的程控交换机承载,因此可以分担并满足两次呼叫的要求。

随着科学技术的快速发展,运营商以及设备厂商对IMS系统的关注程度逐渐提升,在通信领域中,IMS成为一个热点话题,IMS被认为是下一代网络的核心。随着河南电信IMS网络部署以及重构工作的不断推进,传统固网语音核心网络正在逐步由分地市部署程控交换机向全省集中部署两个IMS大区的架构演进。为适应网络架构集中化、扁平化、IP化的演进趋势,原来基于分散网络架构设计的业务呼叫流程向新网络迁移时,若不对该类呼叫流程进行优化调整,将给新网络的负载带来很大的压力。

3 业务流程优化

为解决智能商务话用户主叫两次触发出出现的资源占用问题,需要将智能商务话主叫流程进行优化,改变现有业务的流

程触发方式，将两次触发改为一次触发。为此，智能网平台先进行改造及优化处理，在处理方式上不再分两次接续及寻呼，平台SCP在处理呼叫时，会根据接入码做一次处理后直接下发并接续被叫号码；同时，在核心网侧对现有网络结构需要进行优化处理，随着传统TDM交换机的退网，SSP功能上移至MSC。

经过优化调整后的智能商务业务组网如图2所示。

如图2所示，智能商务用户A做主叫，A登记的MSC进行呼叫处理，MSC查询A归属的HLR（归属位置寄存器）后，HLR返回A签约的智能业务；MSC根据A签约的智能业务地址，触发到智能商务业务平台。智能网平台根据A号码的主叫业务信息，返回至MSC。当被叫是移动网号码时，MSC直接进行接续；当被叫是非移动网号码时，送至关口局，关口局将呼叫接续到他局。根据不同的呼叫类型，分别进行不同的逻辑变换处理，具体呼叫变换流程如下。

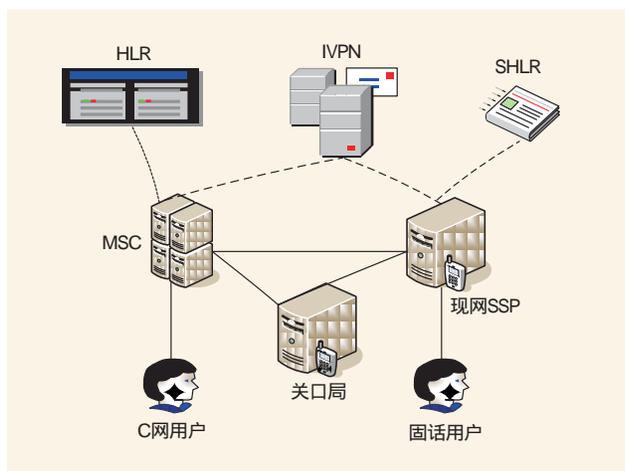


图1 智能商务业务组网

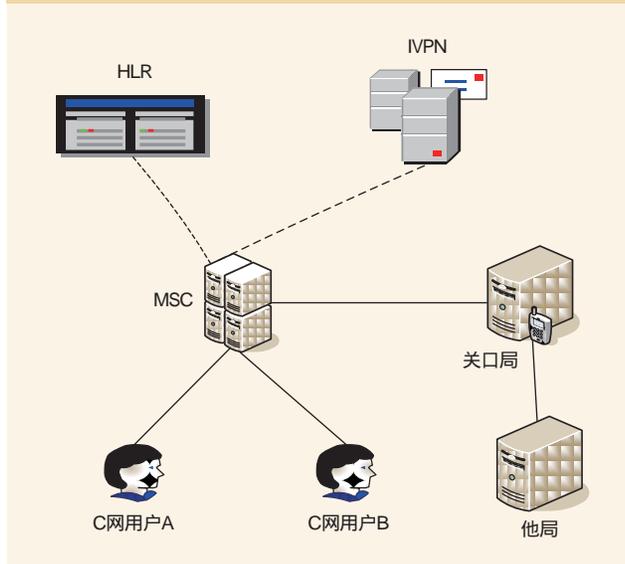


图2 调整优化后的智能商务业务组网

智能商务主叫本地移动手机：MSC根据主叫智能商务用户归属的HLR地址，查看用户的智能网业务标识，根据该标识，MSC将呼叫送至智能网平台，此时主被叫不做变换；智能网平台根据接收到的呼叫，查询该用户在平台上的数据信息，将主叫号码变为区号+固定电话形式，被叫号码变为接入码+手机号码的形式，再送回MSC，MSC删掉接入码后对被叫进行接续处理。

智能商务主叫异地移动手机：MSC根据主叫智能商务用户归属的HLR地址，查看用户的智能网业务标识，若该标识为移动智能网的标识，MSC将呼叫送至智能网平台，此时主被叫不做变换；智能网平台根据接收到的呼叫，查询该用户在平台上的数据信息，将主叫号码变为区号+固定电话形式，被叫号码变为接入码+0+手机号码的形式，再送回MSC，MSC删掉接入码后对被叫进行接续处理。

智能商务主叫本地固定电话：MSC根据主叫智能商务用户归属的HLR地址，查看用户的智能网业务标识，若该标识为移动智能网的标识，MSC将呼叫送至智能网平台，此时主被叫不做变换；智能网平台根据接收到的呼叫，查询该用户在平台上的数据信息，将主叫号码变为区号+固定电话形式，被叫号码变为接入码+区号+固定电话号码的形式，再送回MSC，MSC将呼叫直接送至关口局，关口局删除接入码和区号后进行接续处理。

智能商务主叫本地异网手机：MSC根据主叫智能商务用户归属的HLR地址，查看用户的智能网业务标识，若该标识为移动智能网的标识，MSC将呼叫送至智能网平台，此时主被叫不做变换；智能网平台根据接收到的呼叫，查询该用户在平台上的数据信息，将主叫号码变为区号+固定电话形式，被叫号码变为接入码+异网手机号码的形式，再送回MSC，MSC将呼叫直接送至关口局，关口局删除接入码后进行接续处理。

智能商务主叫异地异网手机：MSC根据主叫智能商务用户归属的HLR地址，查看用户的智能网业务标识，若该标识为移动智能网的标识，MSC将呼叫送至智能网平台，此时主被叫不做变换；智能网平台根据接收到的呼叫，查询该用户在平台上的数据信息，将主叫号码变为区号+固定电话形式，被叫号码变为接入码+0+异网手机号码的形式，再送回MSC，MSC将呼叫直接送至关口局，关口局删除接入码后进行接续处理。

智能商务主叫异地固定电话：MSC根据主叫智能商务用户归属的HLR地址，查看用户的智能网业务标识，若该标识为移动智能网的标识，MSC将呼叫送至智能网平台，此时主被叫不做变换；智能网平台根据接收到的呼叫，查询该用户在平台上的数据信息，将主叫号码变为区号+固定电

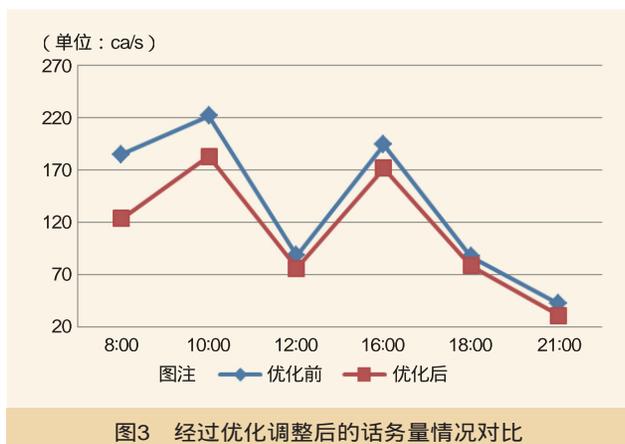


图3 经过优化调整后的话务量情况对比

话形式，被叫号码变为区号+固定电话号码的形式，再送回MSC，MSC将呼叫直接送至关口局，关口局删除接入码后进行接续处理。

从上述处理流程上看，智能网平台完成一次触发后，主叫变为：本地区区号+号码，被叫变为：业务接入码+被叫号码。移动网通过分析业务接入码+被叫号码，根据被叫号码的不同有以下几种情况：

(1)业务接入码+本网移动网号码，删除业务接入码后重分析，在本局进行寻址，业务接入码0+移动网号码，删除业务接入码0后重分析，并在本局进行寻址；

(2)业务接入码+异网移动网被叫号码，或业务接入码0+异网被叫号码，删除业务接入码后送关口局进行下一步路由；

(3)业务接入码+区号+本地固话号码，删除业务接入码+0+本地区区号后送关口局进行下一步路由；

(4)业务接入码+被叫号码，删除业务接入码后送关口局进行下一步路由，同时增加主叫号码是否有国际权限的判断。

经过以上各网络主要节点相关数据以及智能网平台处理流程的调整，完成整个智能网主叫业务的优化调整，各省市传统的TDM交换机不会再触发相关业务，实现逐步退网的目的；同时，一次触发后精简了网络结构，业务流程更简洁。

4 优化结果与分析

经过优化调整后，智能网平台仅进行一次触发和转换，

可以有效降低平台本身的话务处理。通过在智能网平台侧提取该业务的话务量数据，统计一周内每天的话务量，最后通过取平均值的方法对比优化前后的话务量情况，具体对比结果如图3所示。

优化后，由于平台侧降低了一次下发处理流程，即与SSP的交互流程，SCP的处理量降低，对比前后话务量情况，话务量整体呈下降趋势。对于IMS网元，由于流程的优化不需要将业务直接迁移至IMS网络，由IMS网络承担SSP功能，避免IMS网络扩容的投资；同时，优化后成功剥离传统TDM交换机的SSP功能，实现分散部署的TDM交换机的退网目标，以适应网络演进的需要。

5 结束语

当前，随着新业务的应用，传统网络和业务流程需要进行不断优化调整，以适应新业务应用所带来的网络优化的需要，进而改进传统业务流程及网络架构，降低网络建设及业务维护成本，给用户带来更好的业务体验，更好地促进业务增长及企业发展。

参考文献

[1] 宋小明,周维,邵永平,等.智能网新技术部署方案探讨[J].电信技术,2016(5)
 [2] 吴海燕,王文平.NGN网络SSP智能改造经验分享[J].数学技术与应用,2017(3)
 [3] 方丹.全业务下基于IMS的固网业务运营支撑体系实现研究[J].移动通信,2009,33(22)

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

宋帅峰

硕士，中级通信工程师，现就职于中国电信股份有限公司河南分公司，主要研究方向为智能网平台技术。

闫军娣

本科，中级通信工程师，现就职于中国电信股份有限公司河南分公司，主要研究方向为核心网IMS及承载网技术。

基于OIDD平台实现对国际漫游用户信息实时抓取的技术实现方案

刘四勇

中国电信股份有限公司浙江分公司

摘要 以浙江省用户出回国漫游数据提取需求为背景,通过OIDD(信息汇集网关)平台实现对全省C网用户出回国的数据信息整合、提取,并且能真实反映用户业务使用状况、消费行为和行程轨迹等,给用户提供更多的便利及通信方案,2017年国际漫游流量收入同比翻倍,全年国际漫游流量收入达1500万元,流量活跃率从22%提升到40%,同时,中国电信的国际漫游感知得到明显提升。

关键词 数据挖掘 智能分析 精准定位

1 引言

随着移动互联网的高速发展,移动运营商和互联网运营商竞争日益激烈,基于用户行为分析成为营销的一种重要方式,但如何获取国际漫游用户数据则是营销的前提条件。

互联网时代,身处异国无法随时上网或不敢随心上网是境外用户的一个痛点。通过对国际漫游用户数据进行汇聚和深度挖掘,能摸清浙江省用户的出国趋势,在近一年几个重要的时间节点,如春节、长假、寒暑期前等,都实施了国际漫游用户国际流量套餐的精确营销。2017年国际漫游流量收入同比翻倍,全年国际漫游流量收入达1500万元,流量活跃率从22%提升到40%,国际漫游感知得到明显提升,促进了用户与企业的双赢。

