



DS-Lite 技术在运营商现网部署的难点问题解决方案探讨

汤 希¹, 李 嵘², 杨建明³

(1. 中国电信股份有限公司长沙分公司 长沙 410007;

2. 中国电信股份有限公司湖南网络运行维护分公司 长沙 410013;

3. 中国电信股份有限公司湖南分公司 长沙 410011)

摘 要:随着互联网的高速发展,IPv6 作为下一代互联网协议受到广泛关注。目前业界已对 IPv6 相关技术进行了一系列测试实验,IPv6 也逐步从实验室走向现网应用。在 IPv6 的各类过渡技术中,DS-Lite 技术是一种公认的中长期演进方案。对 DS-Lite 技术进行现网部署,并对关键环节技术难点实现突破,包括支撑系统的改造、运维流程的调整等,可为后续 IPv6 的规模商用奠定基础。主要针对 DS-Lite 过渡技术在运营商现网部署过程中遇到的业务实现、业务可靠性、运维流程等技术难点进行详细阐述,并提出可行的实施思路与解决方案。

关键词: IPv6; 商用部署; DS-Lite; AFTR; CPE; B4; CGN

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2014.04.004

Discussion on the Solutions to Difficult Problems of DS-Lite Technology Deployed in the Existing Network

Tang Xi¹, Li Rong², Yang Jianming³

(1.Changsha Branch of China Telecom Co., Ltd., Changsha 410007, China;

2.Hunan Network O&M Branch of China Telecom Co., Ltd., Changsha 410013, China;

3. Hunan Branch of China Telecom Co., Ltd., Changsha 410011, China)

Abstract: With the rapid development of internet, IPv6 as the next generation internet protocol has been widely concerned. At present, a series of IPv6 experiments have been done, and IPv6 technology has gradually been deployed from laboratory to the application. DS-Lite is recognized as a long-term evolution scheme. The deployment of DS-Lite was carried out, and breakthrough on the key technical difficulties was achieved, such as IT system upgrading, operation process adjustment etc, which may lay the foundation for the IPv6 scale commercial. Aiming at the technical difficulties on DS-Lite network deployment, some feasible solutions were put forward.

Key words: IPv6, commercial deployment, DS-Lite, address family transition router, customer premise equipment, basic bridging broadband, carrier-grade NAT

1 引言

现阶段,绝大部分互联网业务仍然承载在 IPv4 网络上。随着 IPv4 网络地址的枯竭,需要在不同网络场景下分别部署适宜的过渡技术方案,迁移 IPv4 用户和 IPv4 业务,

并最终将网络、用户和业务都迁移至 IPv6 网络。

DS-Lite 技术是 IPv6 过渡技术中一种公认的中长期演进方案,该技术方案可以在网络演进初期同时提供 IPv4 和 IPv6 业务,并可以在网络演进后期提供 IPv6 单栈业务。其演进过程几乎不需要进行二次网络改造部署,网络及应

用业务演进至纯 IPv6 后,直接关闭 IPv4 协议栈,即可实现 IPv6 网络的最终模型。相比其他过渡技术,DS-Lite 技术在现网部署中的难点问题更多更复杂。中国电信湖南长沙城域网经过多轮方案的比较与现网试验,突破了现网部署各环节的技术难点,率先部署 DS-Lite 过渡技术方案,并最终实现了端到端的业务流程穿越和现网用户的顺利迁移。

2 DS-Lite 技术规模商用部署中遇到的难点问题

(1) 业务实现难点

在规模商用升级部署中,网络和设备基本具备 IPv6 业务承载能力。但 IPv6 业务的商用,还涉及业务平台和 IP/IT 支撑系统等之间的相互配合与接口的连接,才能真正具备 IPv6 业务放号能力。另外,如何解决宽带业务认证问题,譬如,如何区分和实现 DS-Lite 业务;如何针对 DS-Lite 业务调用不同的地址分配方案和 DNS 服务下发方案;如何让这一系列改变对用户透明,而不改变用户的使用习惯,不影响用户的业务感知等。

