

一种移动分组网向 IPv6 演进过渡方案^①

蔡俊杰

(广东肇庆广播电视大学, 肇庆 526060)

摘要: 随着云计算、物联网、LTE 等新兴业务及技术的发展, IPv4 地址短缺问题日益凸显. 从移动分组域向 IPv6 演进过程中地址需求出发, 提出解决演进过程中地址不足问题的建设方案, 然后结合周边网元部署情况, 提出对周边网元的改造需求. 在 IPv6 广泛应用之前, 提供了一个解决 IPv4 地址紧缺和电信运营业务快速发展相互矛盾问题的有效解决方式.

关键词: IPv4; IPv6; 移动分组域; LTE 核心网; NAT

Scheme for Transition from Mobile Packet Network to IPv6

CAI Jun-Jie

(Guangdong Zhaoqing TV University, Zhaoqing 526060, China)

Abstract: With the development of cloud computing, Internet of things, LTE and other emerging business and technology, the IPv4 address shortage problem is becoming increasingly prominent. This paper is based on the demand of address in the process of mobile packet domain to IPv6, and a construction scheme to solve the problem of address shortage is proposed. Coupled with the surrounding network situations, the demand of rebuilding some neighboring network elements is put forward accordingly. Before the widespread usage of IPv6, this paper provides an effective way to solve the conflict problem between the rapid development of telecom service and the lack of IPv4 addresses.

Key words: IPv4; IPv6; mobile packet network; EPC; NAT

1 引言

全球 IANA IPv4 地址已于 2011 年 2 月 3 日分配结束, 亚太 APNIC IPv4 地址也在 2011 年 4 月 15 日分配结束. 随着云计算、物联网、LTE 等新兴业务及技术的发展, IPv4 地址短缺问题日益凸显, 国内各大运营商的 IPv4 地址枯竭俨然已成为制约网络和业务发展的瓶颈. 为此, 全球各国政府纷纷出台 IPv6 发展战略及路线, 电信运营商也加快了进行 IPv6 商用网络改造及部署的步伐^[1]. 但在 IPv6 广泛应用之前, 解决 IPv4 地址紧缺和电信运营业务快速发展相互矛盾的问题需要通过一些必要的过渡技术手段来实现. 本文结合某电信运营商的在过渡方案建设中总结的经验和教训, 就如何部署 NAT44(运营商级 IPv4 到 IPv6 地址转换的技术)设备来解决地址紧张问题阐述一些比较实际客观有效的观点, 供后来的网络建设者参考.

2 需求分析

目前各电信运营商的移动互联网业务发展迅猛, CTWAP 业务采用给用户分配私网地址的方式访问增值业务及互联网业务. 其中 10.网段的一个 A 类地址由各省共用, 且地址空间互相不能重叠. 各电信运营商开启 CTWAP 手机上网 NAI 融合之后, CTWAP 私网地址也能上公网, 原有的一个 A 类地址空间已经不能满足全国业务的发展, 全国多个省份已经出现私网地址紧缺的情况. 而且在进入 LTE 时代以后, 数据业务快速发展需要更多的地址空间, 每个终端至少需要分配一个 IPv4 地址, 并且每个 LTE 终端都是永久在线用户, 而公网 IPv4 地址已经消耗完毕, 没有额外的地址空间可以分配, 很难为每个终端都分配 IPv4 地址, 并且终端在 LTE/EPC 中的“永久在线”和 M2M 通信势必加剧了 IPv4 地址的分配难度. 为了同时解决 IPv4 公网私

^① 收稿时间:2013-12-05;收到修改稿时间:2014-01-26

网地址不足的问题, 为终端分配私网 IPv4 地址, 需部署 NAT44 设备实现地址复用^[2].

3 分组域网络现状问题分析

随着网络技术和电信技术的进步, 分组域网络发展历经多年, 从电路域到电路域、分组域并存, 再到分组域为主, 电路域为辅, 最后到全 IP 网络的路线演进. 进入 21 世纪以来, 在新技术推动下, 3G/4G 融合、资费降低、数据业务扩大、用户量激增, 公网私网地址不足问题凸显. 针对这些问题, 本文着重讨论分组域网向 IPv6 的演进方案^[3].

