



## 移动分组域私网地址复用方案研究

肖 慧<sup>1</sup>, 林锦超<sup>1</sup>, 曹维华<sup>2</sup>, 李文云<sup>2</sup>

(1. 中国电信股份有限公司广东分公司 广州 510081;

2. 中国电信股份有限公司广东研究院 广州 510630)

**摘 要:** 目前移动互联网业务发展迅猛, 移动终端长时间在线, 消耗了大量 IP 地址。运营商 10 网段的 A 类私网地址已经不能满足日益增长的用户需求。提出通过引入综合承载网关的方式, 对 10 网段的私网地址进行复用, 解决 IPv6 大规模商用之前, IPv4 地址紧缺的问题。

**关键词:** 私网 IP 地址复用; 网络地址转换; 综合承载网关

**doi:** 10.3969/j.issn.1000-0801.2014.07.023

## Research on Private IP Address Multiplexing in Mobile PS Domain

Xiao Hui<sup>1</sup>, Lin Jinchao<sup>1</sup>, Cao Weihua<sup>2</sup>, Li Wenyun<sup>2</sup>

(1. Guangdong Branch of China Telecom Co., Ltd., Guangzhou 510081, China;

2. Guangdong Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Guangzhou 510630, China)

**Abstract:** With the rapid development of mobile internet, a large number of IP address is consumed because most of mobile terminal is always online. Class A private IP address(10.0.0.0/8) are not adequate for large-scale operators any more. A new method was proposed which was by means of integrated carry gateway. The method can multiplex the private IP address of 10 segments, in order to solve shortage of IPv4 address before IPv6 will have been used in large-scale commercial.

**Key words:** private IP address multiplexing, network address translation, integrated carry gateway

### 1 引言

中国电信 CDMA 分组域采用 CTWAP 和 CTNET 两种 NAI 承载移动上网业务, CTNET 主要用于无线上网卡上网和非自营业务、合作业务的移动互联网访问, CTWAP 主要用于自营业务的访问, 无法访问互联网。在实施融合平台改造建设后, CTWAP 用户可同时访问电信自营业务(互联星空等)以及互联网, 对于 3G 用户的智能终端, 默认采用 CTWAP 接入, 因而目前绝大多数用户接入默认采用 CTWAP。按照中国电信集团公司下发的《中国电信 CDMA 网地址规划方案》中的规划, 中国电信集团公司统一将 10.0.0.0/8 地址段中的 198 个 B 类地址作为 CTWAP 业务

用户终端地址分配至各省。

随着 3G 用户数量的飞速增长, 各主要业务大省均出现了不同程度的地址资源紧缺, 中国电信股份有限公司广东分公司(以下简称广东电信)的整体地址利用率更是高达 85%, CTWAP 地址池资源不足与业务迅猛发展的矛盾日益突出。由于 10.0.0.0/8 整体地址资源有限, 下发到各省的 CTWAP 地址资源也相当有限, 且因私网地址不具备可扩展性, CTWAP 地址资源不足的问题随着中国电信各省 3G 用户业务的快速发展日益凸显。如何解决资源与业务发展间的矛盾, 如何保证网络资源利用率的最大化, 成为广东电信日常维护管理中的一个主要问题。从中国电信 CDMA 分组域的实际情况出发, 针对性地提出通过引入综



合承载网关的方式,对 10 网段的私网地址进行复用,以解决 IPv6 大规模商用之前,IPv4 地址紧缺的问题。

## 2 需求分析及设计思路

中国电信 CTWAP 业务通过给用户分配私网地址的方式,让用户访问自营业务及互联网业务。由于 10 网段的一个 A 类地址是全国各省共用,且地址空间不能重叠,对中国电信这类大型运营商来说原有的 A 类地址空间已经不能满足全国业务的发展需求,需要研究各省 WAP 用户复用 10 网段私网地址的方案。

目前 WAP 业务流量主要有以下 4 种场景。

- 场景一:WAP 终端通过 WAP 网关(GW)做代理访问彩信、WAP 网站、免费网站等。该场景中终端与本省 WAP 网关互通,不存在地址冲突问题,不需要进行地址转换。
- 场景二:Qchat(对讲业务)等 WAP 终端直接访问业务平台,由于平台功能所限,现阶段不支持地址转换之后用户的注册以及呼叫,不能进行地址转换。
- 场景三:WAP 终端直接访问 Brew 等电信增值业务平台,不需要经过 WAP 网关做代理;终端需要与中国电信集团平台或者外省进行跨省互访,必须进行地址转换。
- 场景四:WAP 终端直接通过防火墙进行地址转换后访问公网。