(2) 业务可靠性问题

DS-Lite 技术需要在城域网内部署 AFTR (address family transition router,地址族过渡路由器)设备。无论是集中式独立部署,还是分布式插卡部署,都需要在现有网络中增加设备或板卡承载 IPv4-in-IPv6 隧道和 NAT 功能,原有业务流需要被重新设计引流至 CGN (carrier-grade NAT,运营商级 NAT) 进行处理,而且网络中新增的功能单元需要按运营商的高稳定性、高可靠性要求进行合理部署。如何高效地综合使用 CGN 板卡的处理能力,实现同机框内、跨机框的冗余备份,是 DS-Lite 商用部署需要解决的难点问题。

(3) 运维流程难点

目前 DS-Lite 业务主要使用 CPE (customer premise equipment,客户终端设备)硬终端作为 B4 (basic bridging broadband,网管基本桥接宽带)设备,且对 CPE 的硬件和软件版本有一定的要求,同时还需要运营商网络针对 DS-Lite 业务为 B4 下发配置,并且在业务放号、业务回退等运维流程上都有特殊需求。然而城域网的设备种类繁多,IPv6 支持程度不一。如何正确地适配现网资源,实现灵活的业务放号和业务回退,亦是需要解决的又一个难点问题。

3 业务实现难点问题解决方案

运营商现网公众用户普遍使用 PPPoE 拨号方式进行

宽带账号的认证,并分配 IP 地址和 DNS 服务等网络资源。通常,用户在 PC 机采用操作系统自带的 PPPoE 拨号软件,设置好宽带账号和密码。为实现宽带上网业务对 DS-Lite 用户与其他用户的区分,可在 BRAS 设备上通过上送用户业务属性实现。但这种方法需要用户在进行宽带拨号时,为宽带账号带上相应业务的域名,如"@DS-Lite",用户感知较差。

为此,通过对 IP/IT 支撑系统进行改造,解决用户感知度差的问题。在 CRM 系统进行业务受理时,并不区分用户账号的业务属性,用户得到的回执单上的宽带账号和密码与之前一致。当业务订单到达资源系统时,由资源系统判断用户所在地区网络是否支持 IPv6,并根据其网络设备属性推荐业务属性类别。业务订单从服务开通系统将用户业务属性依次送至自动激活系统、AAA 平台和施工调度系统。该解决方案的优点在于,可以以单个用户业务为单位灵活地进行业务迁移,甚至可以实现业务回退。

相关运营支撑系统改造的具体内容如下,改造后的运营支撑系统架构如图 1 所示。

(1) AAA 系统

需要升级改造用户 IP 地址接入类型的判定和管理功能;改造 AAA 平台与自动激活、资源管理等子系统的接口;新增 ND、PD prefix、if-ID 等字段,支持 IPv6 地址的上送记录功能;改造使其支持用户 IPv6 流量计费统计功能。同时,为了实现用户溯源功能,还需要在数据库新增“溯源映射表”,用于 RADIUS 和 Syslog 溯源日志信息的录入统计。系统平台融合过渡技术用户地址的在线溯源、离线溯源功能,支持多种 IP 地址接入类型的用户溯源查询。

(2) IP/IT 支撑系统

需要升级改造 CRM、服务开通、资源管理、自动激活、服务保障、施工调度等子系统,打通 IPv6 用户业务工单受理、开通、拆除等流程;与 ITMS 配合,改造自动激活子系统,实现与 ITMS 传送用户账户、CPE 逻辑 ID、用户 IP 地址分配类型等信息;改造资源管理子系统,实现用户 IP 地址类型的设置和判定,并与 AAA 系统同步地址类型信息,支持用户多种 IP 地址接入类型的业务受理;改造计费系统,支持双栈、IPv4、IPv6 话单的计费处理功能;资源管理系统需要增加 IPv6 资源的管理配置和查询功能。