2 功能实现模块

当前电信系统中很多有价值的用户动态信息均分散在各自的系统中,难以统一汇聚整合并加以利用。基于OIDD(信息汇集网关)平台,通过对电信系统内部的多种数据源进行采集处理、逻辑判断和数据挖掘,可实现对省内C网用户的状态、位置、终端、行为等动态信息的汇聚和利用,并通过标准化的北向接口和南向接口将汇聚后有价值的信息开放出去,在保障用户信息安全的前提下,实现智慧化运营。本技术实现方案基于OIDD平台,通过对用户数据底层信令进行采集和逻辑加工处理,从业务运营能力和产品创新的角度进行多种智能数据的提取和挖掘,成功过滤出回国用户数据。

具体实现如下。

OIDD信息汇聚平台包含如下模块:数据采集模块、数据分析/路由模块、数据存储、数据开放接口模块、操作控制管理模块、数据挖掘模块,具体如图1所示。

性能指标,各种信令接入并发处理量约为33000TPS。

基于OIDD平台,引入Redis、Kafka等大数据应用,成功抓取出回国用户信息。Redis是一个开源的使用ANSI C语言编写、支持网络、可基于内存亦可持久化的日志型Key-Value数据库,并提供多种语言的API;Kafka是一种高吞吐量的分布式发布订阅消息系统,具有如下特性。

(1)通过磁盘数据结构提供消息的持久化,这种结构对于数以TB的消息存储能够保持长时间的稳定性能。

(2)高吞吐量,即使是非常普通的硬件,Kafka可以支持每秒数百万的消息。

(3)支持通过Kafka服务器和消费机集群来区分消息。

(4)支持Hadoop并行数据加载。

具体实现分如下三个模块介绍。

(1)出回国用户信息数据存储模块

当有新的CAMP MM数据产生时,Data_process模块会对新的数据进行计算,更新到Redis数据中,并将出国用户信息和回国用户信息记录下来存储到指定的用户信息表中,定时输出到指定的相关文本文件中,具体说明如下。

①区域信息说明

•阿朗区信息说明

文件名:ale。

内容:基站IP地址,例:6.20.236.74。

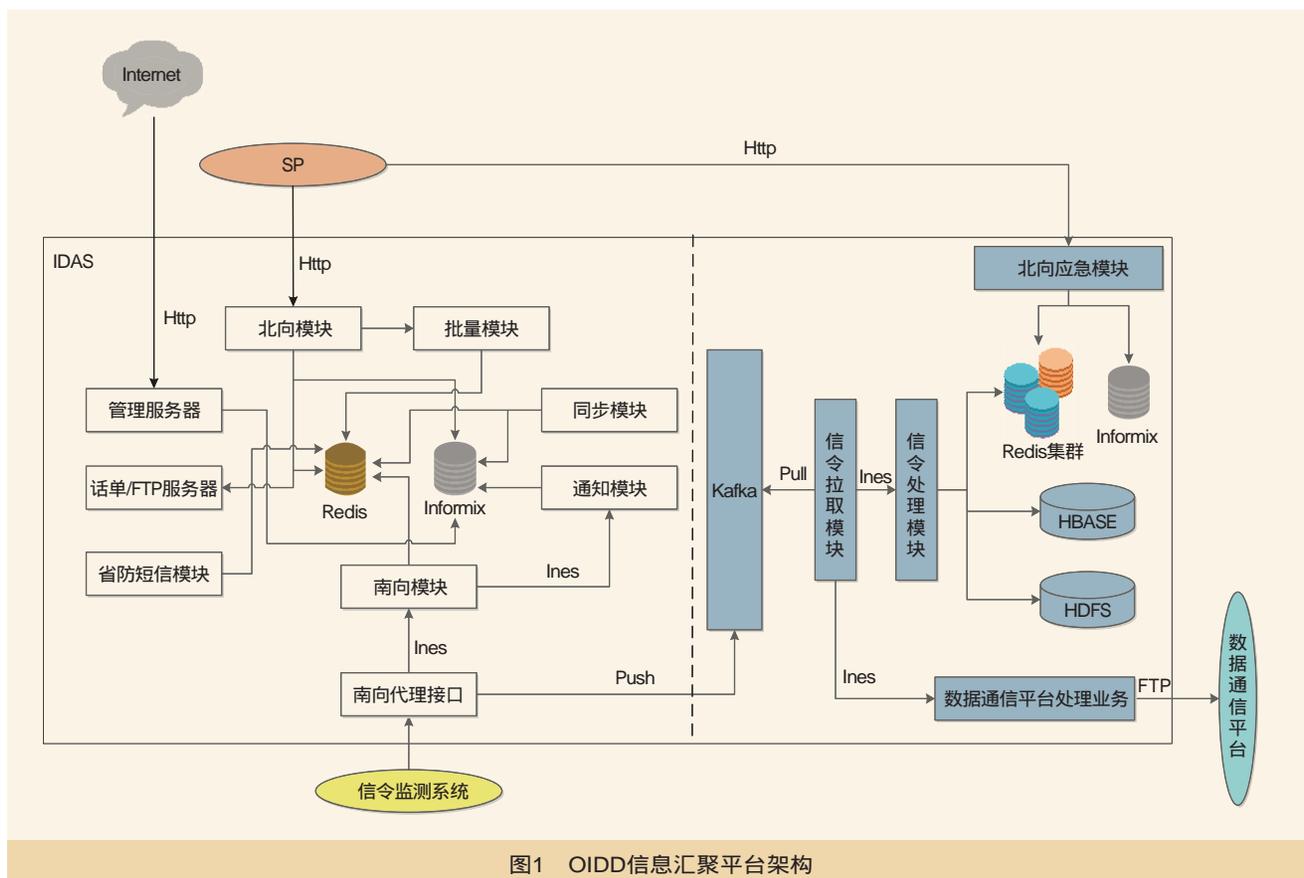


图1 OIDD信息汇聚平台架构

- 华为区域信息说明

文件名: huawei。

内容: CELL ID (十六进制), MGW IP地址, 例: 08A71,10.241.130.46。

②输出信息说明

- 阿朗区用户信息输出说明

文件名: mdn_ale_yyyymmddHHMMSS.txt, 例: mdn_ale_20180105180129.txt。

内容: mdn, 例: 8618900000000。

- 华为区用户信息输出说明

文件名: mdn_huawei_yyyymmddHHMMSS.txt, 例: mdn_ale_20180105180129.txt。

内容: mdn, 例: 8618900000000。

(2)出回国用户数据处理及数据维护模块

国际漫游数据处理和数据维护模块每小时执行一次, 当有新的A1 MM数据产生时, Data_process模块会将新的数据更新到Redis数据中。通过定时脚本对更新到Redis内存库中的数据进行加工和处理(判断条件是每30min执行一次或者每个输出的文件大于50MB)。为防止执行效率变慢, 通过crontab定时程序对Redis数据库中的过期数据及其他垃圾数

据进行定期的清理。

(3)获取国际漫游指定位置信息交互模块

获取漫游指定位置用户信息模块Get_users, 通过crontab定时程序每天执行一次Get_users脚本, 对成功抓取的出国际漫游用户数据进行收集, 且过滤掉不活跃用户。根据前端需求, 对国际漫游用户数据进行AWK, 输出具体的用户号码和漫游时间, 根据需要生成.txt文件并上传到FTP服务器指定目录中。

出国目录: /oidd/oiddftp/go_abroad。

回国目录: /oidd/oiddftp/returned_from_abroad。

3 具体实现的模块组网及数据信令交互

具体模块组网如图2所示。

信令交互流程如图3所示。

OIDD收到信令监测平台的CMAP MM消息, 根据研究的出回国具体判断条件, 即当operate_code=13、msc_o=(31103:200、13840:57、13505:*、11296:*、13847:5)、map_result=0时, 表示该用户出国, 将该数据信息入库并生成数据文件; 当operate_code=13、msc_o不等于(31103:200、13840:57、13505:*、11296:*、13847:5)、map_result=0时, 表示该用户已经回国, 将该信息入库并生成数据文件。

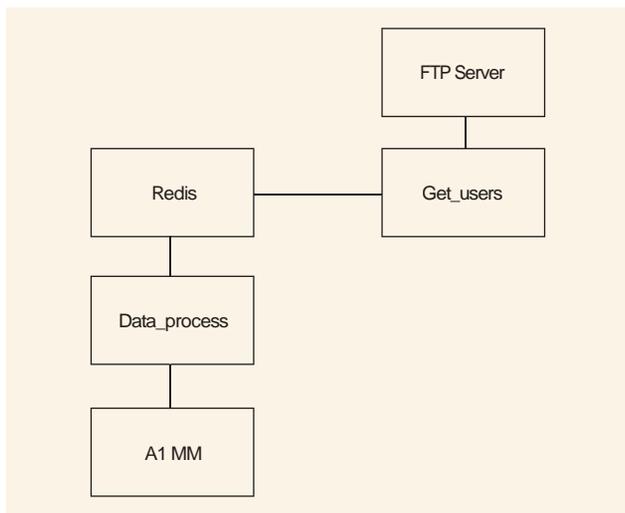


图2 具体模块组网

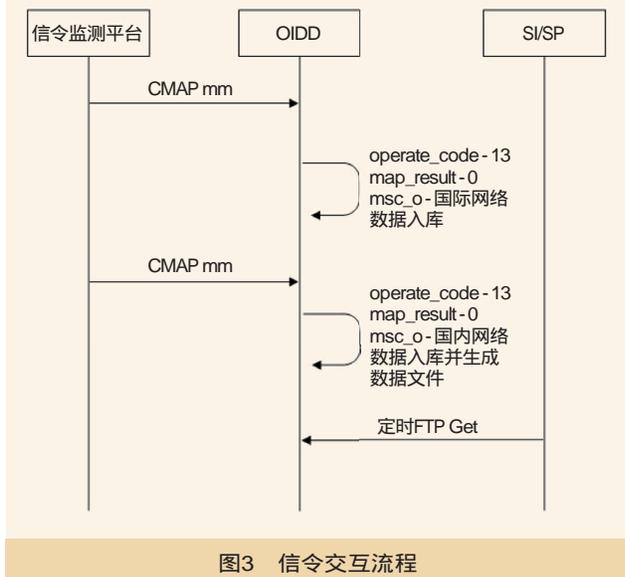


图3 信令交互流程

(1)文件目录

出国用户统计生成文件目录：/oidd/oiddftp/go_abroad。

回国信息生成文件目录：/oidd/oiddftp/returned_from_abroad。

(2)文件名格式

文件命名规则：OIDD_ID+“_”+文件类型标识+“_”+序号+“_”+数据生成时间+文件后缀，例：OIDD_CB_001_201611151800.txt。文件名标识见表1。