针对上述 4 种场景需要采用不同的处理方式:场景一不需要再做地址转换,场景二不能做地址转换,场景三需要进行私网到私网的地址转换,场景四需要进行私网到公网的地址转换。

为满足用户地址需求,考虑采用私网地址复用的方式,使每个省都可以使用 10 网段的一个 A 类地址作为用户地址。在当前网络结构下,各省间的 CTWAP 用户地址池无法直接复用,会带来地址冲突的问题。为此在承载网络中通过 VPN 方式,将复用前地址与复用后地址的目标网络隔离,以解决地址冲突的问题。通过在移动分组域中引入综合承载网关,在网关上根据终端用户访问的目标地址是公网地址还是私网地址,配置不同的地址转换策略,从而完成私网到私网、私网到公网的地址转换,实现跨省互通。省内 CTWAP 用户地址可以复用除本省 CTWAP 用户地址以外的其他省的 CTWAP 用户地址,从而各省可实际支配的地址成倍增加,极大地扩展了各省分组域对手机上网业务的支持能力。

## 3 私网地址复用方案

### 3.1 方案设计总体思路

私网地址复用方案的设计思路如图 1 所示,具体介绍如下。

- 在 PDSN 上新建 VR4 和专用于本省用户本地接入的私网地址复用地址池 fyWAP。保留 PDSN 的 VR2 原有 WAP 地址池,该地址池供外省用户漫入以及 Qchat 业务使用。
- 在承载网 CE(customer edge router,用户边缘路由器)上创建一个新 PI3 VPN,用于承载私网地址复用地址池 fyWAP。承载网 CE 通过路由策略,将需要进行地址转换的流量引至综合承载网关。
- 新增 WAP 网关到承载网 CE 的链路,将 WAP 网关双挂到承载 CE 的 PI1 (承载 CTWAP)VPN 与新增的 PI3 VPN 上。
- 综合承载网关接入承载网 CE 的 PI0 (承载 CTNET)、PI1 (承载 CTWAP)、PI3 (承载复用后 CTWAP)VPN。在综合承载网关上配置地址转换策略,完成私网转私网以及私网转公网的功能。

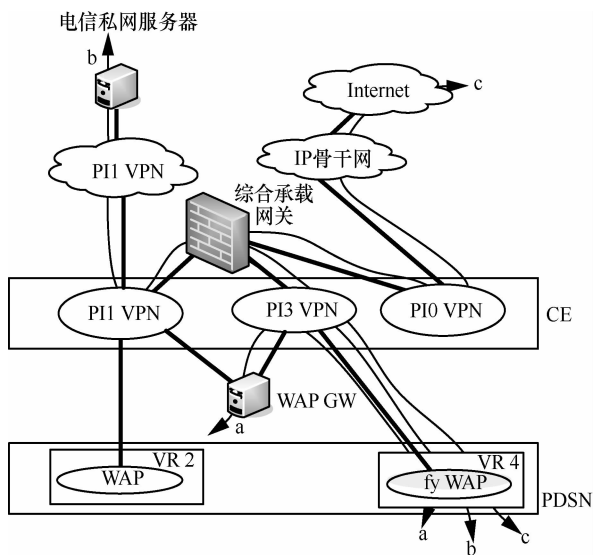


图 1 私网地址复用方案的网络示意

按此设计方案部署后,各业务和流量的访问路径如下:

- WAP 地址池用户访问各网络及业务的流量路径保持不变;
- fyWAP 地址池用户访问 WAP 网关时,流量不需要通过综合承载网关;

- fyWAP 地址池用户访问 10 网段的其他私网地址网段以及私网地址 DNS 时,需要通过综合承载网关进行私网到私网的地址转换,转换为能够跨省互访的本省地址,再将流量路由到 PI1 VPN,实现跨省互访;
- fyWAP 地址池用户访问公网时,需要通过综合承载网关进行私网到公网地址的转换,以满足手机终端直接访问公网的互访需求。

