



异构网络和 Wi-Fi 技术的发展将有效应对海量数据业务

徐 千¹, 李 钢²

(1. 中国普天信息产业集团公司 北京 100080; 2. 国家无线电监测和检测中心 北京 100037)

摘要

目前移动通信技术正处于飞速发展时期, 已经开始进入第四代移动通信时代, 这一时代的网络结构发展有一个重要特征, 即异构网络的融合组网成为网络发展的主体。异构网络中的一个重要技术——Wi-Fi 技术不断演进, 异构网络和 Wi-Fi 技术的发展将进一步促进网络的融合, 并可有效应对海量数据业务。本文主要讨论异构网络和 Wi-Fi 技术的发展如何进一步促进网络的融合, 并有效应对海量数据业务。

关键词 异构网络; IEEE 802.11ac; 网络融合; 数据流

1 引言

手机、平板电脑等联网设备的日益普及正在迅速推高移动宽带流量。随着人们越来越依赖于移动应用、视频内容、云服务以及随时随地的联网服务, 用户对移动宽带的期望不断升高, 希望能够随时随地获得一致、高质量、无缝的移动宽带体验。从另一方面来说, 移动互联网业务的快速发展, 在给用户带来 3G 无线上网乐趣的同时, 给运营商带来了巨大的压力。三大运营商 2012 年上半年报显示: 中国移动的移动数据流量为 6.916×10^{11} MB, 同比增长 59.3%; 中国联通的移动数据流量达 3.7105×10^{11} MB, 同比增长 489.1%; 中国电信的 3G 手机上网流量复合环比增长约 12%。目前对于应对移动网络流量突增的方法、相关技术的发展、对移动终端所带来的影响的研究比较少, 本文将从这些角度讨论相关问题。未来移动通信发展的趋势已经不再是某一种无线通信技术一统天下, 而是多种无线接入技术共存, 相互补充, 相互融合。不同类型无线网络的“融合”成为未来宽带无线通信发展的必然趋势。

2 异构网络有助于电信运营商解决网络发展问题

对于无线网络, 网络容量和频率资源限制一直是其发展的关键所在, 尤其是跨入无处不在的无线互联时代, 容量需求呈非线性高速增长, 改变网络结构, 构建覆盖分层、频段分层、制式分层的立体异构网络 (heterogeneous network, HetNet), 已成为主流运营商的必然之选。

在无线数据流量每年翻倍增长的趋势下, 仅靠新的无线信道技术发展和扩展有限的频带宽度是远远不够的, 类似 IT 产业著名的摩尔定律, 无线通信领域用库珀定律来描述技术手段对无线容量增长的贡献: “1957 年以来, 无线容量增长了约 100 万倍。每 30 个月增长一倍, 其中 25 倍源于频谱分配, 5 倍源于信道化, 5 倍源于调制解调方式的改进, 1 600 倍源于半径不断缩小的小区覆盖。”显而易见, 小区分裂、改变网络拓扑结构, 将是应对未来数据流量陡增、满足容量增长需求的主要方式。在宏站的连续覆盖层下面, 布放低功率小基站, 形成高速率和大容量覆

盖层,满足热点地区对容量的需求。

2.1 异构网络的定义

当前移动用户的需求非常简单,即随时随地进行需要的通信。运营商提供什么样的网络来满足这一需求?一方面,这张网络要能够满足不断变化的用户需求;另一方面,要足够经济,能够尽量降低运营商的成本。简而言之,新的网络要把每比特的成本降到最低。

在这一趋势下,下一代无线通信网络的研究方向有两个:一是研究异构网络,研究终端需要什么样的体系才能提供无处不在的业务;二是增强人类驾驭世界的的能力,实现人人、时时、处处的通信,实现丰富多彩的业务。不同种异构网络的并存必会引起竞争,在这种演进趋势下,幸存者并不是最强壮、最智能的,而是最能适应环境变化的。

所谓异构网络,由不同制式的网络设备和系统组成,大部分情况下运行在不同的通信标准和协议上以支持不同的功能或应用。

实际上,异构网络的应用无处不在。最常用的互联网本身就是一个异构网络,TCP/IP的成功之处就是利用一个简单的分层协议,将异构的计算机网有效地连接在一起,人们可以通过不同的接入技术访问这些网络。目前同样存在异构网络问题,移动通信网本身由2G网络、3G网络和将要来临的4G网络构成。接下来根据用户的需要,讨论异构网络在满足用户需求方面的优势。

