



4G

基于业务感知的分场景 4G 网络扩容体系

汤利民,徐德平,程日涛

(中国移动通信集团设计院有限公司,北京 100080)

摘要:针对 4G 网络现行扩容标准的局限性,从业务感知入手制定了分类业务的感知评价标准,并通过研究业务感知与网络负荷之间的关联性,确定了各业务类型的扩容门限。

关键词:业务感知;扩容;PRB 利用率

中图分类号:TN929.53

文献标识码:A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2015364

4G network capacity expansion system based on service perception

TANG Limin, XU Deping, CHENG Ritao

China Mobile Group Design Institute Co.,Ltd., Beijing 100080, China

Abstract: In the view of the limitations of current 4G network capacity expansion standards, the perception and evaluation standard of classification of service was formulated from the service perception, and the correlation between the service perception and network was studied, which loaded to determine the threshold of capacity expansion in various types of services.

Key words: service perception, capacity expansion, PRB utilization ratio

1 引言

1.1 4G 网络业务特性

4G 网络强大的端到端传送能力使丰富多彩的移动互联网应用随时随地渗透到每个用户,同时更为复杂的应用决定了评价业务质量的体系也更为复杂。持续提升极致体验、业务零等待是终极的建网目标。

4G 网络还是基于数据分组服务域(packet service domain)的系统,业务占用信道的特征体现在共享特性、速率可变特性方面。共享特性决定了业务特性与系统特性有一定背离关系,特定业务在某一时刻得到的服务与系统负荷、终端所处无线信道质量、调度算法、业务数据分

组达到特性等因素均相关,速率可变特性决定了业务的感知速率随时处在变化之中,平均速率难以体现业务实际的感知。

1.2 现网扩容标准及局限性

传统的 2G、3G 网络主要依据基于爱尔兰理论的信道利用率体系制定扩容方案,中国移动在 4G 网络扩容体系研究方面基于统一业务模型要求,综合考虑了信道利用率、小区吞吐量、有效 RRC(radio resource control)连接数等因素,制定了保障统一业务需求的扩容标准并在现网应用中起到了积极作用。

现有 4G 网络负荷评价体系主要以信道利用率为基础,参考有数据传输的 RRC 连接数、小区吞吐量的情况进



行扩容。针对上述 3 个评价参数,分别依据一定的评价标准确定门限(网络规划设计要求取定信道利用率门限);取定业务模型,结合实验室测试确定有数据传输的 RRC 连接数门限;依据信道利用率门限和实测的 PRB(physical resource block)承载效率取定小区吞吐量门限。现行标准也存在不适应 4G 网络发展的问题,现行标准基于统一业务模型进行设定,现网运行发现部分小区利用率不高且用户感知不好的现象。不同地域、不同场景差异化明显,大而统一的标准无法适应互联网业务发展需求。

1.3 本文解决的问题

基于移动互联网业务特性,本文对扩容标准进行了完善和优化,形成场景、体系化的扩容标准,主要内容如下。

- 基于现网大数据分析,确定不同场景下的小区扩容标准。
- 基于理论分析和测试数据,研究 VoLTE 引入对扩容标准的影响。
- 考虑到数据业务热点的聚合性特征,基于统计分析,提出成片扩容的建设标准。

2 基于业务感知的扩容体系

2.1 研究思路

体系建立需要按业务分类,制定业务感知评价标准,制定分业务类型的扩容标准,制定成片扩容标准,具体步骤如下。

步骤 1 进行业务分类。根据现网业务统计,进行业务优先级排序,确定主流业务。分析主流业务技术特性,找出影响扩容标准的关键因素,按照此因素进行业务分类。

步骤 2 制定业务感知评价标准。从单一业务(小分组业务(如浏览)、大分组业务(如视频)、VoLTE 业务)的客户感知着手,研究各类业务的感知评价标准。

步骤 3 制定分业务类型的扩容标准。在业务感知与网络负荷关联性分析中,首先将无线侧业务感知影响从端到端业务感知指标中剥离,并通过现网数据分析和测试验证的方法研究无线网网络负荷与业务感知之间的关系,从而确定不同业务类型的扩容标准。

步骤 4 制定成片扩容标准。在步骤 3 基础上,从网络整体性出发,对网络容量的变化进行科学分析预测,从而提升整个网络的资源使用效率,预防容量爆发对用户感知影响的风险。