3.2 承载网 CE 的配置方案

在承载网 CE 上创建一个新 PI3 VPN,专门用作私网地址复用地址池 fyWAP 用户的承载;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至综合承载网关。CE 路由配置见表 1。

3.3 WAP 网关的配置方案

将 WAP 网关双挂到承载 CE 的 PI1 VPN 与新增的 PI3 VPN 上。通过新增物理接口或者逻辑子接口的方式接入承载 CE 的 PI3 VPN。WAP 网关出口路由器路由配置见表 2。

3.4 综合承载网关的策略方案

综合承载网关通过物理接口或者子接口的方式接入承载网 CE 的 PI0、PI1 和 PI3 VPN,通过静态路由方式完成互通,具体如下:

- 综合承载网关上将到 fyWAP 复用私网地址的明细路由指向承载网 CE PI3 VPN;

- 综合承载网关上将到 10.0.0.0/8、私网 DNS 地址段的流量指向承载网 CE PI1 VPN;
- 综合承载网关上将缺省路由指向承载网 CE PI0 VPN。

在综合承载网关上启用 NAT (network address translation,网络地址转换),实现私网到私网、私网到公网的地址转换,详细策略见表 3。

3.5 PDSN 的配置方案

在 PDSN 的 VR2 中,保留 WAP 地址池,该地址池用于外省用户漫入以及 Qchat 业务,地址段采用中国电信集团规划的 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进行预留。

在 PDSN 上新增 VR4,创建 fyWAP 地址池,该地址池专门用于本省用户在本省使用时的私网地址复用,地址段采用中国电信集团规划的 10 网段私网地址段中的外省地址。PDSN 的 VR4 与 CE 的 PI3 VPN 互通。

3.6 AAA 系统的策略方案

本方案在本地 AAA 系统与漫游 AAA 系统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授权私网复用的 VR 属性及 fyWAP 地址池,其他业务以及 WAP 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 WAP 类账号接入的用户,下发 VR 属性为 VR4、地址池名称为 fyWAP、DNS 为中国电信集团私网的 DNS。

表 1 CE 路由配置

| VPN | 地址段               | 下一跳                  | 备注                              |
|-----|-------------------|----------------------|---------------------------------|
| PI3 | WAP 网关地址(/32 掩码)  | WAP 网关与 PI3 VPN 互联接口 |                                 |
| PI3 | fyWAP 地址池地址段明细路由  | PDSN VR4 与 PI3 互联的接口 |                                 |
| PI3 | 0.0.0.0/0         | 综合承载网关与 PI3 VPN 互联接口 | 实现访问 10 网段私网地址、私网 DNS 以及融合上网的需求 |
| PI1 | fyWAP 私网到私网转换后的地址 | 综合承载网关与 PI1 VPN 互联接口 | fyWAP 转换之后的回程路由                 |
| PI1 | 0.0.0.0/0         | 综合承载网关与 PI1 VPN 互联接口 | 省内业务平台以及未进行私网复用的 WAP 用户访问公网缺省路由 |

表 2 WAP 网关出口路由器路由配置

| 地址段                   | 下一跳                   |
|-----------------------|-----------------------|
| fyWAP 地址段汇总路由         | 与承载网 CE PI3 VPN 互联的接口 |
| 10.0.0.0/8 私网 DNS 地址段 | 与承载网 CE PI1 VPN 互联的接口 |
| 0.0.0.0/0             | WAP 网关到公网的出口          |

表 3 综合承载网关的策略方案

| 源地址              | 目的地址                  | 转换后地址    | 策略应用方向            |
|------------------|-----------------------|----------|-------------------|
| fyWAP 地址池私网复用地址段 | 10.0.0.0/8、私网 DNS 地址段 | 跨省互访私网地址 | 与 CE PI1 互联接口的出方向 |
| 10.0.0.0/8       | 0.0.0.0/0             | 公网地址     | 与 CE PI0 互联接口的出方向 |



(2)对于漫游 AAA 策略调整:对于省内用户漫出,用户属于默认组,在默认组用户,针对其 WAP 账号下发地址池 fyWAP,然后通过动作授权,将该地址池名称改为 WAP、VR 属性改为 VR2,并下发相关业务属性(含 DNS 属性)给外省 AAA 系统;外省用户漫入后,现有动作保持不变,用户使用 WAP 接入时,下发 WAP 地址池和相关参数。

