(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2009 年 9 月 11 日 (11.09.2009)

PCT

(10) 国际公布号
WO 2009/109072 A1

(51) 国际专利分类号:
H04L 12/56 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2008/000528

(22) 国际申请日: 2008 年 3 月 17 日 (17.03.2008)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
200810026585.9 2008 年 3 月 4 日 (04.03.2008) CN

(71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **中山大学 (SUN YAT-SEN UNIVERSITY)** [CN/CN]; 中国广东省广州市新港西路 135 号, Guangdong 510275 (CN)。

(72) 发明人; 及

(75) 发明人/申请人 (仅对美国): **马争鸣 (MA, Zhengming)** [CN/CN]; 中国广东省广州市新港西路中山大学电子系, Guangdong 510275 (CN)。 **向征 (XIANG, Zheng)** [CN/CN]; 中国广东省广州市新港西路中山大学电子系, Guangdong 510275 (CN)。 **谭庆宇 (TAN, Qingyu)** [CN/CN]; 中国广东省广州市新港西路中山大学电子系, Guangdong 510275 (CN)。 **熊佳妮 (XIONG, Jiani)** [CN/CN]; 中国广东省广州市新港西路中山大学电子系, Guangdong 510275 (CN)。 **郑婵娟 (ZHENG, Chanjuan)** [CN/CN]; 中国广东省广州市新港西路中山大学电子系, Guangdong 510275 (CN)。 **梁文浩 (LIANG, Wenhao)** [CN/CN]; 中国广东省广州市新港西路中山大学电子系, Guangdong 510275 (CN)。

(74) 代理人: **广州新诺专利商标事务所有限公司 (GUANGZHOU SINO PATENT & TRADEMARK AGENCY CO., LTD.)**; 中国广东省广州市应元路越秀山体育场综合楼 7 楼, Guangdong 510040 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY,

[见续页]

(54) **Title**: METHOD FOR REALIZING MOBILE NODE COMMUNICATION IN AN IPV4/V6 HYBRID NETWORK

(54) **发明名称**: 一种实现移动节点在 IPv4/v6 混合网络中的通信方法

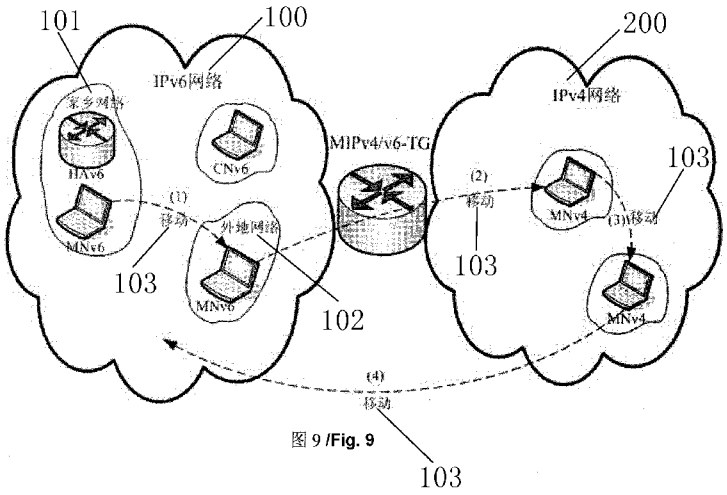


图 9 /Fig. 9

100 IPv6 NETWORK
200 IPv4 NETWORK
101 HOME NETWORK
102 OUT-OF-TOWN NETWORK
103 MOVES

(57) **Abstract**: A method for realizing mobile node communication in an IPv4/v6 hybrid network, the method realizes mobile communication in the IPv4/v6 hybrid network by setting a mobile IPv4/v6 switching gateway between the IPv4 network and the IPv6 network, the mobile IPv4/v6 switching gateway includes an NAT-PT gateway and a mobile IP application layer gateway that is disposed on the NAT-PT gateway, wherein the NAT-PT gateway configures DNS-ALG. The present invention can sufficiently utilize the existing MIPv4 (RFC3344) and MIPv6 (RFC3775) technologies, effectively solve the problem that existing in the mobile communication of the mobile node in the IPv4/v6 hybrid network, and realize the compatibility of the MIPv4 and MIPv6 technologies, and realize the synchronism of the mobile communication and the network to transit from the IPv4 to the IPv6, the present invention also does not need the existing mobile communication equipments to upgrade too much, and it has very great application value.

[见续页]

WO 2009/109072 A1

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(57) 摘要:

本发明涉及一种实现移动节点在 IPv4/v6 混合网络中的通信方法，该方法具体通过在 IPv4 网络和 IPv6 网络之间设置移动 IPv4/v6 转换网关实现 IPv4/v6 混合网络中的移动通信，所述移动 IPv4/v6 转换网关包括NAT-PT 网关及设在其上的移动 IP 应用层网关，其中NAT-PT 网关上配置有 DNS-ALG。本发明能够充分利用现有的 MIPv4 (RFC3344)和 MIPv6 (RFC3775)技术，有效地解决了移动节点在 IPv4/v6 混合网络中的移动通信存在的问题，而且实现了 MIPv4 技术和 MIPv6 技术的兼容，实现了移动通信与网络从 IPv4 向 IPv6 过渡的同步性，同时本发明要求现有的移动通信设备无需做太大的升级，具有很大的实用价值。

一种实现移动节点在 IPv4/v6 混合网络中的通信方法

本发明所属的技术领域

本发明涉及网络和移动通信领域，具体涉及一种移动节点在 IPv4/v6 混合网络中的通信方法。

在本发明之前的现有技术

目前，移动通信是互联网承载的最为重要的应用。移动 IP 研究互联网承载移动通信的问题，具体地，移动 IPv4 研究 IPv4 网络承载移动通信的问题，移动 IPv6 研究 IPv6 网络承载移动通信的问题，移动 IPv4/v6 就是研究 IPv4/v6 网络承载移动通信的问题。

图 1 是 RFC3344 所描述的移动 IPv4 技术的基本原理的示意图，其关键步骤如下：

（1）移动节点从本地网络移动到外地网络；

（2）外地代理通过代理广告消息（Agent Advertisement Message）表明它们的存在；

（3）移动节点也可以选择性地通过代理请求消息（Agent Solicitation Message）请求所在链路的移动代理向其发送代理广告消息；

（4）移动节点接收移动代理广告消息，并根据此消息判断自己是处于家乡网络还是外地网络；

（5）如果移动节点发现自己移动到外地网络，则从外地网络获得一个转交地址。转交地址可以由外地代理指派，也可以通过 DHCP 等方式获取；

（6）移动节点向家乡代理发送注册请求消息以注册其转交地址。注册请求消息的格式如图 2A 所示，其中包含移动节点的家乡地址、家乡代理地址、转交地址、标识符等数据，而扩展部分包含移动节点和家乡代理之间的认证数据，当注册请求消息需要经过外地代理时，扩展部分也会包含移动节点与外地代理之间的认证数据；注册请求消息和注册应答消息一般要经过外地代理；

（7）家乡代理处理上述注册请求消息，创建或更新其绑定缓存，并向移动节点发送注册应答消息以把注册的结果通知移动节点。注册应答消息的格式如图 2B 所示，其中包含移动节点的家乡地址、家乡代理地址、标识符等数据，此外，在扩展部分还包括一些认证数据；

（8）通信节点向移动节点发送数据报文时，源地址为通信节点的地址，目的地址为移动节点的家乡地址。该数据报文经过家乡网络的时候，被家乡代理截获后通过隧道发送到移动节点的转交地址；

（9）移动节点向通信节点发送数据报文时，源地址为移动节点的家乡地址，目的地址为通信节点的地址，因此数据报文无需经过家乡网络。

图 3 是 RFC3775 所描述的移动 IPv6 技术的基本原理的示意图，其关键步骤如下：

（1）移动节点从本地网络移动到外地网络；

（2）移动节点移动到外地网络后，将通过有状态或无状态的方式获得一个转交地址；

（3）移动节点通过向家乡代理发送绑定更新消息的方式向家乡代理注册其转交地址，绑定更新消息的格式如图 4A 所示；

（4）家乡代理处理上述绑定更新消息，创建或更新其绑定缓存，并向移动节点发送绑定确认消息以把注册的结果通知移动节点，绑定确认消息的格式如图 4B 所示；

（5）移动节点发起 Return Routability Procedure（RRP）过程，RRP 过程包括 4 条消息，即移动节点向通信节点发送的 Home Test Init 和 Care-of Test Init 消息，以及它们各自的应答消息 Home Test 和 Care-of Test 消息，其中，Home Test Init 消息和 Home Test 消息要经过家乡代理转发。RRP 过程的目的是为了保证移动节点的家乡地址以及其转交地址是可以到达的。图 5 是 RFC3775 所描述的移动 IPv6 技术中 RRP 的流程图。

（6）RRP 过程结束后，移动节点向通信节点发送绑定更新消息；

（7）通信节点创建或更新其绑定缓存，并向移动节点发送绑定确认消息；

（8）移动节点与其通信节点的通信有两种方式：

第一种是“双向隧道”方式。通信节点发出的数据报文被路由到家乡网络，家乡代理截获此数据报文并通过隧道把此数据报文发送到移动节点的转交地址；而移动节点发出的数据报文通过反向隧道发送到家乡网络，然后再从家乡网络发送到通信节点。采用这种方式时，通信节点无需知道移动节点当前的位置信息。

第二种是“路由优化”方式。这种通信方式允许通信节点把数据报文直接发送到移动节点的转交地址，其前提条件是，移动节点必须向通信节点注册以使通信节点知道其家乡地址与转交地址的绑定关系。

移动 IPv4/v6 的解决方案取决于 IPv4 网络与 IPv6 网络混合的方式。目前，IETF 推荐三种方式：隧道（RFC3053）、双栈（RFC2893）和 NAT-PT（RFC2766）。本发明提出的移动 IPv4/v6 解决方案基于 NAT-PT。

NAT-PT 是一个网络层的设备，可以保持 IPv4 与 IPv6 的互相透明。特别地，NAT-PT 提供一种机制，通过在其上增设应用层网关的方式保持 IPv4 网络和 IPv6 网络承载的同样应用的互相透明。目前，ftp-ALG 和 DNS-ALG 已经成为 NAT-PT 的标准配置。

图 6 是用 NAT-PT 网关加上 DNS-ALG 实现 IPv4/v6 混合网络的 DNS 查询的工作原理示意图。如图 6 所示，是用 NAT-PT 网关加上 DNS-ALG 实现 IPv4/v6 混合网络的 DNS 查询的关键步骤，具体如下：

（1）IPv6 主机要与 IPv4 主机建立连接，但是不知道该 IPv4 主机的 IPv6 地址是什么。于是发出 DNS 请求消息问 IPv4.com 的 IPv6 地址，DNS 请求消息传给 IPv6 网络中的 DNS 服务器 A，但在 IPv6 网络中的 DNS 服务器 A 中找不到 IPv4 主机的记录(IPv6 的记录是 A6 或是 AAAA，而 IPv4 的记录是 A)；

（2）于是 IPv6 DNS 将此请求消息转发出去，被 DNS-ALG 拦截；

（3）DNS-ALG 将请求消息中的 A6 或 AAAA 改为 A，转发到 IPv4 网络；

（4）IPv4 网络中的 DNS 服务器 B 接收到此请求消息，回复 IPv4 主机的地址为 202.116.78.11；

（5）DNS-ALG 接收到此地址信息后，在 IPv4 地址上加上 96 位前缀，变成 IPv6 地址 prefix::202.116.78.11；

（6）DNS-ALG 将 A 改为 A6 或 AAAA 之后继续把 DNS 应答消息送回给 IPv6 网络中的 DNS 服务器 A，再传给 IPv6 主机；

（7） IPv6 主机认为 IPv4.com 的地址为 prefix::202.116.78.11，所以发出源地址为 3FFE:3600:B::2，目的地址为 prefix::202.116.78.11 的 IPv6 分组；

（8）当分组经过转换网关时，其首先查找其地址映射表中是否有源地址为 3FFE:3600:B::2 的表项，如果有则直接使用之，如果没有，从 IPv4 地址池中分配一个 IPv4 地址给此 IPv6 主机，分配 IPv4 地址的同时在地址映射表中添加一个表项 3FFE:3600:B::2—203.69.0.1，同时 NAT-PT 网关去掉目的地址的 96 位前缀得到一个 IPv4 地址，也即 IPv4 主机的 IPv4 地址；

（9）转换网关根据建立的地址映射关系，进行地址和语义转换，组头转换成 IPv4 的分组头，分组头中的源地址为“203.69.0.1” ，目的地址为“202.116.78.11”，然后向 IPv4 网络发出分组。

反之，IPv4 主机查询 IPv6 主机的 IPv4 地址的道理是一样的，其通信流程基本上是一致的。

目前，IETF 已经颁布了移动 IPv4 的解决方案（RFC3344）和移动 IPv6 的解决方案（RFC3775），为移动 IP 在纯 IPv4 网络和纯 IPv6 网络的应用提供了较为完整的方案。然而，上述两个 RFC 均未涉

及 IPv4/v6 混合网络的情况，随着 IPv4 网络向 IPv6 网络的过渡，对 IPv4/v6 混合网络的移动通信问题的研究显得十分必要，IPv4/v6 混合网络的移动通信问题可以从静态角度和动态角度划分为如下 16 个子问题：

A1. 首先从静态的角度看，根据家乡代理和通信节点在 IPv4/v6 混合网络中的位置，把移动 IPv4/v6 的问题分为四个基本问题，步骤 A1 具体包括：

A11. 家乡代理和通信节点都位于 IPv6 网络，移动节点在 IPv4/v6 混合网络中移动时的移动 IPv4/v6 的问题；

A12. 家乡代理和通信节点都位于 IPv4 网络，移动节点在 IPv4/v6 混合网络中移动时的移动 IPv4/v6 的问题；

A13. 家乡代理位于 IPv6 网络，通信节点位于 IPv4 网络，移动节点在 IPv4/v6 混合网络中移动时的移动 IPv4/v6 的问题；

A14. 家乡代理位于 IPv4 网络，通信位于 IPv6 网络，移动节点在 IPv4/v6 混合网络中移动时的移动 IPv4/v6 的问题。

A2. 其次从动态的角度看，根据移动节点在 IPv4/v6 混合网络中的移动情况，又把所述步骤 A1 中所述的每个基本问题进一步分成四个子问题，其步骤 A2 具体包括：

A21. 移动节点在 IPv4 网络中移动时的移动 IPv4/v6 的问题；

A22. 移动节点在 IPv6 网络中移动时的移动 IPv4/v6 的问题；

A23. 移动节点从 IPv4 网络移动到 IPv6 网络时的移动 IPv4/v6 的问题；

A24. 移动节点从 IPv6 网络移动到 IPv4 网络时的移动 IPv4/v6 的问题。

另外，为了方便于表达本发明的核心思想，本发明定义了一些术语的表示方式，图 7 是本发明中使用到的一些术语的缩略语及其解释。其中图的左边一列是原术语，图的右边一列是术语的缩略语，本发明采用术语缩略语来进行发明内容的陈述。同时本发明通过在上述术语后加上“v4”或“v6”来表示 version 4 或 version 6。例如 MIPv4 表示 Mobile IPv4，CNv6 表示处于 IPv6 网络的 CN，HoAv6 表示 MN 的 IPv6 格式的家乡地址。

另外，NAT-PT 网关会对不同的地址进行不同的处理。如果 NAT-PT 在一个 IPv4 地址后面加“#”号，则表示这个地址是 NAT-PT 中 IPv4 地址池里的地址，与一个 IPv6 地址形成映射关系。例如，CNAv4# 是 NAT-PT 中 IPv4 地址池里的一个地址，与 CNAv6 形成映射关系，是 CNv6 在 IPv4 网络里的地址标

识。以CNAv4#为目的地址的IPv4格式的数据报文将路由到NAT-PT。如果NAT-PT在一个IPv6地址后面加“*”号，则表示这个地址由一个IPv4地址和NAT-PT的96位地址前缀组成。例如，CoAv6*是由CoAv4和NAT-PT的96位地址前缀组成，是MNv4在IPv6网络的地址标识。以CoAv6*为目的地址的IPv6格式的数据报文将被路由到NAT-PT。

发明目的

本发明的目的是克服现有技术的不足，提供一种实现移动节点在IPv4/v6混合网络中的通信方法，该方法有效的解决了移动节点在IPv4/v6混合网络中的移动通信中所存在的问题，同时本发明要求现有的移动通信设备无需做太大的升级，具有很大的实用价值。

本发明采用的技术方案

为了达到上述技术目的，本发明的技术解决方案：一种实现移动节点在IPv4/v6混合网络中的通信方法，通过在IPv4网络和IPv6网络之间设置移动IPv4/v6转换网关实现IPv4/v6混合网络中的移动通信，所述移动IPv4/v6转换网关包括NAT-PT网关及设在其上的移动IP应用层网关，其中NAT-PT网关上配置有DNS-ALG。

所述移动节点在IPv4/v6混合网络中的通信方法的步骤是：

步骤A为：移动IPv4/v6转换网关通过在IPv4网络和IPv6网络中分别充当RFC3344和RFC3775所描述的不同的实体，以及通过在网关内部进行实体之间的转换实现RFC3344和RFC3775的互相透明。具体来说，该步骤A具体包括：

A1.移动IPv4/v6转换网关在IPv4网络一侧充当一个RFC3344所描述的实体，这个实体与处于IPv4网络中的其它实体构成一个RFC3344所描述的移动IP模型，这个移动IP模型按照RFC3344所描述的移动IPv4协议进行通信和更新；

A2.移动IPv4/v6转换网关在IPv6网络一侧充当一个RFC3775所描述的实体，该实体与处于IPv6网络中的其它实体构成一个RFC3775所描述的移动IP模型，这个移动IP模型按照RFC3775所描述的移动IPv6协议进行通信和更新；

A3.移动IPv4/v6转换网关通过实体之间的内部转换实现自己从一个IPv4形式的实体向一个IPv6形式的实体的转换，从一个IPv6形式的实体向一个IPv4形式的实体的转换，以及实现同类实体之间的转换，从而最终实现RFC3344和RFC3775的互相透明。

步骤B为：移动IPv4/v6转换网关负责对从IPv4网络发送到IPv6网络的、与移动IP有关的

各种消息和数据报文进行转换，负责对从 IPv6 网络发送到 IPv4 网络的、与移动 IP 有关的各种消息和数据报文进行转换。具体来说，该步骤 B 包括：

B1. 移动 IPv4/v6 转换网关负责把 RFC3344 所描述的注册请求消息转换成 RFC3775 所描述的绑定更新消息，把 RFC3344 所描述的注册应答消息转换成 RFC3775 所描述的绑定确认消息；

B2. 移动 IPv4/v6 转换网关负责把 RFC3775 所描述的绑定更新消息转换成 RFC3344 所描述的注册请求消息，把 RFC3775 所描述的绑定确认消息转换成 RFC3344 所描述的注册应答消息；

B3. 移动 IPv4/v6 转换网关负责对数据报文进行地址协议转换，并且在 IPv6 网络一侧收发数据报文时，按照 RFC3775 所描述的要求，把 IPv6 格式的数据报文 IP 头中的转交地址与扩展头中的家乡地址进行交换。

步骤 C 是：移动 IPv4/v6 转换网关按照下面的原则截获与移动 IP 有关的消息和数据报文：在更新时，按照消息的类型截获消息；在通信时，按照数据报文的目的地址截获数据报文；具体来说，该步骤 C 包括：

C1. 在通信时，移动 IPv4/v6 转换网关根据不同的通信情况充当不同的实体，由于以这些实体的 IP 地址作为目的地址的数据报文会被路由到移动 IPv4/v6 转换网关，因此，移动 IPv4/v6 转换网关将截获以这些实体的 IP 地址为目的地址的数据报文；

C2. 在更新时，移动 IPv4/v6 转换网关按照消息的类型截获消息，该方法进一步具体包括：

C21. 在 IPv4 网络，移动 IPv4/v6 转换网关需要处理的消息有 RFC3344 所描述的注册请求消息和注册应答消息以及本发明中新定义的代理请求消息和代理应答消息，对这四种消息，移动 IPv4/v6 转换网关在网络层根据消息的 UDP 封装和目的端口号截获，在应用层根据消息的负载类型值区分；

C22. 在 IPv6 网络，移动 IPv4/v6 转换网关需要处理的消息有 RFC3775 所描述的绑定更新消息、绑定确认消息、Home Test Init 消息、Home Test 消息、Care of Test Init 消息、Care of Test 消息；对这些消息，移动 IPv4/v6 转换网关在网络层根据消息的移动扩展头的下一个报头编号为 135 作为标志截获消息，在应用层根据负载中 MH 值区分消息。

步骤 D 是：移动 IPv4/v6 转换网关在处理 IPv4 格式的消息和数据报文时采用 RFC3344 提供的安全机制，在处理 IPv6 格式的消息和数据报文时采用 RFC3775 提供的安全机制；该步骤 D 具体是：

D1. 当移动 IPv4/v6 转换网关接收一个消息或数据报文时，将根据这个消息或数据报文是 IPv4 格式还是 IPv6 格式，按照 RFC3344 或 RFC3775 所描述的认证算法进行认证；

D2. 当移动 IPv4/v6 转换网关发送一个消息或数据报文时，将根据这个消息或数据报文是 IPv4 格式还是 IPv6 格式，按照 RFC3344 或 RFC3775 所描述的认证算法产生认证数据，这个认证数据将作为这个消息或数据报文的一部分。

步骤 E 是：本发明提出的实现移动节点在 IPv4/v6 混合网络中的通信方法中对家乡代理和通信节点的要求与 RFC3344 和 RFC3775 所描述的要求保持一致，但增加对移动节点的要求。该步骤 E 具体是：步骤 E 具体包括：

E1. 移动节点能够同时满足 RFC3344 和 RFC3775 所描述的有关移动节点的要求；

E2. 移动节点能够记录家乡代理和通信节点的域名，能够通过 DNS 查询的方式发现移动 IPv4/v6 转换网关，并获得家乡代理和通信节点的地址；

E3. 移动节点能够支持对注册请求消息和注册应答消息的扩展，能够产生和处理代理请求消息和代理应答消息。

步骤 F 是：当家乡代理位于 IPv4 网络，通信节点位于 IPv6 网络，移动节点在 IPv4/v6 混合网络中移动时的移动 IPv4/v6 的关键步骤包括：

F1. 当移动节点从 IPv6 网络移动到 IPv4 网络时，移动节点向移动 IPv4/v6 转换网关发送代理请求消息，请求移动 IPv4/v6 转换网关代理移动节点向处于 IPv6 网络中的通信节点发起其家乡地址与转交地址的绑定更新；

F2. 移动 IPv4/v6 转换网关收到代理请求消息后，将代理移动节点向处于 IPv6 网络中的通信节点发起更新过程，此时移动 IPv4/v6 转换网关在 IPv6 网络一侧将分别充当 IPv6 格式的家乡代理和 IPv6 格式的移动节点，移动 IPv4/v6 转换网关收到绑定确认消息后，向处于 IPv4 网络中的移动节点发出代理应答消息；