2.2 业务分类

业界对于业务的分类主要采用应用层标准,从国际运营商数据来看,主流业务包括 Web 浏览、视频、文件下载、即时通信等。从中国某城市 4G 业务分场景构成来看,这 4 类业务占整体业务时长的比例高于 80%,流量比例比时长比更高一些。

不同类型业务的网络负荷表现也存在明显的差异性,小分组业务的数据分组小,达到同样容量需要同时调度的用户数多,队列中等待调度的数据分组多,调度能力受限,信道资源占用零散且效率低。

大分组业务的数据分组大,达到同样容量需要同时调度的用户数少,调度能力不受限。其资源占用特点表现为调度资源开销小、信道资源占用集中且效率高。小分组业务与大分组业务网络覆盖表现的差异性如图 1 所示。

考虑 4G 网络目前尚不支持语音业务,而语音业务后续也将成为 4G 网络的重要业务之一,且语音业务的质量要求与其他数据类业务存在明显差异性,因此将 VoLTE 语音业务作为一个独立的业务分类进行研究。

经过对现网 Web 浏览、视频、文件下载、即时通信业务的数据提取分析,设定小分组业务、大分组业务及 VoLTE 业务作为 3 种基本的业务分类。

- 小分组业务以即时通信类业务为主,主要为微信、QQ 等。业务特性表现为单用户流量小、突发性高、速率要求较低、信令开销大,单小区能够支持的用户数多。
- 中分组业务以 Web 业务为主,包括 Web 浏览、HTTP 下载等。业务特性表现为单用户流量较大、速率要求较高、信令开销适中、单小区能够支持的用户数较多等。
- 大分组业务以视频业务为主,包括 Web 视频、微信视频、FTP 下载等。业务特性表现为单用户流量大、速率要求高、单小区能够支持的用户数少。业务分类及基本特征见表 1。

2.3 业务感知评价标准

用户体验质量(quality of experience, QoE)是指用户对业务的主观体验,是从用户的角度感觉到的系统整体性能。因而,用户体验质量是客户对服务商整体满意度的衡量。

KPI(关键网络性能指标)与 KQI(关键业务质量指标)是保障 QoE 和 QoS 需求的基础,也是可以直接测量和监测的重要参数。在网络优化中,它们亦是 QoE 的关键影响因素。