(3) ITMS

需要升级改造与 IP/IT 支撑系统的北向接口,实现 IPv6 相关功能的更新(包括与服务开通、自动激活、服务保

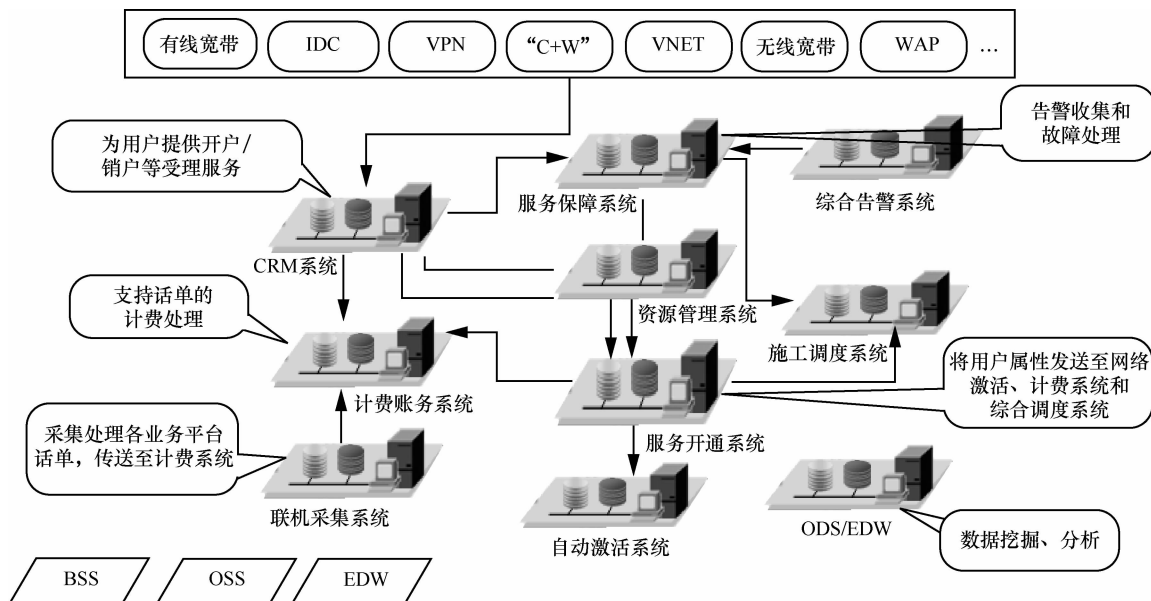


图1 运营支撑系统架构

障、资源管理等子系统的接口对接),并升级改造针对 IPv6 家庭网关的管理功能。

(4)DNS

需要将现网 DNS 改造为双栈 DNS,或重新部署 2 台 IPv6 DNS 服务器,承载 IPv6 业务应用。

(5)网管系统

双栈升级,支持 IPv6 关键信息上报网管系统记录,如 IPv6 地址池耗尽的 SNMP trap 告警等。

(6)Syslog 系统

新增或升级改造 Syslog 系统,支持 DS-Lite 过渡技术的日志报文上送记录,供用户溯源使用。

以现网部署为例,业务实现时,AAA 系统需要同时与资源系统、BRAS 设备联动处理。在 AAA 平台设备表中增加两个表项:“设备属性”和“设备功能范围”。设备属性用来定义 BRAS 设备接入的所有用户默认采用何种业务方式,如公网双栈、私网双栈、DS-Lite;设备功能范围用来定义 BRAS 设备所支持的功能,并且已经具备提供这些业务服务的能力。在用户资料表中新增一个表项:“用户属性”。用户属性用来定义单个用户的业务类型,如公网双栈、私网双栈、DS-Lite 和缺省。用户属性的缺省是指不对单个用户账号的“用户属性”进行检查,以所属 BRAS 设备的“设备属性”值定义的业务为准。“用户属性”的选取受用户所属 BRAS 的“设备功能范围”所限定,不能超出设备所支持的功能范围。当“用户属性”值与“设备属性”值存在冲突时,以“用户属性”值为准,“用户属性”优先级高于“设备属性”。