在未来的移动网络发展中,多制式网络的并存将会长期存在,2G网络、3G网络和4G网络会在很长时间内共存,这就意味着在未来很长时间内,仍处于多制式异构网络共存阶段。

除了多制式异构移动网并存外,在同一制式中,不同形态的蜂窝系统也构成了同一制式的异构网络,如图1所示,包含宏蜂窝(macrocell)、微蜂窝(microcell)、微微蜂窝(picocell)、家庭基站(femtocell)以及中继站(relay)等,利用这些多形态的基站,根据覆盖和容量情况进行同频或异频组网。

移动通信中还存在同构异频分层覆盖技术,可以解决移动网络的容量问题,如GSM系统中的900 MHz、1 800 MHz和1 900 MHz分层组网。中国移动通信集团公司提出的四网协同融合组网(2G/3G/4G/Wi-Fi,其特点是将Wi-Fi技术融合进移动网络)更是异构网络组网的典型代表。

2.2 异构网络的组网优势

2.2.1 单一网络架构对突发业务的承载能力不足

用户越来越注重连接速率、数据速率、网络覆盖以及移动宽带服务的可用性。为了保证用户的满意度,运营商必须提供一致、高质量、无缝的移动宽带体验,以满足甚至超出用户的期望。单一网络的网络性能具备一致性,组网时具有很大的便利,但在满足用户个性要求方面有很多不足,图2展示了用户需求与运营商能力提供之间的矛盾。

从图2中可以看出,基站信号强度一般是均匀覆盖,用户的需求却很不均匀,即在单一网络架构下,网络的承载能力是均衡的,但用户的需求是不均衡的,在高负荷区域,用户的体验可能会不好。在区域2和区域3中,用户的需求流量低于网络的承载能力,用户体验很好;而在区域1中,用户的需求流量大于网络的承载能力,用户在这一区域的体验会很差。实际中,移动网络的覆盖不是很均匀,离基站近的区域覆盖信号强,网络承载能力相对较高,基站的边缘区域信号略弱,承载能力较弱,可以通过

