

ICS 33.040.40

L 78

YD

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2730-2014

IPv6 技术要求 基于网络的流切换移动管理技术

IPv6 technical requirements—Network-based flows handoff
management techniques

2014-10-14 发布

2014-10-14 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
3.1 术语与定义	1
3.2 缩略语	3
4 基本框架	3
5 主要设备技术要求	5
5.1 概述	5
5.2 FLMA 设备技术要求	5
5.3 FMAG 设备技术要求	6
5.4 MN 设备技术要求	6
5.5 其他设备技术要求	8
6 消息格式定义	8
6.1 基本定义	8
6.2 采用的相关标准消息定义	9
6.3 专有消息定义格式	9
7 工作流程	11
7.1 概述	11
7.2 初始化处理流程	11
7.3 业务流切换处理流程	16
8 安全问题	19
附录 A (资料性附录) 与其他相关技术的区别和联系	20

前 言

本标准按照 GB/T1.1-2009 给出的规则起草。

本标准是“IPv6 技术要求”系列标准之一。该系列标准的结构预计如下：

YD/T 1341-2005	IPv6 基本协议——IPv6 协议
YD/T 1915-2009	IPv6 技术要求——移动 IPv6 快速切换
YD/T 2168-2010	IPv6 技术要求——IPv6 反向邻居发现协议
YD/T 2169-2010	IPv6 技术要求——IPv6 路径最大传输单元发现协议
YD/T 2170-2010	IPv6 技术要求——IPv6 路由器重编号协议
YD/T 2401-2012	IPv6 技术要求 多接口业务流切换管理

.....

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：中国科学院计算技术研究所、中国联合网络通信集团有限公司。

本标准主要起草人：王煜炜、刘 敏、秦晨翀、王明会、彭久生。

引 言

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到7.1和7.2中有关《一种IP网络中业务流传输控制方法及系统》、《基于PMIPv6域内业务流切换的移动管理方法及系统》及《一种基于业务满意度的无线资源分配方法与系统》的相关专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构保证，该专利持有人愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人：中国科学院计算技术研究所。

地址：北京海淀科学院南路6号。

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

IPv6技术要求

基于网络的流切换移动管理技术

1 范围

本标准规定了基于网络的流切换移动管理技术要求，包括处理流程、消息格式、功能、设备技术要求以及安全性问题描述等要求。

本标准适用于IPv6网络中的多接口终端节点，本标准规定的各项要求限于网络层的路由转发策略和隧道解封装等数据包处理过程。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

YD/T 1341 IPv6基本协议——IPv6协议

YD/T 1344 IPv6地址结构协议——IPv6无状态地址自动配置

YD/T 2296 IPv6动态主机配置协议技术要求

IETF RFC 2461 IPv6邻居发现协议（Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6)）

IETF RFC 2903 通用AAA架构（Generic AAA Architecture）

IETF RFC 4832 安全威胁到基于网络的本地化 移动性管理（NETLMM）（Security Threats to Network-Based Localized Mobility Management (NETLMM)）

IETF RFC 5213 代理移动IPv6协议（Proxy Mobile IPv6）

IETF RFC 5648 多接口绑定注册（Multiple Care-of Addresses Registration）

IETF RFC 5846 IPv6移动性绑定取消（Binding Revocation for IPv6 Mobility）

IETF RFC 6089 移动IPv6中的流绑定及网络移动性基本支持（Flow Bindings in Mobile IPv6 and Network Mobility (NEMO) Basic Support）

IETF RFC 6275 移动IPv6协议（Mobility Support in IPv6）

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

地址 Address

一个或一组接口的IP层标识。

3.1.2

通信 Communication

节点之间进行的任何数据包交换称为通信。通信包括移动和非移动两种方式。非移动方式要求在包交换过程中，每个节点进行交换时使用的地址并且位置都保持不变；移动方式是指有一方或两方处于移动中的通信，其中移动节点使用不变的家乡地址来保持通信的连续性。