F3. 所述代理请求消息的格式与 RFC3344 中的注册请求消息的格式相同，代理应答消息的格式与 RFC3344 中的注册应答消息的格式相同，其中代理请求的类型值被暂定为 7，代理应答消息的类型值被暂定为 8。

与现有技术相比，本发明的优点是：

能够充分利用现有的 MIPv4（RFC3344）和 MIPv6（RFC3775）技术，实现移动节点在 IPv4/v6 混合网络中的移动通信，而且实现了 MIPv4 技术和 MIPv6 技术的兼容，实现了移动通信与网络从 IPv4 向 IPv6 过渡的同步性，同时本发明要求现有的移动通信设备无需做太大的升级，具有很大的实用价

值。

附图说明

图 1 是 RFC3344 所描述的移动 IPv4 技术的基本原理的示意图；

图 2A 是注册请求消息的格式示意图；

图 2B 是注册应答消息的格式示意图；

图 3 是 RFC3775 所描述的移动 IPv6 技术的基本原理的示意图；

图 4A 是绑定更新消息的格式示意图；

图 4B 是绑定确认消息的格式示意图；

图 5 是 RFC3775 所描述的移动 IPv6 技术中 RRP 的流程图；

图 6 是用 NAT-PT 网关加上 DNS-ALG 实现 IPv4/v6 网络的 DNS 查询的工作原理示意图；

图 7 是本发明中使用到的一些术语的缩略语及其解释；

图 8 是在本发明中 MIPv4/v6-TG 针对一个具体的通信情况充当不同实体的示意图；

图 9 是 HA 和 CN 都位于 IPv6 网络、MN 在 IPv4/v6 混合网络中移动的布局示意图；

图 10 是 HA 和 CN 都位于 IPv6 网络、MN 在 IPv6 网络中移动时移动 IPv4/v6 解决方案的示意图；

图 11 是 HA 和 CN 都位于 IPv6 网络，MN 在 IPv4 网络中移动时 MIPv4/v6-TG 的地址配置示意图；

图 12 是 HA 和 CN 都位于 IPv6 网络、MN 在 IPv4 网络中移动时的通信流程图；

图 13 是 HA 和 CN 都位于 IPv6 网络、MN 在 IPv4 网络中移动时的更新流程图；

图 14 是 HA 和 CN 都位于 IPv6 网络、MN 从 IPv6 网络移动到 IPv4 网络时的更新流程图；

图 15A 是 HA 和 CN 都位于 IPv6 网络、MN 从 IPv6 网络移动到 IPv4 网络时注册请求消息的格式扩展示意图；

图 15B 是 HA 和 CN 都位于 IPv6 网络、MN 从 IPv6 网络移动到 IPv4 网络时的注册应答消息的格式示意图；

图 16 是 HA 和 CN 都位于 IPv6 网络、MN 从 IPv4 网络移动到 IPv6 网络时移动 IPv4/v6 解决方案的示意图；

图 17 是 HA 和 CN 都位于 IPv4 网络，MN 在 IPv4/v6 混合网络中移动的布局示意图；

图 18 是 HA 和 CN 都位于 IPv4 网络、MN 在 IPv4 网络中移动时移动 IPv4/v6 解决方案的示意图；

图 19 是 HA 和 CN 都位于 IPv4 网络、MN 在 IPv6 网络中移动时 MIPv4/v6-TG 的地址配置示意图；

图 20 是 HA 和 CN 都位于 IPv4 网络、MN 在 IPv6 网络中移动时的通信流程图；

图 21 是 HA 和 CN 都位于 IPv4 网络、MN 在 IPv6 网络中移动时的更新流程图；

图 22 是 HA 和 CN 都位于 IPv4 网络、MN 从 IPv4 网络移动到 IPv6 网络时的更新流程图；

图 23 是 HA 和 CN 都位于 IPv4 网络、MN 从 IPv6 网络移动到 IPv4 网络时移动 IPv4/v6 解决方案的示意图；

图 24 是 HA 位于 IPv6 网络、CN 位于 IPv4 网络、MN 在 IPv4/v6 混合网络中移动的布局示意图；

图 25 是 HA 位于 IPv6 网络、CN 位于 IPv4 网络、MN 在 IPv6 网络中移动时 MIPv4/v6-TG 的地址配置示意图；

图 26 是 HA 位于 IPv6 网络、CN 位于 IPv4 网络、MN 在 IPv6 网络中移动时的通信流程图；

图 27 是 HA 位于 IPv6 网络、CN 位于 IPv4 网络、MN 在 IPv6 网络中移动时的更新流程图；

图 28 是 HA 位于 IPv6 网络、CN 位于 IPv4 网络、MN 在 IPv4 网络中移动时 MIPv4/v6-TG 的地址配置示意图；

图 29 是 HA 位于 IPv6 网络、CN 位于 IPv4 网络、MN 在 IPv4 网络中移动时的通信流程图；

图 30 是 HA 位于 IPv6 网络、CN 位于 IPv4 网络、MN 在 IPv4 网络中移动时的更新流程图；

图 31 是 HA 位于 IPv6 网络、CN 位于 IPv4 网络、MN 从 IPv6 网络移动到 IPv4 网络时的更新流程图；

图 32A 是 HA 位于 IPv6 网络、CN 位于 IPv4 网络、MN 从 IPv6 网络移动到 IPv4 网络时的注册请求消息的格式扩展示意图；

图 32B 是 HA 位于 IPv6 网络、CN 位于 IPv4 网络、MN 从 IPv6 网络移动到 IPv4 网络时的注册应答消息的格式示意图；

图 33 是 HA 位于 IPv6 网络、CN 位于 IPv4 网络、MN 从 IPv4 网络移动到 IPv6 网络时的更新流程图；

图 34 是 HA 位于 IPv4 网络、CN 位于 IPv6 网络、MN 在 IPv4/v6 混合网络中移动的布局示意图；

图 35 是 HA 位于 IPv4 网络、CN 位于 IPv6 网络、MN 在 IPv4 网络中移动时 MIPv4/v6-TG 的地址配置示意图；

图 36 是 HA 位于 IPv4 网络、CN 位于 IPv6 网络、MN 在 IPv4 网络中移动时的通信流程图；

图 37 是 HA 位于 IPv4 网络、CN 位于 IPv6 网络、MN 在 IPv4 网络中移动时的更新流程图；

图 38 是 HA 位于 IPv4 网络、CN 位于 IPv6 网络、MN 在 IPv6 网络中移动时 MIPv4/v6-TG 的地址配置示意图；

图 39 是 HA 位于 IPv4 网络、CN 位于 IPv6 网络、MN 在 IPv6 网络中移动时的通信流程图；

图 40 是 HA 位于 IPv4 网络、CN 位于 IPv6 网络、MN 在 IPv6 网络中移动时的更新流程图；

图 41 是 HA 位于 IPv4 网络、CN 位于 IPv6 网络、MN 从 IPv4 网络移动到 IPv6 网络时的更新流程图；

图 42 是 HA 位于 IPv4 网络、CN 位于 IPv6 网络、MN 从 IPv6 网络移动到 IPv4 网络时的更新流程图；

图 43A 是 HA 位于 IPv4 网络、CN 位于 IPv6 网络、MN 从 IPv6 网络移动到 IPv4 网络时的代理请求消息的格式示意图；

图 43B 是 HA 位于 IPv4 网络、CN 位于 IPv6 网络、MN 从 IPv6 网络移动到 IPv4 网络时的代理应答消息的格式示意图。

具体实施例

本发明涉及一种实现移动节点在 IPv4/v6 混合网络中的通信方法，该通信方法是为了解决移动 IPv4/v6 存在的十六个子问题。

以下参照各附图及具体实施例进行详细的说明。

如图 8 所示，家乡代理位于 IPv4 网络（记为 HAv4）、通信节点位于 IPv6 网络（记为 CNv6）、移动节点在 IPv4 网络内部移动（记为 MNv4）、IPv4 网络与 IPv6 网络之间设置 MIPv4/v6-TG。在这种情况中，MIPv4/v6-TG 在 IPv4 网络一侧充当通信节点（记为 CNv4），与 HAv4 和 MNv4 按照 RFC3344 所描述的 MIPv4 技术进行通信。MIPv4/v6-TG 在 IPv6 网络一侧充当移动节点（记为 MNv6），与 CNv6 按照 RFC3775 所描述的 MIPv6 技术进行通信。MIPv4/v6-TG 在内部进行 CNv4 与 MNv6 之间的转换。

如图 9 所示 HA 和 CN 都位于 IPv6 网络，MN 在 IPv4/v6 混合网络中移动，整个过程可以分为 MN 在 IPv6 网络中移动时与 CN 的通信，MN 在 IPv4 网络中移动时与 CN 的通信，MN 从 IPv6 网络移动到 IPv4 网络时与 CN 的通信，MN 从 IPv4 网络移动到 IPv6 网络时与 CN 的通信。下面将分别对这几种情况下的通信进行详细的说明。

图 10 是 HA 和 CN 都位于 IPv6 网络，MN 在 IPv6 网络中移动时移动 IPv4/v6 的解决方案示意图。当 MN 在 IPv6 网络内移动时，MN、HA 和 CN 都在 IPv6 网络内，这是典型的 MIPv6 的问题，将按照 RFC3775

所描述的MIPv6技术进行通信和更新，具体的实施过程见图3。

图11是HA和CN都位于IPv6网络，MN在IPv4网络中移动时MIPv4/v6-TG的地址配置示意图。当MN在IPv4网络移动时，MIPv4/v6-TG在IPv6网络一侧充当MNv6，与CNv6构成RFC3775所描述的MIPv6技术的两个实体，按照RFC3775所描述的MIPv6技术进行通信，为了使得MIPv4/v6-TG在IPv6网络一侧向CNv6发送数据报文时能够进行家乡地址和转交地址的更换，MIPv4/v6-TG中的MIP-ALG必须维持IPv6格式的家乡地址与转交地址的绑定：$HoAv6 \leftrightarrow CoAv6*$。

在IPv4网络一侧，MIPv4/v6-TG在发送数据报文时充当HAv4，在接收数据报文时充当CNv4，与MNv4构成RFC3344所描述的MIPv4技术的三个实体，按照RFC3344所描述的MIPv4技术进行通信。为了充当HAv4，MIPv4/v6-TG中的NAT-PT必须维持$HAAv6 \leftrightarrow HAAv4\#$和$HoAv6 \leftrightarrow HoAv4\#$两个地址映射、MIP-ALG必须维持IPv4格式的家乡地址与转交地址的绑定：$HoAv4\# \leftrightarrow CoAv4$。为了在接收数据报文时充当CNv4，MIPv4/v6-TG中的NAT-PT必须维持$CNAv4\# \leftrightarrow CNAv6$的地址映射。

图12是HA和CN都位于IPv6网络，MN在IPv4网络中移动时的通信流程图。具体的通信步骤包括：

（1）根据RFC3344所描述的MIPv4技术，MNv4向CNv6发送IPv4格式的数据报文，其源地址是HoAv4#，目的地址是CNAv4#。根据目的地址，这样的数据报文发往MIPv4/v6-TG。

(2)MIP-ALG中的NAT-PT对数据报文进行地址协议转换，转换后的数据报文的源地址为HoAv6，目的地址为CNAv6。根据RFC3775所描述的MIPv6技术，MIPv4/v6-TG中MIP-ALG从自己维持的地址绑定$HoAv6 \leftrightarrow CoAv6*$中取出CoAv6*，把经过NAT-PT转换后的数据报文的目的地址从HoAv6替换为CoAv6*，并把HoAv6填入数据报文的家乡地址选项中。根据目的地址，这样的数据报文发往CNv6。

（3）根据RFC3775所描述的MIPv6技术，CNv6向MNv4发送IPv6格式的数据报文，其源地址是CNAv6，目的地址为CoAv6*，并在数据报文中插入一个第二类路由头，里面包括HoAv6。根据目的地址，这样的数据报文发往MIPv4/v6-TG。

（4）根据RFC3775所描述的MIPv6技术，MIPv4/v6-TG中的MIP-ALG从接收到的数据报文的第二类路由头中取出HoAv6，把目的地址从CoAv6*更换为HoAv6。MIPv4/v6-TG中的NAT-PT对经过MIP-ALG处理的数据报文进行地址协议转换，转换后的数据报文源地址是CNAv4#，目的地址是HoAv4#。这样的数据报文通过隧道发往MNv4，隧道的源地址是HAAv4#，目的地址是CoAv4。

图13是HA和CN都位于IPv6网络、MN在IPv4网络中移动时的更新流程图，当MN在IPv4网

络内移动并获得一个新的转交地址时，MN 需要发起更新过程。在更新过程中，MIPv4/v6-TG 在 IPv4 网络一侧充当 HAv4，与 MNv4 按照 RFC3344 所描述的 MIPv4 技术进行家乡地址与转交地址的绑定更新，也就是更新 MIP-ALG 中所维持的家乡地址与转交地址的绑定。然后，MIPv4/v6-TG 在 IPv6 网络一侧充当 MNv6，与 HAv6 和 CNv6 按照 RFC37755 所描述的 MIPv6 技术进行家乡地址与转交地址的绑定更新。具体的更新步骤包括：

（1）根据 RFC3344 所描述的 MIPv4 技术，MNv4 产生注册请求消息。注册请求消息的源地址是 CoAv4，目的地址是 HAAv4#，负载包括 HoAv4#。根据目的地址，该注册请求消息发往 MIPv4/v6-TG。

（2）MIPv4/v6-TG 把接收到的注册请求消息转换为绑定更新消息。绑定更新消息的源地址是 CoAv6*，目的地址是 HAAv6，负载包括 HoAv6。根据目的地址，该绑定更新消息发往 HAv6。

（3）HAv6 收到绑定更新消息后首先更新自己维持的家乡地址与转交地址的绑定，然后向 MIPv4/v6-TG 回复绑定确认消息。

（4）根据 RFC3775，在 MNv6 向 CNv6 发起绑定更新之前，要进行 RRP 认证。此时 MIPv4/v6-TG 将充当 MNv6 向 CNv6 发起 RRP 认证，RRP 认证按照 RFC37755 所描述的流程进行，RRP 具体步骤如下：MIPv4/v6-TG 首先同时向 CNv6 发送 Home Test Init 消息和 Care-of Test Init 消息，其中 Home Test Init 消息需要经过 HAv6，Care-of Test Init 消息直接发送给 CNv6；CNv6 收到 Home Test Init 消息和 Care-of Test Init 消息后分别回复 Home Test 消息和 Care-of Test 消息，Home Test 消息和 Care-of Test 消息按照原路返回。

（5）RRP 认证结束后，MIPv4/v6-TG 向 CNv6 发送绑定更新消息。

（6）CNv6 收到绑定更新消息后首先更新自己维持的家乡地址与转交地址的绑定，然后向 MIPv4/v6-TG 回复绑定确认消息。

（7）MIPv4/v6-TG 收到绑定确认消息后，更新 MIP-ALG 维持的家乡地址与转交地址的绑定。然后，根据 RFC3344 所描述的 MIPv4 技术，MIPv4/v6-TG 产生注册应答消息。注册应答消息的源地址是 HAAv4#，目的地址是 CoAv4，负载包括 HoAv4#。根据目的地址，该注册应答消息发往 MNv4。

图 14 是 HA 和 CN 都位于 IPv6 网络、MN 从 IPv6 网络移动到 IPv4 网络时的更新流程图。

如图 14 所示，此时更新过程主要有两个任务，首先要实现 HAv6 和 CNv6 所维持的家乡地址与转交地址的绑定更新；其次要通过域名查询的方式发现 MIPv4/v6-TG 并对 MIPv4/v6-TG 进行地址配置。在这个更新过程中，在 IPv4 网络一侧，MIPv4/v6-TG 充当 HAv4，在 IPv6 网络一侧，MIPv4/v6-TG

充当MNv6。具体的更新步骤包括：

（1）MNv4通过域名查询的方式发现MIPv4/v6-TG，并获得HAv6的IPv4格式的地址HAAv4#。在此过程中，MIPv4/v6-TG中的NAT-PT建立了地址映射：*HAAv6* ↔ *HAAv4#*。

（2）MNv4通过域名查询的方式发现MIPv4/v6-TG，并获得CNv6的IPv4格式的地址CNAv4#。在此过程中，MIPv4/v6-TG中的NAT-PT建立了地址映射：*CNAv4#* ↔ *CNAv6*。

（3）根据RFC3344所描述的MIPv4技术，MNv4产生注册请求消息。注册请求消息的源地址是CoAv4，目的地址是HAAv4#。由于MNv4不知道HoAv4#，因此，注册请求消息的家乡地址域被置为零，HoAv6被放置在扩展域中。另外，为了使得MIPv4/v6-TG随后能够在IPv6网络一侧充当MNv6，与HAv6和CNv6根据RFC3775所述的MIPv6技术进行CNv6所维持的家乡地址与转交地址的更新，CNAv4#也放置在扩展域中。扩展后的注册请求消息如图 15A 所示。根据目的地址，该注册请求消息发往MIPv4/v6-TG。

（4）MIPv4/v6-TG从接收到的注册请求消息中得到HoAv6、通过查找地址映射表得到CNAv6和HAAv6、通过在CoAv4前添加96位的NAT-PT网关前缀得到CoAv6*。然后，根据RFC3775所描述的MIPv6技术，MIPv4/v6-TG产生绑定更新消息，绑定更新消息的源地址是CoAv6*，目的地址是HAAv6，负载包括HoAv6。根据目的地址，该绑定更新消息发往HAv6。

（5）HAv6收到绑定更新消息后更新自己维持的家乡地址和转交地址的绑定，并向MIPv4/v6-TG回复绑定确认消息。

（6）根据RFC3775，在MNv6向CNv6发起绑定更新之前，要进行RRP认证。此时MIPv4/v6-TG将充当MNv6向CNv6发起RRP认证，RRP认证按照RFC37755所描述的流程进行，RRP具体步骤如下：MIPv4/v6-TG首先同时向CNv6发送Home Test Init消息和Care-of Test Init消息，其中Home Test Init消息需要经过HAv6，Care-of Test Init消息直接发送给CNv6；CNv6收到Home Test Init消息和Care-of Test Init消息后分别回复Home Test消息和Care-of Test消息，Home Test消息和Care-of Test消息按照原路返回。

（7）RRP认证结束后，MIPv4/v6-TG向CNv6发送绑定更新消息。

（8）CNv6 收到绑定更新消息后首先更新自己维持的家乡地址和转交地址的绑定，然后向MIPv4/v6-TG回复绑定确认消息。

（9）MIPv4/v6-TG 收到绑定确认消息后，MIPv4/v6-TG 中的 NAT-PT 建立地址映射：

HoAv6 ↔ *HoAv4#*，MIP-ALG 建立地址绑定：*HoAv4#* ↔ *CoAv4* 和 *HoAv6* ↔ *CoAv6**。然后 MIPv4/v6-TG 向 MNv4 回复注册应答消息。MIPv4/v6-TG 在注册应答消息中向 MNv4 提供了 HoAv4#。此时注册应答消息的格式如图 15B 所示。

图 16 是 HA 和 CN 都位于 IPv6 网络，MN 从 IPv4 网络移动到 IPv6 网络时的移动 IPv4/v6 解决方案的示意图。

当 MN 从 IPv4 网络移动到 IPv6 网络后，MN、HA 和 CN 都在 IPv6 网络，这是典型的 MIPv6 的问题，将按照 RFC3775 所描述的 MIPv6 技术进行通信和更新，具体的实施过程见图 3。

图 17 是 HA 和 CN 都位于 IPv4 网络，MN 在 IPv4/v6 混合网络中移动的布局示意图。

如图 17 所示 HA 和 CN 都位于 IPv4 网络，MN 在 IPv4/v6 混合网络中移动，整个过程可以分为 MN 在 IPv4 网络中移动时与 CN 的通信，MN 在 IPv6 网络中移动时与 CN 的通信，MN 从 IPv4 网络移动到 IPv6 网络时与 CN 的通信，MN 从 IPv6 网络移动到 IPv4 网络时与 CN 的通信。下面将分别对这几种情况下的通信进行详细的说明。

图 18 是 HA 和 CN 都位于 IPv4 网络，MN 在 IPv4 网络中移动时移动 IPv4/v6 解决方案的示意图。

当 MN 在 IPv4 网络内移动时，MN、HA 和 CN 都在 IPv4 网络内，这是典型的 MIPv4 的问题，将按照 RFC3344 所描述的 MIPv4 技术进行通信和更新，具体的实施过程见图 1。

图 19 是 HA 和 CN 都位于 IPv4 网络，MN 在 IPv6 网络中移动时 MIPv4/v6-TG 的地址配置示意图。

当 MN 在 IPv6 网络移动时，MIPv4/v6-TG 在 IPv4 网络一侧充当 MNv4，与 CNv4 和 HAv4 构成 RFC3344 所描述的 MIPv4 技术的三个实体，按照 RFC3344 所描述的 MIPv4 技术进行通信，为了使得 MIPv4/v6-TG 在 IPv4 网络一侧充当 MNv4，MIPv4/v6-TG 中的 NAT-PT 必须维持 *CoAv4#* ↔ *CoAv6* 的地址映射。

在 IPv6 网络一侧，MIPv4/v6-TG 充当 CNv6，与 MNv6 构成 RFC3775 所描述的 MIPv6 技术的两个实体，按照 RFC3775 所描述的 MIPv6 技术进行通信。为了充当 CNv6，MIPv4/v6-TG 中的 MIP-ALG 必须维持 *HoAv6** ↔ *CoAv6* 的地址绑定。

图 20 是 HA 和 CN 都位于 IPv4 网络，MN 在 IPv6 网络中移动时的通信流程图。具体的通信步骤包括：

（1）根据 RFC3775 所描述的 MIPv6 技术，MNv6 向 CNv4 发送 IPv6 格式的数据报文，其源地址是 CoAv6，目的地址是 CNAv6*，同时在数据报文的目的地选项扩展头的家乡地址选项中插入家乡地址 HoAv6*。根据目的地址，这样的数据报文发往 MIPv4/v6-TG。

（2）MIPv4/v6-TG 上的 NAT-PT 网关根据数据报文的目的地址是 CNAv6*的特征将其截获并送到 MIP-ALG 上处理。MIP-ALG 从数据报文的目的地选项扩展头的家乡地址选项中取出 HoAv6*，并用这个 HoAv6*作为数据报文新的源地址，使移动节点的移动对于上层的业务保持透明。然后，MIP-ALG 把数据报文交给 NAT-PT 网关处理，NAT-PT 网关对数据报文进行地址协议转换，转换后的数据报文的源地址为 HoAv4，目的地址为 CNAv4。根据目的地址，这样的数据报文直接发往 CNv4。