目前, 参照各运营商核心网分组域组网方式, 其中国内核心网分组域主要的组网方式如所示, 采用双局点容灾设置.

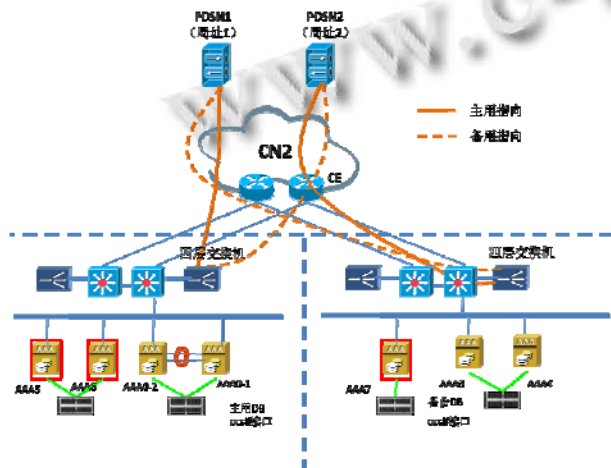


图 1 核心网分组域组网架构

4 过渡方案建模

考虑到目前 LTE 建设处于起步阶段, 并且 LTE/EPC 拥有大量的地址需求, 因此在 LTE 网络初期建议考虑 CDMA 网及 LTE 网络共用综合承载网元, 通过综合承载网元双挂 M-CE 及 EPC-CE 的方式实现 C 网及 LTE 网络用户终端共用所有可用地址. 后续 LTE 业务量增大之后再考虑部署单独的综合承载 NAT 网元为 LTE 终端提供服务^[4].

本方案中考虑将 NAT 网元旁挂 CE, 通过承载网 CE 中转的方式, CE 将需要进行地址复用的业务转发到 NAT 网元进行 NAT 转换和承载. 此外, NAT 网元成对部署, 两台主机工作在主备状态时, 通过心跳方式保持只有一台为主, 当主用设备出现故障时, 由备用设备接管所有服务. 此外, 两台主机也可通过负荷分

担方式工作, 互为主备. 具体工作方式根据实际建设情况进行选择. NAT 网元旁挂 CE 架构模型如图 2 所示:

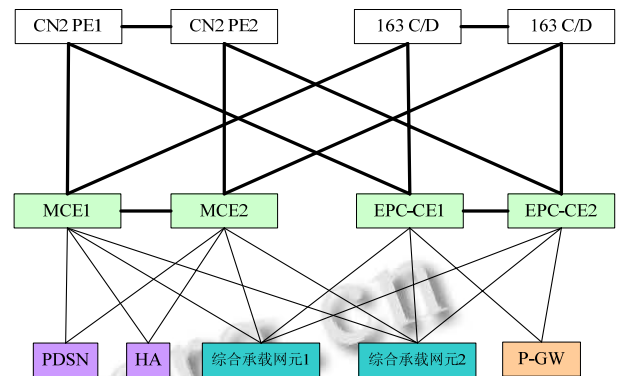


图 2 NAT 网元旁挂 CE 架构模型示意图

因此, 考虑核心网分组域网络组织现状及 LTE 的建设情况, 本方案 NAT 网元组网架构模型如图 3 所示:

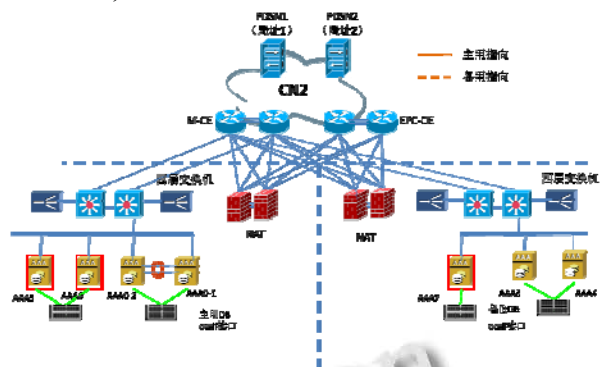


图 3 核心网分组域 NAT 组网模型架构图

5 与周边网元互通要点

融合承载网元需实现与周边部分网元的互联互通, 各网元网络互通要点为:

1) 通过在本本地 AAA 与漫游 AAA 上配置不同的授权策略, 仅对本省用户在本省使用的场景下才授权私网复用的 VR 属性及地址池, 其他业务以及 ctwap 业务的漫入、漫出场景都保持不变.