3.1.3

数据包 Packet

由IP头和有效载荷构成的数据块。

3.1.4

移动节点 Mobile Node

能够从一个链路移动到另外一个链路，在移动的过程中仍然可通过其家乡地址与外界保持联系的节点。当本地通信节点具有移动需求时，该本地通信节点即为一个移动节点。

3.1.5

本地通信节点 Local Communication Node

具有多个接口并能够同时进行业务通信的节点，在业务流切换流程中能够根据情况执行切换策略。

3.1.6

通信节点 Correspondent Node

与移动节点进行通信的对等节点，可以是移动的也可以是静止的。

3.1.7

代理绑定更新 Proxy Binding Update

移动节点首次接入代理移动IPv6域或在域内移动接入网关之间漫游时，执行的注册过程。本标准中指的是由移动接入网关代表移动节点向本地移动锚点进行的注册过程。

3.1.8

代理绑定确认 Proxy Binding Acknowledgment

本地移动锚点对移动节点进行注册后，把绑定状态通知给移动节点相关移动接入网关的过程。本标准中指的是本地移动锚点向移动接入网关通知绑定状态的过程。

3.1.9

路由通告 Router Advertisement

在能够进行多点传送的链路和点对点链路上，每个路由器都定期向多点传送组发送一个路由器通告包来公布其可用性。

3.1.10

业务流 Application Flows

符合特定流规范和超时约束且与特定QoS要求相关的从指定源到目的地的分组数据包的集合。（这里QoS要求主要指带宽、端到端延迟、分组丢失率、抖动、成本等）。业务流中的分组通常与某一联网业务相关，并期望得到网络中功能实体或移动节点的特殊处理。业务流通常与特定网络连接相关。此时，业务流中的分组就是该网络连接中的分组，从而可通过源IP地址、目的IP地址、源端口号、目的端口号、上层协议号等属性来刻画。

3.1.11

业务流选择器 Traffic Selector

用来判定数据分组是否属于某一条业务流。

3.1.12

上行流切换 Upward Flows Handoff

将上行业务流进行多接口业务流切换的过程，其中上行流是指从通信节点发往业务流切换管理服务器的业务流。

3.1.13

下行流切换 Downward Flows Handoff

将下行业务流进行多接口业务流切换的过程，其中下行流是指从业务流切换管理服务器发往通信节点的业务流。

3.1.14

业务流切换本地移动锚点 Flow Handoff Local Mobility Anchor

一类特殊的本地移动锚点，可为移动节点分配家乡网络前缀，并为其提供基于网络的移动管理功能。在本标准中，还能够为多端口移动节点提供业务流切换支持。

3.1.15

业务流切换移动接入网关 Flow Handoff Mobile Access Gateway

一类特殊的移动接入网关，作为移动节点的代理与流切换本地移动锚点执行移动管理相关的信令交互。在本标准中，还能够配合流切换本地移动锚点为多接口移动终端提供业务流切换功能。

3.1.16

家乡网络前缀 Home Network Prefix

由本地移动锚点为移动节点分配的家乡网络地址前缀。移动节点通过该前缀为对应的网络接口配置地址。在本标准中，家乡网络前缀是一个IPv6地址的前缀。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

IETF	Internet Engineering Task Force	互联网工程任务组
IPv6	Internet Protocol Version 6	互联网协议版本6
PMIPv6	Proxy Mobile IPv6	代理移动IPv6协议
MN	Mobile Node	移动节点
CN	Correspondent Node	通信对端节点
FLMA	Flow handoff Local Mobility Anchor	业务流切换本地移动锚点
FMAG	Flow handoff Mobile Access Gateway	业务流切换移动接入网关
HNP	Home Network Prefix	家乡网络前缀
PBU	Proxy Binding Update	代理绑定更新
PBA	Proxy Binding Acknowledgement	代理绑定应答
FPBU	Flow handoff Proxy Binding Update	业务流切换代理绑定更新
BRI	Binding Revocation Indication	绑定撤销指示
BRA	Binding Revocation Acknowledgement	绑定撤销应答
RS	Router Solicitation	路由询问
RA	Router Advertisement	路由通告
TS	Traffic Selector	业务流选择器

4 基本框架

本标准规定的流切换技术是基于PMIPv6移动管理技术，对PMIPv6网络中的功能实体进行了适当的功能拓展，为移动终端的协议栈提供了相应的支持，使得网络端与移动终端协同工作，实现业务流的切换操作。

为此，本标准规定了FLMA与FMAG的设备。FLMA与FMAG分别是一类特殊的LMA与MAG，并在功能上与后者兼容。FLMA被部署于主干网络中，一方面执行LMA的功能，作为MN接入网络的“锚点”并维护MN与MAG之间的映射关系；另一方面，识别并处理请求开启流切换功能的MN接口的接入，为MN提供业务流切换服务。FMAG通常作为MN接入PMIPv6域的接入网关，一方面发挥MAG的作用，另一方面代表MN向FLMA提出开启流切换功能的请求，响应FLMA因执行流切换而触发的信令消息。此外,MN的协议栈也得到了扩展：逻辑接口（Logical Interface）对二层网络接口进行了抽象，并为MN提供了调度网络接口进行数据分组传输的功能。从而使业务流切换的整个过程对上层协议（IP层以上的协议）及应用程序完全透明。