“设备功能范围”、“设备属性”、“用户属性”相互作用后可以适配出各种业务场景下的最终业务类型,适配结果见表 1。

在 B4 终端宽带拨号 PPPoEv6 过程中,AAA 系统通过认证回应报文(access-accept)下发 RADIUS 用户扩展属性 IP-type 值为 BRAS 本地生效的 profile-ID,告知 BRAS 设备为用户分配 IPv6 地址和 IPv6 DNS。BRAS 根据 AAA 系统下发的 RADIUS 扩展属性,调用本地 profile-ID 对应的业务域配置,根据 DS-Lite 业务域调用对应的地址分配策略,通过 RADIUS 属性 96/97/123 为用户分配 IPv6 地址。在分布式 DS-Lite 场景下有 IPv4 业务流驱动时,BRAS 还需要分配公网 IPv4 地址和端口块。B4 终端通过 ICMPv6 和 DHCPv6 协议报文与 BRAS 设备交互,分别获取 IPv6 ND 前缀、PD 前缀、IPv6 DNS 服务和 AFTR 域名。最终,通过 IPv6 DNS 的解析获得 AFTR 隧道 IPv6 地址,成功构建 B4 终端与 AFTR 之间的 IPv4-in-IPv6 隧道。具体的业务实现过程如图 2 所示。

按照图 2 的实现流程,用户拨号时无需在用户账号后加“@ 域名”的后缀来区分业务属性,保持用户原有的上网习惯不变,不影响用户的操作感知。

4 业务可靠性解决方案

经过 DS-Lite 过渡技术的多轮测试和现网试点,中国电信湖南长沙城域网最终选择“集中式独立部署 AFTR 和分布式插卡部署 AFTR 相结合”的技术方案,以降低 DS-Lite 部署初期的建设成本。前期采用“铜改光纤”方式,

表 1 不同 BRAS 设备在不同场景业务适配结果

BRAS 设备场景	设备功能范围	设备属性	用户属性	业务适配结果
不支持 IPv6 的 BRAS	仅支持 IPv4 公网单栈业务	IPv4 公网单栈	IPv4 公网单栈	IPv4 公网单栈
支持 IPv6 的 BRAS	支持 IPv4 公网单栈、公网双栈、DS-Lite 业务	公网双栈	公网双栈	公网双栈
		公网双栈	缺省	公网双栈
		公网双栈	DS-Lite	DS-Lite
支持 IPv6, 配有 CGN 板卡的 BRAS	支持 IPv4 公网单栈、公网双栈、私网双栈、DS-Lite	DS-Lite	DS-Lite	DS-Lite
		DS-Lite	缺省	DS-Lite
		DS-Lite	公网双栈	公网双栈
		DS-Lite	私网双栈	私网双栈
		公网双栈	公网双栈	公网双栈
		公网双栈	缺省	公网双栈
		公网双栈	私网双栈	私网双栈
		公网双栈	DS-Lite	DS-Lite
		私网双栈	私网双栈	私网双栈
		私网双栈	缺省	私网双栈
		私网双栈	公网双栈	公网双栈
		私网双栈	DS-Lite	DS-Lite