文件内容包括：出回国时间、用户号码、用户号码归属地等。

出回国时间：格式为yyyyMMddHHmms，例20161123022531。

用户号码：13357111111。

用户号码归属地：格式为区号，例571。

表1 文件名标识

OIDD标识	OIDD
文件类型标识	CB
序号	001 ~ 999
数据生成时间	格式为：yyyyMMddHHmm
文件后缀	txt

4 源代码开发说明

Data_process：从OIDD CMAP MM LOG中搜取准实时信令消息数据，当operate_code=13、msc_o=(31103:200、13840:57、13505:*、11296:*、13847:5)、map_result=0时，以及当operate_code=13、msc_o不等于(31103:200、13840:57、13505:*、11296:*、13847:5)、map_result=0时，将该信息入库；即通过脚本业务逻辑处理判断基站信息位置更新数据并记录到guoman databasel临时库表（记录的位置更新数据是指相对于用户上一次成功登记的位置信息的变化，包括活跃和不活跃用户）。代码主要部分如下。

```

awk -F " " 'BEGIN {OFS=","} {
split($15, mscsid, ":");
if ($14 != "" && $10 == 13 && $17 == 0)
{
mdn=$14;
fm=substr($14,1,2);
if (fm != "86") mdn = ("86"mdn);
if ($15 == "31103:200" || $15 == "13840:57"
|| $15 == "13847:5" || mscsid[1] == "13505" || mscsid[1] ==
"11296")
print $1,mdn,$15,"gw";
else print $1,mdn,$15,"gn";
}
}' "${odatas}${gfile}" >> ${tempfile1};
sort -t '|' -k 1,1 -nr ${tempfile1} | sort -t '|' -k 2,2 -u
|sort -t '|' -k 1,1 -n > ${tempfile2};
rm ${tempfile1} "${odatas}${gfile}";
oh=`cat ${tzroam_hcode}`;
awk -F " " 'BEGIN {OFS=","} {
ohcode="${oh}";
start_time=$1;
mdn=$2;
hcode=substr($2,3,7);
split($3, sid, ":");
awk -F " " 'BEGIN {OFS=","} {

```

```

        if ($3 == "14225" || $3 == "13837" || $3 ==
"14142" || $3 == "14151" || $3 == "14193" || $3 == "13917"
)

```

```

        print $0;
        }' ${tempfile3} >> ${ra_file};
        rm ${tempfile3};
    }&
    awk -F "," '{
    print $2;
    }' ${tempfile2} >> ${tempfile4};

```

getmdn代码：阿郎区和华为区的实现原理一致，只是阿郎区是根据基站IP和MGW来判断，华为区是根据CELL ID小区号，这里不再分开说明。

通过crontab定时程序每天执行一次Get_users，收集出国用户信息，生成文件并上传到FTP服务器，出国目录：go_abroad，回国目录：returned_from_abroad。每天在guoman database临时库表中定时执行getmdn_ale代码和getmdn_huawei代码，过滤并处理临时库表数据（登记的位置信息有变化的数据），生成文件并上传到FTP服务器。getmdn_ale代码和getmdn_huawei代码功能相同，区别在于核心网基站，getmdn_ale获取阿朗基站信息数据，getmdn_huawei获取华为基站信息数据。代码主要部分如下。

```

    data_folder="${HOME}/lmg/data/getmdn/";
    location_ale="${data_folder}location/ale";
    location_ale_temp="${data_folder}data/ALE_${RANDO
M}${RANDOM}${RANDOM}_`date +%Y%m%d%H%M%S`.
tmp";
    mdn_ale="${data_folder}data/mdn_ale_`date
+%Y%m%d%H%M%S`.txt";
    mdn_temp="${data_folder}data/~${RANDOM}${RAND
OM}${RANDOM}.tmp";
    for location in `cat ${location_ale}`
    do
        ip1=${location%%.*};
        temp=${location##*};

```

```

        ip2=${temp%%.*};
        temp=${temp##*};
        ip3=${temp%%.*};
        ip4=${location###*};
        ip=$((ip1*16777216+ip2*65536+ip3*256+ip4));
        echo "SMEMBERS \"1,${oip}\"" >> ${location_ale_
temp};
        echo "SMEMBERS \"2,${oip}\"" >> ${location_ale_
temp};
        echo "SMEMBERS \"3,${oip}\"" >> ${location_ale_
temp};
    done

```

```

    for redisip in "-h 172.21.0.241 -p 6379" "-h 172.21.0.242 -p
6379" "-h 172.21.0.243 -p 6379" "-h 172.21.1.186 -p 6379" "-h
172.21.1.187 -p 6379" "-h 172.21.1.188 -p 6379" "-h 172.21.0.244
-p 6379"
    do
        {
            redis-cli ${redisip} < ${location_ale_temp} >>
${mdn_temp};
        }&
    done
    wait;
    sort -u ${mdn_temp} >> ${mdn_ale};
    rm ${location_ale_temp} ${mdn_temp};

```

5 结束语

基于OIDD平台实现对国际漫游用户信息实时抓取的技术方案已成功在浙江电信开展的国际漫游用户流量精准营销中提供现网支撑和应用，每日提取国际漫游用户数据约5000个，且数据及时性和准确性较高，为国际漫游场景精准服务和随销提供强有力的基础数据支撑。

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

LTE基站超忙扩容解决方案探讨

田艳中¹ 陈开仁² 阳波¹ 李琦¹

1.湖南省邮电规划设计院有限公司

2.中国电信股份有限公司湖南分公司

摘要

针对LTE基站超忙、流量 congestion 的问题,提出一套可行的扩容解决方案。该方案通过区分场景,分析不同场景小区的容量特点和用户分布情况,对不同场景采取最佳的扩容解决方案,实现资源的最佳配置。该方案能指导LTE基站的精准扩容,并能很好地提升用户体验。

关键词

LTE 超忙 扩容 解决方案

1 引言

随着4G用户的快速增长,以及各大电信运营商不限流量套餐的推出,LTE现网小区陆续出现流量 congestion,急需扩容的现象,校园、高流量商业区等场景范围内尤为明显。这些高负荷小区的现有容量配置和无线网络质量已经影响到用户的数据业务感知,甚至引起部分用户的投诉。电信运营商亟需采取合理手段解决网络高负荷问题,以提升网络容量和质量,确保用户感知。

2 高流量区域精准定位方法

目前电信运营商的网管、网优等系统平台基本不支持一个小区内的高流量区域精准定位,为了制定更精确的扩容方法,通过分析,提出以下精准定位方法思路。

(1)提取一周(7×24h)超忙小区内各用户终端的流量统计。

(2)对提取出来的各小区内用户终端的流量进行排名,取用户终端累计流量占小区总流量80%的用户,作为高流量用户并进行定位跟踪分析。

(3)统计高流量用户在超忙小区自忙时期间的位置信息,定位方法采用TA+AOA方法,以15min为时间颗粒:通过用户终端的TA(Timing Advance,时间提前量)和AOA(Arrival of Angle,到达角)信息,利用TA得到与基站的距离,AOA估算方向,进而定位到终端所处的位置。

(4)根据第(3)步统计的用户位置信息及流量确定小区内流量热点的分布(能在Google或Mapinfo等工具呈现,根据位置重叠度排定热点优先级)。

建议运营商相关技术部门与系统厂商沟通,加快高流

量区域精准定位功能模块的开发和建设,以便指导小区精准扩容。

3 LTE FDD扩容方法分析

根据LTE FDD现网特点以及技术发展趋势,目前网络扩容按照优先级排序主要有网优调整、新增载波、新建站点、小区分裂、4G+技术(256QAM或4T4R)、TDD分流、Wi-Fi分流共7种方法。其中,通过对比分析,得出不同扩容方法的优缺点及适用场景,具体见表1。

4 LTE FDD扩容解决方案分析

4.1 小区扩容门限

为了保证用户的良好感知,对于网络利用率很高或经常发生网络 congestion 的小区,应及时进行扩容。当然,不同电信运营商的扩容门限和策略会有一些小差异,某省电信公司LTE FDD网络的小区扩容门限如下(中国电信LTE FDD网络共有1.8GHz、2.1GHz、800MHz三个频段,以下将这三个频段的LTE网络分别简称为LTE1.8GHz、LTE2.1GHz、LTE800MHz)。

单小区一周内存在三天及以上自忙时达到以下三个指标条件(流量、PRB利用率、RRC连接用户数),其中流量指标必选,其他两个指标可选择其中之一,可考虑扩容。具体扩容判别标准如下:

(1)LTE1.8GHz和LTE2.1GHz(20MHz带宽):下行≥8GB或上行≥3GB,PRB上行或下行利用率≥50%,RRC平均连接用户数≥200;

(2)LTE800MHz(5MHz带宽):下行≥2GB或上行

表1 不同扩容方法的优缺点及适用场景

扩容方法		方案描述	优点	缺点	适用场景
网优调整		结合具体场景进行射频优化、参数优化、算法优化等	充分发挥现有网络能力；施工难度小	容量无提升，需避免造成网络故障	室内外小区同覆盖热点高流量区域；室外小区之间同覆盖高流量区域
新增载波		无2.1GHz配置的站点，原有1.8GHz忙时增加2.1GHz载波	新增容量，共址站点物业协调容易，宏站和室内分布建设进度较快	需要较精准定位用户区域以满足扩容要求，一定的投入成本	宏站和室内分布高负荷小区
新建站点	新增室外站（宏/微）	载波配置已满的情况下，选址新建	新增容量，保证覆盖效果	建设周期较长，投资大	较大的高流量区域，覆盖该区域的小区均为高负荷状态
	新增室内分布	室外宏站无法解决时，选择用户集中楼宇建设	新增容量，保证覆盖效果		宏站和室内分布高负荷小区
小区分裂	增加RRU	原单RRU功分站或多RRU基站已不能满足容量要求时，宏站新增RRU或室内分布改造	新增容量，站点物业协调容易，宏站和室内分布建设进度较快	需要勘察安装位置，投资较大	宏站和室内分布高负荷小区
	小区（软硬）劈裂	特定场景下的高负荷小区通过基带权值修改进行软硬件技术分裂	新增容量，站点容易物业协调，建设开通较快	模三干扰较严重，网络优化压力大	宏站高负荷小区
4G+技术	256QAM	对高负荷小区进行256QAM调制参数开启	软件开通速度快，建设成本较小	受限终端支持，基于终端现状，网络容量提升较小	宏站高负荷小区
	4T4R	替换原有RRU或双拼RRU安装	总体速率的提升，减缓高负荷	受限终端支持，基于终端现状，网络容量提升较小	宏站高负荷小区
TDD分流		新增TD-LTE设备，协调站点建设	新增容量，保证覆盖效果	建设周期长，投资大，需调整FDD和TDD之间的参数平衡	宏站高负荷小区
Wi-Fi分流		新建Wi-Fi网络，做好Wi-Fi和LTE之间的切换设置，发挥分流作用	Wi-Fi技术频段宽，体验网速快	AP覆盖能力弱，建设周期长，投资大	室内覆盖热点高流量区域

≥0.75GB，PRB上行或下行利用率≥50%，RRC平均连接用户数≥50。

4.2 扩容解决方案分析

针对运营商达到扩容门限的小区，结合高流量区域精准定位方法，并根据不同场景特点采取不同的扩容思路和解决方案。下面以某省电信为例进行分析，根据中国电信LTE组网特点和小区超忙特点，超忙小区可分为三种室外站场景和一种室内分布站场景。通过思维导图工具，得出每种场景细分的解决思路和方案。思维导图如图1所示，详细分析如下。

(1)室外站LTE1.8GHz忙、LTE800MHz不忙场景的扩容思路和方案

原因分析：高流量用户主要位于LTE1.8GHz小区的覆盖范围内分布而没有位于LTE800MHz小区，或由于现网中优先驻留LTE1.8GHz的策略、负荷均衡设置参数不合理等原因，使得用户流量主要位于LTE1.8GHz小区。

扩容思路：使用DT、CQT、MR等手段结合周边小区的流量情况综合分析热点位置，优先采用优化手段均衡热点区域的LTE1.8GHz覆盖。若仍未能解决，则因地制宜采用有针对性的扩容方案，建议按优先顺序采用增加载波、新建站点、小区分裂、4G+（256QAM或4T4R）技术等方法进行解决，实现容量指标的改善及提升。

(2)室外站LTE1.8GHz不忙、LTE800MHz忙场景的扩容思路和方案

原因分析：LTE800MHz与LTE1.8GHz两者覆盖存在不一致，用户流量高发位置恰好位于LTE1.8GHz盲/弱覆盖而LTE800MHz覆盖尚可的区域，使得用户数据业务驻留在