本标准允许FLMA根据本地策略为MN接入PMIPv6域内的多个网络接口分配HNP（或HNP的集合）。根据HNP在MN各网络接口处的共享程度，其分配存在如下3种情况：

- a) 为MN的多个接口分配完全相同的HNP（或HNP的集合）；
- b) 为MN的多个接口分配完全不同的HNP（或HNP的集合）；
- c) 为MN的多个接口分配的HNP集合中，既存在相同的HNP，又存在不同的HNP。

对于以上3种情况，本标准提出的基于网络的业务流切换技术均可为MN提供业务流切换服务。特别地，对于HNP非完全共享的情况（上述情况b、c），FLMA与FMAG之间需要执行相关信令交互，使得待切换业务流关联的HNP被分配给目标接口。本标准提出的业务流切换技术基本框架如图1所示。

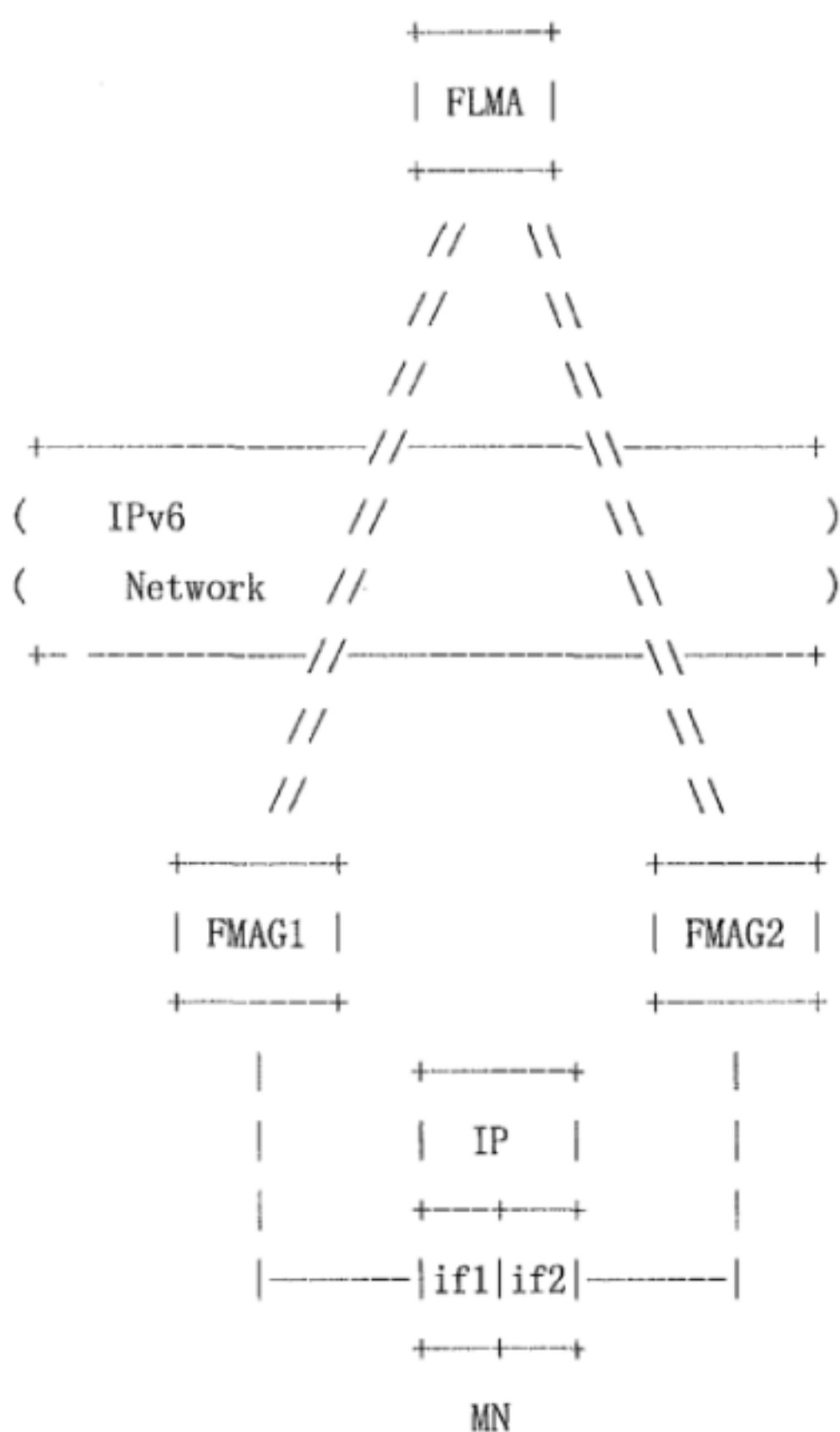


图1 基于网络的多接口业务流切换技术基本框架

从图1可见, FLMA与FMAG仍采用PMIPv6中的部署方式, MN通过多个接口(图示为2个)同时接入PMIPv6域内。FMAG与FLMA之间建立双向隧道, 为MN模拟了家乡网络的环境。两个接口分别以不同的FMAG作为其代理, 通过FLMA接入网络。

本标准同时支持业务流粒度的切换与接口粒度的切换两种切换方式。可结合移动终端具体情况及当前网络状况, 灵活选用切换方式, 实现业务流在多接口间的切换。此外, 可以根据业务流类型及优先级信息制定动态网络资源分配决策, 提高业务流切换前后的公平性。

5 主要设备技术要求

5.1 概述

本标准在兼容IPv6协议、代理移动IPv6协议的基础上, 规定了一种基于网络的流切换移动管理技术。该技术拓展了PMIPv6协议基于网络为移动节点执行移动管理的功能, 对PMIPv6网络中的主要功能实体提出了新的技术要求。网络中的功能实体应当能够识别多模终端多接口的同时(或先后)接入, 并能实现基于业务流的路由转发功能。另外, 为了能够向上层协议及应用程序屏蔽当前使用物理接口的变化, 也对移动终端提出了具体的技术要求。

5.2 FLMA 设备技术要求

5.2.1 基本功能技术要求