2) 在 PDSN 的 VR2 中, 保留 ctwap 地址池, 该地址池供外省用户漫入以及 QChat/VT 业务使用, 地址池大小可以根据实际情况做预留; 保留 ctbb 地址池, 该地址池专门用于黑莓业务.

3) 在 PDSN 上新创建 VR4, 在该 VR 中新增 privatwap 地址池, 该地址池专门用于本省用户在本省使用情况下私网地址复用.

4) 在承载网 CE 上创建一个新 CDMA-PI3 VPN,

PDSN 的 privatewap 用户通过该 VPN 来承载, PDSN 的 VR4 与 CE 的 CDMA-PI3 VPN 互通;

5)将 WAP GW 双挂到承载网络的 CDMA-PI1 VPN 与 CDMA-PI3 VPN. WAP GW 与 privatewap 用户之间的互通通过 CDMA-PI3 VPN 完成, WAP GW 与其他私网地址段互通过 CDMA-PI1 VPN 来完成.

6)综合承载网元通过多个物理接口或者子接口的方式接入到承载网 CE 的 CDMA-PI0、CDMA-PI1、CDMA-PI3 VPN;

7)在承载网 CE 上配置路由策略, 将需要进行地址转换的流量引导至综合承载网元;

8)综合承载网元上配置地址转换策略, 将需要跨省访问私网的流量进行私网地址到私网地址的转换, 转换之后的地址能够允许跨省互访, 转换之后再流量引导至 CDMA-PI1 VPN; 综合承载网元上配置地址转换策略, 将需要访问公网的流量进行私网地址到公网地址的转换, 转换之后再流量引导至 CDMA-PI0 VPN.

其中, ctwap 私网地址复用网络互通示意图如图 4 所示:

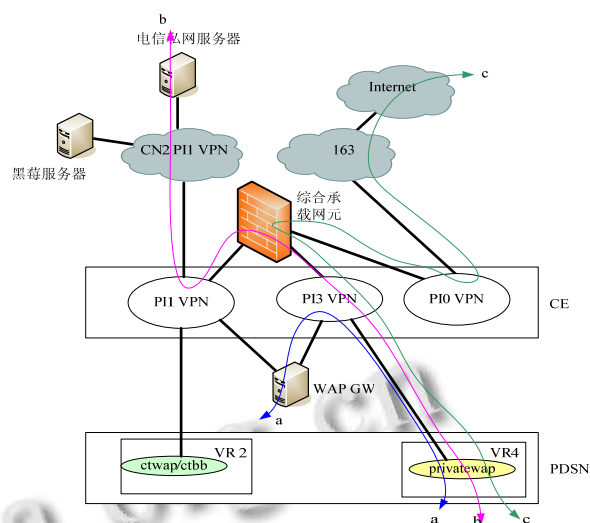


图 4 ctwap 私网地址复用网络互通示意图

6 周边网元调整方案模型

6.1 CE 互通调整模型

1)CE 上创建 X-PI3 VPN: 用于承载 privatewap 用户. 该 VPN 仅在 CE 上部署, 该 VPN 参数规划模型如表 1:

表 1 VPN 参数规划模型表

VPN(VRF 命名)	RD1(CE1)	RD1(CE2)	Export1	export2	import1	import2
X-PI3	4134:3003	4134:3103	4134:300300		4134:300300	

2)CE 路由配置模型如表 2:

表 2 CE 路由配置模型表

编号	VPN	地址段	下一跳	备注
1	X-PI3	10.0.0.200/32 10.0.0.165/32	WAP GW 与 X-PI3 VPN 互联接口	
2	X-PI3	私网地址复用 PDSN privatewap 地址池地址段明细路由	PDSN VR4 与 X-PI3 互联的接口	
4	X-PI3	0.0.0.0/0	综合承载网元与 X-PI3 VPN 互联接口	实现访问 10 网段私网、私网 DNS 以及融合上网的需求
6	X-PI1	私网地址复用 PDSN 上的 privatewap 私网转私网转换后私网地址	综合承载网元与 X-PI1 VPN 互联接口	privatewap 转换之后回程路由
7	X-PI1	0.0.0.0/0	综合承载网元与 X-PI1 VPN 互联接口	省内业务平台或者未作私网地址复用的 PDSN 所带私网用户上公网缺省路由

6.2 WAP GW 互通配置模型

省 WAP GW 出口路由器或者三层交换机通过新增物理接口或者逻辑子接口的方式接

入到承载网络的 X-PI3 VPN.

WAP GW 出口路由器路由配置模型如表 3:

表 3 WAP GW 出口路由器路由配置模型表

编号	地址段	下一跳	备注
1	privatwap 地址段汇总路由	与承载网 CE X-PI3 VPN 互联的接口	
2	10.0.0.0/8 115.168.254.0/24	与承载网 CE X-PI1 VPN 互联的接口	
3	0.0.0.0/0	WAP GW 到公网的出口	没有特殊情况,保持已有配置

6.3 综合承载网元互通配置建议

综合承载网元通过物理接口或者子接口的方式接入到承载网 CE 的 X-PI0、X-PI1 和 X-PI3 VPN。

综合承载网元路由互通策略如下:

1)综合承载网元与承载 CE 之间建议采用静态路由的方式完成互通。

2)综合承载网元上将到 privatwap 复用私网地址的明细路由指向与承载网 CE CDMA-PI3 VPN 互联的接口。

3)综合承载网元上将到 10.0.0.0/8、115.168.254.0/24 的流量指向与承载网 CE CDMA-PI1 VPN 互联的接口。

4)综合承载网元上将到 0.0.0.0/0 缺省流量指向与承载网 CE CDMA-PI0 VPN 互联的接口。

6.4 PDSN 的互通配置建议

在 PDSN 的 VR2 中,保留 ctwap 地址池,该地址池用于外省用户漫入以及 QChat/VT 业务,地址段采用集团规划 10 网段私网地址段中的本省地址,地址池大小可以根据实际情况做预留;保留 ctbb 地址池,该地址池专门用于黑莓业务。PDSN 与 CE 之间采用静态路由互通, PDSN 上将缺省路由指向与 CE CDMA-PI1 VPN 互联的接口。

在 PDSN 上新增 VR4,创建 privatwap 地址池,该地址池专门用于本省用户在本省使用情况下私网地址复用,地址段采用集团规划 10 网段私网地址段中的外省地址。PDSN 采用独立物理接口或者新开子接口的方式与承载网 CE 互通。PDSN 与 CE 之间采用静态路由互通, PDSN 上将缺省路由指向与 CE CDMA-PI3VPN 互联的接口。

6.5 AAA 的互通配置建议

在本省本地 AAA 与漫游 AAA 已实现物理分离基础上,在本地 AAA 与漫游 AAA 上配置不同的授权动作,仅对本省用户在本省使用的场景下才授权私网复用的 VR 属性及 privatwap 地址池,其他业务以及 ctwap 业务的漫入、漫出场景都保持不变。

相关策略如下:

1)对于本地 AAA 策略调整:用户属于默认组,对于默认组针对 ctwap@mycdma.cn 类帐号接入的用户,下发 VR 属性为 VR4、地址池名称为 privatwap、DNS 为集团私网 DNS。

2)对于漫游 AAA 策略调整:

省内用户漫出:用户属于默认组,在默认组用户,针对其 ctwap@mycdma.cn 帐号下发地址池 privatwap,然后通过动作授权,将该地址池名称改为 ctwap、VR 属性修改为 VR2,并下发相关业务属性(含 DNS 属性)传递给外省 AAA。

省外用户漫入:外省用户漫入后,现有动作保持不变,用户使用 ctwap@mycdma.cn 接入时,下发 ctwap 地址池和相关参数。

3)对于 QChat/VT 业务:对于省内 QChat 用户,要求本地 AAA 根据用户组的属性,直接下发 ctwap 地址池,不进行调整,保障原有业务逻辑正常。