（3）根据 RFC3344 所描述的 MIPv4 技术，CNv4 向 MNv6 发送 IPv4 格式的数据报文，其源地址是 CNAv4，目的地址为 HoAv4，根据目的地址，该数据报文发往 MIPv4/v6-TG。

（4）这样的数据报文经由 HAv4 时被截获，然后经由 HAv4 通过隧道发往 MIPv4/v6-TG。隧道的源地址是 HAAv4，目的地址是 CoAv4#。

（5）MIPv4/v6-TG 中的 MIP-ALG 首先对接收到的数据报文进行解封装，然后交给 NAT-PT 网关进行地址协议转换，转换后的数据报文源地址是 CNAv6*，目的地址是 HoAv6*。根据 RFC3775，为了使移动节点的移动对于上层的业务保持透明，MIPv4/v6-TG 中的 MIP-ALG 从自己维持的地址绑定 $HoAv6* \leftrightarrow CoAv6$ 中取出 CoAv6，把经过 NAT-PT 转换后的数据报文的目的地址替换为 CoAv6，并把 HoAv6*填入数据报文的第二类路由头中。根据目的地址，这样的数据报文发往 MNv6。

图 21 是 HA 和 CN 都位于 IPv4 网络，MN 在 IPv6 网络中移动时的更新流程图。

当 MNv6 在 IPv6 网络中移动并获得新的转交地址后，为了保持正常的通信，根据 RFC3775，MNv6 需要更新 HAv6 和 CNv6 维持的家乡地址和转交地址的绑定。在这里，向 HAv6 的更新实际上是向处于 IPv4 网络中的 HAv4 进行更新，向 CNv6 的更新实际上是对 MIPv4/v6-TG 中 MIP-ALG 维持的地址绑定进行更新。具体的更新步骤包括：

（1）根据 RFC3775，MNv6 产生绑定更新消息，其源地址是 CoAv6，目的地址是 HAAv6*，负载包括 MNv6 的家乡地址 HoAv6*。根据目的地址，该绑定更新消息发往 MIPv4/v6-TG。

（2）MIPv4/v6-TG 把接收到的绑定更新消息转换为注册请求消息，其源地址是 CoAv4#，目的地址是 HAAv4，负载包括 HoAv4。根据目的地址，该注册请求消息发往 HAv4。

（3）HAv4 根据接收到的注册请求消息更新地址绑定：$HoAv4 \leftrightarrow CoAv4\#$，产生注册应答消息。注册应答消息的源地址是 HAAv4，目的地址是 CoAv4#，负载包括 HoAv4。根据目的地址，该注册应答消息发往 MIPv4/v6-TG。

（4）MIPv4/v6-TG 把接收到的注册应答消息转换为绑定确认消息，其源地址是 HAAv6*，目的地

址是CoAv6，负载包括HoAv6*。根据目的地址，该绑定确认消息发往MNv6。MNv6接收绑定确认消息，完成HAv4维持的家乡地址与转交地址的绑定更新。

（5）根据RFC3775，在MNv6向CNv6发起绑定更新之前，要进行RRP认证。RRP具体步骤如下：MNv6产生Home Test Init消息，Home Test Init消息的源地址是HoAv6*，目的地址是CNAv6*。Home Test Init消息通过隧道发往MIPv4/v6-TG，此时MIPv4/v6-TG充当HAv6，隧道道口地址分别为CoAv6和HAAv6*。MIPv4/v6-TG通过隧道向MNv6回复Home Test消息。Home Test消息的源地址是CNAv6*，目的地址是HoAv6*。MNv6产生Care of Test Init消息，Care of Test Init消息的源地址是CoAv6，目的地址是CNAv6*。根据目的地址，Care of Test Init消息发往MIPv4/v6-TG，此时MIPv4/v6-TG充当CNv6。MIPv4/v6-TG向MNv6回复Care of Test消息。Care of Test消息源地址是CNAv6*，目的地址是CoAv6。

（6）RRP认证结束后，根据RFC3775，MNv6产生并发送绑定更新消息，绑定更新消息的源地址是CoAv6，目的地址是CNAv6*，负载包括HoAv6*，根据目的地址，该绑定更新消息发往MIPv4/v6-TG。

（7）当绑定更新消息经过MIPv4/v6-TG时被截获，MIPv4/v6-TG更新MIP-ALG维持的地址绑定 $HoAv6* \leftrightarrow CoAv6$ 。然后，MIPv4/v6-TG将向MNv6回复绑定确认消息。

图22是HA和CN都位于IPv4网络，MN从IPv4网络移动到IPv6网络时的更新流程图。

如图22所示，此时更新过程主要有两个任务，一是要实现HAv4所维持的家乡地址与转交地址的绑定更新；二是要通过域名查询的方式发现MIPv4/v6-TG并对MIPv4/v6-TG进行地址配置。在这个更新过程中，在IPv4网络一侧，MIPv4/v6-TG充当MNv4，在IPv6网络一侧，MIPv4/v6-TG分别充当HAv6和CNv6。具体的更新步骤包括：

（1）MNv6通过域名查询的方式发现MIPv4/v6-TG，并获得HAv4的IPv6格式的地址HAAv6*。

（2）MNv6通过域名查询的方式发现MIPv4/v6-TG，并获得CNv4的IPv6格式的地址CNAv6*。

（3）MNv6发送绑定更新消息，源地址是CoAv6，目的地址是HAAv6*，负载包括HoAv6*，HoAv6*是由HoAv4和从HAAv6*中取出的96位NAT-PT地址前缀构成的。根据目的地址，该绑定更新消息发往MIPv4/v6-TG。

（4）MIPv4/v6-TG收到绑定更新消息后会在NAT-PT网关中建立地址映射：$CoAv4\# \leftrightarrow CoAv6$ 。同时把接收到的绑定更新消息转换成注册请求消息，注册请求消息的源地址是CoAv4#，目的地址是HAAv4，负载包括HoAv4。根据目的地址，该注册请求消息发往HAv4。

（5）HAv4 收到注册请求消息后会更新其维持的家乡地址与转交地址的地址绑定，并向MIPv4/v6-TG 回复注册应答消息。

（6）MIPv4/v6-TG 把接收到的注册应答消息转换为绑定确认消息并回复 MNv6。

（7）根据 RFC3775，在 MNv6 向 CNv6 发起绑定更新之前，要进行 RRP 认证。RRP 具体步骤如下：MNv6 产生 Home Test Init 消息，Home Test Init 消息的源地址是 HoAv6*，目的地址是 CNAv6*。Home Test Init 消息通过隧道发往 MIPv4/v6-TG，此时 MIPv4/v6-TG 充当 HAv6，隧道道口地址分别为 CoAv6 和 HAAv6*。MIPv4/v6-TG 通过隧道向 MNv6 回复 Home Test 消息。Home Test 消息的源地址是 CNAv6*，目的地址是 HoAv6*。MNv6 产生 Care of Test Init 消息，Care of Test Init 消息的源地址是 CoAv6，目的地址是 CNAv6*。根据目的地址，Care of Test Init 消息发往 MIPv4/v6-TG，此时 MIPv4/v6-TG 充当 CNv6。MIPv4/v6-TG 向 MNv6 回复 Care of Test 消息。Care of Test 消息源地址是 CNAv6*，目的地址是 CoAv6。

（8）RRP 认证结束后，根据 RFC3775，MNv6 产生并发送绑定更新消息，绑定更新消息的源地址是 CoAv6，目的地址是 CNAv6*，负载包括 HoAv6*，根据目的地址，该绑定更新消息发往 MIPv4/v6-TG。

（9）当绑定更新消息经过 MIPv4/v6-TG 时被截获，MIP-ALG 建立地址绑定 $HoAv6* \leftrightarrow CoAv6$ 。然后，MIPv4/v6-TG 将向 MNv6 回复绑定确认消息。

图 23 是 HA 和 CN 都位于 IPv4 网络，MN 从 IPv6 网络移动到 IPv4 网络时移动 IPv4/v6 解决方案的示意图。

当 MN 从 IPv6 网络移动到 IPv4 网络时，MN、HA 和 CN 都在 IPv4 网络内，这是典型的 MIPv4 的问题，将按照 RFC3344 所描述的 MIPv4 技术进行通信和更新，具体的实施过程见图 1。

图 24 是 HA 位于 IPv6 网络、CN 位于 IPv4 网络、MN 在 IPv4/v6 混合网络中移动的布局示意图。

如图 24 所示 HA 位于 IPv6 网络、CN 位于 IPv4 网络、MN 在 IPv4/v6 混合网络中移动，整个过程可以分为 MN 在 IPv6 网络中移动时与 CN 的通信，MN 在 IPv4 网络中移动时与 CN 的通信，MN 从 IPv6 网络移动到 IPv4 网络时与 CN 的通信，MN 从 IPv4 网络移动到 IPv6 网络时与 CN 的通信。下面将分别对这几种情况下的通信进行详细的说明。

图 25 是 HA 位于 IPv6 网络、CN 位于 IPv4 网络、MN 在 IPv6 网络中移动时 MIPv4/v6-TG 的地址配置示意图。

当 MN 在 IPv6 网络中移动时，MIPv4/v6-TG 在 IPv6 网络一侧充当 CNv6，与 MNv6 构成 RFC3775

所描述的MIPv6技术的两个实体，按照RFC3775所描述的MIPv6技术进行通信，为了使得MIPv4/v6-TG在IPv6网络一侧向MNv6发送数据报文时能够进行家乡地址和转交地址的转换，MIPv4/v6-TG中的MIP-ALG必须维持IPv6格式的家乡地址与转交地址的绑定：$HoAv6 \leftrightarrow CoAv6$。

在IPv4网络一侧，MIPv4/v6-TG在发送数据报文时充当MNv4，在接收数据报文时充当HAv4，与CNv4构成RFC3344所描述的MIPv4技术的三个实体，按照RFC3344所描述的MIPv4技术进行通信。为了充当MNv4，MIPv4/v6-TG中的NAT-PT必须维持$HoAv6 \leftrightarrow HoAv4\#$的地址映射。

图26是HA位于IPv6网络、CN位于IPv4网络、MN在IPv6网络中移动时的通信流程图。具体的通信步骤包括：

（1）根据RFC3775所描述的MIPv6技术，MNv6向CNv4发送IPv6格式的数据报文，其源地址是CoAv6，目的地址是CNAv6*，同时在目的地选项扩展头的家乡地址选项中插入家乡地址HoAv6。根据目的地址，这样的数据报文发往MIPv4/v6-TG。

(2)根据RFC3775,MIPv4/v6-TG中MIP-ALG从接收到的数据报文的家乡地址选项中取出HoAv6，把数据报文的源地址从CoAv6替换为HoAv6。然后，MIPv4/v6-TG中的NAT-PT网关对数据报文进行地址协议转换，转换后的数据报文的源地址为HoAv4#，目的地址为CNAv4。根据目的地址，这样的数据报文直接发往CNv4。

（3）根据RFC3344所描述的MIPv4技术，CNv4向MNv6发送IPv4格式的数据报文，其源地址是CNAv4，目的地址为HoAv4#。根据目的地址，这样的数据报文发往MIPv4/v6-TG。

（4）MIPv4/v6-TG中的NAT-PT对接收到的数据报文进行地址协议转换，转换后的数据报文源地址是CNAv6*，目的地址是HoAv6。根据RFC3775，MIPv4/v6-TG中的MIP-ALG从自己维持的地址绑定$HoAv6 \leftrightarrow CoAv6$中取出CoAv6，把经过NAT-PT转换后的数据报文的目的地址从HoAv6替换为CoAv6，并在数据报文中插入一个第二类路由头，里面包含HoAv6。根据目的地址，这样的数据报文发往MNv6。

图27是HA位于IPv6网络、CN位于IPv4网络、MN在IPv6网络中移动时的更新流程图。

当MNv6在IPv6网络中移动并获得新的转交地址后，为了保持正常的通信，根据RFC3775，MNv6需要更新HAv6和CNv6维持的家乡地址和转交地址的绑定。在更新过程中，MIPv4/v6-TG在IPv6网络一侧充当CNv6，与HAv6和MNv6构成MIPv6更新时的三个实体，按照RFC3775对HAv6和CNv6维持的家乡地址与转交地址的绑定进行更新，其中对CNv6维持的的家乡地址与转交地址的绑定进行更

新也就是对 MIP-ALG 维持的家乡地址与转交地址的绑定进行更新。具体的更新步骤包括：

（1）根据 RFC3775，MNv6 产生绑定更新消息，其源地址是 CoAv6，目的地址是 HAAv6，负载包括 MNv6 的家乡地址 HoAv6。根据目的地址，该绑定更新消息发往 HAv6。

（2）HAv6 接收到绑定更新消息后对自己维持的家乡地址与转交地址的绑定进行更新，然后向 MNv6 回复绑定确认消息，绑定确认消息的源地址是 HAAv6，目的地址是 CoAv6。

（3）根据 RFC3775，在 MNv6 向 CNv6 发起绑定更新之前，要进行 RRP 认证。在此过程中，MIPv4/v6-TG 将充当 CNv6。RRP 认证按照 RFC37755 所描述的流程进行，具体的步骤如下：MNv6 首先同时向 MIPv4/v6-TG 发送 Home Test Init 消息和 Care-of Test Init 消息，其中 Home Test Init 消息需要经过 HAv6，Care-of Test Init 消息直接发送给 MIPv4/v6-TG；MIPv4/v6-TG 收到 Home Test Init 消息和 Care-of Test Init 消息后分别回复 Home Test 消息和 Care-of Test 消息，Home Test 消息和 Care-of Test 消息按照原路返回。

（4）RRP 认证结束后，根据 RFC3775，MNv6 产生并发送绑定更新消息，绑定更新消息的源地址是 CoAv6，目的地址是 CNAv6*，负载包括 HoAv6，根据目的地址，该绑定更新消息发往 MIPv4/v6-TG。

（5）当绑定更新消息经过 MIPv4/v6-TG 时被截获，MIPv4/v6-TG 更新 MIP-ALG 维持的地址绑定 HoAv6↔CoAv6。然后，MIPv4/v6-TG 将向 MNv6 回复绑定确认消息。

图 28 是 HA 位于 IPv6 网络、CN 位于 IPv4 网络、MN 在 IPv4 网络中移动时 MIPv4/v6-TG 的地址配置示意图。

当 MN 在 IPv4 网络移动时，MIPv4/v6-TG 在 IPv4 网络一侧充当 HAv4，与 CNv4 和 MNv4 构成 RFC3344 所描述的 MIPv4 技术的三个实体，按照 RFC3344 所描述的 MIPv4 技术进行通信，为了使得 MIPv4/v6-TG 在 IPv4 网络一侧充当 HAv4，MIPv4/v6-TG 中的 NAT-PT 必须维持 $HAAv6 \leftrightarrow HAAv4\#$ 的地址映射；MIP-ALG 必须维持 $HoAv4\# \leftrightarrow CoAv4$ 的地址绑定。

根据 RFC3344，为了使得 MNv4 的移动对 CNv4 是透明的，MNv4 以 IPv4 格式的家乡地址发送数据报文，因此，MIPv4/v6-TG 中的 NAT-PT 必须维持 $HoAv6 \leftrightarrow HoAv4\#$ 的地址映射。

图 29 是 HA 位于 IPv6 网络、CN 位于 IPv4 网络、MN 在 IPv4 网络中移动时的通信流程图。具体的通信步骤包括：

（1）根据 RFC3344 所描述的 MIPv4 技术，MNv4 向 CNv4 发送 IPv4 格式的数据报文，其源地址是 HoAv4#，目的地址是 CNAv4。根据目的地址，这样的数据报文发往 CNv4。

（2）根据 RFC3344 所描述的 MIPv4 技术，CNv4 向 MNv4 发送 IPv4 格式的数据报文，其源地址是 CNAv4，目的地址为 HoAv4#。根据目的地址，这样的数据报文发往 MIPv4/v6-TG。

（3）根据 RFC3344，MIPv4/v6-TG 把接收到的数据报文通过隧道转发给 MNv4，隧道的源地址是 HAAv4#，目的地址是 CoAv4。

图 30 是 HA 位于 IPv6 网络、CN 位于 IPv4 网络、MN 在 IPv4 网络中移动时的更新流程图。

当 MN 在 IPv4 网络中移动并获得新的转交地址后，为了保持正常的通信，根据 RFC3344，MN 需要更新 HAv4 维持的家乡地址和转交地址的绑定。在此更新过程中，MIPv4/v6-TG 在 IPv4 网络一侧充当 HAv4，与 MNv4 构成 MIPv4 更新时的两个实体，按照 RFC3344 所描述的 MIPv4 技术对 MIPv4/v6-TG 中 MIP-ALG 维持的家乡地址与转交地址的绑定进行更新；MIPv4/v6-TG 在 IPv6 网络一侧充当 MNv6，与 HAv6 构成 MIPv6 更新时的两个实体，按照 RFC3775 所描述的 MIPv6 技术对 HAv6 维持的家乡地址与转交地址的绑定进行更新。具体的更新步骤包括：

（1）MNv4 产生注册请求消息，源地址为 CoAv4，目的地址是 HAAv4#，负载包括 HoAv4#。根据目的地址，该注册请求消息发往 MIPv4/v6-TG。

（2）MIPv4/v6-TG 把接收到的注册请求消息转换为绑定更新消息。绑定更新消息的源地址是 CoAv6*，目的地址是 HAAv6，负载包括 HoAv6。根据目的地址，该绑定更新消息发往 HAv6。

（3）HAv6 收到绑定更新消息后，更新家乡地址与转交地址的绑定并产生绑定确认消息回复 MIPv4/v6-TG。

（4）MIPv4/v6-TG 收到绑定确认消息后，更新 MIP-ALG 维持的地址绑定 $HoAv4\# \leftrightarrow CoAv4$，并产生注册应答消息回复 MNv4。

图 31 是 HA 位于 IPv6 网络、CN 位于 IPv4 网络、MN 从 IPv6 网络移动到 IPv4 网络时的更新流程图。

如图 31 所示，此时更新过程主要有两个任务，一是要更新 HAv6 所维持的家乡地址与转交地址的绑定；二是要通过域名查询的方式发现 MIPv4/v6-TG 并对 MIPv4/v6-TG 进行地址配置。在这个更新过程中，在 IPv4 网络一侧，MIPv4/v6-TG 充当 HAv4，在 IPv6 网络一侧，MIPv4/v6-TG 充当 MNv6。具体的更新步骤包括：

（1）MNv6 通过域名查询的方式发现 MIPv4/v6-TG，并获得 HAv6 的 IPv4 格式的地址 HAAv4#。在此域名查询的过程中，MIPv4/v6-TG 中的 NAT-PT 建立地址映射：$HAAv6 \leftrightarrow HAAv4\#$。

（2）MNv6 通过域名查询的方式发现 MIPv4/v6-TG，并获得 CNv4 的 IPv4 格式的地址 CNAv4。

（3）MNv4 产生注册请求消息，源地址为 CoAv4，目的地址是 HAAv4#。但是，因为 MNv4 尚不知道 HoAv4#，只是知道 HoAv6，因此，MNv4 把注册请求消息中的家乡地址域置零，在扩展域中填入 HoAv6。此时扩展后的注册请求消息的格式如图 32A 所示。根据目的地址，该注册请求消息发往 MIPv4/v6-TG。

（4）MIPv4/v6-TG 把接收到的注册请求消息转换为绑定更新消息。绑定更新消息的源地址是 CoAv6*，目的地址是 HAAv6，负载包括 HoAv6。根据目的地址，该绑定更新消息发往 HAv6。

（5）HAv6 收到绑定更新消息后，更新家乡地址与转交地址的绑定并产生绑定确认消息回复 MIPv4/v6-TG。

（6）MIPv4/v6-TG 收到绑定确认消息后，在 NAT-PT 中建立地址映射：$HoAv6 \leftrightarrow HoAv4\#$，在 MIP-ALG 中建立地址绑定：$HoAv4\# \leftrightarrow CoAv4$，并产生注册应答消息回复 MNv4。注册应答消息包括了 HoAv4#。此时注册应答消息的格式如图 32B 所示。

图 33 是 HA 位于 IPv6 网络、CN 位于 IPv4 网络、MN 从 IPv4 网络移动到 IPv6 网络时的更新流程图。

如图 33 所示，此时更新过程主要有两个任务，一是要实现 HAv6 所维持的家乡地址与转交地址的绑定更新；二是要通过域名查询的方式发现 MIPv4/v6-TG 并对 MIPv4/v6-TG 进行地址配置。具体的更新步骤包括：

（1）MNv6 通过域名查询的方式获得 HAv6 的 IPv6 格式的地址 HAAv6。

（2）MNv6 通过域名查询的方式发现 MIPv4/v6-TG，并获得 CNv4 的 IPv6 格式的地址 CNAv6*。

（3）根据 RFC3775，MNv6 产生绑定更新消息，其源地址是 CoAv6，目的地址是 HAAv6，负载包括 MNv6 的家乡地址 HoAv6。根据目的地址，该绑定更新消息发往 HAv6。

（4）HAv6 接收到绑定更新消息后对自己维持的家乡地址与转交地址的绑定进行更新，然后向 MNv6 回复绑定确认消息，绑定确认消息的源地址是 HAAv6，目的地址是 CoAv6，负载包括 MNv6 的家乡地址 HoAv6。

（5）根据 RFC3775，在 MNv6 向 CNv6 发起绑定更新之前，要进行 RRP 认证。在此过程中，MIPv4/v6-TG 将充当 CNv6。RRP 认证按照 RFC37755 所描述的流程进行，具体的步骤如下：MNv6 首先同时向 MIPv4/v6-TG 发送 Home Test Init 消息和 Care-of Test Init 消息，其中 Home Test Init 消息需要经过 HAv6，Care-of Test Init 消息直接发送给 MIPv4/v6-TG；MIPv4/v6-TG 收到 Home Test

Init 消息和 Care-of Test Init 消息后分别回复 Home Test 消息和 Care-of Test 消息，Home Test 消息和 Care-of Test 消息按照原路返回。

（6）RRP 认证结束后，根据 RFC3775，MNv6 产生并发送绑定更新消息，绑定更新消息的源地址是 CoAv6，目的地址是 CNAv6*，负载包括 HoAv6，根据目的地址，该绑定更新消息发往 MIPv4/v6-TG。

（7）MIPv4/v6-TG 接收到绑定更新消息后，在 NAT-PT 中建立地址映射：*HoAv6* ↔ *HoAv4#*，在 MIP-ALG 中建立家乡地址与转交地址的绑定：*HoAv6* ↔ *CoAv6*。然后，MIPv4/v6-TG 产生绑定确认消息并回复 MNv6。

图 34 是 HA 位于 IPv4 网络、CN 位于 IPv6 网络、MN 在 IPv4/v6 混合网络中移动的布局示意图。

如图 34 所示 HA 位于 IPv4 网络、CN 位于 IPv6 网络、MN 在 IPv4/v6 混合网络中移动，整个过程可以分为 MN 在 IPv4 网络中移动时与 CN 的通信，MN 在 IPv6 网络中移动时与 CN 的通信，MN 从 IPv4 网络移动到 IPv6 网络时与 CN 的通信，MN 从 IPv6 网络移动到 IPv4 网络时与 CN 的通信。下面将分别对这几种情况下的通信进行详细的说明。