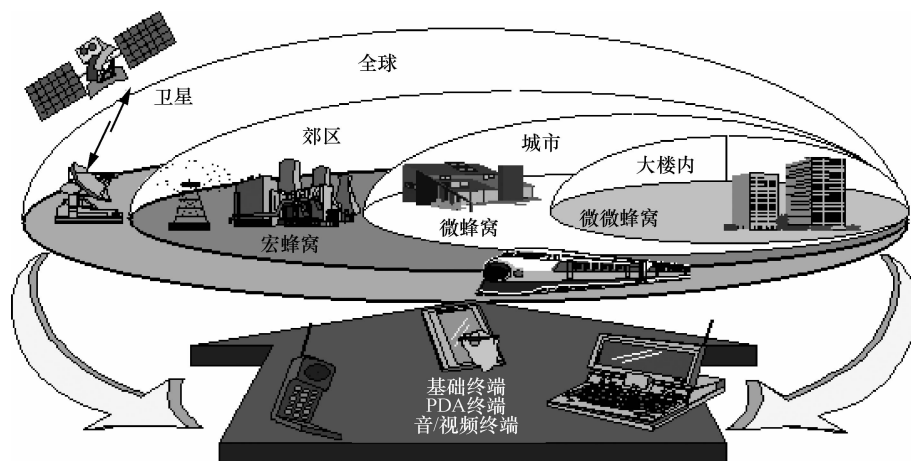


图1 移动通信网的多形态基站组网

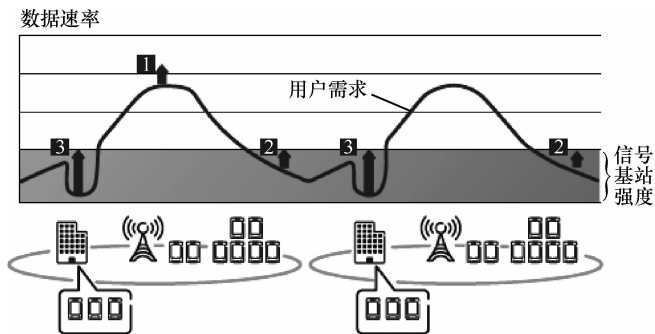


图2 用户需求与运营商网络能力提供之间的矛盾

网络优化尽量减少这一差异。但是,对于用户需求的不均匀性问题,单一的移动网络系统是无法解决的,必须利用小型小区补充宏小区的异构网络来解决。

2.2.2 异构网络能有效解决上述问题

通过异构网络的建设(主要包括改进和增加移动宽带基础设施),并提高其密度,可以有效解决对突发业务承载能力不足的问题,主要措施如下。

(1)改进现有宏小区站点

HSPA、HSPA+和LTE技术持续发展,将通过高阶调制、高级扇区划分、多载频和多天线技术等专用特性以及基于混合射频解决方案的频谱重整技术提升宏小区网络的效率。通过这种方式提升容量和数据速率不需要增加新站点。

(2)提高宏小区网络的密度

提高网络密度的一种简单方法是分割小区,可以将一个三扇区站点分割为一个六扇区站点。这些具有战略意义的小区可以使用宏小区设备,甚至微小区设备。

(3)增加小型小区

利用小型小区和基于3GPP标准的专用室内解决方案补充宏小区。该方法包括使用微小区、微微小区或低功耗

率的射频拉远单元(RRUS)以及Wi-Fi技术,可以在某些小型小区覆盖的区域提供较高的单位用户容量和数据速率,也能通过分流热点区域流量的方法提高宏小区网络的性能,异构网络中的整合程度决定了网络的总体性能。

异构网络的改进建设如图3所示,在原有网络的基础上,通过引入其他类型的基站(如用于室内环境的蜂窝系统),可以满足不同区域的用户需求。这一组网方案的关键是找出正确的组合,换句话说,改进宏小区、提高宏小区网络的密度和增加小型小区,以满足未来的容量和覆盖需求。如何使用这些方法取决于现有网络(宏小区站点的密度)、回传解决方案的可用性(自有或租赁)、频谱的可用性(有牌照或无牌照)、所估算的流量、所要求的数据速率以及每种方法的技术和经济可行性。

通过增加室内覆盖,在用户高密度分布的区域通过设立新的基站(引入小基站、Wi-Fi覆盖)等手段,使得信号的覆盖强度变成图3中的不均匀网络,从而有效地满足了用户需求的不均匀性要求。

2.2.3 小区协调

在一个异构网络中,宏小区与小型小区之间的协调可提升无线网络的性能,进而增强用户体验。协调嵌入式小

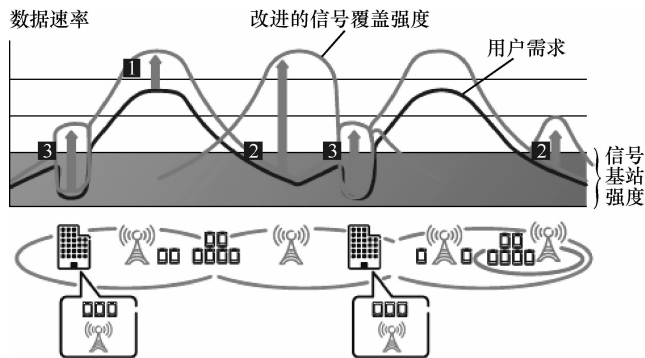


图3 异构网络的改进建设

型小区可通过频谱复用提升网络性能,从而增加网络的数据容量和吞吐量,而且不需要分割可用频谱。

实现这一形式的技术有很多,如微蜂窝技术和微微蜂窝技术。目前,正进一步探讨利用家庭基站模式解决重点区域通信容量不足的问题。

2.3 异构网络的实际应用

异构网络的实际应用主要考虑两个方面:一是节约频率资源,二是应对海量数据流量。

2.3.1 构建分层网络,深挖频谱资源

美国联邦通信委员会(FCC)主席朱利安·格纳考斯基(Julius Genachowski)表示,释放新的频谱已成为一个巨大的挑战。即使获得频谱,运营商也需要花费几年的时间来部署。因此,运营商将更加依赖新技术来满足用户需求。

显而易见,小区分裂、网络拓扑结构变化,将是应对未来数据流量陡增、满足容量增长需求的主要途径。在宏站的连续覆盖层下面,布放低功率小基站,形成高速率和大容量覆盖层,满足热点地区对容量的需求。