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

### 3.7 综合承载网关的能力需求

考虑到各省移动互联网业务发展的需求,各省部署综合承载网关时,需要考虑满足未来 1~2 年的业务量,综合解决 CTWAP 和 CTNET 地址紧缺的问题,满足在 IPv6 正式商用前的业务需求。具体要求如下。

- 设备性能:综合承载网关支持的会话数,建议业务量大的省份会话数不小于 3 000 万,业务量相对较小的省份会话数不小于 1 000 万。
- 地址溯源:综合承载网关需要支持地址转换信息的溯源功能。
- 地址转换策略:优先采用 NAT444 方式,每次给一个私网地址提供一个转换地址+一段端口号进行地址转换。
- 综合承载网关 NAT 会话定时器要求:综合考虑用户业务体验与设备资源利用效率等因素,要求将 TCP 会话超时设置为 30 min,将 UDP 会话超时设置为 3 min。
- ALG 功能:综合承载网关需要具备 ALG 功能,能够支持 H.323、SIP、MGCP、RTSP 等常见协议媒体流的转换。
- 开启安全防护功能以及容灾备份功能,以满足现网大规模用户的综合承载。

### 3.8 网络互联方案

为简化网络结构,降低私网地址改造对现有网络的影响,综合承载网关采用旁挂 CE 的方式,PDSN 与综合承载网关之间的互通都通过承载网 CE 转发,如图 2 所示。

### 3.9 私网地址复用方案对业务影响的评估

从理论上分析,实施私网地址复用之后,有部分业务可能会受到影响。

原 CTWAP 的两个跨省用户 A 与 B 之间可以实现点对点直接互访,如果 A 实施私网地址复用,则 B 不能先直接访问 A,A 可以通过 NAT 访问 B。如果 A 和 B 都实施私网地址复用,则 A 与 B 之间不能互访。

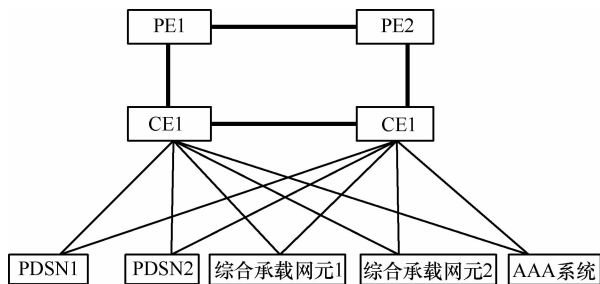


图 2 综合承载网关网络互联示意

实施 NAT 之后,基于报文点对点访问的应用,如通过 SIP 互通的软交换终端,协议消息中的 SDP 描述部分的媒体流源 IP 地址仍然为私网地址,对终端无法与该私网地址互通,会导致此类应用受到影响。在设备性能能满足要求的情况下,建议在综合承载网元上开启 ALG 功能,完成 H.323、SIP、MGCP、RTSP 等常见协议媒体流信息的转换,以减少可能对用户业务造成的影响。

### 3.10 试点验证

为验证私网地址复用方案是否可行以及评估私网地址复用之后对现有业务的影响,需要开展现网验证测试。本方案在广东电信和多个省份开展了试点,结论如下:

- 试点省份进行业务割接时不需要其他省配合,实施可操作性强;
- 在多个省份成功实施之后,验证了私网地址复用方案技术可行,割接操控容易,能够切实解决目前移动分组域私网地址紧缺的问题;
- 试点省份在业务割接前进行了详细的业务验证测试,业务基本不受影响;
- 私网地址复用之后,有少部分服务器到终端的点对点应用,需要在综合承载网关上开启 ALG 功能,才能保证业务的正常使用。

## 4 结束语

在移动分组域中引入综合承载网关的方式,能够解决目前分组域私网地址不足的问题,同时满足安全防护以及路由承载的需求,可以支撑电信运营商移动互联网用户规模的发展。

### 参考文献

- 1 吴湘东,冀晖,阎璐.城域网 NAT444 部署剖析.电信技术,2011(4):35~37
- 2 游晓明,陈传波,刘升.IP 地址复用技术剖析.计算机与数字工程,1999(1):46~51

(下转第 148 页)