图 35 是 HA 位于 IPv4 网络、CN 位于 IPv6 网络、MN 在 IPv4 网络中移动时 MIPv4/v6-TG 的地址配置示意图。

当 MN 在 IPv4 网络移动时，MIPv4/v6-TG 在 IPv4 网络一侧充当 CNv4，与 HAv4 和 MNv4 构成 RFC3344 所描述的 MIPv4 技术的三个实体，按照 RFC3344 所描述的 MIPv4 技术进行通信；MIPv4/v6-TG 在 IPv6 网络一侧充当 MNv6，与 CNv6 构成 RFC3775 所描述的 MIPv6 技术的两个实体，按照 RFC3775 所描述的 MIPv6 技术进行通信。

为了使得 MIPv4/v6-TG 在 IPv4 网络一侧充当 CNv4，MIPv4/v6-TG 中的 NAT-PT 必须维持 *CNAv4#* ↔ *CNAv6* 的地址映射。为了使得 MIPv4/v6-TG 在 IPv6 网络一侧充当 MNv6，MIPv4/v6-TG 中的 MIP-ALG 必须维持 *HoAv6** ↔ *CoAv6** 的地址绑定。

图 36 是 HA 位于 IPv4 网络、CN 位于 IPv6 网络、MN 在 IPv4 网络中移动时的通信流程图。具体的通信步骤包括：

（1）根据 RFC3344 所描述的 MIPv4 技术，MNv4 向 CNv6 发送 IPv4 格式的数据报文，源地址是 HoAv4，目的地址是 CNAv4#。根据目的地址，这样的数据报文发往 MIPv4/v6-TG。

（2）MIPv4/v6-TG 中的 NAT-PT 把 MNv4 发出的 IPv4 格式的数据报文转换成 IPv6 格式的数据报文，转换后的数据报文的源地址为 HoAv6*，目的地址为 CNAv6。根据 RFC3775，为了使移动节点的

移动对于上层的业务保持透明，MIPv4/v6-TG 中的 MIP-ALG 从自己维持的地址绑定 *HoAv6** ↔ *CoAv6** 中取出 CoAv6*，把经过 NAT-PT 转换后的数据报文的源地址替换为 CoAv6*，并把 HoAv6*填入数据报文的目的地选项扩展头的家乡地址选项中。根据目的地址，这样的数据报文发往 CNv6。

（3）根据 RFC3775 所描述的 MIPv6 技术，CNv6 向 MNv4 发送 IPv6 格式的数据报文，源地址是 CNAv6，目的地址是 CoAv6*，数据报文中的第二类路由头里存放 HoAv6*。根据目的地址，这样的数据报文发往 MIPv4/v6-TG。

（4）MIPv4/v6-TG 中的 MIP-ALG 根据 RFC3775 的规定，从接收到的 IPv6 格式的数据报文的第二类路由头里取出家乡地址 HoAv6*，替换 CoAv6*，作为目的地址。MIPv4/v6-TG 中的 NAT-PT 把经过转换的数据报文转换为 IPv4 格式的数据报文，源地址为 CNAv4#，目的地址为 HoAv4。根据目的地址，这样的数据报文发往 HAv4。

（5）按照 RFC3344，HAv4 通过隧道把收到的数据报文转发给 MNv4。隧道的源地址是 HAAv4，目的地址是 CoAv4。

图 37 是 HA 位于 IPv4 网络、CN 位于 IPv6 网络、MN 在 IPv4 网络中移动时的更新流程图。

根据 RFC3344，MN 在 IPv4 网络中发生移动后会获得新的转交地址，MNv4 需要更新 HAv4 所维持的家乡地址与转交地址的绑定。另外，虽然，CNv6 和 MIP-ALG 都维持着 IPv6 格式的家乡地址与转交地址的绑定：*HoAv6** ↔ *CoAv6**，但是，CoAv6*由 CoAv4 和 NAT-PT 的 96 位 IPv6 地址前缀组成，在通信过程中，数据报文是根据 CoAv6*中 NAT-PT 的 96 位 IPv6 地址前缀路由到 MIPv4/v6-TG，CoAv4 实质上并不起任何作用，因此，不必对 CNv6 和 MIP-ALG 维持的地址绑定进行更新。具体的更新步骤包括：

（1）MNv4 产生并向 HAv4 发送注册请求消息，其源地址为 CoAv4，目的地址是 HAAv4，负载包括 HoAv4。

（2）HAv4 收到注册请求消息后，更新自己维持的家乡地址与转交地址的绑定，然后向 MNv4 回复注册应答消息。

图 38 是 HA 位于 IPv4 网络、CN 位于 IPv6 网络、MN 在 IPv6 网络中移动时 MIPv4/v6-TG 的地址配置示意图。

根据 RFC3775，MNv6 和 CNv6 之间直接通信。但是 HAv4 必须维持 IPv4 格式的家乡地址与转交地

址的绑定 *HoAv4* ↔ *CoAv4#*，以便掌握 MNv6 所处的具体位置，因此，MIPv4/v6-TG 中的 NAT-PT 需要维持 *CoAv4#* ↔ *CoAv6* 的地址映射。

图 39 是 HA 位于 IPv4 网络、CN 位于 IPv6 网络、MN 在 IPv6 网络中移动时的通信流程图。具体的通信步骤包括：

（1）根据 RFC3775 所描述的 MIPv6 技术，MNv6 向 CNv6 发送 IPv6 格式的数据报文，数据报文的源地址是 CoAv6，目的地址是 CNAv6，数据报文的目的地选项扩展头中的家乡地址选项里存放 HoAv6*。

（2）根据 RFC3775 所描述的 MIPv6 技术，CNv6 向 MNv6 发送 IPv6 格式的数据报文，数据报文的源地址是 CNAv6，目的地址是 CoAv6，数据报文的第二类路由头里存放 HoAv6*。

图 40 是 HA 位于 IPv4 网络、CN 位于 IPv6 网络、MN 在 IPv6 网络中移动时的更新流程图。

当 MN 在 IPv6 网络中移动并获得新的转交地址后，为了保持正常的通信，需要更新 HAv4 和 CNv6 维持的家乡地址与转交地址的绑定。在更新时，MIPv4/v6-TG 在 IPv6 网络一侧充当 HAv6，与 MNv6 和 CNv6 按照 RFC3775 进行家乡地址与转交地址的更新，而在 IPv4 网络一侧则充当 MNv4，与 HAv4 按照 RFC3344 进行家乡地址与转交地址的更新。具体的更新步骤如下：

（1）MNv6 产生绑定更新消息。绑定更新消息的源地址是 CoAv6，目的地址是 HAAv6*，负载包括 HoAv6*。根据目的地址，该绑定更新消息发往 MIPv4/v6-TG。

（2）MIPv4/v6-TG 中的 MIP-ALG 把接收到的绑定更新消息转换成注册请求消息。注册请求消息的源地址是 CoAv4#，目的地址是 HAAv4，负载包括 HoAv4。根据目的地址，该注册请求消息发往 HAv4。

（3）HAv4 根据接收到的注册请求消息更新家乡地址与转交地址的绑定，并产生注册应答消息。注册应答消息的源地址是 HAAv4，目的地址是 CoAv4#，负载包括 HoAv4。根据目的地址，该注册应答消息发往 MIPv4/v6-TG。

（4）MIPv4/v6-TG 收到注册应答消息后，NAT-PT 更新地址映射：*CoAv4#* ↔ *CoAv6*，MIP-ALG 把该注册应答消息转换成绑定确认消息。绑定确认消息的源地址是 HAAv6*，目的地址是 CoAv6，负载包括 HoAv6*。根据目的地址，该绑定确认消息发往 MNv6。MNv6 接收绑定确认消息，完成对 HAv4 维持的家乡地址与转交地址的绑定更新。

（5）根据 RFC3775，在 MNv6 向 CNv6 发起绑定更新之前，要进行 RRP 认证。在此过程中，MIPv4/v6-TG 将充当 HAv6。RRP 认证按照 RFC37755 所描述的流程进行，具体的步骤如下：MNv6 首先

同时向 MIPv4/v6-TG 发送 Home Test Init 消息和 Care-of Test Init 消息，其中 Home Test Init 消息需要经过 MIPv4/v6-TG 然后再转发给 CNv6，Care-of Test Init 消息直接发送给 CNv6；CNv6 收到 Home Test Init 消息和 Care-of Test Init 消息后分别回复 Home Test 消息和 Care-of Test 消息，Home Test 消息和 Care-of Test 消息按照原路返回。

（6）RRP 认证结束后，根据 RFC3775，MNv6 产生并发送绑定更新消息，绑定更新消息的源地址是 CoAv6，目的地址是 CNAv6，负载包括 HoAv6*，根据目的地址，该绑定更新消息发往 CNv6。

（7）CNv6 接收到绑定更新消息后，更新自己维持的家乡地址与转交地址的绑定：HoAv6*↔CoAv6。然后，CNv6 产生绑定确认消息并回复 MNv6。

图 41 是 HA 位于 IPv4 网络、CN 位于 IPv6 网络、MN 从 IPv4 网络移动到 IPv6 网络时的更新流程图。

如图 41 所示，此时更新过程主要有两个任务，一是要实现 HAv4 和 CNv6 所维持的家乡地址与转交地址的绑定更新；二是要通过域名查询的方式发现 MIPv4/v6-TG 并对 MIPv4/v6-TG 进行地址配置。在这个更新过程中，在 IPv6 网络一侧，MIPv4/v6-TG 充当 HAv6，与 CNv6 和 MNv6 构成 MIPv6 更新时的三个实体，按照 RFC3775 所描述的 MIPv6 技术对 CNv6 维持的家乡地址与转交地址的绑定进行更新；在 IPv4 网络一侧，MIPv4/v6-TG 充当 MNv4，与 HAv4 按照 RFC3344 进行家乡地址与转交地址的更新。具体的更新步骤包括：

（1）MNv6 通过域名查询的方式发现 MIPv4/v6-TG，并获得 HAv4 的 IPv6 格式的地址 HAAv6*。

（2）MNv6 通过域名查询的方式获得 CNv6 的 IPv6 格式的地址 CNAv6。

（3）MNv6 发送绑定更新消息，源地址是 CoAv6，目的地址是 HAAv6*，负载包括 HoAv6*，HoAv6* 由 HoAv4 添加 NAT-PT 的 96 位 IPv6 地址前缀构成。根据目的地址，该绑定更新消息将被发往 MIPv4/v6-TG。

（4）MIPv4/v6-TG 接收到绑定更新消息后，NAT-PT 建立地址映射：$CoAv4\# \leftrightarrow CoAv6$，然后，MIP-ALG 把绑定更新消息转换成注册请求消息，其源地址是 CoAv4#，目的地址是 HAAv4，负载包括 HoAv4，根据目的地址，该注册请求消息发往 HAv4。

（5）HAv4 收到注册请求消息后，更新家乡地址与转交地址的绑定，并产生注册应答消息，其源地址是 HAAv4，目的地址是 CoAv4#，负载包括 HoAv4。根据目的地址，该注册应答消息发往 MIPv4/v6-TG。

（6）MIPv4/v6-TG 收到注册请求消息后，MIP-ALG 把该注册应答消息转换成绑定确认消息，绑定确认消息的源地址是 HAAv6*，目的地址是 CoAv6，负载 HoAv6*。根据目的地址，该绑定确认消息发往 MNv6。MNv6 接收绑定确认消息，完成对 HAv4 维持的家乡地址与转交地址的绑定的更新。

（7）根据 RFC3775，在 MNv6 向 CNv6 发起绑定更新之前，要进行 RRP 认证。在此过程中，MIPv4/v6-TG 将充当 HAv6。RRP 认证按照 RFC37755 所描述的流程进行，具体的步骤如下：MNv6 首先同时向 MIPv4/v6-TG 发送 Home Test Init 消息和 Care-of Test Init 消息，其中 Home Test Init 消息需要经过 MIPv4/v6-TG 然后再转发给 CNv6，Care-of Test Init 消息直接发送给 CNv6；CNv6 收到 Home Test Init 消息和 Care-of Test Init 消息后分别回复 Home Test 消息和 Care-of Test 消息，Home Test 消息和 Care-of Test 消息按照原路返回。

（8）RRP 认证结束后，根据 RFC3775，MNv6 产生并发送绑定更新消息，绑定更新消息的源地址是 CoAv6，目的地址是 CNAv6，负载包括 HoAv6*，根据目的地址，该绑定更新消息发往 CNv6。

（9）CNv6 接收到绑定更新消息后，更新自己维持的地址绑定：$HoAv6* \leftrightarrow CoAv6$ 。然后，CNv6 产生绑定确认消息并回复 MNv6。

图 42 是图解 HA 位于 IPv4 网络、CN 位于 IPv6 网络、MN 从 IPv6 网络移动到 IPv4 网络时的更新流程图。

如图 42 所示，此时更新过程主要有两个任务，一是要实现 HAv4 和 CNv6 所维持的家乡地址与转交地址的绑定更新；二是要通过域名查询的方式发现 MIPv4/v6-TG 并对 MIPv4/v6-TG 进行地址配置。在更新过程中，由于此时 MN 处于 IPv4 网络，根据 RFC3344，MN 只需要对 HAv4 维持的绑定进行更新，但当 MN 从 IPv6 网络移动到 IPv4 网络获得一个新的转交地址后，CNv6 依旧维持原有的地址绑定，因此，CNv6 维持的地址绑定需要更新。但问题在于，根据 RFC3344，MN 不发起向 CN 的更新。本发明提出的解决方案扩展了 MN 的功能，使 MN 能够请求 MIPv4/v6-TG 代理自己发起向 CNv6 的更新。为了达到这个目的，引进了代理请求和代理应答两个消息，同时为了尽可能与 RFC3344 兼容，代理请求/代理应答消息的格式与注册请求/注册应答消息的格式保持一致。另外为了区分消息，为代理请求消息和代理应答消息定义了类型值。具体的更新步骤包括：

（1）MNv4 产生并向 HAv4 发送注册请求消息，其源地址为 CoAv4，目的地址是 HAAv4，负载包括 HoAv4。根据目的地址，该注册请求消息发往 HAv4。

（2）HAv4 收到注册请求消息后，更新自己维持的家乡地址与转交地址的绑定，然后向 MNv4 回

复注册应答消息。

（3）MNv6 通过域名查询的方式发现 MIPv4/v6-TG，并获得 CNv6 的 IPv4 格式的地址 CNAv4#。在此域名查询的过程中，MIPv4/v6-TG 中的 NAT-PT 建立了地址映射：*CNAv4# ↔ CNAv6* 。

（4）MNv4 向 MIPv4/v6-TG 发送代理请求消息，代理请求消息的源地址是 CoAv4，目的地址是 CNAv4#，负载包括 HoAv4。根据目的地址，代理请求消息发往 MIPv4/v6-TG。本发明中定义代理请求消息的类型值为 7，代理请求消息的格式如图 43A 所示。

（5）MIPv4/v6-TG 收到代理请求消息后，将代理 MNv4 向 CNv6 发起更新过程。根据 RFC3775，在向 CNv6 发起更新之前，要进行 RRP 认证。RRP 认证按照 RFC37755 所描述的流程进行，具体的步骤如下：MIPv4/v6-TG 在 IPv6 网络一侧充当 HAv6，向 CNv6 发送 Home Test Init 消息。Home Test Init 消息源地址是 HoAv6*，目的地址是 CNAv6。CNv6 接到 Home Test Init 消息，会向 MIPv4/v6-TG 回应 Home Test 消息。同时，MIPv4/v6-TG 充当 MNv6，向 CNv6 发送 Care of Test Init 消息。Care of Test Init 消息源地址是 CoAv6*，目的地址是 CNAv6。CNv6 接到 Care of Test Init 消息，会向 MIPv4/v6-TG 回应 Care of Test 消息。

（6）RRP 认证结束后，MIPv4/v6-TG 充当 MNv6 并根据 RFC3775 产生绑定更新消息，绑定更新消息的源地址是 CoAv6*，目的地址是 CNAv6，负载包括 HoAv6*，根据目的地址，该绑定更新消息发往 CNv6。

（7）CNv6 接收到绑定更新消息后，更新自己维持的地址绑定：*HoAv6* ↔ CoAv6 *。然后，CNv6 产生绑定确认消息并回复 MIPv4/v6-TG。

（8）MIPv4/v6-TG 收到绑定确认消息后，首先，MIP-ALG 建立地址绑定：*HoAv6* ↔ CoAv6 *。然后，MIPv4/v6-TG 向 MNv4 发出代理应答消息。代理应答消息的源地址是 CNAv4#，目的地址是 CoAv4，负载包括 HoAv4。本发明中定义代理应答消息的类型值为 8，代理应答消息的格式如图 43B 所示。

本发明通过在 IPv4 网络和 IPv6 网络之间设置 MIPv4/v6-TG 实现了 IPv4/v6 混合网络中的移动通信，同时也实现了 RFC3334 和 RFC3775 的互相透明，能够满足网络从 IPv4 向 IPv6 过渡期间的需求；而且本发明只需要对移动节点进行一定的升级，而对家乡代理和通信节点无需改进，因此本发明能够充分利用现有的移动通信设备，具有很大的实用价值。

权 利 要 求

1. 一种实现移动节点在 IPv4/v6 混合网络中的通信方法，其特征在于：通过在 IPv4 网络和 IPv6 网络之间设置移动 IPv4/v6 转换网关实现 IPv4/v6 混合网络中的移动通信，所述移动 IPv4/v6 转换网关包括 NAT-PT 网关及设在其上的移动 IP 应用层网关，其中 NAT-PT 网关上配置有 DNS-ALG。

2. 根据权利要求 1 所述的移动节点在 IPv4/v6 混合网络中的通信方法，其特征在于：

A. 移动 IPv4/v6 转换网关通过在 IPv4 网络和 IPv6 网络中分别充当 RFC3344 和 RFC3775 所描述的不同的实体，以及通过在网关内部进行实体之间的转换实现 RFC3344 和 RFC3775 的互相透明；

B. 移动 IPv4/v6 转换网关负责对从 IPv4 网络发送到 IPv6 网络的、与移动 IP 有关的各种消息和数据报文进行转换，负责对从 IPv6 网络发送到 IPv4 网络的、与移动 IP 有关的各种消息和数据报文进行转换；

C. 移动 IPv4/v6 转换网关按照下面的原则截获与移动 IP 有关的消息和数据报文：在更新时，按照消息的类型截获消息；在通信时，按照数据报文的目的地址截获数据报文；

D. 移动 IPv4/v6 转换网关在处理 IPv4 格式的消息和数据报文时采用 RFC3344 提供的安全机制，在处理 IPv6 格式的消息和数据报文时采用 RFC3775 提供的安全机制；

E. 在权利要求 1 所述的通信方法中，对家乡代理和通信节点的要求与 RFC3344 和 RFC3775 中描述的要求保持一致，但增加对移动节点的要求。

3. 根据权利要求 2 所述的移动节点在 IPv4/v6 混合网络中的通信方法，其特征在于：所述步骤 A 具体包括：

(1)移动 IPv4/v6 转换网关在 IPv4 网络一侧充当一个 RFC3344 所描述的实体，这个实体与处于 IPv4 网络中的其它实体构成一个 RFC3344 所描述的移动 IP 模型，这个移动 IP 模型按照 RFC3344 中所描述的移动 IPv4 协议进行通信和更新；

(2)移动 IPv4/v6 转换网关在 IPv6 网络一侧充当一个 RFC3775 所描述的实体，该实体与处于 IPv6 网络中的其它实体构成一个 RFC3775 所描述的移动 IP 模型，这个移动 IP 模型按照 RFC3775 中所描述的移动 IPv6 协议进行通信和更新；

(3)移动 IPv4/v6 转换网关通过实体之间的内部转换实现自己从一个 IPv4 形式的实体向一个

IPv6 形式的实体的转换，从一个 IPv6 形式的实体向一个 IPv4 形式的实体的转换，以及实现同类实体之间的转换，从而最终实现 RFC3344 和 RFC3775 的互相透明。

4. 根据权利要求 2 所述的移动节点在 IPv4/v6 混合网络中的通信方法，其特征在于：所述步骤 B 具体包括：

(1)移动 IPv4/v6 转换网关负责把 RFC3344 所描述的注册请求消息转换成 RFC3775 所描述的绑定更新消息，把 RFC3344 所描述的注册应答消息转换成 RFC3775 所描述的绑定确认消息；

(2)移动 IPv4/v6 转换网关负责把 RFC3775 所描述的绑定更新消息转换成 RFC3344 所描述的注册请求消息，把 RFC3775 所描述的绑定确认消息转换成 RFC3344 所描述的注册应答消息；

(3)移动 IPv4/v6 转换网关负责对数据报文进行地址协议转换，并且在 IPv6 网络一侧收发数据报文时，按照 RFC3775 所描述的要求，把 IPv6 格式的数据报文 IP 头中的转交地址与扩展头中的家乡地址进行交换。

5. 根据权利要求 2 所述的移动节点在 IPv4/v6 混合网络中的通信方法，其特征在于：所述步骤 C 具体包括：

(1)在通信时，移动 IPv4/v6 转换网关根据不同的通信情况充当不同的实体，由于以这些实体的 IP 地址作为目的地址的数据报文会被路由到移动 IPv4/v6 转换网关，因此，移动 IPv4/v6 转换网关将截获以这些实体的 IP 地址为目的地址的数据报文；

(2)在更新时，移动 IPv4/v6 转换网关按照消息的类型截获消息，该方法进一步具体包括：

(21)在 IPv4 网络，移动 IPv4/v6 转换网关需要处理的消息有 RFC3344 所描述的注册请求消息和注册应答消息以及在权利要求 1 所述的通信方法中定义的代理请求消息和代理应答消息，对这四种消息，移动 IPv4/v6 转换网关在网络层根据消息的 UDP 封装和目的端口号截获，在应用层根据消息的负载类型值区分；

(22)在 IPv6 网络，移动 IPv4/v6 转换网关需要处理的消息有 RFC3775 所描述的绑定更新消息、绑定确认消息、Home Test Init 消息、Home Test 消息、Care of Test Init 消息、Care of Test 消息；对这些消息，移动 IPv4/v6 转换网关在网络层根据消息的移动扩展头的下一个报头编号为 135 作为标志截获消息，在应用层根据负载中 MH 值区分消息。

6. 根据权利要求 2 所述的移动节点在 IPv4/v6 混合网络中的通信方法，其特征在于：所述步骤 D 具体包括：

(1)当移动 IPv4/v6 转换网关接收一个消息或数据报文时，将根据这个消息或数据报文是 IPv4

格式还是IPv6格式，按照RFC3344或RFC3775所描述的认证算法进行认证；

(2)当移动 IPv4/v6 转换网关发送一个消息或数据报文时，将根据这个消息或数据报文是 IPv4 格式还是IPv6格式，按照RFC3344或RFC3775所描述的认证算法产生认证数据，这个认证数据将作为这个消息或数据报文的一部分。