LTE800MHz频段上。

解决思路：采用多种方式综合分析热点位置，优先采用优化手段增强热点区域的LTE1.8GHz覆盖。若仍未能解决，则建议按优先顺序采用小区分裂、新建站点、4G+（256QAM或4T4R）技术等方法进行解决。

(3)室外站LTE1.8GHz忙、LTE800MHz忙场景的扩容思路和方案

原因分析：小区覆盖方向为高流量密集区。

解决思路：LTE1.8GHz忙、LTE800MHz忙的场景优先通过网优手段解决。若仍未能解决，则结合周边小区的流量情况及高流量区域定位，建议按优先顺序采用增加载波、新建站点、小区分裂、4G+技术、TDD技术、Wi-Fi技术等扩容方法进行解决。

(4)室内分布站超忙场景的扩容思路和方案

原因分析：该楼宇为高流量用户聚集场所，是由新发展用户较多、楼宇内小区划分不合理、室内外负荷策略不合理以及未配置双载波等原因造成的。

解决思路：室内分布小区高流量场景优先通过网优手段解决。若仍未能解决，则结合本小区流量情况及是否配置双载波，建议采用小区分裂、增加载波等扩容方法进行解决。

4.3 扩容方案案例分析

下面以某省电信为例分析室外站LTE1.8GHz忙、LTE800MHz不忙场景下的具体扩容方案，该场景下的扩容流程如图2所示。在分析该场景下的基站扩容时，建议按照流程步骤选择最佳扩容方案，下面仅分析新增双载波和新建室外站两个案例。

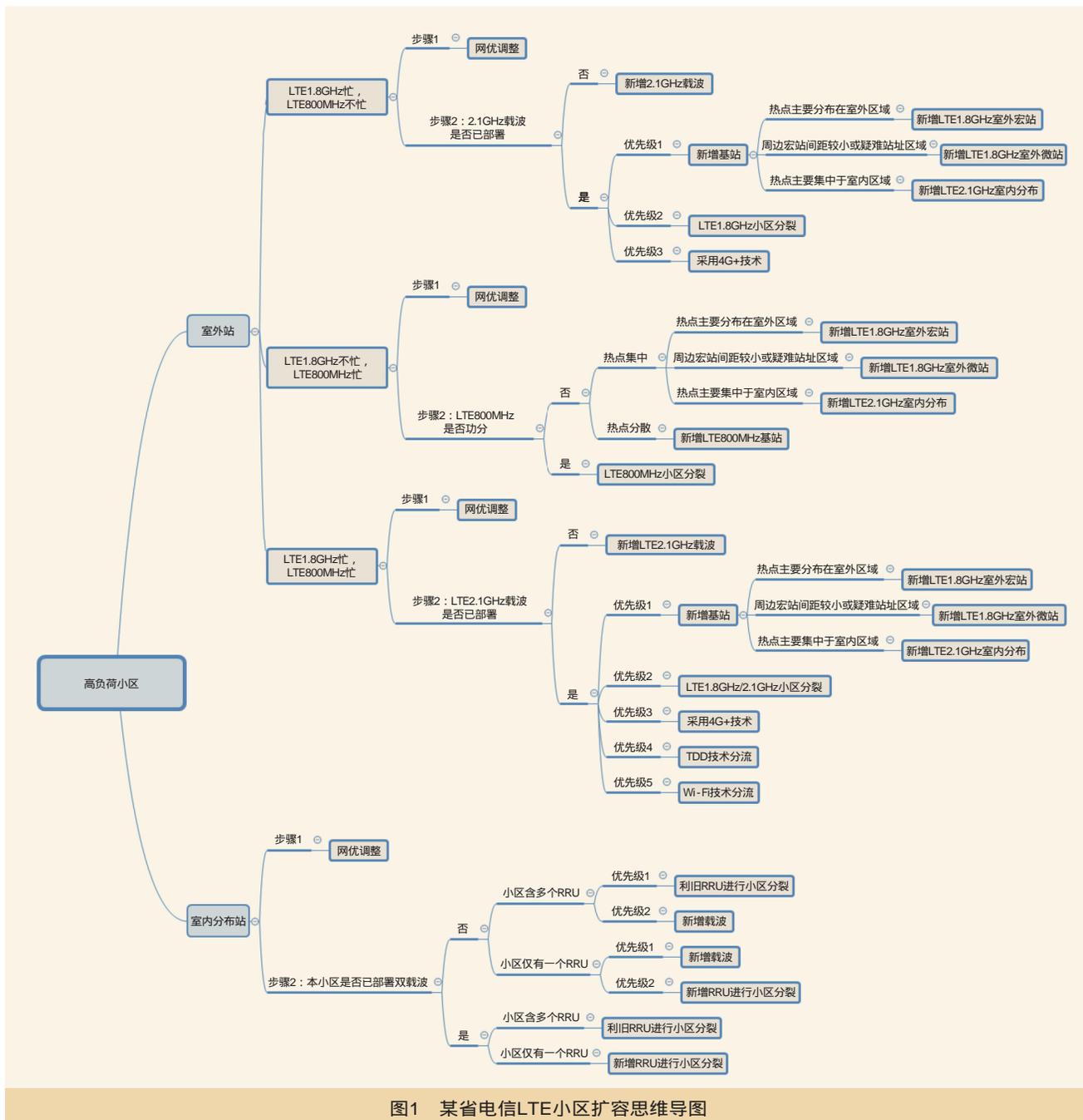


图1 某省电信LTE小区扩容思维导图

(1)新增LTE2.1GHz双载波案例分析

基站一为LTE800MHz与LTE1.8GHz共址，无LTE2.1GHz，该基站的周围环境和周边基站情况如图3所示。

该基站LTE1.8GHz第3小区流量负荷达扩容门限，其流量统计见表2，且第3小区800MHz天线方位角与CDMA网络相同，而与LTE1.8GHz小区方向角有约30°的偏差，不能起到很好的分流作用。

从表2可知，小区PDCP层下行用户面流量超过扩容流量门限的12%，且PRB利用率高，但RRC连接用户数

不多，说明用户主要处在LTE1.8GHz小区中，用户无法达到使用256QAM技术对应的MCS等级，因此建议采用新增LTE2.1GHz双载波扩容方案解决基站一第3小区方向LTE1.8GHz流量的高负荷压力，使部分用户数据业务均衡至LTE2.1GHz网络，缓解LTE1.8GHz流量压力。

因此，该方案主要适用场景为：尚未配置LTE2.1GHz，且高流量用户主要集中在小区近处范围内的高负荷小区。

(2)新建室外站案例分析

基站二LTE1.8GHz第1小区出现超忙现象，其流量统计见

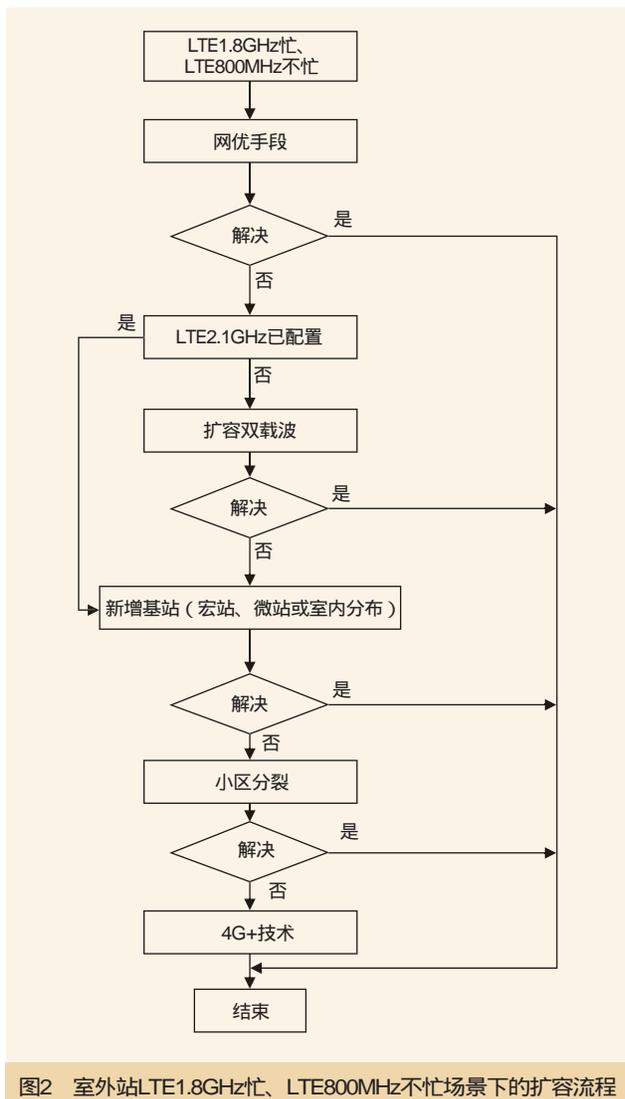


表2。通过分析，该小区覆盖方向的500m范围内都是某高校学生宿舍及运动场，高流量用户多。

从表2可知，此小区内连接用户数不多，PRB利用率和流量均超负荷门限，但是从PRB利用率较高可以看出部分高流量用户在小区覆盖边缘。考虑到某高校及其以北位置人流量很大且没有基站覆盖，为了缓解原有高负荷小区的流量压力和其覆盖远点的不足，在距离基站二542m的高校内新建LTE1.8GHz<E800MHz基站，以减轻基站二LTE1.8GHz第1小区的流量压力。该方案如图4所示。

因此，该方案主要适用场景为：与原LTE1.8GHz高负荷基站站间距合理且站址条件满足的场景。

参考文献

[1] 李宗璋,牛海涛,张振刚,等.分场景的LTE动态扩容模型研究[J].电信技术,2016(4)

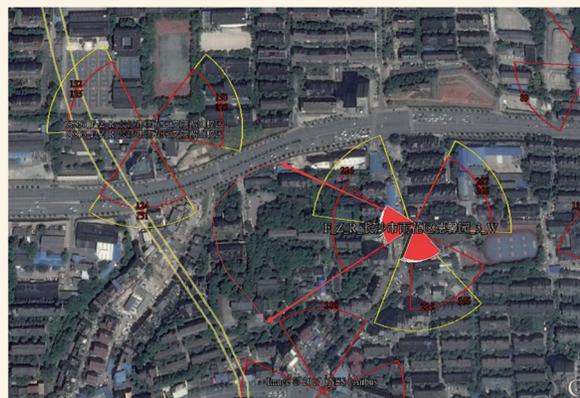


图3 基站一的周围环境和周边基站情况（红色边框为LTE1.8GHz，黄色边框为LTE800MHz）

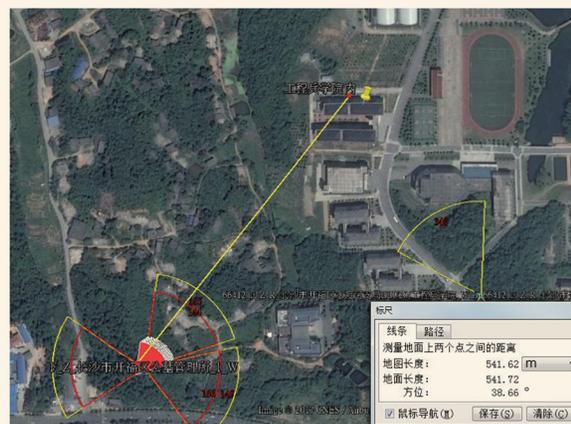


图4 基站二周围环境和新建站位置

表2 基站一和基站二LTE1.8GHz流量统计

小区名	一周内达到扩容门限的天数(天)	PDCP层下行用户面流量(GB/自忙时)	下行PRB平均利用率	平均RRC连接用户数(个)
基站一LTE1.8GHz第3小区	7	8.92	77.7%	93
基站二LTE1.8GHz第1小区	7	10.36	76.7%	53

[2] 张忠皓,童磊,李福昌,等.LTE网络资源利用率和扩容方案研究[J].