首先,需要有多种产品解决方案,满足立体分层网络的建设需求,针对话务热点和深度覆盖盲区,通过建设室内覆盖、室外微蜂窝基站以及在数据话务热点应用移动网络+Wi-Fi的集成解决方案、移动网络+小基站 Pico 方案等,吸收话务并进行深度覆盖。新的产品形态可以帮助解决立体分层网络的建设问题,比如小基站 Pico 等。

其次,需要对低功率小基站进行精确部署。由于微蜂窝的覆盖面积相对较小,因此针对热点和盲区的精确布放尤为重要,否则将大大降低小基站的覆盖效率和分流效果。通过收集和分析宏覆盖层话务分布,精确定位低功率小基站的部署位置,有针对性地构建立体分层网络。

再次,需要完善的网络规划和优化做保证。和传统宏蜂窝网络相比,分层网络在覆盖和干扰形式上更复杂,在频率规划、小区选择与切换机制等方面给系统带来了挑战。

2.3.2 借助同频异构网络,应对海量业务需求

目前,同频异构分布式网络得到业界广泛重视,类似蜂窝和家庭基站,是传统宏基站覆盖范围内引入的若干个节点。这些节点可以显著降低能源能耗,它们所在的10个小区能耗仅仅相当于1个宏蜂窝基站小区能耗的1/3左右,因此可以有效降低基站能耗。同频异构网络因在各个宏基站和节点之间组网,可充分提高频谱资源利用率,并改善小区边缘覆盖性能。移动网络可在不同层之间进行组网,利用多基站、多天线资源,共同抑制和消除小区之间的

干扰,从而提高小区吞吐量。

尽管同频异构网络有诸多好处,但仍不是万能的技术,如无法完全通过缩小宏基站间距,解决站址难的问题。

因此,移动网络提供的新基站要按需灵活使用,基本覆盖以宏基站为主;在重点楼宇等重点区域,用分布式系统实现全面覆盖,同时进行多网融合建设;商业区可以采用分布式基站,主要用来吸纳容量;家庭主要用家庭基站。有人提出在LTE时代,由于宏基站选址难、成本较高、覆盖范围有限,因此只能提供基础覆盖;而解决吞吐量问题的有效方法是采用小基站,未来小基站将占整个LTE基站市场近80%的份额。

在上面的讨论中一直提到一个问题,就是Wi-Fi技术的应用问题,目前全球的电信运营商已经达成一个共识,利用Wi-Fi构成异构网络解决部分场景的大数据流量问题。在最新的一项市场调查,研究人员预计:到2015年,每年将有超过10亿台IEEE 802.11ac无线通信设备投入使用。

3 Wi-Fi 技术发展综述

3.1 全新第5代Wi-Fi IEEE 802.11ac无线标准概述

IEEE 802.11x是无线局域网(WLAN)通用的标准,由IEEE定义的无线网络通信工业系列标准组成。

无线局域网的第一个版本发表于1997年(即IEEE 802.11a),其中定义了介质访问接入控制(MAC)层和物理层。物理层定义了工作在2.4 GHz的ISM频段上的两种无线调频方式和一种红外传输方式,总数据传输速率设计为2 Mbit/s。两个设备之间的通信以自由直接(Ad Hoc)的方式进行,也可以在基站(base station, BS)或接入点(access point, AP)的协调下进行。1999年全球工业界成立了Wi-Fi联盟,致力于解决符合IEEE 802.11标准的产品生产和设备兼容性问题。目前,Wi-Fi联盟在全球有超过500家会员单位,我国有总部的企业也有近50家加入Wi-Fi联盟。

在随后几年中IEEE陆续推出了若干个Wi-Fi标准,即大家所熟知的IEEE 802.11 a/b/g/n标准,近期又推出了IEEE 802.11ac标准,Wi-Fi技术的发展阶段介绍如下。

最早的是1997年的开山鼻祖IEEE 802.11a,工作频率被限制为2.4 GHz,速度仅有2 Mbit/s,只相当于一条羊肠小道。1999年出现了IEEE 802.11b,速度达到11 Mbit/s,并走进了著名的英特尔迅驰笔记本平台。2002年迎来了第三代IEEE 802.11g,传输速度提升到54 Mbit/s,足以提