7.根据权利要求2所述的移动节点在IPv4/v6混合网络中的通信方法，其特征在于：所述步骤E具体包括：

(1)移动节点能够同时满足RFC3344和RFC3775所描述的有关移动节点的要求；

(2)移动节点能够记录家乡代理和通信节点的域名，能够通过DNS查询的方式发现移动IPv4/v6转换网关，并获得家乡代理和通信节点的地址；

(3)移动节点能够支持对注册请求消息和注册应答消息的扩展，能够产生和处理代理请求消息和代理应答消息。

8.根据权利要求7所述的移动节点在IPv4/v6混合网络中的通信方法，其特征在于：家乡代理位于IPv4网络，通信节点位于IPv6网络，移动节点在IPv4/v6混合网络中移动时的移动IPv4/v6的关键步骤包括：

(1)当移动节点从IPv6网络移动到IPv4网络时，移动节点向移动IPv4/v6转换网关发送代理请求消息，请求移动IPv4/v6转换网关代理移动节点向处于IPv6网络中的通信节点发起其家乡地址与转交地址的绑定更新；

(2)移动IPv4/v6转换网关收到代理请求消息后，将代理移动节点向处于IPv6网络中的通信节点发起更新过程，此时移动IPv4/v6转换网关在IPv6网络一侧将分别充当IPv6格式的家乡代理和IPv6格式的移动节点，移动IPv4/v6转换网关收到绑定确认消息后，向处于IPv4网络中的移动节点发出代理应答消息；

(3)所述代理请求消息的格式与RFC3344中的注册请求消息的格式相同，代理应答消息的格式与RFC3344中的注册应答消息的格式相同，其中代理请求的类型值被暂定为7，代理应答消息的类型值被暂定为8。

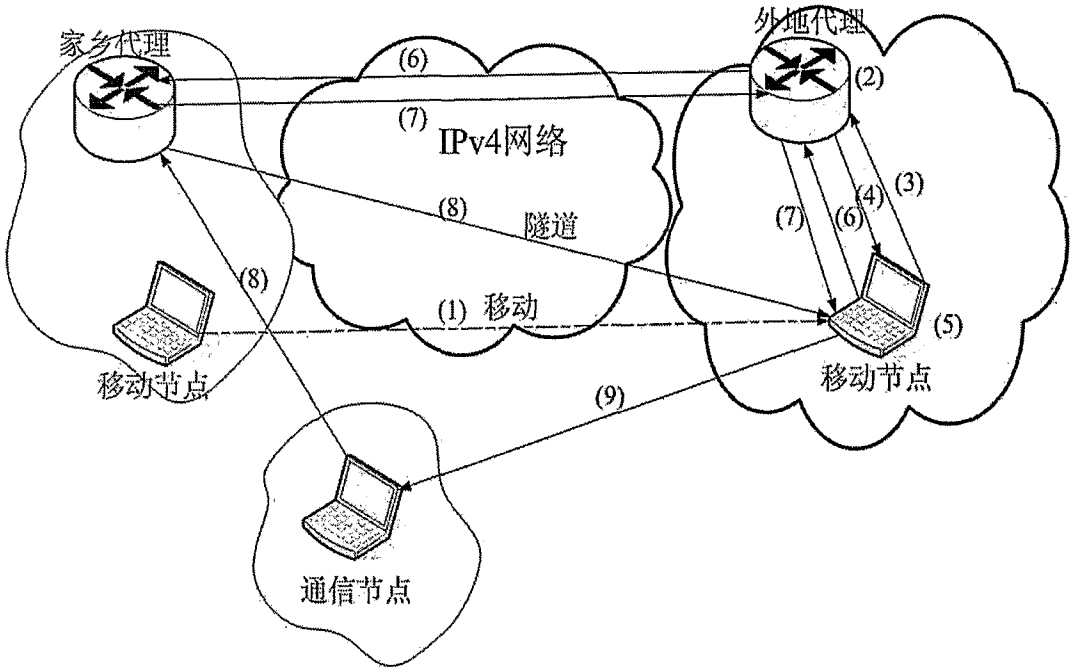


图 1

类型	S	B	D	M	G	r	T	x	生存期
家乡地址									
家乡代理地址									
转交地址									
标识符									
扩展									

图 2A

类型	注册结果代号	生存期
家乡地址		
家乡代理地址		
标识符		
扩展		

图 2B

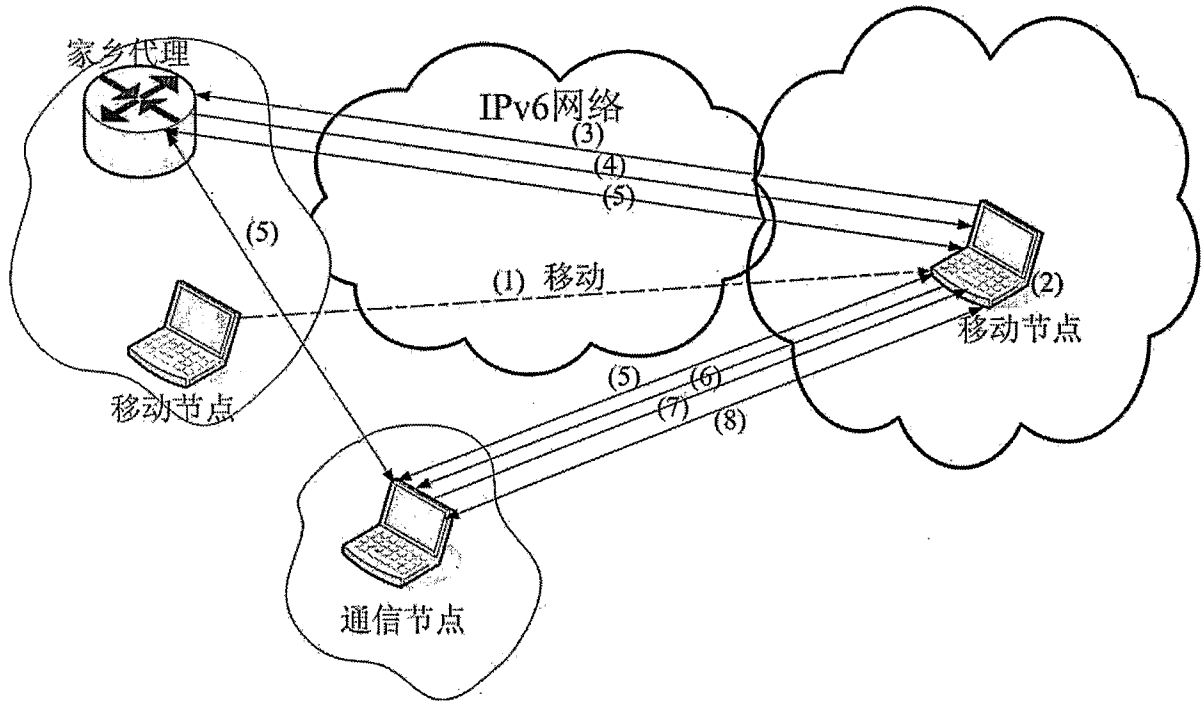


图 3

负载类型	报头长度	MH类型	保留
校验和		序列号	
A H L K	保留	生存期	
移动选项			

图 4A

负载类型	报头长度	MH类型	保留
校验和		状态	K 保留
序列号		生存期	
移动选项			

图 4B

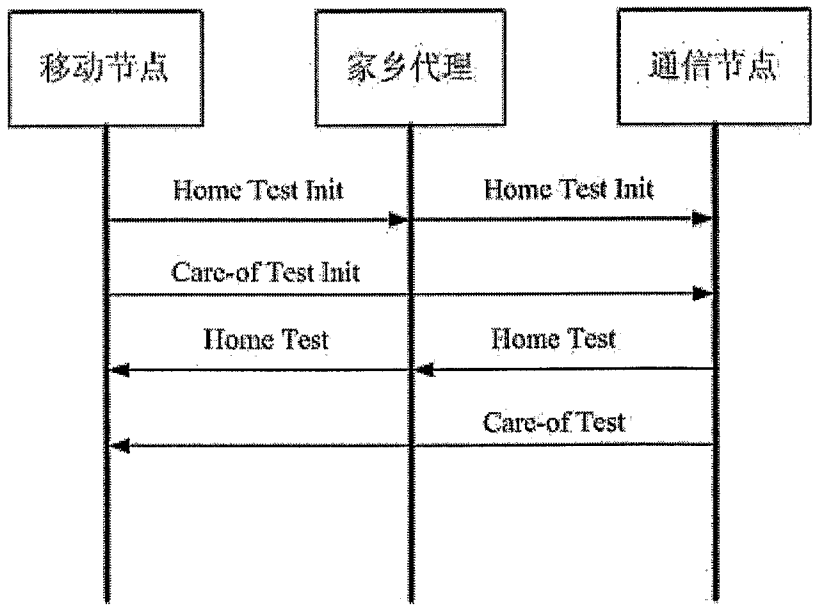


图 5

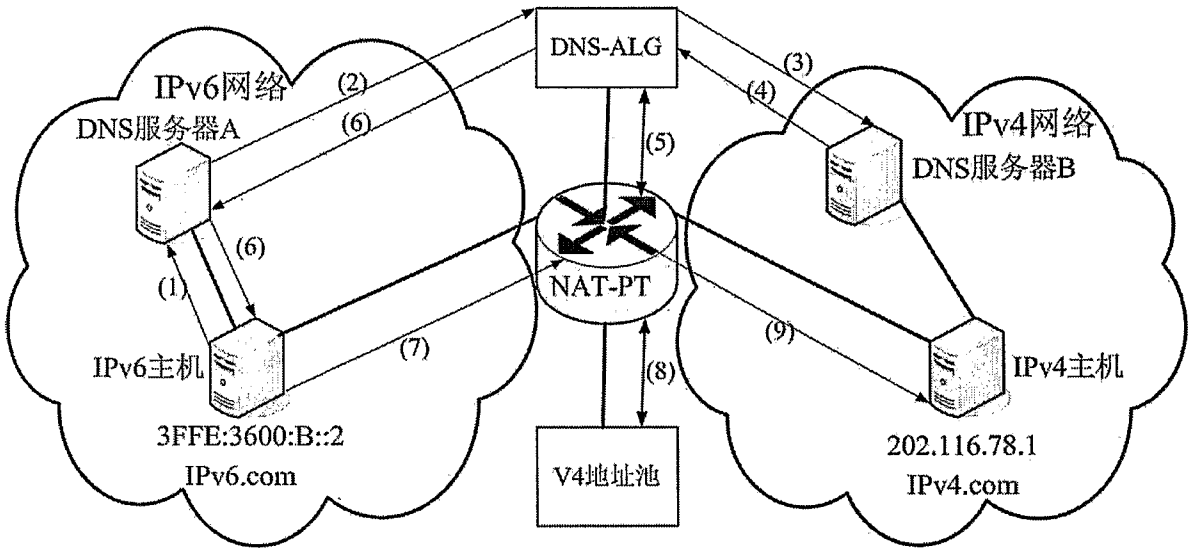


图 6

缩略语	原始术语	术语解释
MIP	Mobile IP	移动 IP
MIPv4	Mobile IPv4	移动 IPv4
MIPv6	Mobile IPv6	移动 IPv6
HA	Home Agent	家乡代理
MN	Mobile Node	移动节点
CN	Correspondent Node	通信节点
HAA	Home Agent Address	家乡代理的地址
HoA	Home Address	家乡地址
CoA	Care-of Address	转交地址
CNA	Correspondent Node Address	通信节点的地址
MIPv4/v6-TG	Mobile IPv4/v6 Translation Gateway	移动 IPv4/v6 转换网关

图 7

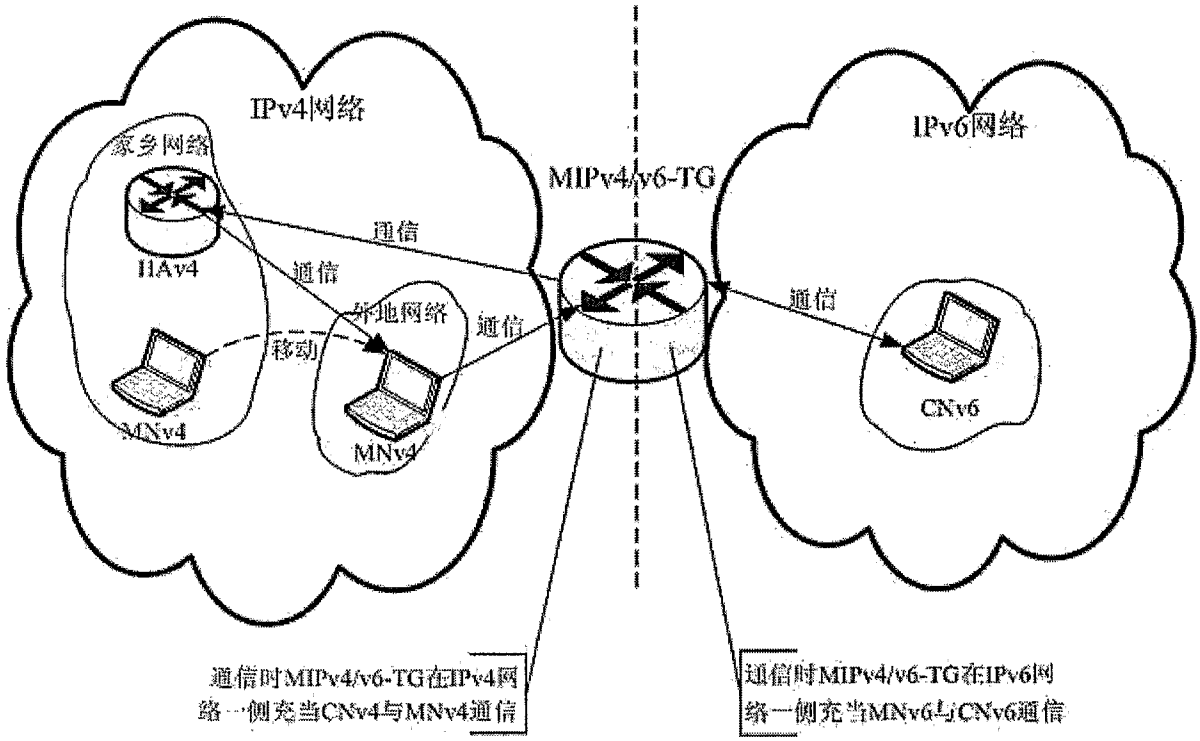

IPv4网络
家乡网络
HAv4
通信
通信
外地网络
通信
移动
MNv4
MNv4
MIPv4/v6-TG
IPv6网络
通信
CNv6
通信时MIPv4/v6-TG在IPv4网络一侧充当CNv4与MNv4通信
通信时MIPv4/v6-TG在IPv6网络一侧充当MNv6与CNv6通信

图 8

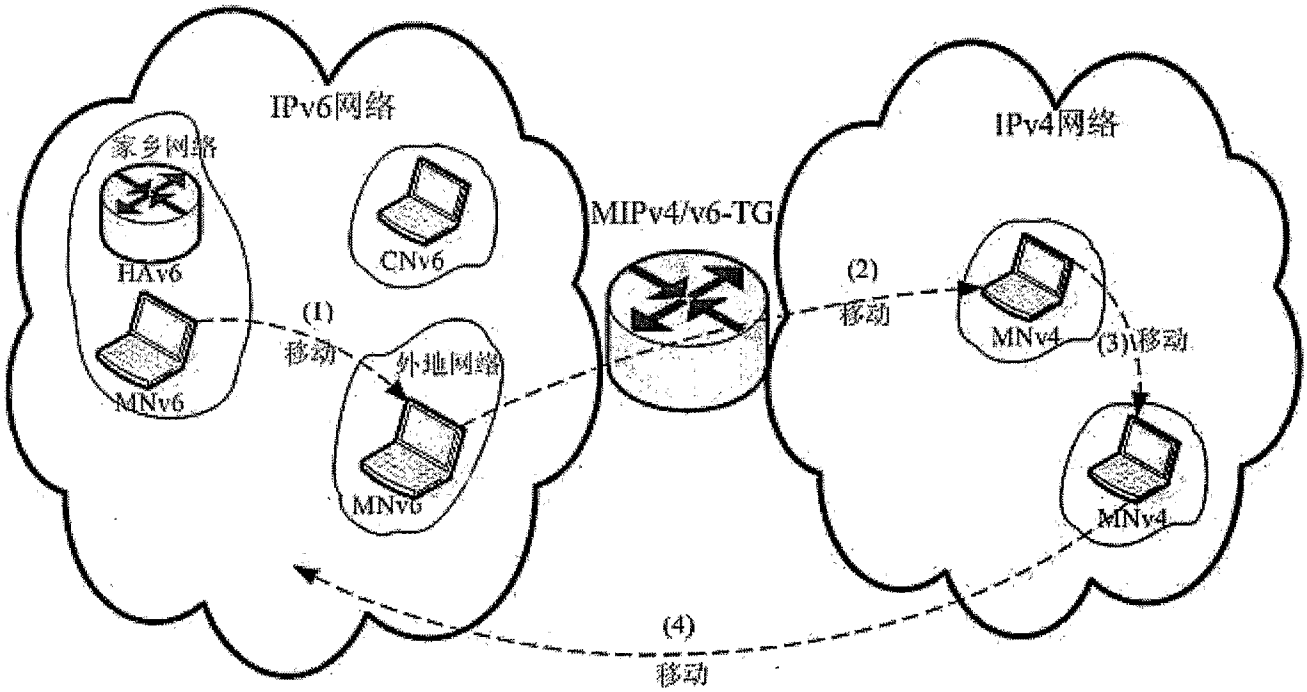

IPv6网络
家乡网络
HAv6
CNv6
(1)
移动
外地网络
MNv6
MNv6
MIPv4/v6-TG
IPv4网络
(2)
移动
MNv4
(3)移动
MNv4
(4)
移动

图 9

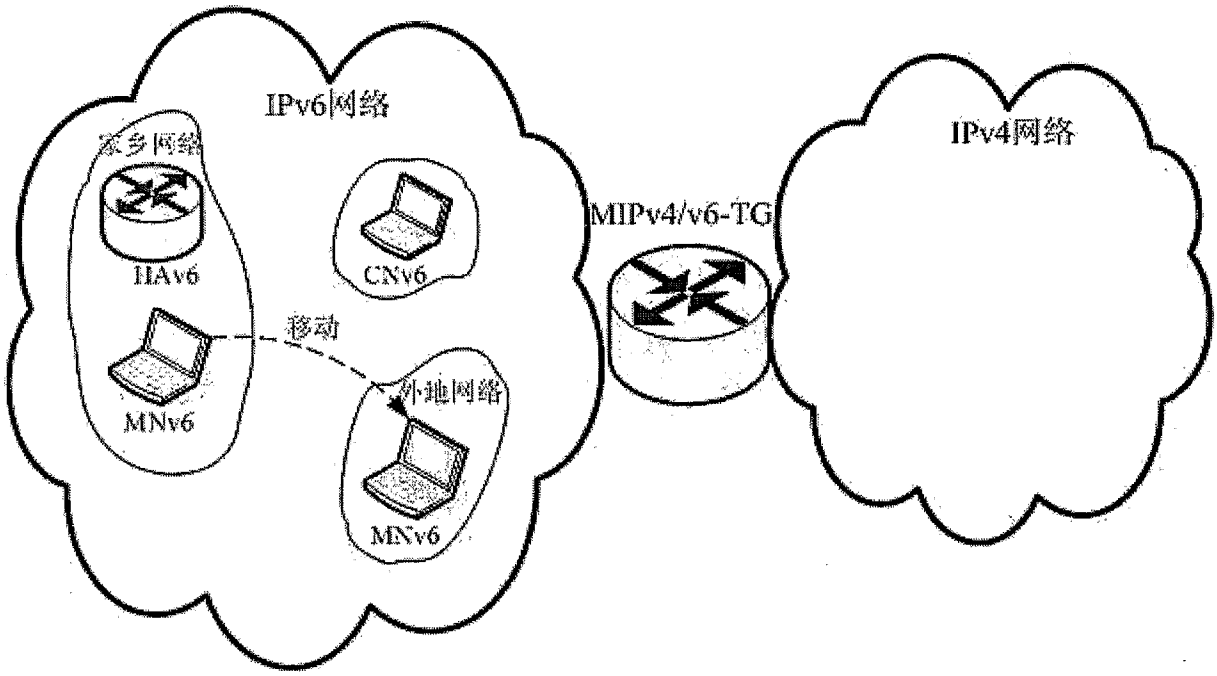


图 10

NAT-PT 的地址映射	CNAv4#↔CNAv6，HoAv4#↔HoAv6，HAAv4#↔HAAv6
MIP-ALG 的地址绑定	HoAv4#↔CoAv4，HoAv6↔CoAv6*

图 11

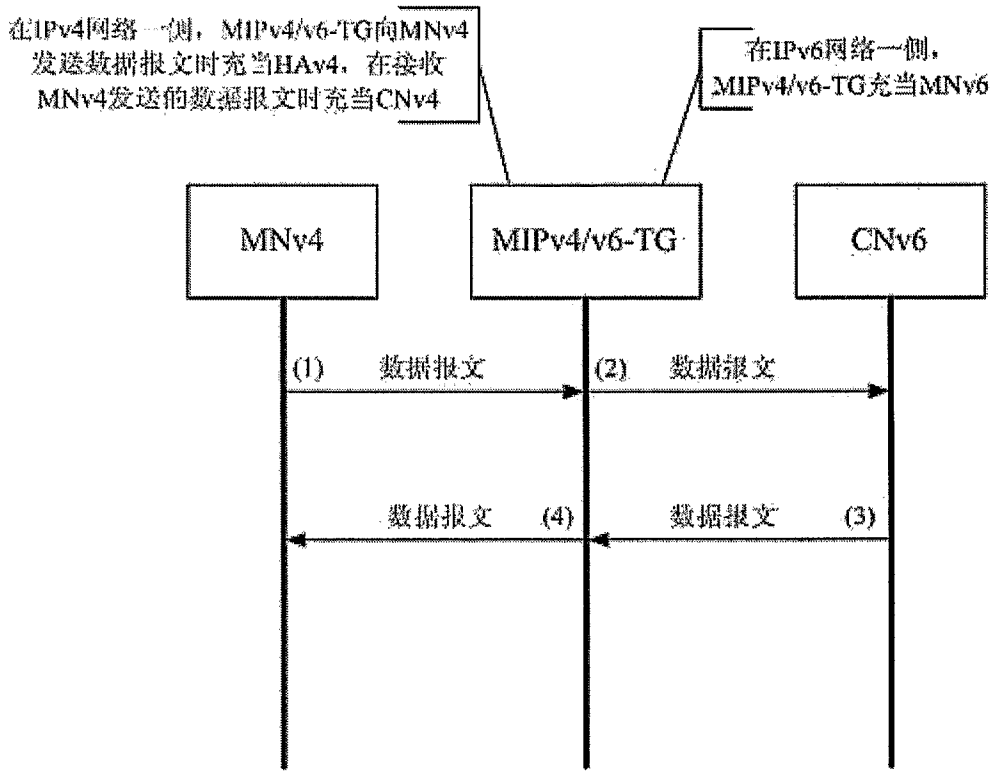

在IPv4网络一侧，MIPv4/v6-TG向MNv4发送数据报文时充当HAv4，在接收MNv4发送的数据报文时充当CNv4
在IPv6网络一侧，MIPv4/v6-TG充当MNv6
MNv4
MIPv4/v6-TG
CNv6
(1) 数据报文
(2) 数据报文
数据报文 (4)
数据报文 (3)