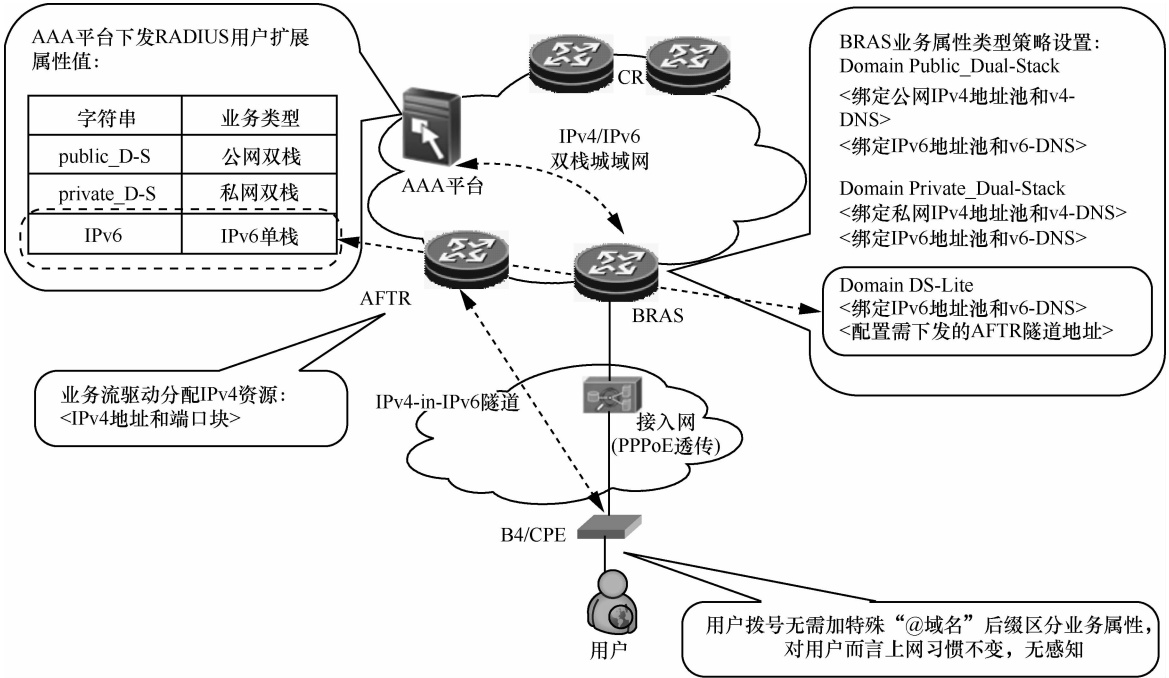


图 2 业务实现示意



迁移用户群较为分散,用户量不大,采用集中式独立部署 AFTR 提供 DS-Lite 业务;后期 DS-Lite 全流程业务自动受理打通,技术成熟完善,针对用户群较集中的区域,采用 BRAS 分布式插卡部署。同时,考虑在特定场景部署“分布式为集中式提供冗余备份”的能力,尽可能实现在线业务的热倒换,保障运营商业务的高可靠性,如图 3 所示。

在分布式插卡部署 DS-Lite 方案中,为每台设备配置两块 CGN 板卡,采用温备份方式同时实现设备内双平面负载分担和冗余备份。将第一块 CGN 板卡作为 A 平面,第二块 CGN 板卡作为 B 平面,根据 IPv6 地址池的分配,将 BRAS 设备的一半用户业务引流至 A 平面 CGN 板卡处理,另一半用户业务引流至 B 平面 CGN 板卡处理,同时 A/B 平面 CGN 板卡相互提供冗余备份。

在独立式集中部署 DS-Lite 方案中,两台 AFTR 设备旁挂城域网出口,采用 IPv6 任播实现负载分担和冗余备份。每台独立式 AFTR 通过多块 CGN 板卡提供 N:1 冗余备份。B4 终端选择网络 IPv6 路由最近的 AFTR 设备建立

IPv4-in-IPv6 隧道。同时,还可以使用分布式 CGN 板卡为集中式 AFTR 提供冗余备份。当集中式 AFTR 出现异常时,可在本地 BRAS(插有 CGN 板卡)设备配置任播的 AFTR IPv6 地址,从而实现将 BRAS 本地 DS-Lite 业务终结,由 BRAS 设备上行出口提供 IPv6 和 IPv4 双栈网络。