供可靠的富数据 Web 体验,再加上支持的厂商和设备丰富,Wi-Fi 第一次迎来了自己的盛世。2007 年,IEEE 802.11n 姗姗来迟,利用多入多出(MIMO)技术带来了标准 300 Mbit/s、最高 600 Mbit/s 的高传输带宽,覆盖范围也大大增加,配合笔记本、智能手机、平板电脑等移动设备的大浪,彻底融入人们日常生活的方方面面。目前 IEEE 802.11ac 已经进入草案制定阶段,有望在 2012 年底或 2013 年初正式公布,而很多厂商已经迫不及待地开始开发相关芯片组、控制器等产品。按照设计,IEEE 802.11ac 标准只工作在 5 GHz 高频段,即使是入门级产品速度也会有 450 Mbit/s,高端则会在 1 Gbit/s 之上(首批产品不高于 1.8 Gbit/s),理论上最高可达 3.6 Gbit/s,相当于 IEEE 802.11n 的 6 倍。

IEEE 802.11x 也经历了 5 个发展阶段,到 2012 年进入第 5 个阶段,也称为 5G Wi-Fi。5G Wi-Fi 正式向数字内容和无线设备发起挑战,革新性的新标准能够让用户得到更可靠、更全方位的无线网络覆盖。5G Wi-Fi 允许家庭或企业的无线网络连接更多的无线设备,全新的 5G Wi-Fi 耗电量更低,同时能保护电池电力。

在 5 GHz 的频段上,IEEE 802.11ac 的数据吞吐量目标为:在单通道链路上的最低速率为 500 Mbit/s,最高可达到 1 Gbit/s,跟现在的有线网络速率相当。

5G Wi-Fi 在信号的稳定性、范围和覆盖率上都有明显的提升。家庭和公寓的无线“死点”将会得到巨大的改善。由于 IEEE 802.11ac 传输的起始速度就比前几代无线网络快,在距离 IEEE 802.11ac 无线接入点 30 英尺远处就能获得和距离 IEEE 802.11n 发射点 10 英尺处一样的传输速度。同时,5G Wi-Fi 采用了波束成形与其他革新技术,在穿透金属、混凝土等建筑材料方面比前几代 Wi-Fi 有更好的表现。由于 IEEE 802.11ac 在文件传输方面速度更快,因此传输等量的数据时,移动电话用户的手机再次充电时间会延长。

3.2 5G Wi-Fi 的几大创新点

无线 Wi-Fi 从 1997 年诞生就不断进行改进,每一代新的无线技术都带来了引人注目的用户体验。随着 Wi-Fi 速度和范围的增加,其实用性和应用成倍增长,使其成为世界上一个非常有用的无线技术。5G Wi-Fi 具有如下特点。

(1) 频谱的变换

IEEE 802.11ac 在不太拥挤、“干净”的 5 GHz 频段,与来自其他设备的电波竞争少,传输速度迅速上升,5G Wi-Fi 的通信信道要比 IEEE 802.11n 宽 4~6 倍。

(2) 更高的调制

IEEE 802.11ac 标准利用先进的调制技术,使其可容纳更多的数据位进行传输,其数字调制算法最高可达到 256QAM,其调制效率比目前 3G 最高调制 64QAM 高 30%。

(3) 波束的成形

波束的成形技术是无线发射中自动“学习”的能力,可以避免装置之间发射低效的频率。波束成形与 5G Wi-Fi 已被标准化,支持它的所有产品将可互操作,从而提供最大射程无线网络的覆盖范围。

IEEE 802.11ac 规范的初衷是满足更高数据吞吐量的要求,见表 1。

如表 1 所示,发展至 IEEE 802.11ac 后,可实现的最大空间流可达 8×8 MIMO,可选 160 MHz 信道带宽,并引入了 256QAM 调制机制。

(4) 采用了变信道带宽和 OFDM 技术

同样,在 IEEE 802.11ac 技术中,多址方式采用了目前的 4G 技术 OFDM。在 IEEE 802.11ac 规范中,可以很清楚地看到信道带宽与数据子载波数量之间的关系。不同带宽下的子载波状况见表 2,在所有带宽模型中,子载波的间距是不变的,增加子载波的数量就可增加带宽。

3.3 Passpoint 助力运营商 Wi-Fi 战略

易观国际最新发布的数据显示,2011 年第 1 季度我国移动互联网用户总数达 3.43 亿户,环比增长 19%,同比增

表 1 IEEE 802.11x 基本的物理层规范变化

	IEEE 802.11a/g	IEEE 802.11n	IEEE 802.11ac
天线结构	1×1 SISO	4×4 MIMO	8×8 MIMO
最高阶调制	BPSK 至 64QAM	BPSK 至 64QAM	BPSK 至 256QAM
信道带宽(MHz)	20	20 & 40	20、40、80、80 + 80 以及 160
发布时间	1999 年 (IEEE 802.11a) 2003 年 (IEEE 802.11g)	2009 年	2012 年