图 12

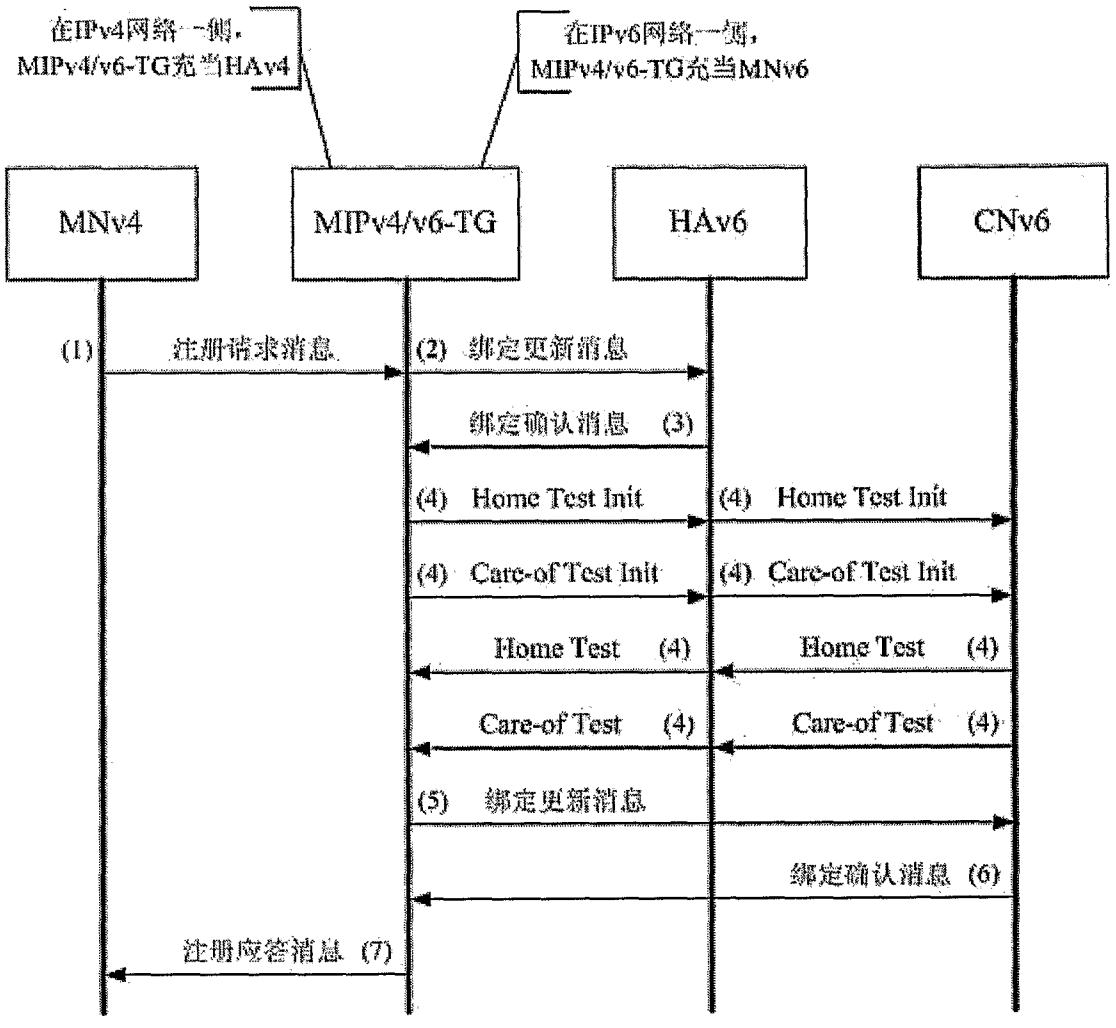

在IPv4网络一侧，
MIPv4/v6-TG充当HAv4
在IPv6网络一侧，
MIPv4/v6-TG充当MNv6
MNv4
MIPv4/v6-TG
HAv6
CNv6
(1) 注册请求消息
(2) 绑定更新消息
绑定确认消息 (3)
(4) Home Test Init
(4) Home Test Init
(4) Care-of Test Init
(4) Care-of Test Init
Home Test (4)
Home Test (4)
Care-of Test (4)
Care-of Test (4)
(5) 绑定更新消息
绑定确认消息 (6)
注册应答消息 (7)

图 13

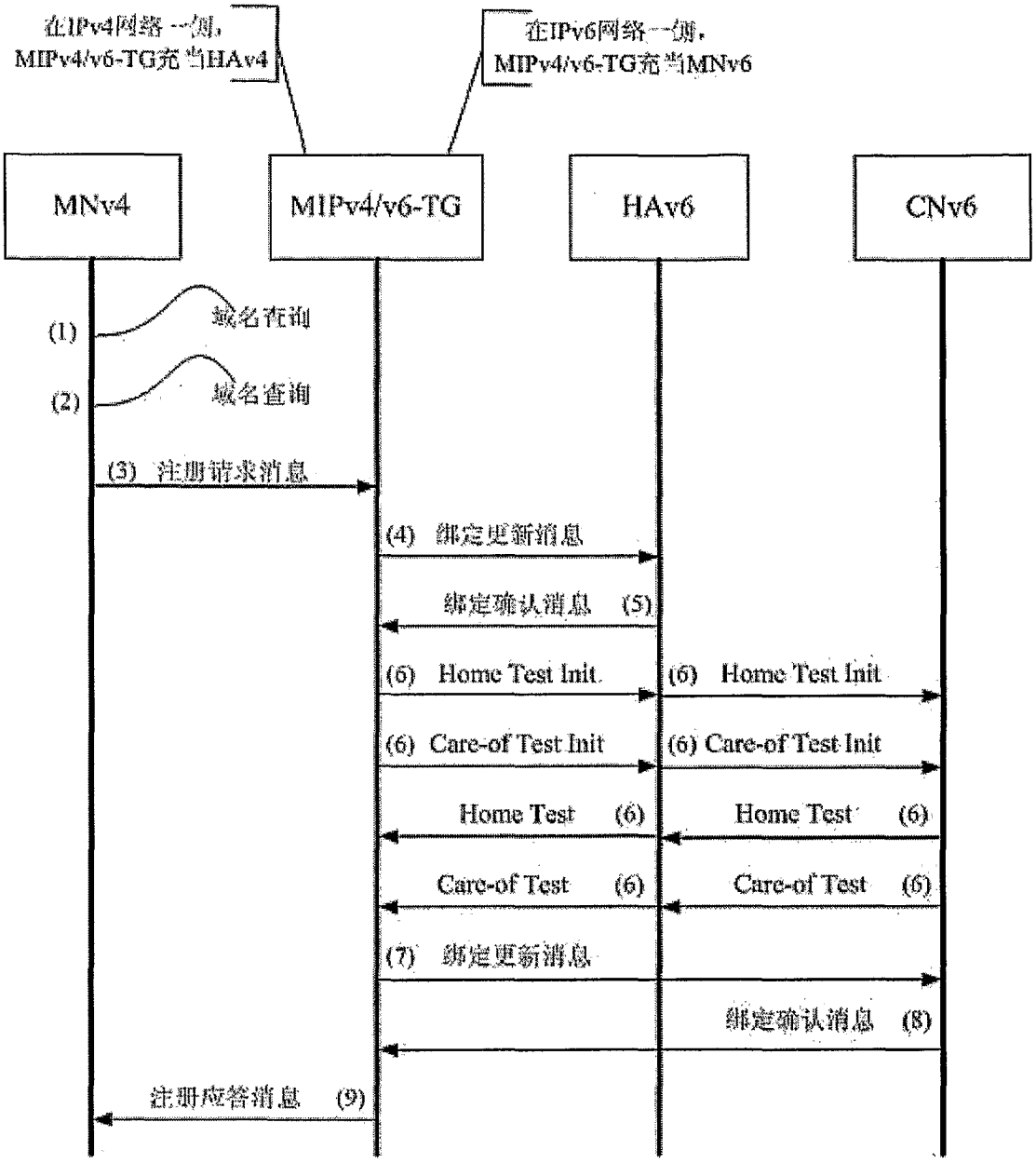

在IPv4网络一侧，
MIPv4/v6-TG充当HAv4
在IPv6网络一侧，
MIPv4/v6-TG充当MNv6
MNv4
MIPv4/v6-TG
HAv6
CNv6
(1) 域名查询
(2) 域名查询
(3) 注册请求消息
(4) 绑定更新消息
绑定确认消息 (5)
(6) Home Test Init
(6) Home Test Init
(6) Care-of Test Init
(6) Care-of Test Init
Home Test (6)
Home Test (6)
Care-of Test (6)
Care-of Test (6)
(7) 绑定更新消息
绑定确认消息 (8)
注册应答消息 (9)

图 14

类型	S	B	D	M	G	R	T	x	生存期
家乡地址：置零									
家乡代理地址 HAAv4#									
转交地址 CoAv4									
标识符									
扩展：CNAv4#									
扩展：HoAv6									
其他扩展									

图 15A

类型	注册结果代号	生存期
家乡地址：HoAv4#		
家乡代理地址 HAAv4#		
标识符		
扩展		

图 15B

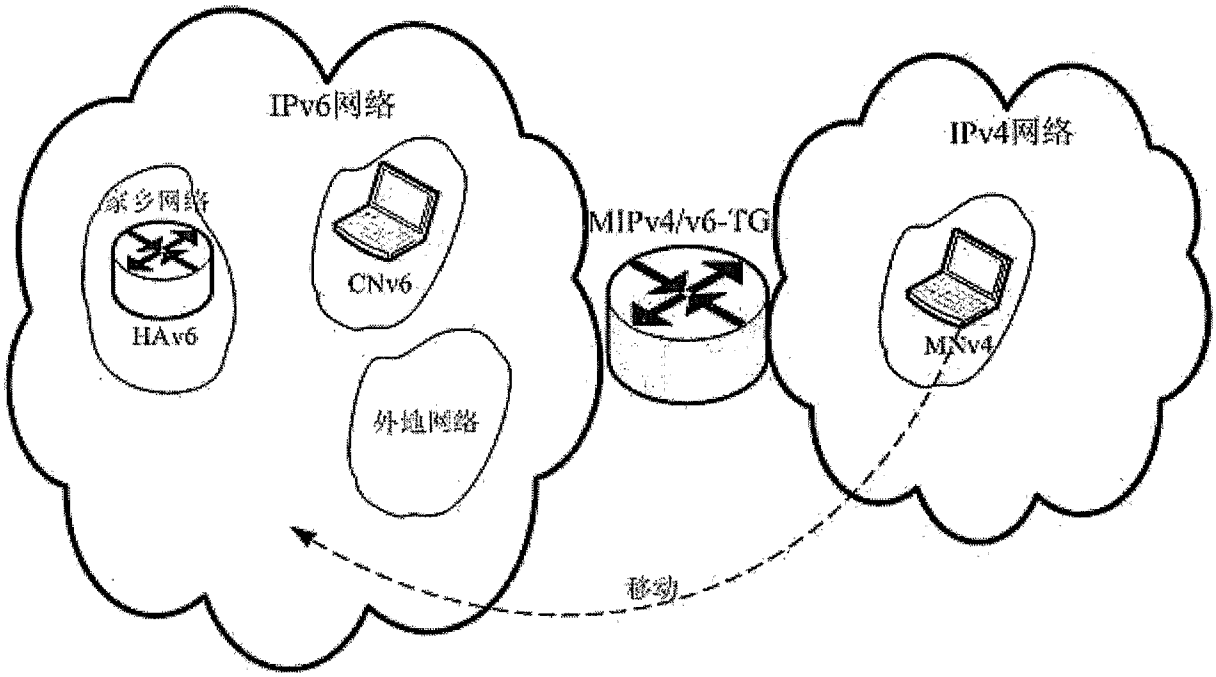

IPv6网络
家乡网络
HAv6
CNv6
外地网络
MIPv4/v6-TG
IPv4网络
MNv4
移动

图 16

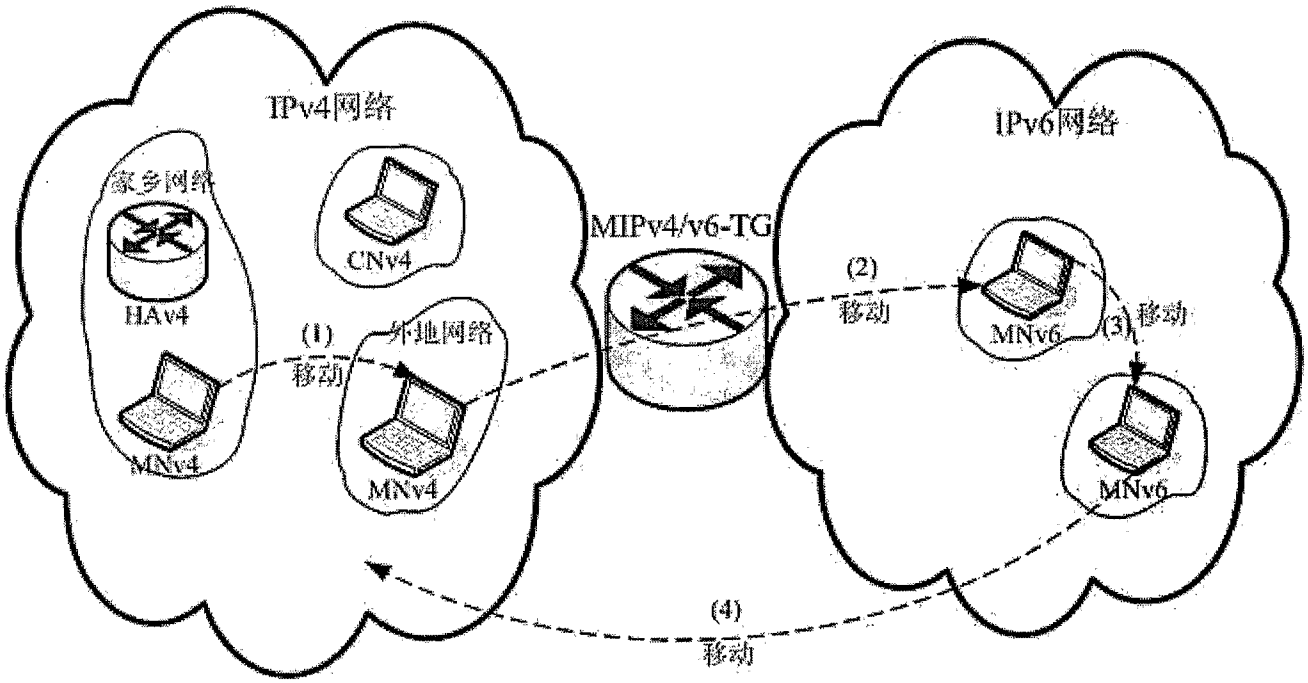

IPv4网络
家乡网络
HAv4
CNv4
(1)
移动
外地网络
MNv4
MNv4
MIPv4/v6-TG
(2)
移动
IPv6网络
MNv6
(3)
移动
MNv6
(4)
移动

图 17

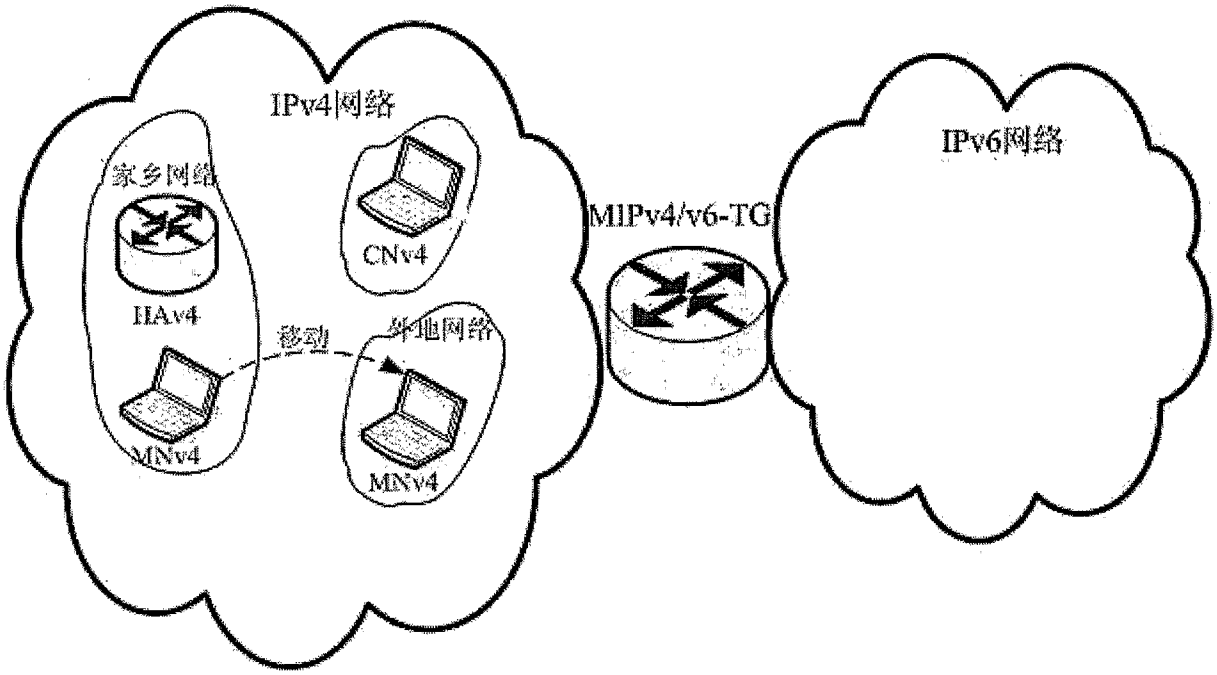


图 18

NAT-PT 的地址映射	CoAv4# ↔ CoAv6
MIP-ALG 的地址绑定	HoAv6* ↔ CoAv6

图 19

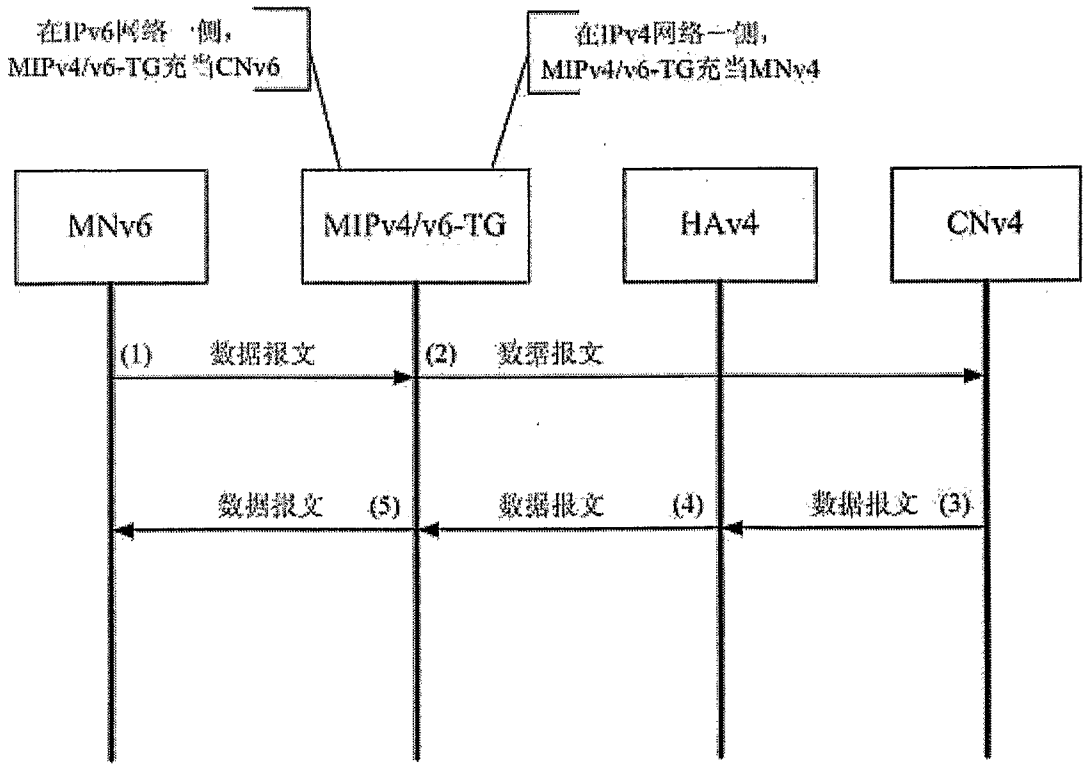


图 20

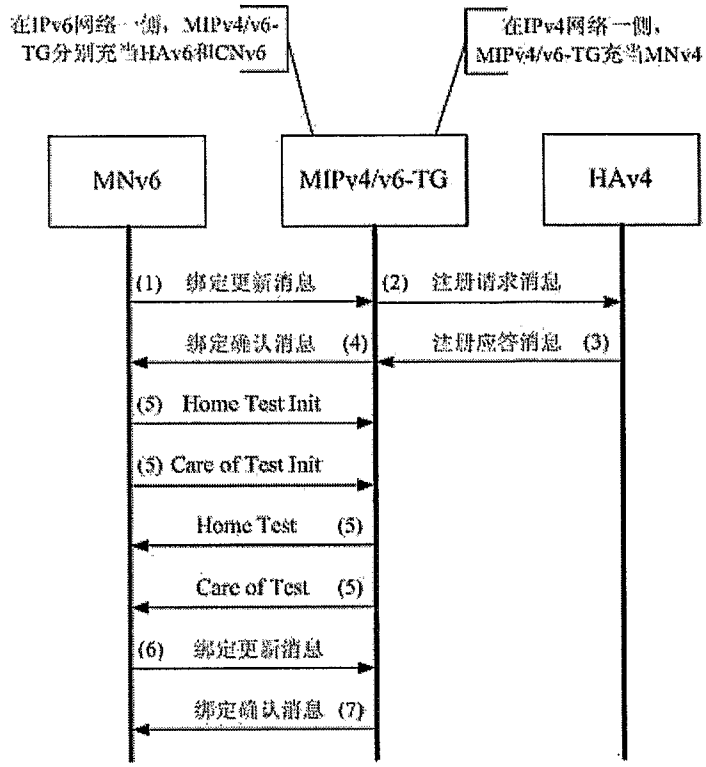

在IPv6网络一侧，MIPv4/v6-TG分别充当HAv6和CNv6
在IPv4网络一侧，MIPv4/v6-TG充当MNv4
MNv6
MIPv4/v6-TG
HAv4
(1) 绑定更新消息
(2) 注册请求消息
绑定确认消息 (4)
注册应答消息 (3)
(5) Home Test Init
(5) Care of Test Init
Home Test (5)
Care of Test (5)
(6) 绑定更新消息
绑定确认消息 (7)