邮电设计技术,2016(9)

如对本文内容有任何观点或评论,请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn.

作者简介

田艳中

硕士,毕业于重庆邮电大学,高级工程师,注册咨询工程师(投资),现任湖南省邮电规划设计院有限公司技术经理,研究方向为无线网络设计、规划与优化。

基于固定配额的在线计费方法优化

卜献伟

中国联合网络通信有限公司安徽省分公司

摘要 分析基于固定配额的在线计费方法,在视频业务、4G流量激增的业务驱动下,如何保障业务感知,做到参数设置合理、投资收益大。主要聚焦4G OCS业务,提出基于固定配额的在线计费方法优化方案,应用效果显示,该方案大大降低OCS系统压力。

关键词 在线计费系统 配额 RG

1 引言

移动分组网从2G/3G到4G的跨越,带来用户速率的提升、用户体验的改善。4G用户的激增和移动视频业务的出现,给移动分组网和在线计费带来极大挑战。

受腾讯大王卡、“冰激凌”套餐、省内不限量套餐包等免流量业务的大规模放号影响,尤其是视频业务、流媒体业务,再加上免流量大招,安徽联通4G流量呈爆炸式增长。随之而来的是在线计费系统的并发压力骤增,一度出现OCS系统过负荷导致配额请求超时问题,影响客户感知。下面提出基于固定配额的在线计费方法优化方案。

2 OCS系统原理

在线计费是一种计费信息能够实时影响用户服务使用的计费机制,其要求计费系统能够与业务控制网元实时交互以实现实时业务控制,在线计费机制要求用户使用业务之前在支付账户存入一定的金额。在线计费系统(OCS)根据账户余额的数目来实时控制用户是否可以使用业务资源,以及可使用业务量的数目,从而在根本上控制离线计费带来的欠费风险。

参考3GPP的OCS架构,中国联通提出新一代基于固定配额的在线计费架构,将计费、扣费功能从智能网、数据网、业务网等业务网元中剥离后融入独立的在线计费系统,业务网元主要负责业务控制。基于IETF的Diameter基础协议,3GPP TS32.296和RFC4006定义了各业务网元与OCS的DCC用于实时的交互计费信息、批价,完成对用户的信用控制,实现多业务、多网络融合的在线计费。

如图1所示,业务网元在提供服务前向OCS提交计费和批价请求消息CCR(Initial),OCS进行批价并在用户账

户中预留资金,使用响应消息CCA(Granted-Units)返回批价结果给业务网元进行后续的会话/服务控制。如果配额用完,业务尚未结束,业务网元还需再次向OCS发出CCR(Update)以申请新配额。当会话/服务控制结束时,业务网元向OCS发送一个包含实际使用数据的终止信用控制服务的消息CCR(Termination, Used-Units),OCS返还预留的剩余金额至用户账户,并进行扣款。

3 现状及问题分析

3.1 现状分析

2I2C业务是中国联通与具有互联网线上应用触点,且用户规模上千万的互联网企业开展的合作项目,完全采用电商模式运作。作为公司互联网化运营转型所推出的2I2C业务套餐,一经推出便受到市场普遍好评。安徽联通高度聚焦公司战略,2017年2I2C用户增长至100万。随着新型互联网套餐的推出,业务模型发生明显变化,安徽省2I2C用户占比12.5%,流量占比高达85%。2I2C用户基本为4G用户,随着这类用户的增长,2017年4G流量爆发式增长。2017年年底的日流量已达1312TB,相比2017年年初增长423%。

在线计费系统用户在使用过程中需实时与OCS交互(通过SAE-GW)。SAE-GW向OCS发送CCR请求配额,当配额使用完时,SAE-GW向OCS发送Update CCR请求申请继续使用的配额。业务流量的激增导致SAE-GW与OCS的交互次数呈现爆发式增长,加大系统的并发压力。2017年安徽联通OCS出现过负荷现象(晚忙时尤为明显),部分CCR请求出现响应超时的情况,按照中国联通在线计费系统接口规范要求(如图2所示),这种情况下将拒绝用户使

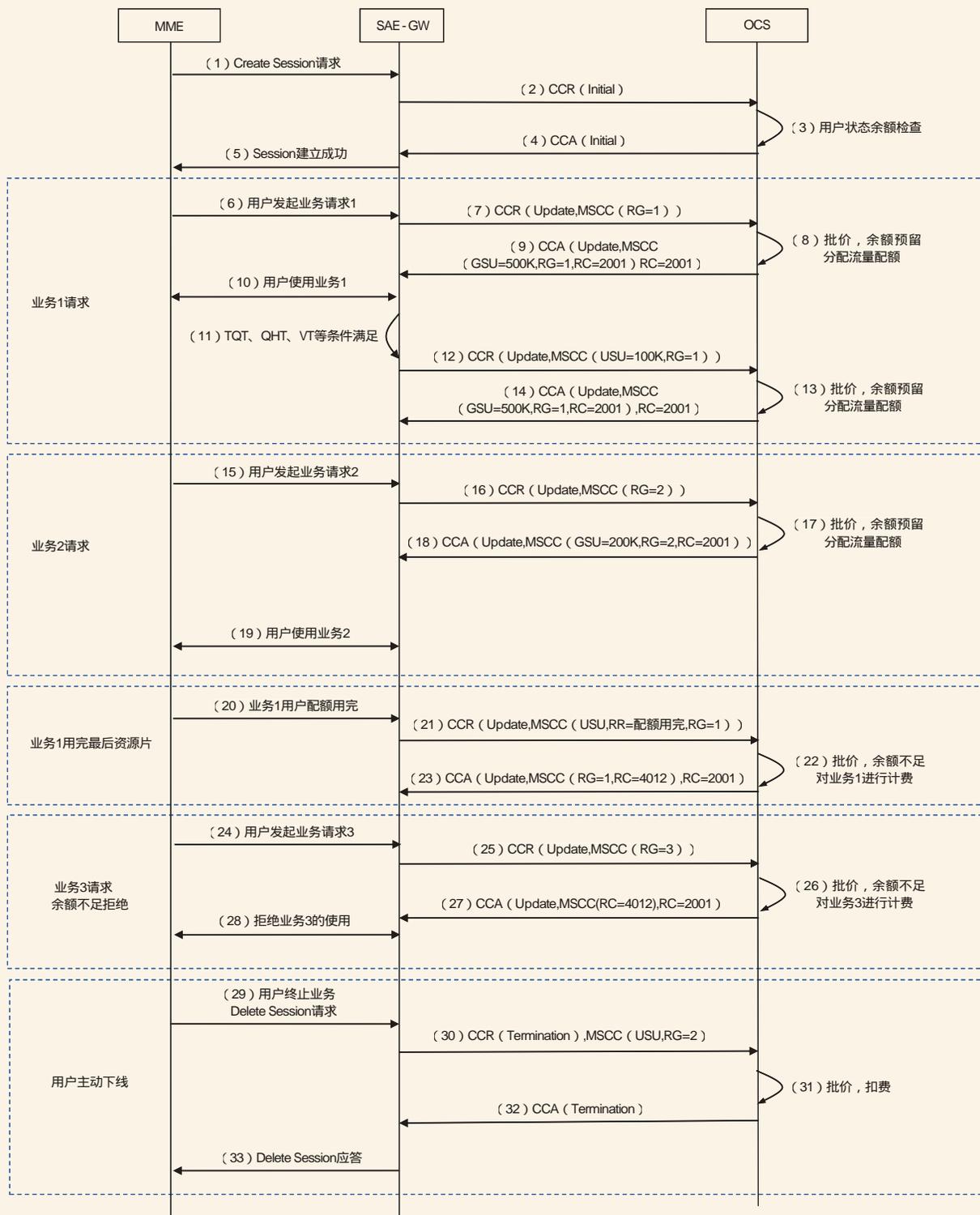


图1 基于多业务并发的OCS计费流程

用，网络侧反向去激活用户。这严重影响用户体验，2I2C业务中的即时手游感知尤为明显。

3.2 问题分析

造成OCS过负荷的症结点在于SAE-GW与OCS的交互次数过多，针对这个问题对现网情况进行梳理，从如下两方面进行分析。

(1) RG同质化严重

中国联通的2I2C业务采用内容计费的方式来实现，通过对不同的业务标识不同的SID和RG，进而实现不同业务的批价处理。从图1中可知用户在使用不同的业务时均需向OCS发送配额申请的请求。随着合作的互联网企业增多，RG的数量也随之上涨，部分互联网企业自身还包含多个RG，且计费方式是一样的，比如阿里宝卡针对手淘CDN、集团CDN、集团IDC、UC、虾米音乐都分别定义了一个RG。截至2018年3月，SAE-GW和OCS上共配置144个RG。

(2) 配额变更未跟上用户模型变化

安徽联通在4G网络上线之初设置配额为4MB，期间未做过调整。随着移动视频业务的高速发展，尤其在2016年年底2I2C及不限量套餐的推出，视频业务逐渐成为数据业务

的主流业务，用户模型和用户行为也随之发生翻天覆地的变化。仍使用原来的配额必将加大网元与OCS的交互次数。用户模型对比见表1。

4 优化方案

4.1 基于固定配额的在线计费方法优化方案

仔细梳理4G业务模型及用户业务模型的变化，经多次探讨分析，针对上述分析中的问题分别提出如下优化方案。

(1)对于同一个2I客户的批价方式一样的业务进行归并，即在SAE-GW和OCS上对同一互联网公司的批价方式一致的RG进行合并，减少同一用户访问业务的并发CCR量。

(2)根据用户模型适当调整配额，由于2I2C用户在安徽省的用户占比不高（12.5%），经过多次探讨分析，暂时取定配额由原来的4MB调整为10MB。

4.2 基于固定配额的在线计费方法优化验证测试

根据基于固定配额的在线计费方法优化方案，选择省内一台SAE-GW11进行方案可行性验证，业务验证通过后，全省推广实施。

(1)对现网业务进行梳理，挑选出腾讯王卡、阿里宝卡、新浪业务、爱奇艺4个互联网客户的业务进行同质化批价归并。调整后按照一个小时的粒度进行CCR数目统计，和前一日同时段相比，环比下降19.61%，具体调整的业务见表2，调整前后CCR的变化情况如图3所示。

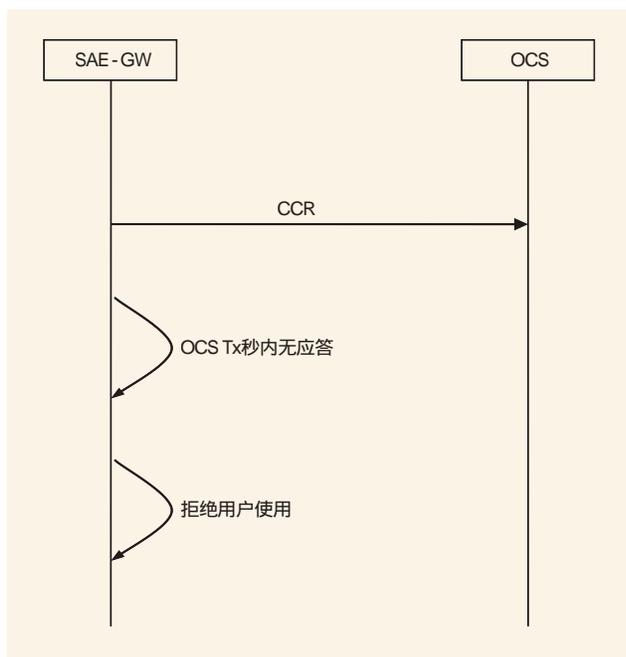


图2 CCR超时处理流程 (Tx=10s)