5 运维流程解决方案

由于对 CPE 有特定要求,为了避免现网 FTTH 用户的二次上门,在发放 DS-Lite 业务时,应尽量优先选取“光进铜退”或新建 FTTH 区域着手发放 DS-Lite 业务,确保此类用户使用支持 IPv6 功能的 CPE,以方便在不久的将来可以直接把此类用户切换至纯 IPv6 最终模型。DS-Lite 业务发放流程如图 4 所示,具体介绍如下。

(1)对于新建 FTTH 区域的用户,CRM 前台新开户,设定接入类型为 FTTH,生成 CPE 的 LOID(运营商为每个用户提供的注册码)、账号、密码、业务类型、用户 IP 地址类型(IPv6 单栈)等信息。其中,用户 IP 地址类型由资源系

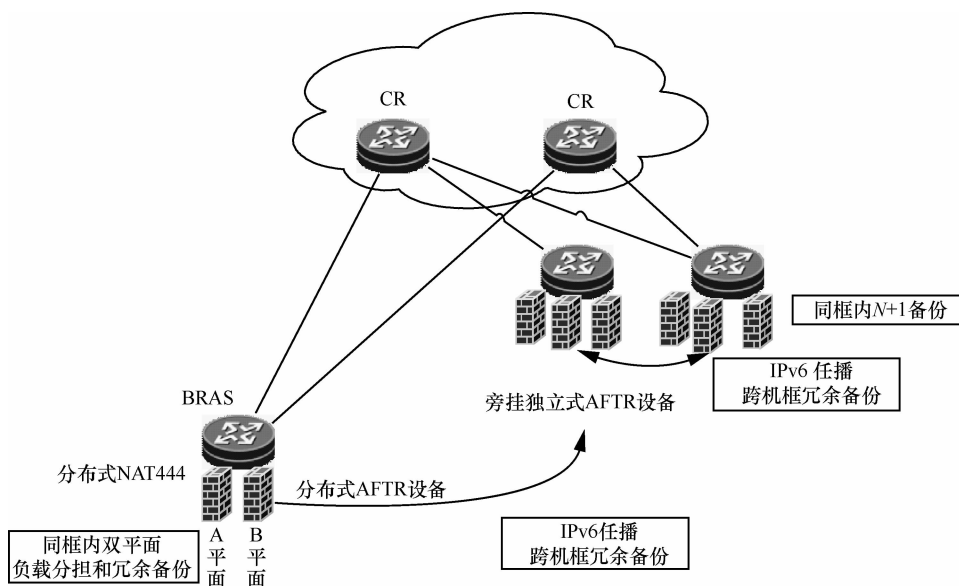


图 3 业务可靠性示意

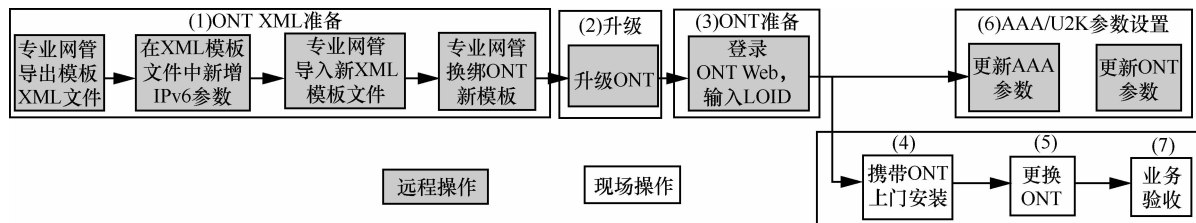


图 4 DS-Lite 业务发放流程

统、CRM系统智能判定设置。对于“光进铜退”改造区域的用户,CRM前台查询资源管理系统,获知DSL用户的相关信息;修改接入类型为FTTH,生成CPE的LOID等信息,用户IP地址类型由“公网单栈IPv4”修改为“IPv6单栈”。