表 2 不同带宽下的子载波状况

信道带宽(MHz)	子载波间距(kHz)	子载波总数(个)(IFFT 大小)	数据子载波数(个)	先导子载波数(个)
20	312.5	64	52	4
40	312.5	128	108	6
80	312.5	256	234	8
160	312.5	512	468	16

长 66.5%。预计 2012 年下半年,移动互联网用户仍将保持较高增速,或将突破 6 亿户,超过互联网用户数。2011 年全球移动数据流量为 7.2 Ebit/s (1 Ebit/s=1 000 Tbit/s=1 000 000 Mbit/s),预计 2015 年将增长到 82 Ebit/s,电信运营商正感受到前所未有的网络流量压力。我国运营商迫切希望借助 Wi-Fi 技术疏导不断增长的数据流量对移动网络的冲击。我国运营商 Wi-Fi 热点的数量也将从 2011 年的 130 万个增长到 2015 年的 580 万个。如何将这些热点有效地串起来,让用户随时随地在线?这是人们普遍关心的问题。

2012 年 Wi-Fi 联盟推出了 Passpoint 规范设备进行认证,Passpoint 规范也称为“热点 2.0”技术标准。Passpoint 可以将网络服务供应商的数据流量分流至 Wi-Fi,能够自动发现并选择网络,提供连贯的自动连接过程。终端用户接入移动互联网时将更加简便,能在不同的移动运营商之间漫游,同时拥有企业级 WPA2 安全防护。目标是让 Wi-Fi 变成网络服务商的扩展功能,Wi-Fi 设备能从一个热点漫游到另一个热点,无需手动输入密码,一切都是无缝切换,这一点原理上和手机所使用的蜂窝网络一样。

目前使用的 Wi-Fi 最大的不方便就是,从移动网络漫游到 Wi-Fi 需要进行二次手动认证。“热点 2.0”技术则能有效解决这一问题,使得移动网络与 Wi-Fi 能真正实现无缝融合。

“Wi-Fi 联盟的 Passpoint 认证计划创建了一个真正的全球无线网络,是整个电信行业向前迈进的关键一步,让世界各地的消费者得以自动连接当地的 Wi-Fi 热点”,美满 (Marvell) 半导体公司无线营销总监巴特·乔达诺(Bart Giordano) 表示,“通过消除输入个人网络凭据和付款信息时的繁琐过程,该认证计划简化了用户访问服务提供商热点时的体验,并可提供类似蜂窝网络的顺畅漫游体验,美满已将 Passpoint 贯彻到无线解决方案中,充分利用遍布世界各地的 Wi-Fi,为广大的终端用户带来永不关闭、永不

断线的无线体验”。

4 技术的发展将进一步有效应对海量数据业务

通过对上述问题的分析,可以从网络发展维度分析异构网络的作用,它可以很有效地应对海量数据业务,在不同的场景下将用户的体验与网络能力的发挥完美地结合在一起,下面举例说明。

(1)城市街道

在城市街道场景中,可以通过 3G/4G 网络进行宏蜂窝覆盖,满足用户移动中的话音、数据等方面的需求。但在这样一个街道上也有一些相对固定的场所,如公交车站、咖啡馆等。一般情况下,这样的场景需要更好的移动宽带覆盖和更高的容量,尤其是在高峰时段,通过设置室外热点(如一个公交车站)和一个室内热点(如一家咖啡馆)来解决,从而通过设置 Wi-Fi 热点的模式,有效解决流量需求问题,节省 3G/4G 网络的数据流量,而 Wi-Fi 热点可以利用已有的固定宽带进行疏通。

(2)购物商场、火车站

在购物商场、火车站等大型、开阔的室内热点区域,用户通常通过移动宽带使用通信服务。这些区域一般都有很高的容量需求,而且人流量和干扰也很大。目前,采用分布式天线系统(DAS)和 Wi-Fi 可以有效解决这些公共环境的流量问题。虽然 DAS 能够为大型热点提供有效的移动宽带覆盖,但经常会出现过载,而且很难通过升级增加容量。从此类解决方案迁移至较小的基站(如微微蜂窝和家庭基站)和较小(分割)的 DAS 是一个明显的发展趋势。