本标准中对FLMA的基本功能要求与IETF RFC5213中对LMA的要求一致。FLMA是一类特殊的LMA, 能够为MN提供所有LMA可提供的移动管理功能。所有来自网络的数据分组都要经过FLMA路由至移动节点, 而来自移动节点的数据分组也要经由FLMA发向网络。FLMA应该能够执行与MAG之间的信令交互, 并维护MAG与MN之间的绑定信息。

5.2.2 扩展功能技术要求

除上述技术要求之外, FLMA还应具备下述扩展功能。

1. MN多接口接入的识别与管理

本标准提出的流切换移动管理技术, 旨在为请求开启流切换功能并以多个接口接入PMIPv6域的MN提供业务流粒度的切换服务, 使业务流可在MN不同网络接口间执行无缝切换。为此, FLMA应能够正确识别并处理拟开启流切换服务的MN其多接口的同时(或先后)接入。

首先, FLMA应当能够区分是否开启流切换服务MN的接入。对于开启流切换功能服务的MN, 其待接入接口本地链路上的FMAG会向FLMA发送特殊的PBU(见6.2.3), 以告知FLMA当前接入接口请求开启流切换功能。因此, FLMA应正确解析PBU消息中的上述信息。对于非开启流切换功能的接入请求, FLMA按照标准PMIPv6协议中的规定进行处理。其次, 对于开启流切换的MN, FLMA应当能够区分其接入域内的不同接口。虽然PMIPv6协议支持MN不同网络接口同时接入PMIPv6域, 然而并没有规定具体的接入过程, 且协议本身也无法区分MN另一网络接口的接入请求与已接入域内接口在MAG间漫游时的切换请求。FLMA可区分MN多个网络接口的能力不仅可保证网络接口的正常接入及其在FMAG之间的漫游, 也是执行接口间业务流切换的前提, 是判断流切换请求是否合法的重要依据。

2. 基于业务流的路由转发

在PMIPv6网络中, LMA通常处于主干网络中, 作为MN接入网络的“锚点”。任何来自网络的数据分组都将经过LMA的路由进而转发至MN; MN发出的数据分组也必须通过LMA路由至网络通信的对端节点。LMA执行传统的路由功能(基于分组的路由), 为MN提供服务。然而, 为了执行业务流在

同一 MN 网络接口间的切换, FLMA 应将属于特定业务流的分组路由至 MN 的特定网络接口。为此, FLMA 首先应当能够基于来自网络的数据分组抽象出特定的业务流信息, 并以此信息为基础执行业务流粒度的路由。可执行基于业务流的路由是 FLMA 支持业务流切换的重要技术保障。