图 21

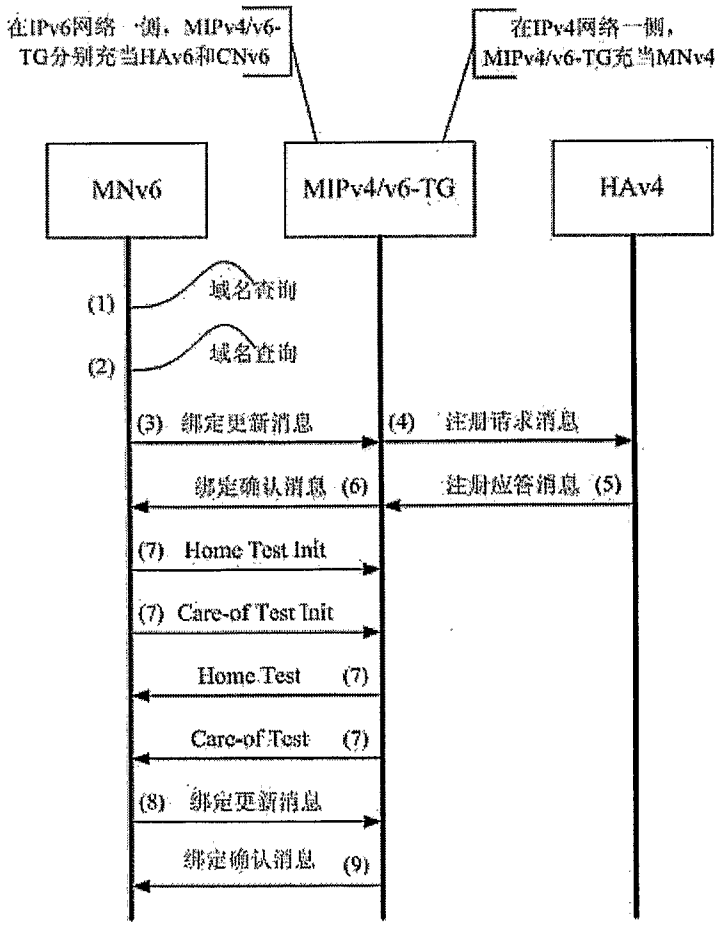

在IPv6网络一侧，MIPv4/v6-TG分别充当HAv6和CNv6
在IPv4网络一侧，MIPv4/v6-TG充当MNv4
MNv6
MIPv4/v6-TG
HAv4
(1) 域名查询
(2) 域名查询
(3) 绑定更新消息
(4) 注册请求消息
绑定确认消息 (6)
注册应答消息 (5)
(7) Home Test Init
(7) Care-of Test Init
Home Test (7)
Care-of Test (7)
(8) 绑定更新消息
绑定确认消息 (9)

图 22

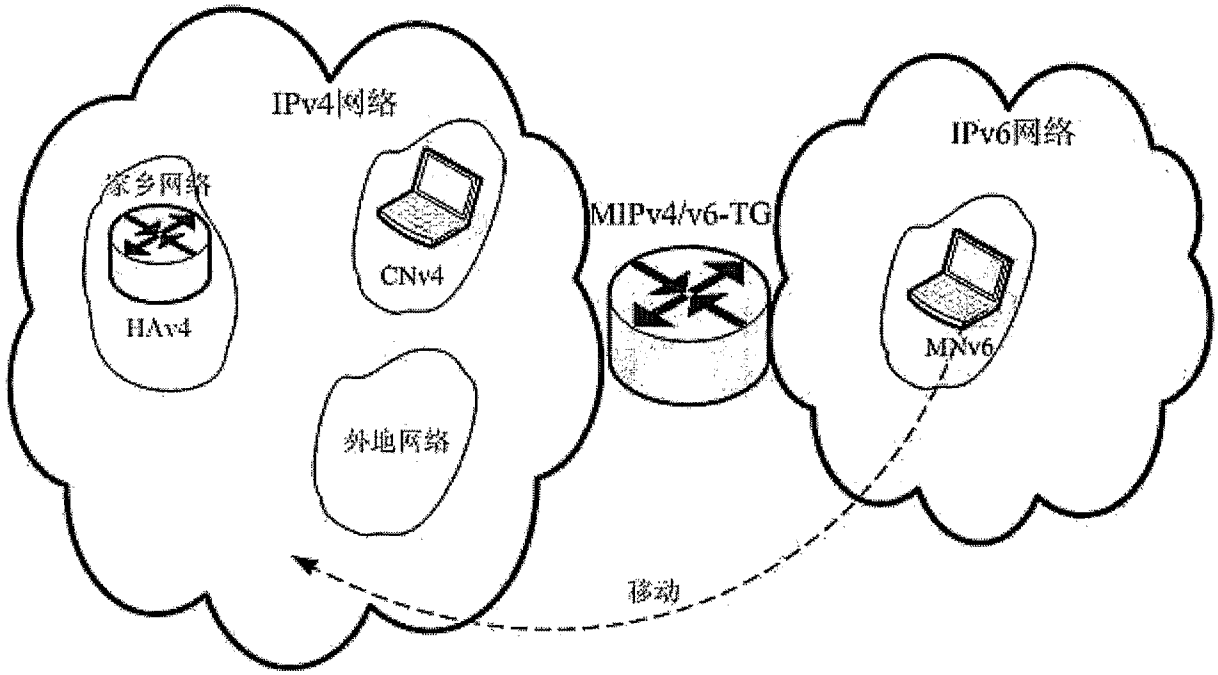


图 23

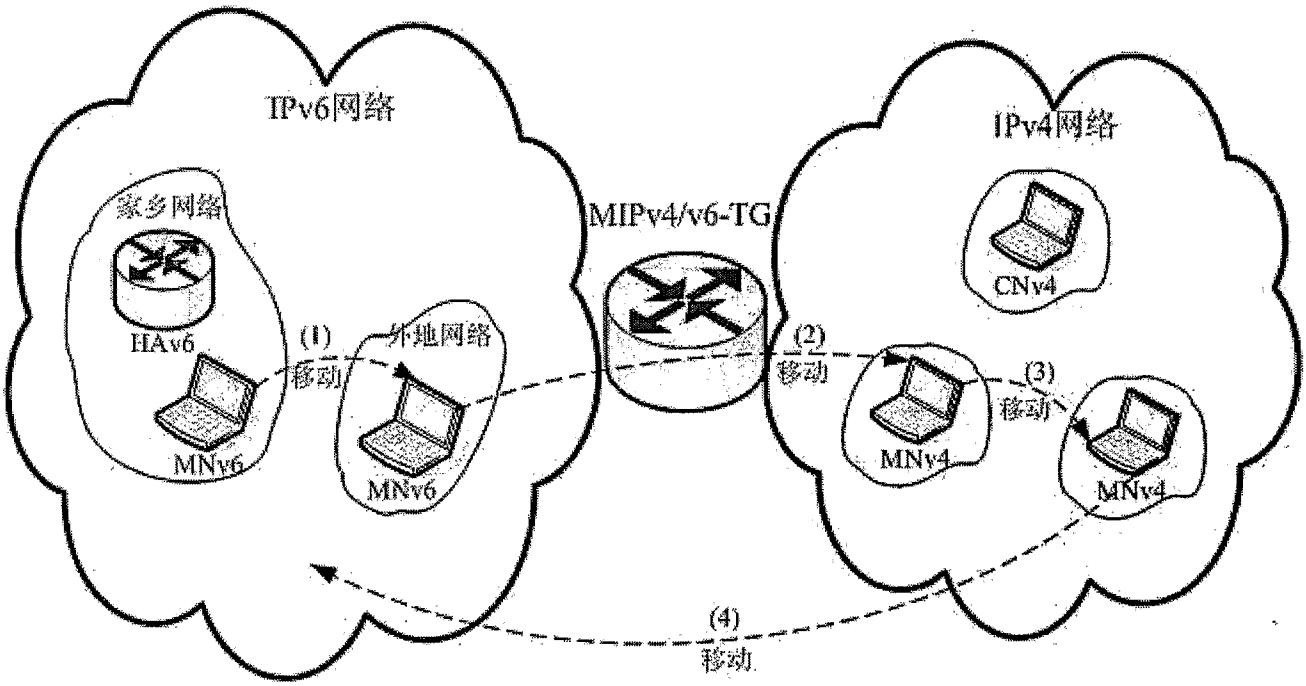


图 24

NAT-PT 的地址映射	HoAv4# ↔ HoAv6
MIP-ALG 的地址绑定	HoAv6 ↔ CoAv6

图 25

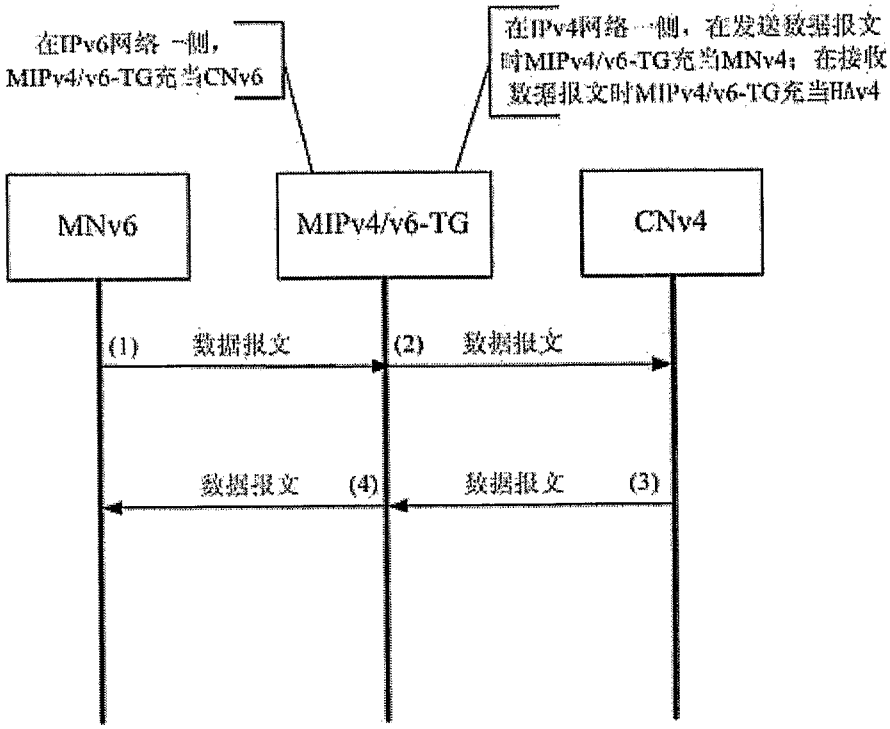

在IPv6网络一侧，
MIPv4/v6-TG充当CNv6
在IPv4网络一侧，在发送数据报文
时MIPv4/v6-TG充当MNv4；在接收
数据报文时MIPv4/v6-TG充当HAv4
MNv6
MIPv4/v6-TG
CNv4
(1) 数据报文
(2) 数据报文
数据报文 (4)
数据报文 (3)

图 26

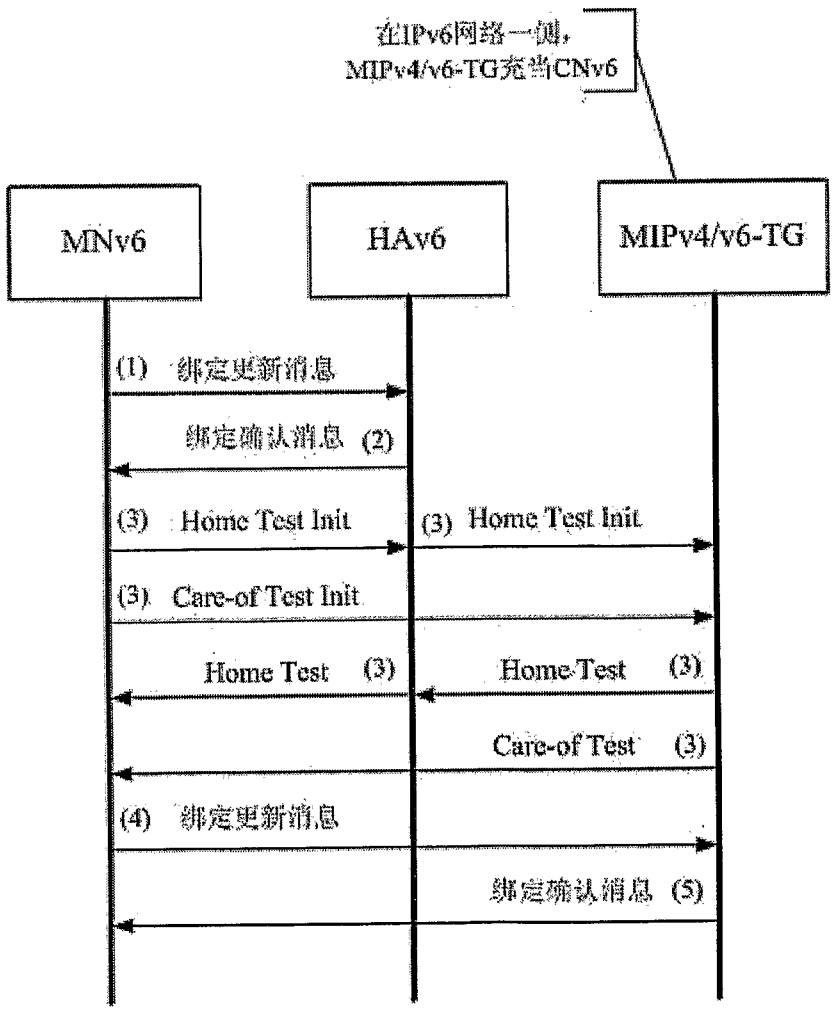

在IPv6网络一侧，
MIPv4/v6-TG充当CNv6
MNv6
HAv6
MIPv4/v6-TG
(1) 绑定更新消息
绑定确认消息 (2)
(3) Home Test Init
(3) Home Test Init
(3) Care-of Test Init
Home Test (3)
Home Test (3)
Care-of Test (3)
(4) 绑定更新消息
绑定确认消息 (5)

图 27

NAT-PT 的地址映射	HoAv4#↔HoAv6，HAAv4#↔HAAv6
MIP-ALG 的地址绑定	HoAv4#↔CoAv4

图 28

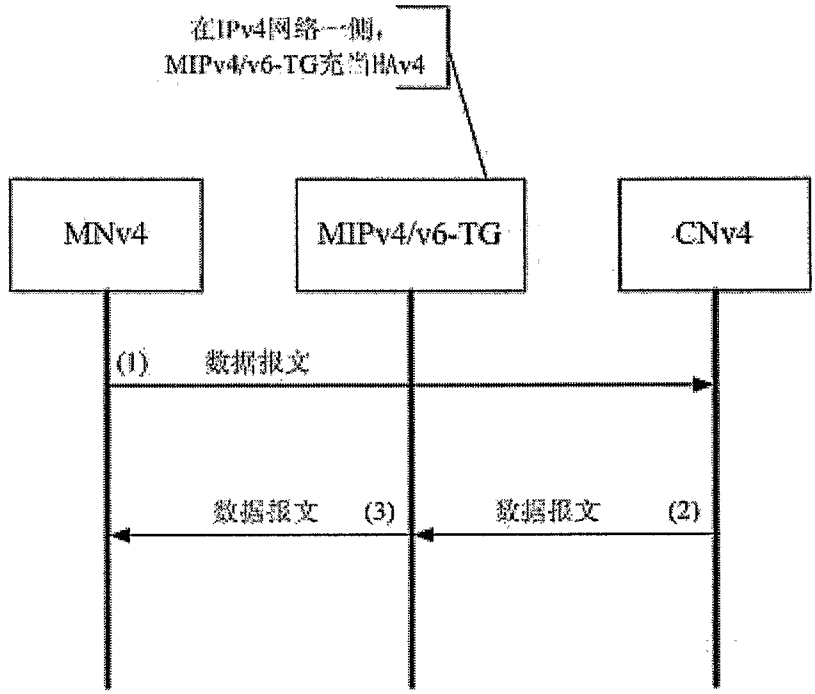


图 29

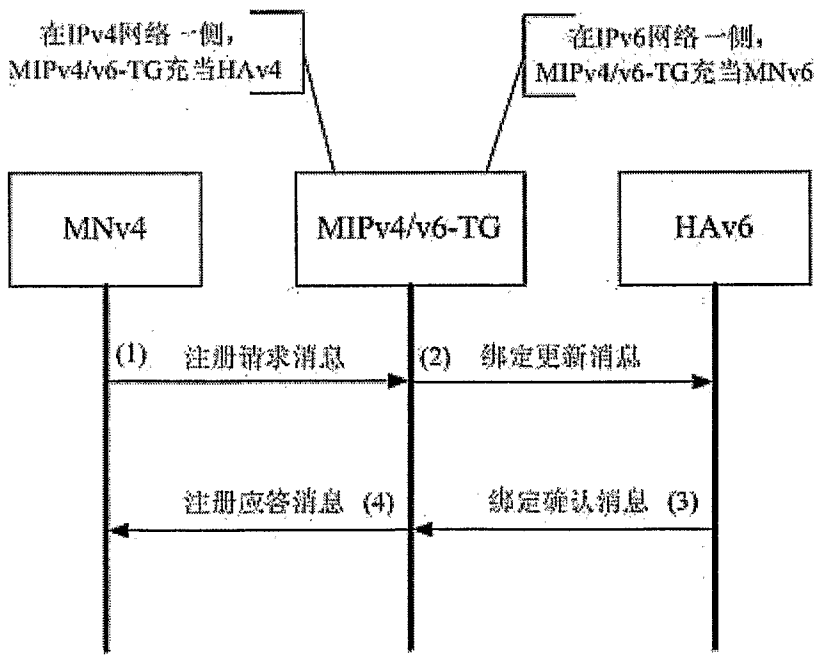


图 30

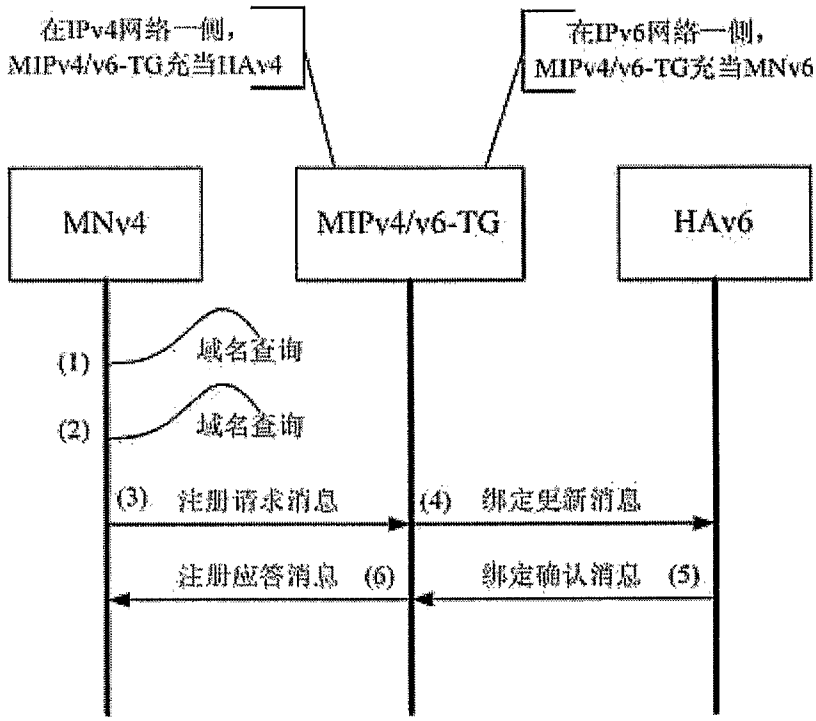


图 31

类型	S	B	D	M	G	R	T	x	生存期
家乡地址：置零									
家乡代理地址 HAAv4#									
转交地址 CoAv4									
标识符									
扩展：HoAv6									
其他扩展									

图 32A

类型	注册结果代号	生存期
家乡地址：HoAv4#		
家乡代理地址：HAAv4#		
标识符		
扩展		

图 32B

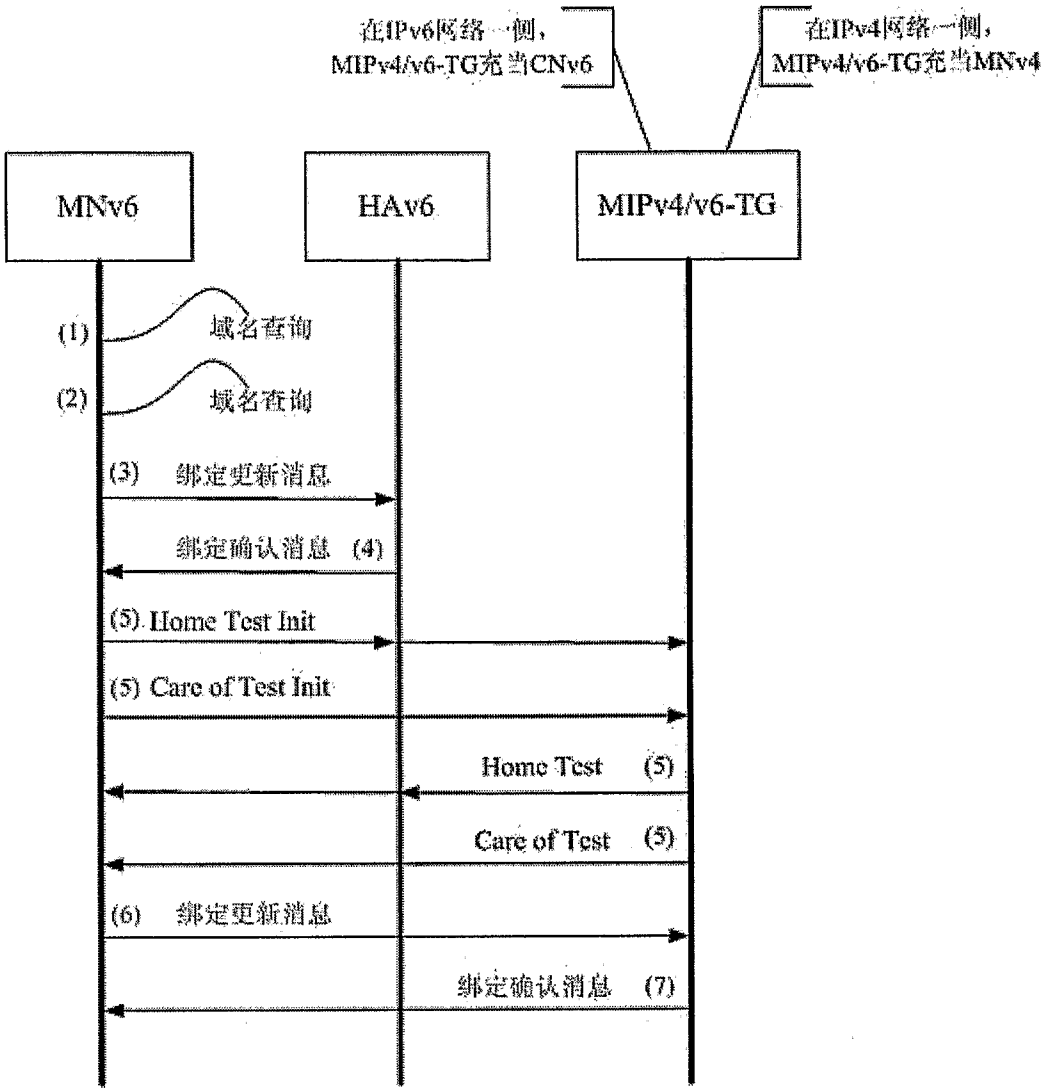

在IPv6网络一侧，
MIPv4/v6-TG充当CNv6
在IPv4网络一侧，
MIPv4/v6-TG充当MNv4
MNv6
HAv6
MIPv4/v6-TG
(1) 域名查询
(2) 域名查询
(3) 绑定更新消息
绑定确认消息 (4)
(5) Home Test Init
(5) Care of Test Init
Home Test (5)
Care of Test (5)
(6) 绑定更新消息
绑定确认消息 (7)