(3)高层建筑

高层建筑等大型、孤立的热点需要低功率、无太多协调的无线网络覆盖,因为地板和墙面能够降低干扰。为此类环境提供网络覆盖和容量时,运营商可以安装一个无线



基站主单元,在地下室安装一个微微型网关,并使用光纤和铜线连接多个 RRU 和微微型无线基站,后者又向本地 DAS 馈电,可根据需要扩展覆盖范围补充 RRU 的覆盖,可以部署微微型无线基站和 Wi-Fi,用以覆盖所选热点。

(4)小型办公室

与很多本地室内热点的情况相同,在小型办公室环境中部署 DAS 解决方案并不具备成本效益。一个支持 WCDMA、LTE 和 Wi-Fi、与宏小区无线接入网完美整合的多标准无线基站是一个理想的室内解决方案。该方案只需一个基站就能为区域内大量高度活跃的智能机用户提供无缝的网络接入服务。这种方式可以让用户在本地享受优质服务,而且运营商也能通过大幅度减轻室外宏小区网络的负担,提升网络的总体性能。

从上面几种典型场景中可以看出,异构网络在应对网络流量增长方面起着巨大的作用,进入 2012 年,网络架构的创新进入了新的阶段。为了达到卸载数据流量的目的,运营商纷纷引入 Wi-Fi、微基站等来补充传统网络的覆盖。在这种情况下,融合 Wi-Fi 的异构网络变得越来越热。在 MWC 2012 上,各设备商在原有网络架构的基础上,纷纷推出了支持异构网络的解决方案。异构网络成为创新网络架构中的新特征。

以应用推动技术创新是科技发展不变的主旋律,在信息通信领域,基于对网络容量与业务承载的需求,技术的

创新与网络架构的变革似乎来得更快,尤其在无线领域,以 Wi-Fi 为主导的新一轮技术变革正在适时发生。

参考文献

- 1 爱立信. 异构网络: 以最高效率满足用户对移动宽带的期望. 爱立信白皮书, 2012
- 2 张宇晨. 构建立体分层网 构建无处不在无线网. 通信产业报, 2012-04-09
- 3 张平. 未来宽带无线网: 从异构融合走向泛在. 中国电子报, 2009-10-27
- 4 曹天鹏. LTE 有望借助同频异构网络 应对海量业务需求. C114 中国通信网, 2012-06-12
- 5 李鲁湘. 移动宽带业务发展模式分析和研究. 北京: 人民邮电出版社, 2010
- 6 全新第 5 代 Wi-Fi IEEE 802.11ac 无线标准概述. http://www.beareyes.com.cn/2/lib/201203/21/20120321405_0.htm
- 7 David A Hall, National Instruments. 深入探究 IEEE 802.11ac 技术. 电子产品世界, 2012(5)
- 8 杨鹏飞. Passpoint 无缝 Wi-Fi 漫游接入最终解决方案. <http://www.sootoo.com/content/303002.shtml>, 2012-06-28
- 9 Wi-Fi 也能漫游 Passpoint 助力运营商 Wi-Fi 战略. <http://news.southcn.com/>, 2012

[作者简介] 徐千, 高级工程师, 中国普天信息产业集团公司副总裁, 主要研究移动网络结构、智能终端和手机分销; 李钢, 工程师, 国家无线电监测和检测中心检测工程师, 主要负责 Wi-Fi 设备的互操作性及性能检测工作。

Development of Heterogeneous Network and Wi-Fi Technology Will Effectively Address the Issue of Large Quantity of Data Service

Xu Qian¹, Li Gang²

(1. China Potevio Corporation, Beijing 100080, China;

2. State Radio Monitoring Center Testing Center, Beijing 100037, China)

Abstract With the rapid development of mobile communication technology, it is believed that the 4th generation technology is approaching. The convergence of heterogeneous network becomes significant for network development, and it is also considered as the main feature of network structure. On the other side, Wi-Fi technology is also very important for heterogeneous network, it develops constantly recently. This article discusses how heterogeneous network and Wi-Fi technology improve the convergence of networks, and addresses the issue of large quantity of data service.

Key words heterogeneous network, IEEE 802.11ac, network convergence, data flow

(收稿日期: 2012-08-10)