业务感知指标体系如图 2 所示。

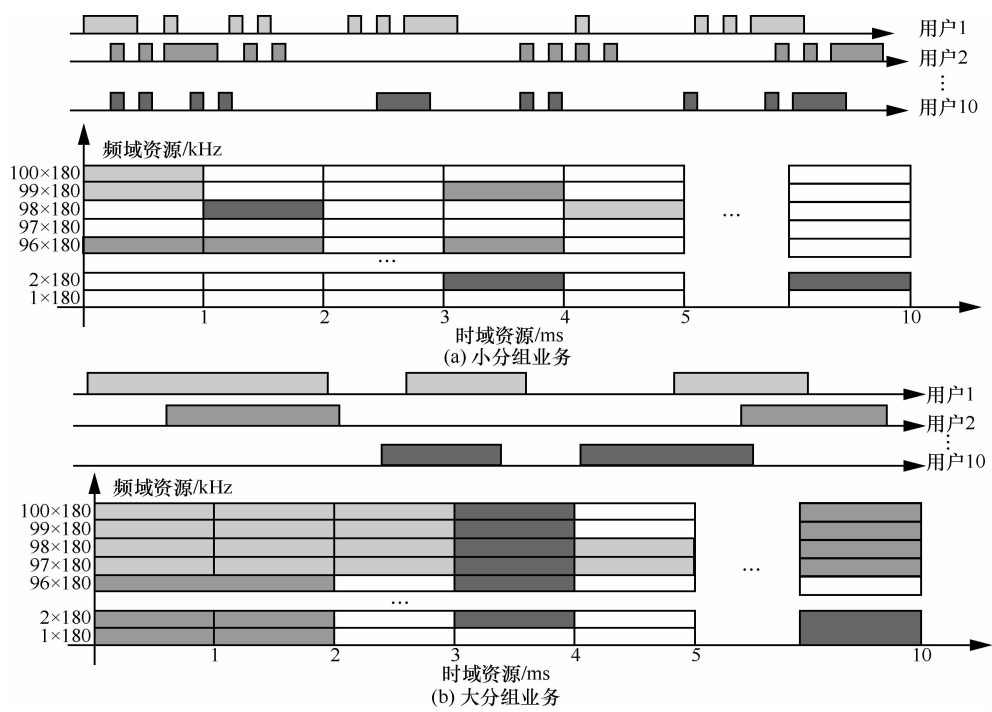


图 1 小分组业务与大分组业务网络覆盖表现的差异性

表 1 业务分类及基本特征

业务分类	每 E-RAB 连接流量	典型业务	业务特征
数据业务	小分组业务 E-RAB 连接流量 ≤ 300 KB	Web 浏览、即时通信	用户数多、单用户流量小、突发性高、速率要求较低、时延要求高、业务开销大
	中分组业务 $300 \text{ KB} < \text{E-RAB 连接流量} \leq 1 \text{ MB}$		小分组与大分组混合业务
	大分组业务 $1 \text{ MB} \leq \text{E-RAB 连接流量}$	视频、文件下载	用户数少。单用户流量大,单用户速率要求较高、时延要求较低、要求持续性提供服务、突发性要求小
VoLTE 业务		VoLTE	上下行对称业务,现网子帧配比下上行受限、用户数多、单用户流量小

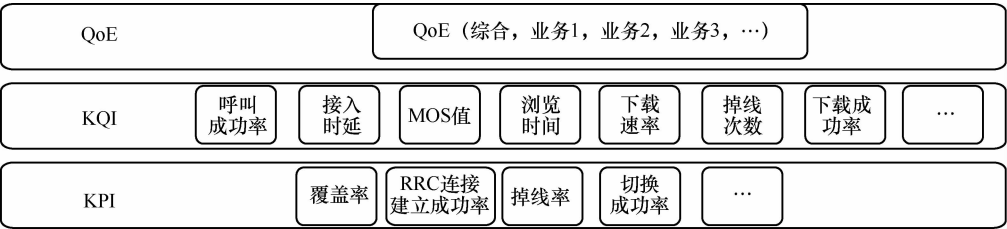


图 2 业务感知指标体系

QoE 的主观感知标准在实际应用中无法量化处理,因此需要量化。一般认为,对于数据业务而言,业务等待时间是用户可感知的网络体验标准,但不同业务存在个性的衡量标准,比如对于 Web 浏览业务,页面打开时间是最重要的业务感知量化指标,视频业务的初始打开时间、卡顿、马赛克比例等是主要的量化指标,VoLTE 业务的评价指标包括接通率、接通时延、掉话率、MOS 值等。

以视频浏览业务为例,通过从生理学、心理学多个角

度的业务等待时间忍耐度研究,用户良好体验感受的门限为 2.5~3 s,即要求用户从点击视频链接到视频开始播放的初始缓冲时延不高于 2.5~3 s。视频浏览业务感知标准如图 3 所示。

2.4 分业务类型的扩容标准

2.4.1 小分组业务

通过对 3 省现网 22 万以小分组业务为主的小区利用率数据的统计分析,随客户数增长,下行利用率和吞吐量

增长存在“拐点”效应,通过拐点后,下行利用率和吞吐量不再随客户数增长而增长,单客户感知下降。上行未出现拐点,上行 PRB 利用率参照原标准,吞吐量门限按 50% 利用率实际对应值修订。

取定扩容门限为下行/上行利用率门限分别为 40% 和 50%,RRC 数门限为 50 个,下行/上行流量门限分别为 2.2 GB 和 0.3 GB。小分组业务分析如图 4 所示。

2.4.2 中分组业务

通过对以中分组业务为主的小区利用率数据的统计分析,中分组业务类型的小区下行利用率和吞吐量随客户数增长而增长,但未发现明显受限情况,用户数和吞吐量门限根据现网实际情况修订。

取定扩容门限为下行/上行利用率门限分别为 50% 和

50%,RRC 数门限为 20 个,下行/上行流量门限分别为 3.5 GB 和 0.3 GB。中分组业务分析如图 5 所示。

2.4.3 大分组业务

通过对以大分组业务为主的小区利用率数据的统计分析,大分组业务类型小区随客户数增长,吞吐量增长趋缓,存在“拐点”效应,通过拐点后,虽然利用率仍在增长,但吞吐量呈现下降趋势,拐点处取为扩容门限。

取定扩容门限为下行/上行利用率门限分别为 70% 和 50%,RRC 数门限为 10 个,下行/上行流量门限分别为 5 GB 和 0.3 GB。大分组业务分析如图 6 所示。