表1 用户模型对比

2015年模型		2017年年底模型	
2I2C每出账用户流量模型 (kbit/s)	普通4G每出账流量模型 (kbit/s)	2I2C每出账用户流量模型 (kbit/s)	普通4G每出账流量模型 (kbit/s)
无	8	102	17

业务	调整前RG	调整后RG
腾讯王卡	1174863877	1174863877
	1157632026	
	1157632027	
	1157632028	
	1157632029	
新浪业务	1291846400	1291846400
	1157628672	
	1157628673	
爱奇艺	1291846193	1291846193
	553648133	
阿里宝卡	1291846214	1291846214
	1291846310	
	1291846314	
	1291846218	1291846218
	1291846176	
	1291846298	

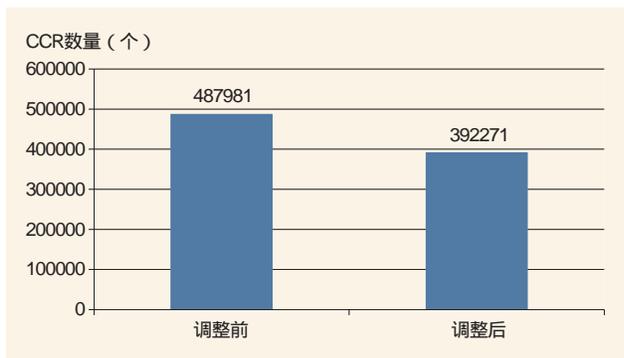


图3 SAE-GW11 RG调整前后CCR的变化情况 (一小时CCR数量)

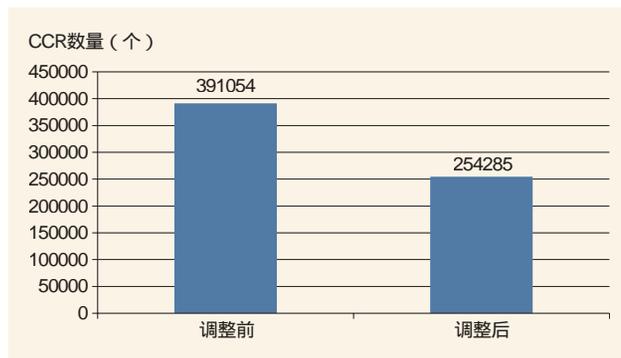


图4 SAE-GW11配额调整前后CCR的变化情况 (一小时CCR数量)

(2)因2G/3G网络的用户模型整体变化不像4G用户模型那么大,经过分析探讨,本次在OCS侧将4G用户配额由原来的4MB调整为10MB。调整后按照一个小时的粒度进行CCR数目统计,和前一日同时段相比,环比下降34.97%,调整前后CCR的变化情况如图4所示。

案,从两个维度研究并验证优化方案,验证测试表明本优化方案大大减少业务控制网元和在线计费系统之间的期望交互次数,减轻在线计费系统的并发压力。同时减少在线计费系统的扩容力度,降低网络扩容维护成本,具有很好的应用价值。

如对本文内容有任何观点或评论,请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

5 结束语

综上所述提出一种基于固定配额的在线计费方法的优化方

迪普科技2018:大道智简 铸网唯安——“自安全网络”解决方案发布

6月13日,迪普科技2018年“大道智简 铸网唯安”“自安全网络”解决方案发布大会在北京召开。作为国内技术领先的网络安全和应用交付产品及解决方案提供商,杭州迪普科技股份有限公司(以下简称“迪普科技”)在本次大会上发布了全新“自安全网络”整体解决方案。该方案仍然秉持了“让网络更简单、智能、安全”的理念,将用户需求与迪普科技自身的技术优势相结合,逐步“生长”发展。一直以来,迪普科技都在不断完善互联网出口、园区网、数据中心、广域网乃至物联网等场景化解决方案。并在此过程中发现不同场景中存在的共性的安全需求。因此,迪普科技将这些共性需求进行抽象总结,构建了“自安全网络”的解决方案体系架构。事实上,该方案已有成功的场景化落地,从2016年开始,迪普科技推出的自安全视频专网解决方案,完美地解决了公安视频专网中摄像头等装备安全接入的问题,在市场上得到了良好的反响。目前,迪普科技自安全视频专网解决方案累计服务超过100个“天网”及“雪亮工程”,可以说,“自安全”视频专网解决方案已经成为视频专网安全领域的第一品牌。

迪普科技守护上合青岛峰会

2018年6月9-10日,上海合作组织成员国元首理事会第十八次会议在山东青岛顺利举行。从2018年4月开始,迪普科技就积极参与了此次峰会的网络安全保障工作。青岛市交警支队依托迪普科技视频专网安全管控解决方案,构建了一张安全可控的视频专网。通过在青岛市10个交警大队、胶州湾隧道视频监控中心等单位部署10余套迪普科技DAC应用安全控制系统,建立了视频专网前端设备的准入机制及前端接入数据的管控机制。基于设备白名单和协议白名单只允许合法的终端和业务接入到交警视频专网中,从而实现重要视频图像信息不失控,敏感视频图像信息不泄露,保障了本次峰会期间青岛市交通指挥、诱导发布、线路监控等安保工作的顺利完成。同时,迪普科技安全服务团队受到青岛市网监的邀请,对青岛30多个单位,近50家重点网站进行了专项安全检查,并为各单位解决了检查出的安全威胁,及时在会前对重点单位网站进行了系统加固,提升了网站系统抵御攻击的能力。

在完成了“查漏补缺”的工作后,迪普科技安全服务团队展开了7×24h不间断的网络安全保障值守工作。数据显示,迪普科技现场保障小组的应急响应及针对性安全策略成功为港航局防护日均千次的高危攻击。

基于高铁场景的 LTE载波扩容评估与小区解耦实践

谭娟娟 廖红喜

中国联合网络通信有限公司重庆分公司

摘要 为保障高铁用户感知,同时兼顾投资收益,基于业务占用时长将高铁小区分为高铁用户主导小区和公网用户主导小区两类,分别给定载波扩容标准;并针对达到扩容标准的超级小区开展解耦实践,通过性能仿真、DT、业务感知评价等多维度数据进行效果验证,旨在给出一种高铁小区解耦方案以及小区解耦对用户感知影响的评价方法。

关键词 高铁 载波扩容 小区解耦 仿真 用户感知

1 前言

我国已经步入高铁时代,高铁已成为运营商竞争的新战场。如何保障用户高铁网络的使用感知,同时兼顾投资收益,成为需要关注的研究目标。

2 高铁LTE网络扩容评估方法

2.1 基于占空比的高铁小区分类

由于高铁线与大网混合组网,部分区域站点吸收公网业务,传统区分方式按照隧道内和隧道外进行区分,但由于隧道外小区仍然有覆盖环境较为单纯的路段,因此下面提出基于占空比的高铁小区分类方法。

以成渝高铁(重庆段)当前时速200km/h计算,平均单小区由三个物理站点(6个RRU)合并,各物理站点的平均间距为800m,那么用户在单小区驻留时长为 $800 \times 3 / (350 \times 1000 / 3600) = 43s$,需要保证高铁在这43s内的用户感知。根据当前运行的列车时刻表,忙时1h内约经过4趟列车,单小区忙时高铁用户占用率为 $43 \times 4 / 3600 \times 100\% = 4.7\%$,因此成渝高铁小区占用率为4.7%左右。

忙时小区占用率=站间距(m)×单小区物理站合并数量/车速(m/s)×(60/平均发车间隔×N)

考虑列车双向运行,通常情况下N值取2,仅当小区覆盖距离超过同向两列列车的间距时,N值才取为4、6等。

假定当列车通过时业务密集,小区TTI满调度,那么专网高铁小区的占空比可参考为5%,占空比高于5%可判定为混合组网高铁小区。所以,从业务占用时长的角度,可以将高铁小

区分为高铁用户主导小区和公网用户主导小区两类。当高铁小区占空比大于5%时,该小区为公网用户主导小区;当高铁小区占空比小于5%时,该小区为高铁用户主导小区。

另外,从用户数量的角度,通过XDR数据和高铁用户识别方法,统计高铁用户占比,也可以将高铁小区分为高铁用户主导小区和公网用户主导小区两类。

2.2 高铁小区载波扩容依据

集团现行LTE载波扩容标准的制定依据是从业务效益、用户负荷、用户感知出发,分为流量价值小区(大包业务)和用户价值小区(小包业务)两类进行(以5Mbit/s作为大包业务的保障速率,518kbit/s作为小包业务的保障速率)。对于高铁等时段性小区,特别是专网高铁小区,由于峰均比高,即使高铁用户业务需求受阻,也往往难以达到常规载波扩容门限。下面在集团扩容原则前提下,基于高铁场景特点,分别对高铁用户主导小区和公网用户主导小区给定扩容标准。

2.3 高铁小区载波扩容标准

对于高铁用户主导小区,无线环境较为简单,周边干扰较小,CQI值较高,现网统计一般在12左右,与室内分布小区水平相当;对于公网用户主导小区,无线环境较为复杂,CQI现网统计一般在10左右,与现网宏站小区水平相当。

以占空比5%为门限,分别统计成渝高铁场景下,高铁用户主导小区和公网用户主导小区的RRC连接用户数峰

均比，并与大网普通小区的RRC连接用户数峰均比进行对比，结果如图1所示。高铁用户主导小区RRC连接用户数峰均比是普通小区的14倍左右，公网用户主导小区RRC连接用户数峰均比是普通小区的2.5倍左右。所以为保证高铁用户感知，应将RRC链接用户数峰均比的差异性纳入高铁小区LTE载波扩容条件。

基于现网统计，PRB利用率与占空比成线性关系，具体

对比项	普通小区扩容准则 (室内分布, 20Mbit/s, 双天线)	高铁用户主导的高铁小区扩容 准则(20Mbit/s, 双天线)
大包业务 主导	RRC平均连接用户数>60	RRC连接用户数>(60/14)
	小区PDCP流量>12GB	小区PDCP流量>12GB×7%
	下行PRB利用率>50%	下行PRB利用率>(50%/14)
小包业务 主导	RRC平均连接用户数>150	RRC连接用户数>(150/14)
	下行PRB利用率>50%	下行PRB利用率>(50%/14)

对比项	普通小区扩容准则 (宏站, 20Mbit/s, 双天线)	公网用户主导的高铁小区扩容准则 (20Mbit/s, 双天线)
大包业务 主导	RRC平均连接用户数>50	RRC连接用户数>(50/2.5)
	小区PDCP流量>8GB	小区PDCP流量>8GB×46%
	下行PRB利用率>50%	下行PRB利用率>(50%/2.5)
小包业务 主导	RRC平均连接用户数>150	RRC连接用户数>(150/2.5)
	下行PRB利用率>50%	下行PRB利用率>(50%/2.5)



图1 RRC连接用户数峰均值对比

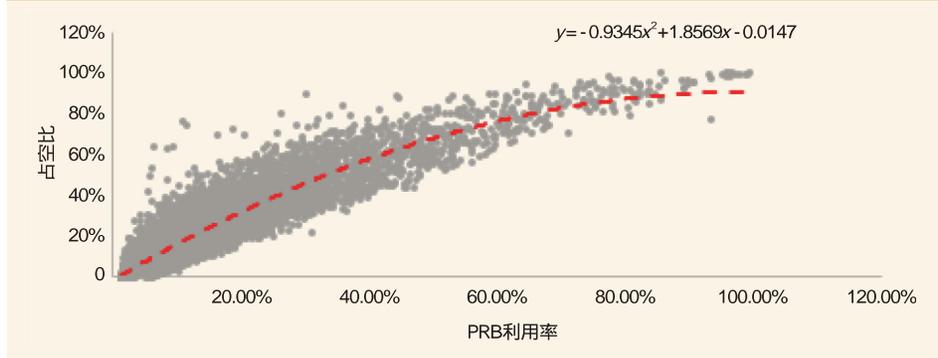


图2 PRB利用率与占空比的关系

如图2所示。这对于高铁小区同样适用，拟合成线性函数。

$$y = -0.9345x^2 + 1.8569x - 0.0147 \quad (1)$$

其中，y为占空比，x为PRB利用率。

当PRB利用率达到50%时，传输比大约为70%。对于大包业务主导小区，其PRB资源利用率与RRC连接用户数成线性关系，高铁用户的PRB资源利用率峰均比明显高于普通小区。