(2)CRM系统将接入类型(FTTH)、用户IP地址类型、账号名、密码、业务类型、CPE的LOID等信息传送至SPS(服务开通系统)。

(3)服务开通系统下发工单至计费账务系统,设定用户计费统计类型为IPv6;同时下发工单至自动激活系统,传送CPE的LOID、账户名、密码、业务类型、用户IP地址类型(IPv6单栈)等信息;下发工单至施工调度系统,传送用户接入类型(FTTH)、CPE的LOID、业务类型、用户IP地址类型(IPv6单栈)等信息。

(4)施工调度系统派单给外线装维人员,通知装维人员上门安装ONT(optical network terminal,光网络设备)。对于新增FTTH用户,自动激活系统发送指令至AAA系统,AAA系统为用户开户,并设定账户名、密码、业务类型、用户IP地址类型(IPv6单栈)等信息;对于“光进铜退”改造的FTTH用户,自动激活系统发送指令至AAA系统,AAA系统修改用户IP地址类型为“IPv6单栈”,并发送指令至专业网管,配置业务激活,同时发送指令至ITMS,由ITMS下发IPv6参数配置模板给CPE,将CPE设定为“IPv6路由模式”。

(5)外线装维人员上门安装ONT,加电并输入LOID,现场确认网络连线正常。CPE启动完毕后,从ITMS加载IPv6参数配置,启动业务并发起拨号连网。装维人员确认用户CPE正常拨号上线,互联网应用和业务访问一切正常,用户确认验收后报CRM竣工,业务发放流程完成。

由于应用业务的ALG(application layer gateway service,应用层网关服务)等问题,在用户需要回退的情况下,可申请回退“公网双栈”网络接入环境。业务回退流程具体介绍如下。

(1)CRM前台修改用户IP地址类型为“公网双栈”,下发工单至资源管理系统和服务开通系统,更新修改用户IP地址类型信息。CRM将申诉用户的接入类型(FTTH)、用户IP地址类型、账户名、业务类型、CPE的LOID等信息,与申诉原因一同下发工单至服务保障系统。

(2)服务开通系统下发工单至自动激活系统,更新修

改用户IP地址类型为“公网双栈”;服务保障系统将申诉用户的信息和原因一同下发工单至施工调度系统。

(3)施工调度系统确认工单后,无需替换CPE;自动激活系统传送指令至AAA系统,AAA系统将用户IP地址类型修改为“公网双栈”,并发送指令至ITMS,调用标准参数配置模板下发,将CPE设置为“路由模式”或“桥接模式”,使CPE能加载配置,启动业务并重新上线。

(4)查看用户正常上线后,用户确认业务互联网应用和业务访问是否一切正常;经确认后报CRM竣工,业务回退流程完成。

6 结束语

虽然DS-Lite过渡技术已经进入商用部署阶段,但在技术成熟度、CGN处理能力及业务应用的ALG功能等方面还有待完善。同时,由于过渡技术的部署大大增加了网络复杂性,对网络扩展性有一定程度的影响,需要持续推动相关产业的IPv6化进程,缩短过渡周期,以顺利迁移到IPv6最终网络模型。

[作者简介]



汤希,女,中国电信股份有限公司长沙分公司数据通信工程师,负责中国电信股份有限公司长沙分公司下一代互联网推进项目城域网的现网测试、试点和部署工作,主要研究方向为城域网及互联网发展策略。



李嵘,男,中国电信股份有限公司湖南网络运行维护分公司高级工程师,负责中国电信股份有限公司湖南分公司全省互联网的操作维护、技术支撑及互联网安全工作,主要研究方向为互联网演进及安全防护策略。



杨建明,男,中国电信股份有限公司湖南分公司工程师,主要从事IP网络规划和研究工作。

(收稿日期:2014-03-20)