2.5 VoLTE 业务的影响

对于无线网络,VoLTE 业务的本质是 QCI (QoS class identifier)=1 的数据业务,即调度优先级最高的小流量数据

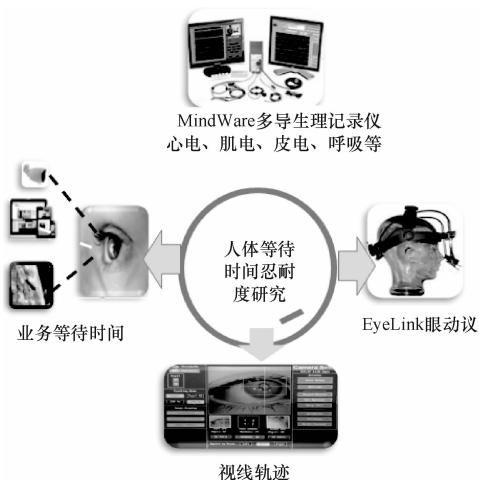
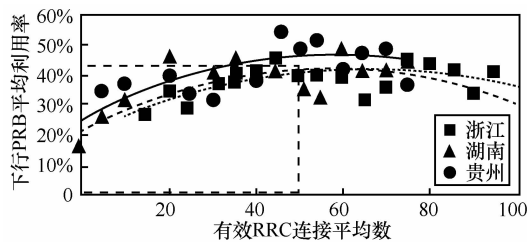
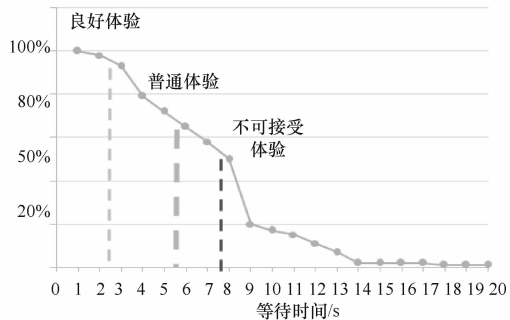
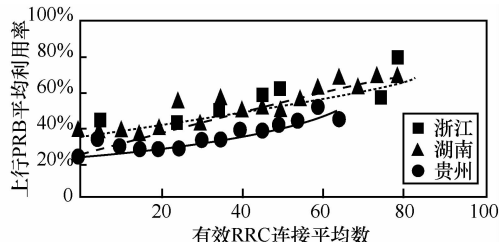