对于高铁用户主导的高铁小区，当PRB利用率大于扩容门限3.6% (=50%/14) 时，代入公式(1)，得到占空比，大约为5.1%，此时小区PDCP流量为普通小区的7% (=5.1%/70%)。

对于公网用户主导的高铁小区，当PRB利用率大于扩容门限20% (=50%/2.5) 时，代入公式(1)，得到占空比，大约为32%，此时小区PDCP流量为普通小区的46% (=32%/70%)。

高铁用户主导小区与公网用户主导小区的扩容门限分别见表1、表2。

3 高铁小区解耦实践

根据高铁场景LTE扩容评估方法，对于满足扩容条件的高铁小区应启动扩容操作。高铁小区为保持业务的连续性，一般为多RRU合并的SFN小区。相对载波扩容、TDD分担等方案，小区解耦是低成本、见效快的手段。但小区解耦操作带来资源负荷下降的同时，

会引入交叠覆盖区域增多，高铁线路切换带增多等问题，可能影响高铁用户感知。下面对成渝高铁永川水电校进行解耦前仿真，确定解耦方案，并给出解耦效果评价。

3.1 永川水电校解耦仿真

LTE同频组网条件下，以成渝高铁为例，列车穿城区而过，部分站点不可避免地吸收了大量的公网用户和公网业务。以高铁站点永川水电校为例，高铁沿线建筑物紧挨分布，无法通过优化调整做到专网覆盖，具体如图3所示。

由于永川水电校处于密集城区场景，应用Cost 231-Hata模型进行仿真，路损公式如下：

$$\text{Path Loss} = 46.3 + 33.9 \log f - 13.83 \log(h_b) - a(h_m) + (44.9 - 6.55 \log(h_b)) \times \log d + K_{\text{Clutter}}$$

其余仿真参数设置见表3、表4、表5。

仿真结果显示，PRB利用率为50%的小区，在解耦成2个独立小区和3个独立小区后，速率有所下降。解耦成2小区或3小区后相比于解耦前速率约下降3Mbit/s，而解耦成2小区和解耦成3小区两者速率相当。不同解耦方式的仿真结果见表6。

永川水电校小区解耦前后速率分布仿真如图4所示。

解耦成2小区和3小区在速率损失上相差不大，考虑解耦3小区相比解耦2小区在容量上的增益更大，故采用解耦成3

小区的方式进行扩容。高铁站点永川水电校解耦方案如图5所示。

3.2 永川水电校解耦效果评价

3.2.1 小区级KPI

实施解耦方案后，永川水电校的PRB利用率由拆分前的58%下降至23%；平均CQI由8.96小幅上升至9.19，上升0.23；CQI优良比由77.78%提升至80.56%，提升幅度2.78%。

3.2.2 高铁线路测指标

小区解耦实施前后，进行高铁线路测对比，主要指标见表7。

从测试结果上看，SINR有小幅改善（由平均5.77提升至5.92），这和网管统计的CQI变化趋势相符。

下行速率由27.03Mbit/s下降至16.46Mbit/s，下降较多。分析主要原因为同频小区由三个增加为9个，切换带由两处增加至8处，而每个逻辑小区的平均占用时长由27s减少至



图3 高铁站点永川水电校周边示意

表3 系统参数设置

参数	取值
频段	FDD LTE1800MHz
小区带宽	20MHz
功率	2 × 20W

表4 终端参数设置

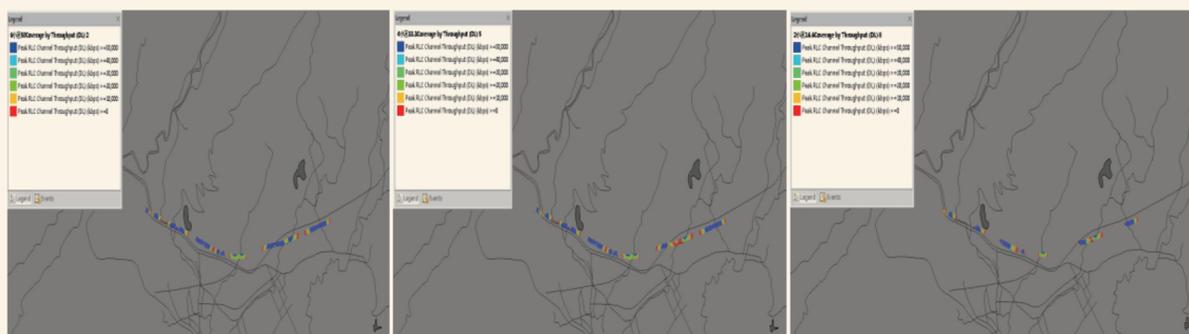
参数	取值
终端最大发射功率	23dBm
噪声系数	7dB
发射端口数	1个
接收端口数	2个
高铁车体损耗	20dB

表5 天线主要参数

参数	取值
天线型号	21dBi 0Tilt 1800MHz / 18dBi 0Tilt 1800MHz
频段	1800MHz
增益	21/18dBi

表6 不同解耦方式仿真结果

速率	解耦方式	6RRU小区	4RRU小区	2RRU小区
		PRB利用率50%	PRB利用率33.3%	PRB利用率16.6%
4000kbit/s		54.40%	45.72%	43.60%
3000kbit/s		1.96%	1.92%	2.20%
2000kbit/s		16.19%	17.14%	17.13%
1000kbit/s		15.87%	17.82%	20.86%
0		11.58%	17.40%	16.21%
平均速率 (Mbit/s)		29.4	26.7	26.4



(a) 解耦前

(b) 解耦成2小区

(c) 解耦成3小区

图4 高铁站点永川水电校解耦仿真速率分布

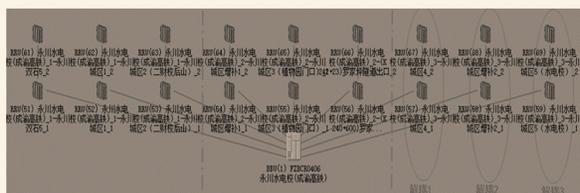


图5 高铁站点永川水电校解耦方案

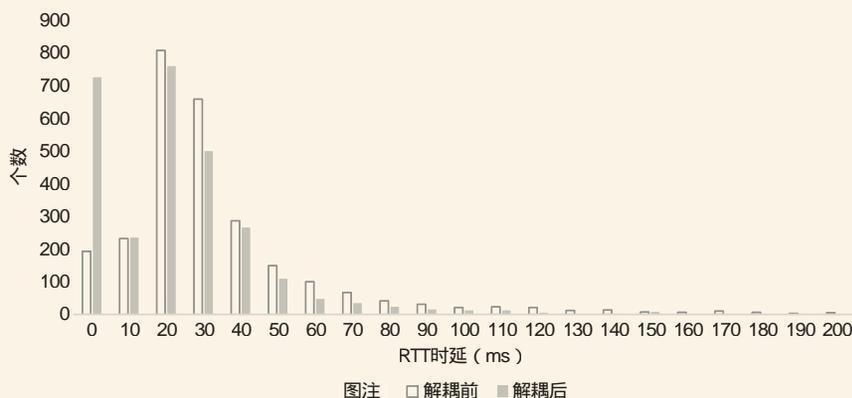


图6 解耦前后下行RTT时延分布

表7 解耦前后主要测试指标对比

时间	RSRP (dBm)	SINR (dB)	下载速率 (Mbit/s)	占用时长 (s)
拆分前	-85.89	5.77	27.03	81.1
拆分后	-87.18	5.92	16.46	83.8

表8 解耦前后单个小区占用时长

解耦前小区	占用时长 (s)	解耦后小区	占用时长 (s)
FZBCR0406永川水电校(成渝高铁)_1	31.6	永川城区2 (二财校后山)	9.2
		永川城区1	11.4
		永川双石5	12.9
FZBCR0406永川水电校(成渝高铁)_2	24.5	罗家坪隧道出口	11.7
		永川城区3 (植物园门口)	2.8
		永川城区增补1	10.6
FZBCR0406永川水电校(成渝高铁)_3	25	永川城区5 (水电校)	8.2
		永川城区增补2	8.6
		永川城区4	8.4

表9 水电校解耦前后感知指标

时间	下行RTT平均时延 (ms)	小页面显示时长(ms)	大页面下载速率 (kbit/s)	平均初始缓冲时长(ms)
拆分前	88.95	443.21	3007.34	392.02
拆分后	47.79	434.00	3660.74	380.47
变化趋势	感知提升	感知提升	感知提升	感知提升
变化幅度	-41.16	-9.22	653.39	-11.55

9s。这造成测试终端在每个小区下的占用时长过短，峰值速率无法长时间维持，导致平均速率下降。解耦前后单个小区占用时长见表8。

3.2.3 端到端业务指标

水电校高铁用户业务感知提升明显，时延及速率类指标总体都有所提升，具体见表9。其中RTT平均时延减小41ms，小页面显示时长缩短9ms，大页面下载速率提升653kbit/s，视频业务平均初始缓冲时延减小11ms。

其中，下行RTT时延解耦前后分布如图6所示。解耦后RTT时延点分布明显向左偏移，差采样点收敛变快，说明高铁用户的RTT时延指标得到改善。

通过以上多维度分析，可以得到以下结论：在PRB利用率为50%的条件下，将6小区合并的SFN小区分裂成3个小区，虽然路测峰值速率下降明显，但高铁用户和公网用户的感知均得到提升。

4 结束语

区别于一般场景，高铁小区时段性特征显著，沿用现有扩容标准难以准确评估小区资源是否满足业务需求，对高铁用户业务感知保障无法做到及时、优质。通过对高铁小区占空比、用户峰均比、PRB利用率特性的分析，在现有扩容标准上进行修正，并应用于高铁扩容评估。依据评估结果，对高负荷站点SFN小区解耦效果仿真，确定解耦方案，对解耦效果进行多维评价。对于PRB利用率水平不同的高铁小区，不同的解耦方式（2小区合并、4小区合并）对高铁用户以及大网用户的感知增益如何，后续将采用性能仿真和理论计算相结合的方式进一步深入。

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

谭娟娟

硕士，毕业于北京邮电大学，现就职于中国联合网络通信有限公司重庆分公司。

廖红喜

本科，毕业于重庆大学，现就职于中国联合网络通信有限公司重庆分公司。



运营商VDC安全部署解决方案

龚加剑¹ 郑峰峰² 白丽丽²

1.河南省信息咨询设计研究有限公司

2.中国联合网络通信有限公司河南省分公司

摘要 分析云数据中心面临的挑战，分别从云安全体系架构、网站安全防护、日志集中审计、边界安全防护、VDC网络安全等方面进行研究，并提出运营商VDC安全部署解决方案。

关键词 安全防护 IDS 防火墙

1 引言

作为云服务和新一代信息通信基础依托的数据中心正在向规模化、集中化和绿色化的方向发展。传统数据中心规模小、布局分散、功能单一、能效低下。整合小型数据中心、将适合集中的数据和服务转移到大型的云数据中心已成为全球趋势。

运营商通过建设属地化私有云能够更好地满足垂直行业的深度定制化、属地化服务，并能提供更高安全性的服务。通过SDN虚拟化技术，将现有分散的各节点资源虚拟化整合为统一的云数据中心资源池，形成核心+分布式DC的一体化云数据中心。然而，由于云数据中心在应用、服务和边界等方面都是动态的，如何实现高效的安全部署仍面临巨大的挑战。