4)对于黑莓业务,保持现有配置不变,由 AAA 根据 ctbb@mycdma.cn 的 NAI,授权 PDSN 在 VR2 中分配 ctbb 地址池。

6.6 HA/CCG 的配置建议

目前有部分省份进行了 HA/CCG 的试点(本省 HA/CCG 正处于建设阶段),对内容计费用户采用代理方式移动 IP 的方式,由归属省 HA 给用户分配 IP 地址。现阶段,这部分用户占用的 IP 地址数量相对较少,在 HA 上直接分配能够跨省互访的地址,不进行地址复用。

在现有的 HA/CCG 试点技术方案中,HA 针对后付费用户并没有给 AAA 转发计费消息,而是由 FA 向 AAA 发送计费消息,AAA 将给计费消息发送到 WAP GW, WAP GW 才能实现内容计费的 WAP 用户的访问。在私网地址复用与 PMIP 组合的情况,在如下场景中可能会产生 WAP 业务串号:

A 省 PDSN 上复用了 B 省的 IP 地址 IPb, B 省的内

容计费用户漫入到 A 省使用. A 省 AAA 将 A 省 FA 的计费消息、A 省 PDSN 上的计费消息都转发到了 A 省的 WAP GW. 由于 FA 发送的计费报文中用户地址为 B 省 HA 分配的 B 省的 IP 地址 IPb, A 省 PDSN 发送的计费报文中用户地址为 B 省用户地址也为 IPb, 这就可能导致 WAP GW 上判断 IPb 的 MDN 时出现串号的情况.

为杜绝上述 WAP 串号的发生, 对开展了内容计费试点的省份 AAA 向 WAP GW 转发计费消息时, 要求采用如下策略:

1) AAA 转发 WAP 类简单 IP 且 PDSN 地址为本省的计费报文到 WAP GW;

2) AAA 转发 WAP 类移动 IP 且 HA 地址为本省 HA 的计费报文到 WAP GW^[5].

7 结语

本方案从核心网分组域网络组织现状及 LTE 的建设情况出发, 通过利用 3G 网及 LTE 网络共用综合承载网元, 将 NAT 网元旁挂 CE, 融合承载网元与周边部分网元的互联互通等手段, 实现移动分组网向 IPv6 平滑演进^[6].

不过, 在未来很长一段时间, IPv4 和 IPv6 将长期共存发展, 在这一漫长的共存期中, 纯 IPv6 网络将会

区域性地不断出现, 网络将呈现出纯 IPv4 网络和纯 IPv6 网络共同存在、互相交错的局面. 随着网络应用的进一步发展, IPv6 网络最终将占统治地位, 过渡到全 IPv6 网络, 从而彻底解决 IP 地址瓶颈问题^[7]. 但移动分组网向 IPv6 的演进是个循序渐进的过程, 同时必然存在 EPC 与 3G 分组域共存的情况. 因此, 还需考虑 LTE 与现网 3G 分组域互操作时对 3G 分组域网元的要求.

参考文献

- 1 朱爱华, 杨艳松. 移动分组网向 IPv6 演进策略研究. 邮件设计技术, 2013(7): 16-18.
- 2 李双权, 邱方奎. 浅析应用系统支持 IPv6 技术方案. 邮件设计技术, 2013(7): 19-22.
- 3 高雁芝. 移动核心网的发展演变分析. 中国新通信, 2013, 15(19): 53-53.
- 4 陈俊, 陈孝威. 基于移动 IPv4/IPv6 演进云计算框架设计. 计算机应用研究, 2011, 28(6): 2321-2323.
- 5 周振勇. 基于 DS-lite 的 IP 城域网向 IPv6 演进过渡方案研究. 邮件设计技术, 2013(2): 5-9.
- 6 邵继欣. 中国电信宽带互联网 IPv6 演进策略研究[学位论文]. 北京: 北京邮电大学, 2011.
- 7 王永华. 以应用为中心的 IPv4 向 IPv6 过渡策略研究[学位论文]. 济南: 山东大学, 2010.