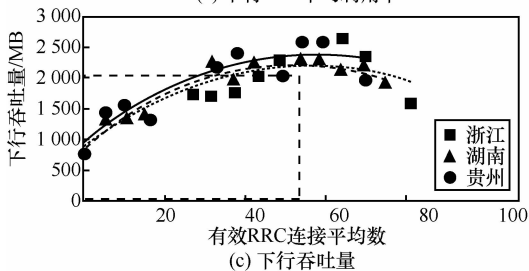
图3 视频浏览业务感知标准



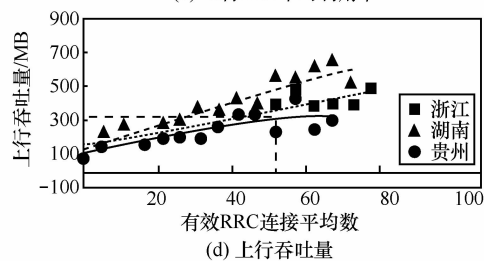
(a) 下行PRB平均利用率



(b) 上行PRB平均利用率



(c) 下行吞吐量



(d) 上行吞吐量

图4 小分组业务分析

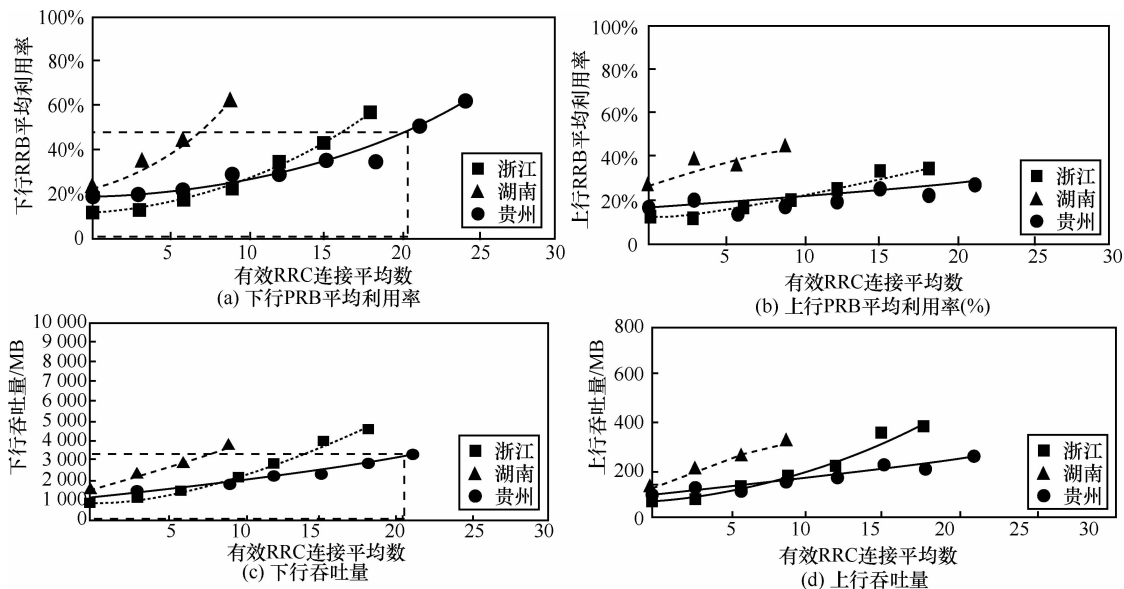


图5 中分组业务分析

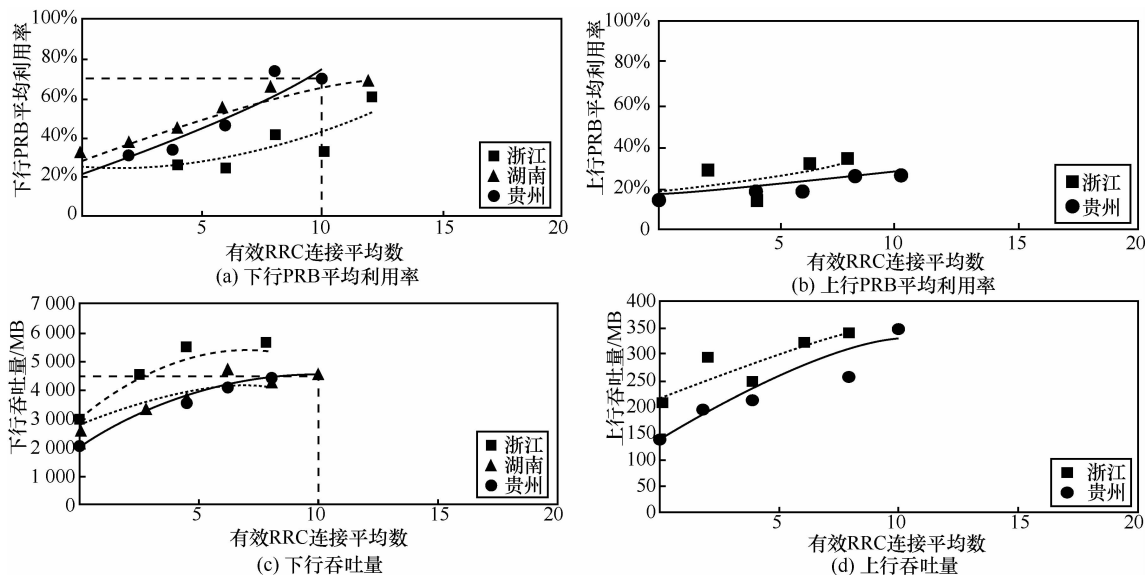


图6 大分组业务分析

业务,相对于其他数据业务具有周期性占用资源、上下行流量对称的特性。VoLTE 业务分为语音业务和视频业务,语音业务每 E-RAB 流量在数百 KB 以上,属于中、大分组业务;视频业务每 E-RAB 流量在数 MB 以上,属于大分组业务。

从 VoLTE 测试情况看,语音业务峰值用户数可达 200 个,上行 PRB 利用率可达 70%。视频业务峰值用户估算 5~10 个,上行 PRB 利用率可达 70%。

VoLTE 业务具有最高优先级,可以挤占其他业务资源。当系统资源受限时,首先满足 VoLTE 业务需求,除非 VoLTE 使用的系统资源超过 VoLTE 业务扩容门限,因此得到扩容准则 1:当系统 VoLTE 信道资源利用率超出门限