2 云安全体系架构

参考电信网和互联网安全防护体系系列标准的相关防护规范，从信息系统安全涉及的角度，信息安全系统可以看成是由安全应用支撑平台和在其上运行的应用软件系统两部分组成。而安全应用支撑平台又是由信息安全机制和信息安全基础技术支持来实现的，其中信息安全基础技术包括密码基础、系统安全技术、网络安全技术以及其他安全技术。这些基础提供了身份认证、访问控制、安全审计、可用性保护、机密性保护、完整性保护、监控、隔离、过滤等安全机制，用以形成覆盖计算环境、区域边界、通信网络的等级保护技术方案，同时通过引入安全管理中心，构成完整的信息安全系统。方案的总体设计框架如图1所示。

3 网站安全防护

由于网站是处于互联网这样一个相对开放的环境中，各类网页应用系统的复杂性和多样性导致系统漏洞层出不穷，病毒木马和恶意代码在网上肆虐，黑客入侵和篡改网站的安全事件时有发生。

网站防护系统是针对网站网页保护的防护系统。该系统的特点主要体现在以下几个方面：

- (1)对动态和静态网页实施的保护，在保护静态网页的同时保护网站脚本和后端数据库；
- (2)恶意代码主动防御机制不仅能够防范已知恶意代码，而且对未知恶意代码也具备防范能力。

网站防护系统需要实现恶意代码主动防御、网页的文件过滤驱动保护、防跨站攻击、防SQL注入、自身抗网络攻击能力等功能，以防止黑客入侵、网站篡改，从而更有效地对网站网页安全进行保护。

4 日志集中审计

日志审计系统为不同的网络设备、安全设备、服务器、应用系统提供统一的事件管理分析平台，打破不同设备存在的信息鸿沟，系统提供强大的监控能力，从网络到设备直至应用系统的监控。在对事件监控信息的集中及关联分析的基础上，有效实现全网的安全预警、入侵行为的实时发现、入侵事件的动态响应，通过与其他安全设备的联动来真正实现动态防御。

对于服务器区域，首先应开启操作系统自身的审计模

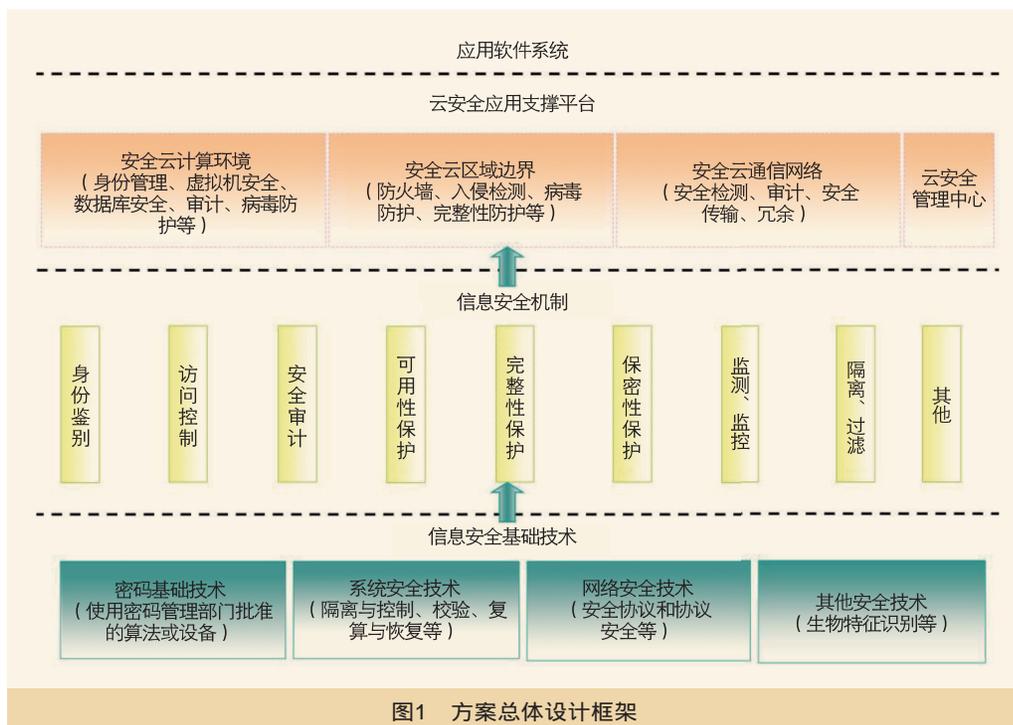


图1 方案总体设计框架

块，并且应用系统也应当开启审计功能。审计的范围应当详细包括登录、操作、结果、事件、用户名等信息。同时利用日志审计系统，集中将操作系统及应用系统的日志信息传递到该平台，即使本地的日志信息被恶意删除，也可在统一的远程日志审计系统中恢复该记录。

5 边界安全防护

5.1 边界访问控制

边界访问控制是实现整体安全技术体系的首要前提，也是用户进行安全建设的首选措施，主要包括网络边界访问控制、业务边界防护控制等。其核心功能是：将用户信息网络划分出不同的网络安全区域，对跨越安全区域的访问进行访问控制，重点根据源/目标地址及协议、端口、服务、用户等信息进行判断，符合访问控制策略的将被允许，否则将被禁止。

在云环境下的安全域划分，已经根据实际网络环境划分了不同的安全域和业务域。在网络访问控制的层次模型中，内部网络划分了安全域，既需要在外部网络接入边界处实施访问控制，也需要在各个安全域边界实施访问控制。而且需要在宿主主机上实施基于主机的网络访问控制，实现虚拟机之间的隔离，从而形成网络边界-安全域边界-主机-虚拟机4层网络访问控制机制。

网络边界：在接入域部署防火墙网关，采用防火墙隔离策略进行内外网隔离。

域边界：各个安全域边界采用中低端防火墙进行硬隔离，

提高安全性和可用性，避免由于采用核心交换机上的虚拟化防火墙带来的软隔离问题，同时减少核心交换机带来的压力负载，降低边界访问控制单点故障率，提高系统的可靠性。

外网和内网边界：

由于在云计算平台部署的业务系统中，有些业务系统需要能提供互联网用户访问，因此需要部署公网地址，并在接入区进行访问控制。

业务边界：由于云数据中心业务的特殊性，可以将业务系统划分为二级和三级系统。

根据等级保护要求，二、三级系统间需进行隔离，要求在安全部署方案中可以针对不同的业务级别，采用在核心交换机划分VLAN，并在各自的业务系统边界部署云防火墙的方式进行访问控制。

虚拟机边界：在云计算环境下，所有的业务系统共用一个云计算虚拟化环境，那么所有的业务系统在物理资源上是融合的，因此需要在二、三级的虚拟资源区进行二层隔离。网络设计中可以采用云防火墙配合接入层交换机的虚拟化技术进行虚拟机之间的隔离。

5.2 边界入侵检测

通过在服务器区域边界部署入侵检测系统（IDS）来实现对网络攻击的防范，入侵防护系统往往以旁路的方式部署在网络中，提供主动、实时的入侵检测，具备对L2~L7网络的线速、深度检测能力，同时配合以精心研究、及时更新攻击特征库，即可以有效检测隐藏在海量网络中的病毒、攻击与滥用行为，也可以对分布在网络中的各种流量进行有效监控。

入侵检测系统是一种对网络传输进行即时监视，在发现可疑传输时发出警报或者采取主动反应措施的网络安全设备。入侵检测系统与其他网络安全设备的不同之处在于：入侵检测系统是一种积极主动的安全防护技术。

传统的状态检测、包过滤防火墙是在网络层、传输层工作，根据IP地址、端口等信息对数据包进行过滤，能够对黑客攻击起到部分防御作用。但是黑客仍然可以根据合法的IP

地址,通过防火墙开放的端口对内网发起攻击,目前很多攻击和应用可以通过任意IP、端口进行,各种高级、复杂的攻击单纯地使用状态检测、包过滤,防火墙无法进行阻挡,需要使用入侵检测系统来配合防火墙实现对复杂攻击的检测。入侵检测系统工作在L2~L7,通常使用特征匹配和异常分析的方法来识别网络攻击行为。

安全系统应根据各个功能区要求部署入侵防御能力。通过部署入侵防御系统弥补防火墙的不足,为网络安全提供实时的入侵检测并采取相应的防护手段,降低网络安全风险。入侵检测系统旁路部署到网络链路中,可以准确监测网络异常流量,自动对各类攻击性的流量,尤其是应用层的威胁进行及时告警,最大限度地减少攻击可能给企业造成的损失,从而进一步提高企业信息安全基础结构的完整性。

5.3 边界病毒防护

可在整个外部网络边界部署防病毒网关,在网络层实现对病毒的查杀。病毒过滤网关运行在区域边界上,分析不同安全区域之间的数据包,对其中的恶意代码进行查杀,防止病毒在网络中传播。

有些病毒在网络中传播(比如蠕虫病毒)时,即使没有感染到主机,也已经对网络造成危害。病毒过滤网关针对这些病毒产生的扫描数据包,采用“空中抓毒”的安全机制,在边界处就过滤了这些无用的数据包,从而为网络创造一个安全的环境。

病毒过滤网关与部署在主机、服务器上的防病毒软件相配合,从而形成覆盖全面、分层防护的多级病毒过滤系统。

5.4 边界完整性保护

对于服务器区域,考虑到该区域内的主机设备均为服务器,不会主动对外发起访问,因此实现边界完整性保护的要点就是要杜绝非法接入。在服务器区域的接入交换机端口上绑定MAC地址,对于接入的非许可终端,由于其MAC不会被交换机识别,因此可有效防止非法接入。

对于终端办公区域,应当部署终端安全管理系统,结合网络准入技术,实现办公终端的非法外联和非法接入行为的管控。

6 VDC网络安全

VDC网络安全解决架构主要包括如下两个层面。

6.1 网络业务层面

用户可以根据业务类型、用户组、网络域等业务进行

分类,并针对不同的业务类型应用不同的安全策略,可应用的策略包括如下4种。

- (1)ACL策略(基于端口、5元组等在交换机上实现)。
- (2)防火墙策略(基于vFW实现)。
- (3)引流路径(通过特定的Action在交换机上实现)。
- (4)加密行为/VPN策略(基于IPSec VPN实现)。

策略引擎将策略规则转换为安全资源的部署和配置,自动适应如下三种场景。

- (1)IP地址/VLAN/MAC的调整。
- (2)云和网络的伸缩、迁移。
- (3)不同的设备和供应商。

6.2 网络控制层面

控制转发分离后,控制器成为单点枢纽,面临DDoS攻击,此外开放应用接口易受到恶意应用、BUG的威胁,措施有如下三种。

- (1)北向的应用认证,保证控制器不受非法应用的入侵。
- (2)南向接口安全保护:通过SSL等手段保证流表下发的安全性。
- (3)特定的APP或流表,对上送报文进行监控,一旦发现异常报文,即进行溯源、隔断,保证控制器自身的安全。

参考文献

- [1] 张晨.云数据中心网络与SDN技术架构与实现[M].北京:机械工业出版社,2018
- [2] Raghuram Yeluri, Enrique Castro-Leon.云安全基础设施构建 从解决方案的视角看云安全[M].北京:机械工业出版社,2017
- [3] 李劲.云计算数据中心规划与设计[M].北京:人民邮电出版社,2018
- [4] 卿昱.云计算安全技术[M].北京:国防工业出版社,2016

如对本文内容有任何观点或评论,请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

龚加剑

本科,现就职于河南省信息咨询设计研究有限公司,从事数据中心、云计算和数据网络安全方面的设计工作。

郑峰峰

本科,现就职于中国联通河南省分公司,主要研究方向为视频会议技术、政务安全应用部署等。

白丽丽

本科,现就职于中国联通河南省分公司,主要研究方向为移动软交换技术、VoLTE、网络安全等。