图 33

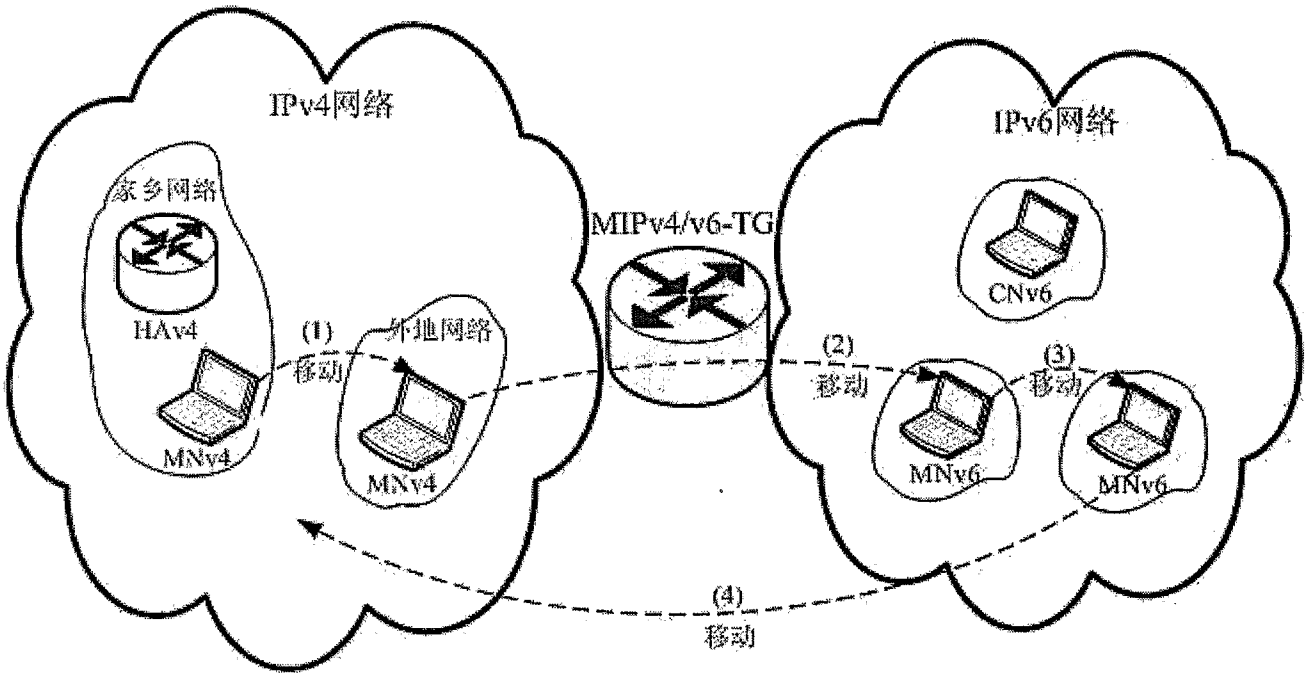


图 34

NAT-PT 的地址映射	CNAv4# ↔ CNAv6
MIP-ALG 的地址绑定	HoAv6* ↔ CoAv6*

图 35

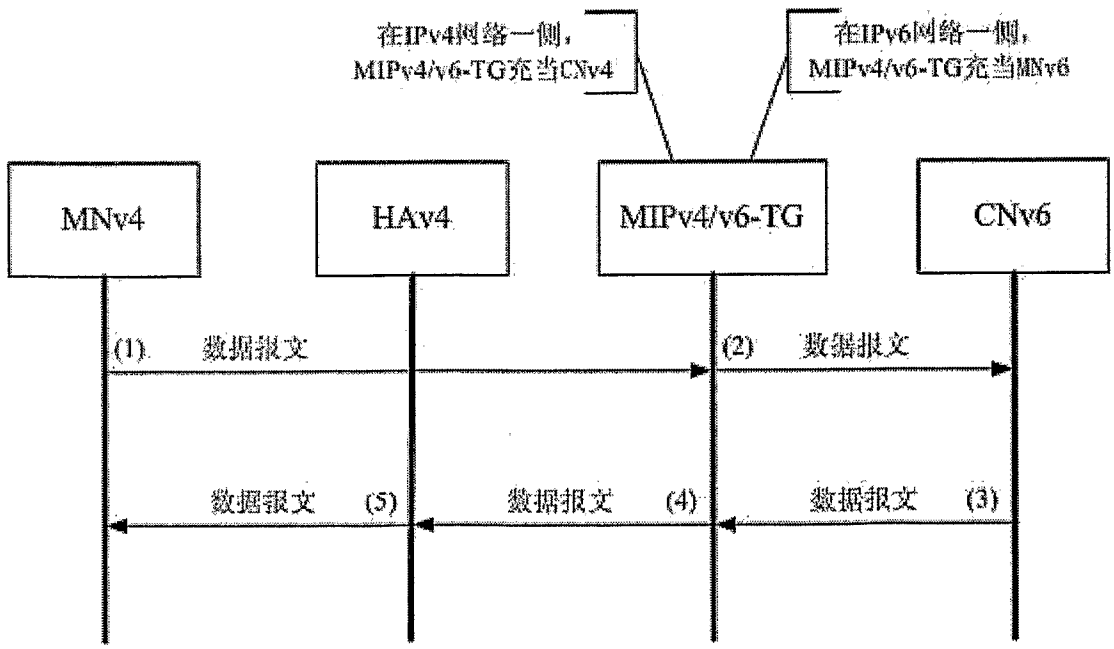


图 36

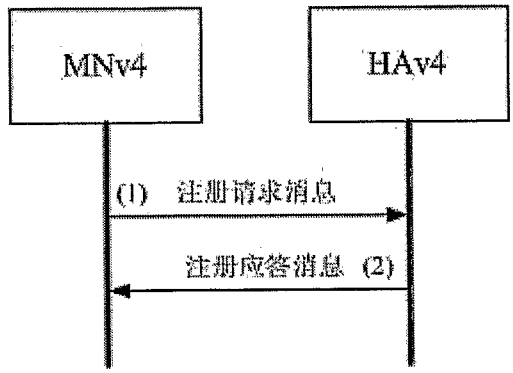


图 37

NAT-PT 的地址映射	CoAv4#↔CoAv6

图 38

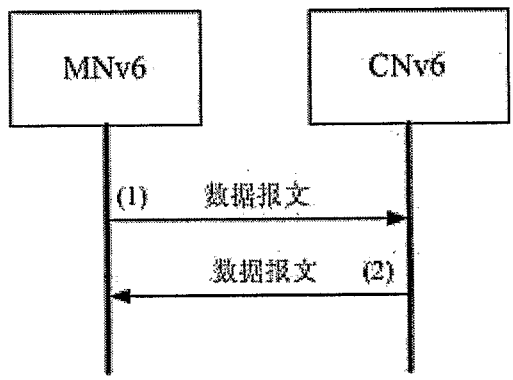


图 39

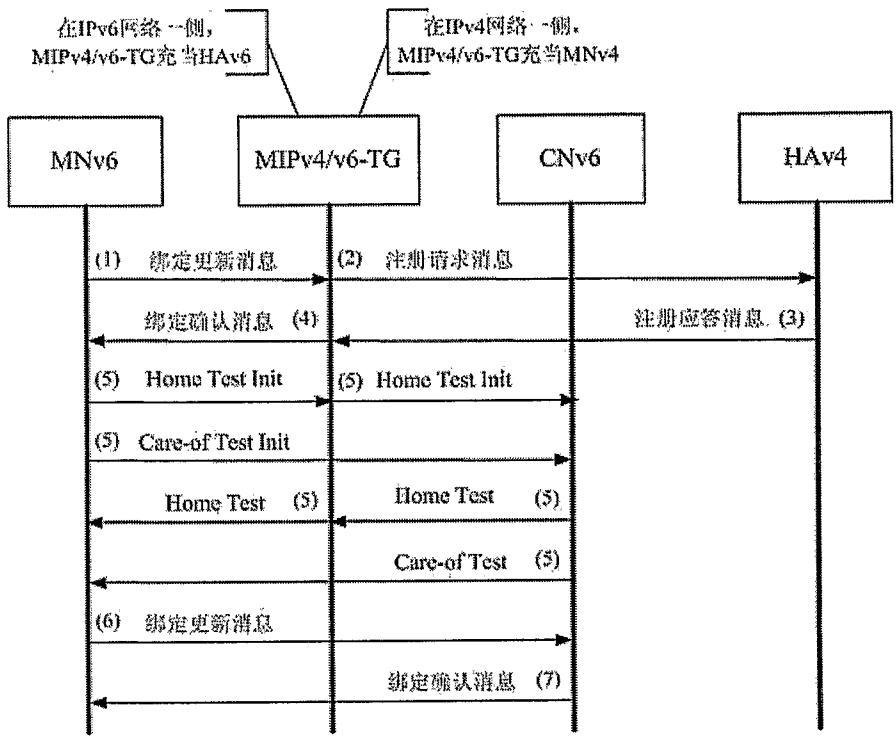

在IPv6网络一侧，
MIPv4/v6-TG充当HAv6
在IPv4网络一侧，
MIPv4/v6-TG充当MNv4
MNv6
MIPv4/v6-TG
CNv6
HAv4
(1) 绑定更新消息
(2) 注册请求消息
绑定确认消息 (4)
注册应答消息 (3)
(5) Home Test Init
(5) Home Test Init
(5) Care-of Test Init
Home Test (5)
Home Test (5)
Care-of Test (5)
(6) 绑定更新消息
绑定确认消息 (7)

图 40

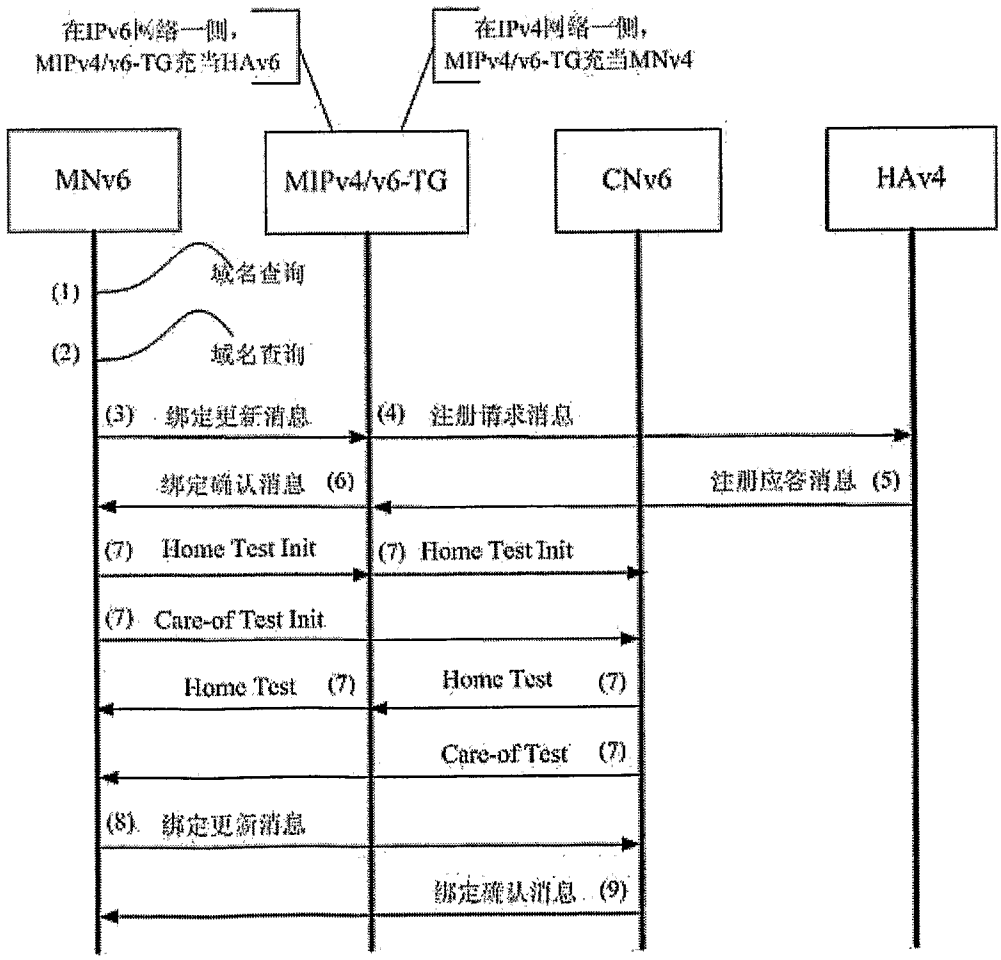

在IPv6网络一侧，
MIPv4/v6-TG充当HAv6
在IPv4网络一侧，
MIPv4/v6-TG充当MNv4
MNv6
MIPv4/v6-TG
CNv6
HAv4
(1) 域名查询
(2) 域名查询
(3) 绑定更新消息
(4) 注册请求消息
绑定确认消息 (6)
注册应答消息 (5)
(7) Home Test Init
(7) Home Test Init
(7) Care-of Test Init
Home Test (7)
Home Test (7)
Care-of Test (7)
(8) 绑定更新消息
绑定确认消息 (9)

图 41

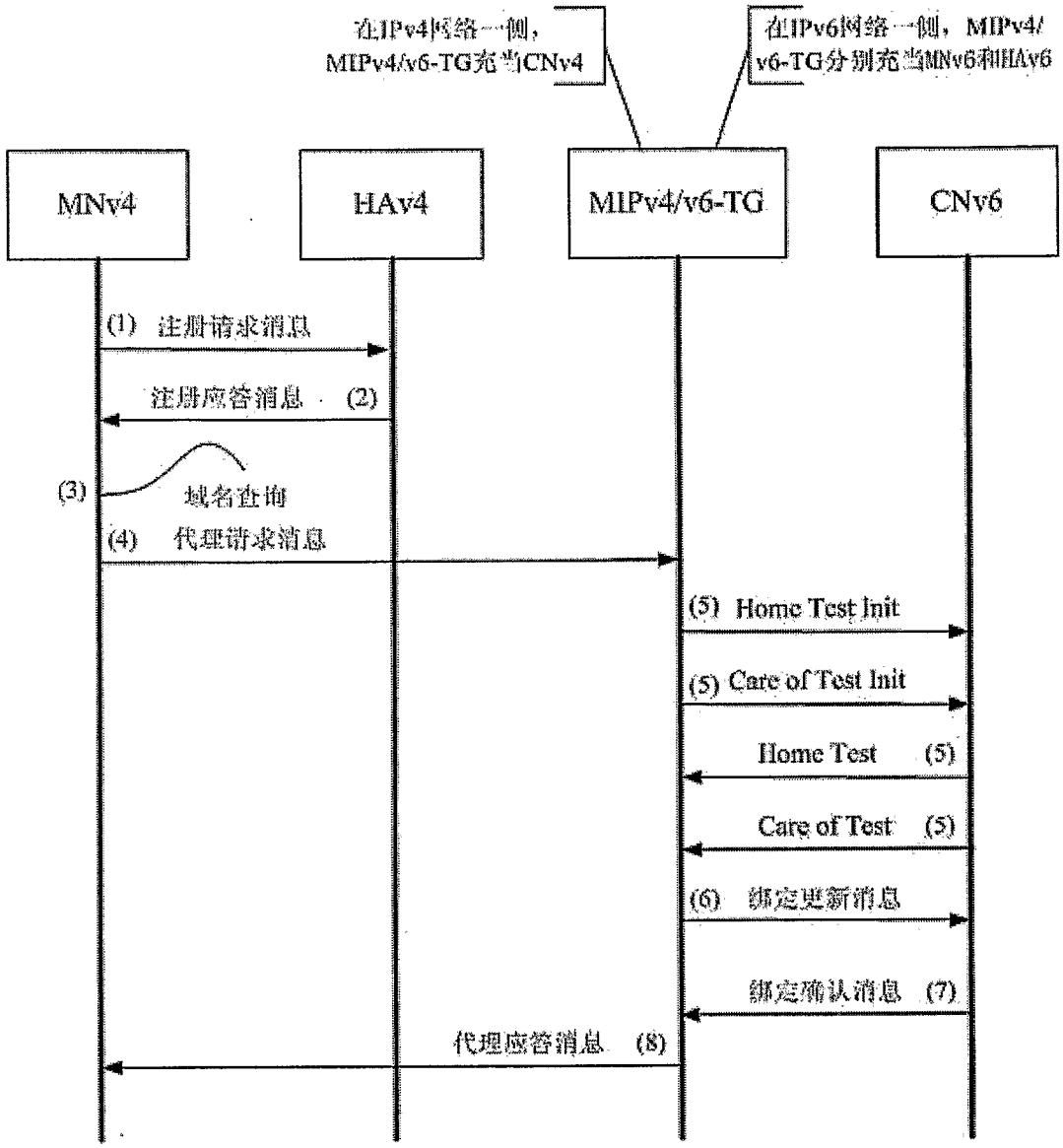


图 42

类型	S	B	D	M	G	R	T	x	生存期
家乡地址：HoAv4									
家乡代理地址 HAAv4									
转交地址 CoAv4									
标识符									
扩展									

图 43A

类型	注册结果代号	生存期
家乡地址：HoAv4		
家乡代理地址：HAAv4		
标识符		
扩展		

图 43B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2008/000528

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L12/56 (2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC:H04L12/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, PAJ, CNPAT,CNKI: ipv4, ipv6, address, gateway, convert, change, switch, transform, rfc3344, rfc3775

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN101018412A (SUN YAT-SEN UNIVERSITY) 15 Aug. 2007(15.08.2007) Page 4, line 27-page 5, line 1, abstract	1
X	CN101030934A (SUN YAT-SEN UNIVERSITY) 05 Sep. 2007(05.09.2007) Page 4, line 11-page 4, line 20, abstract	1
X	CN101030936A (SUN YAT-SEN UNIVERSITY) 05 Sep. 2007(05.09.2007) Page 5, line 9-page 9, line 9, abstract	1
X	CN101039266A (SUN YAT-SEN UNIVERSITY) 19 Sep. 2007(19.09.2007) Page 5, line 3-page 8, line 15, abstract	1

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
04 Nov. 2008(04.11.2008)	**04 Dec. 2008 (04.12.2008)**
Name and mailing address of the ISA/CN The State Intellectual Property Office, the P.R.China 6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China 100088 Facsimile No. 86-10-62019451	Authorized officer ZHU,Shuo Telephone No. (86-10)62411359

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2007)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2008/000528

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN1885818A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO.,LTD.) 27 Dec. 2006(27.12.2006) Page 5, line 9-page 7, line 7, abstract	1
A	CN101009941A (SUN YAT-SEN UNIVERSITY) 01 Aug. 2007(01.08.2007) The whole document	1-8
A	JP2007-166532A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD.) 28 Jun. 2007(28.06.2007) The whole document	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2008/000528

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN101018412A	15.08.2007	None	
CN101030934A	05.09.2007	None	
CN101030936A	05.09.2007	None	
CN101039266A	19.09.2007	None	
CN1885818A	27.12.2006	None	
CN101009941A	01.08.2007	None	
JP2007-166532A	28.06.2007	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2008/000528

A. 主题的分类

H04L12/56 (2006.01)i

按照国际专利分类表(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC:H04L12/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用）)

WPI, EPODOC, PAJ, CNPAT,CNKI:地址，网关，转变，转换，改变，ipv4, ipv6, address, gateway, convert, change, switch, transform, rfc3344, rfc3775

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
X	CN101018412A （中山大学） 15.8 月 2007（15.08.2007）说明书第 4 页第 27 行－第 5 页第 1 行，摘要	1
X	CN101030934A （中山大学） 05.9 月 2007（05.09.2007）说明书第 4 页第 11 行－第 4 页第 20 行，摘要	1
X	CN101030936A （中山大学） 05.9 月 2007（05.09.2007）说明书第 5 页第 9 行－第 9 页第 9 行，摘要	1
X	CN101039266A （中山大学） 19.9 月 2007（19.09.2007）说明书第 5 页第 3 行－第 8 页第 15 行，摘要	1
X	CN1885818A （华为技术有限公司） 27.12 月 2006（27.12.2006）说明书第 5 页第 9 行－第 7 页第 7 行，摘要	1

☒ 其余文件在 C 栏的续页中列出。　　☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
04. 11 月 2008 (04. 11. 2008)	**04.12 月 2008 (04.12.2008)**
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号： (86-10)62019451	受权官员 朱朔 电话号码：(86-10) **62411359**

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2008/000528

C(续). 相关文件

类 型	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN101009941A （中山大学） 01.8 月 2007（01.08.2007）全文	1-8
A	JP2007-166532A （MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD.） 28.6 月 2007（28.06.2007）全文	1-8

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2008/000528

检索报告中引用的专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN101018412A	15.08.2007	无	
CN101030934A	05.09.2007	无	
CN101030936A	05.09.2007	无	
CN101039266A	19.09.2007	无	
CN1885818A	27.12.2006	无	
CN101009941A	01.08.2007	无	
JP2007-166532A	28.06.2007	无	