且 VoLTE 用户数超过门限,需要扩容。当系统资源不受限时,VoLTE 和数据业务共享资源,但 VoLTE 业务会挤占数据业务资源,导致数据业务能够满足的容量下降。在资源占用上,VoLTE 业务 70%资源占用相当于数据业务 $d\%$ 的占用,即二者是等价的。设定可用资源占用率 K =已占资源/可占用资源上限,则当 VoLTE 业务占用 $X\%$ 资源时, $K=X\%/70\%$,对应数据业务可占用的资源比例为 $1-K$,即数据业务可用资源门限为 $d\% \times (1-K)$ 。因此得到扩容准则 2:数据业务扩容门限为 $d\% \times (1-X\%/70\%)$ 。其中 $d\%$ 为数据业务原扩容门限, $X\%$ 为 VoLTE 利用率。

现网业务不含 VoLTE 业务,因此本次对现网数据的

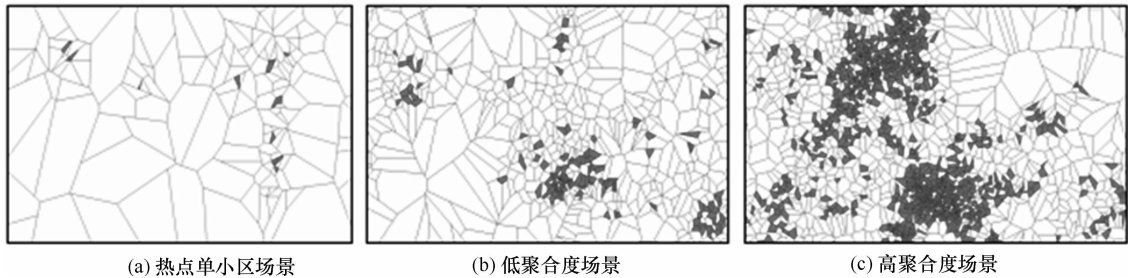


图7 成片扩容聚合度分析

分析不包含 VoLTE 业务的影响,因 VoLTE 业务为中、大分组业务,因此当 VoLTE 业务渗透率较高时,会影响小区的大、中、小分组业务比例。

VoLTE 语音业务速率低、网络承载能力较高,因此不影响资源受限拐点,但会提高有效 RRC 用户数门限。现阶段可暂时使用基于前述小区业务分类的扩容标准,待 VoLTE 全面商用后,根据商用情况适时调整扩容门限。

2.6 制定成片扩容标准

4G 网络流量呈现高度集中的特点,高价值区域,流量集中、明星终端集中、高价值用户集中。因此,资源精准投放、优先保障价值区域的卓越网络体验就显得格外重要,高价值区域需要提供更好的感知。另外,一个片区内基站的负荷相对均衡,小区间的覆盖和容量具有互补性,这对成片扩容实施提供了条件。

根据现网数据分析,数据业务增长呈聚合特性,数据热点基站分布区域集中;从网络的角度来看,成片扩容有利于减少异频切换、提高小区吞吐量、保证载波聚合基站的性能。建议在扩容小区聚合度达到一定比例的区域,采用成片扩容的方案。省公司在具体实施时应综合考虑投资效益、竞争压力、业务发展潜力,通过扩容小区聚类算法具体确定成片扩容方案。成片小区聚合度因子原则上不低于 0.5。聚合度定义=片内达到扩容标准的基站数量/片内基站总数 $\times 100\%$ 。成片扩容聚合度分析如图 7 所示。

3 结束语

用户业务感知是衡量 4G 网络性能的最终标准,用户感

知是影响运营商市场发展的重要因素,也是市场口径衡量网络性能的最终标准。面对 4G 网络用户迅猛发展带来的机会与挑战,从网络建设与运营角度来说,应该更多关注终端的业务质量,关注用户的真实业务感知,在网络运营体系、技术分析方法与工具等方面还需要持续探索。

[作者简介]



汤利民(1970-),男,中国移动通信集团设计院有限公司无线所所长、教授级高级工程师,长期从事无线网络的咨询、规划和设计工作,先后完成多条国家一级干线 SDH 大容量微波扩容改造工程、TD-SCDMA 数字蜂窝移动通信网及 TD-LTE 移动通信网络规划、设计。



徐德平(1976-),男,中国移动通信集团设计院有限公司无线所教授级高级工程师,主要研究方向为移动通信相关的技术引入策略、组网规划方案、工程总体方案以及网络融合及演进等。



程日涛(1976-),男,中国移动通信集团设计院有限公司无线所高级工程师,主要研究方向为移动通信网络组网技术、网络规划技术等。