3. 策略管理

为了能够实现业务流在 MN 接入 PMIPv6 域内不同网络接口间的切换, FLMA 不仅需要能够执行基于业务流的路由, 还应该拥有记录、查询、更新特定业务流与 MN 网络接口间对应关系的能力, 即可以对业务流转发策略进行管理。FLMA 根据业务流转发策略执行基于业务流的路由, 将特定业务流路由至 MN 特定网络接口上。当需要执行业务流切换时, FLMA 更新业务流转发策略记录中的相关对应关系, 从而将待切换业务流的下行数据流切换至目标网络接口 (见 7.2.4)。

4. HNP 分配与调整

在 PMIPv6 协议中, LMA 负责为新接入 PMIPv6 域的接口分配 HNP。FLMA 能够识别从属于相同 MN 的不同网络接口。在识别的基础上, FLMA 可根据本地策略为 MN 的多个网络接口分配 HNP。根据不同网络接口所获得 HNP 之间的关系, 分配策略有三种情况 (见 5)。对于这三种情况, 为了能够顺利执行业务流在 MN 网络接口间的切换, FLMA 可能需要对已分配的 HNP 进行调整。因此, 在本标准中 FLMA 可在必要时主动发起对 HNP 的调整, 而不仅仅是被动的为网络接口分配 HNP。具体步骤见 7.3.3, 相关信令格式见 6.3.2 与 6.3.3。

5.3 FMAG 设备技术要求

5.3.1 基本功能技术要求

对 FMAG 的基本功能要求与 IETF RFC5213 中对 MAG 的要求一致。FMAG 是一类特殊的 MAG, 能够为 MN 提供 MAG 所能提供的全部功能, 通常被部署在接入路由 (即第一跳路由) 处。它作为接入本地链路 MN 的代理, 代替 MN 与 LMA 进行移动管理相关的信令交互。并负责追踪移动节点在本地链路的接入与断开, 并将该事件通知 LMA。一个 PMIPv6 域内一般部署有多个 FMAG。

5.3.2 扩展功能技术要求

除上述技术要求之外, FMAG 还应具备下述扩展功能。

1. 流切换接入请求标识

FLMA 能够识别请求开启流切换功能网络接口的接入。因此, 当 FMAG 代表该网络接口 (也代表该接口从属的移动节点) 向 FLMA 发起接入请求时, 请求消息中包含了“开启流切换功能”这一信息。通过在 PBU 消息中新增一个代表“开启流切换请求”的标志位, FLMA 可获知当前接入接口请求开启业务流切换功能, 并为当前接入接口执行流切换功能相关的初始化操作。具体消息格式见 6.3.4。

2. HNP 分配策略调整

对于接入 PMIPv6 域内从属于相同 MN 的两个 (或多个) 接口, 若其开启了流切换功能, FLMA 会根据本地 HNP 分配策略为其分配 HNP。而后, 为了执行业务流在上述接口间的切换, FLMA 可能需要对已经分配的 HNP 进行调整。FLMA 对 HNP 分配的调整是主动进行的, FMAG 应当响应 FLMA 对 HNP 的调整, 并执行相应的操作, 见 7.3.3。

5.4 MN 设备技术要求

5.4.1 基本功能技术要求

本标准基于 PMIPv6 协议对 MN 的基本功能技术要求与 IETF RFC 5213 中对 MN 的技术要求相同。

PMIPv6 是基于网络的移动管理协议, 在执行移动管理操作时, 当前为其服务的 MAG 代表 MN 与 LMA 进行相关信令交互。MN 无需参与移动管理相关信令的发送、接收与处理。在本标准中 MN 仍然无需参与移动管理相关信令的操作。

5.4.2 扩展功能技术要求

在PMIPv6协议中, 不需要对MN的协议栈进行改变。然而, 在本标准中需要对MN端进行部分扩展以适应业务流切换相关操作的需要。另外, 对于流切换的执行, 由于FLMA只能够控制下行数据流的切换而无法作用于上行数据流, 这也对MN提出了新的功能技术要求。具体内容如下:

1. 业务流信息统计

在本标准的流切换中, MN虽不能控制业务流的下行数据流经由其哪个网络接口收到, 但却可以控制上行数据流量通过哪个物理接口发出。所以, 业务流切换的顺利执行需要MN的参与来实现。MN通过控制待切换业务流上行流量的发送来响应FLMA执行的业务流切换操作, 从而完成整条业务流的切换。显然, MN需要能够从其收到的数据分组中抽象出业务流信息, 从而才能执行基于业务流的操作。然而, 未经扩展的MN并没有提取业务流信息的功能。所以, 在本标准中为其增加了对业务流信息统计的技术要求。

2. 业务流发送策略管理

正如FLMA需要维护与之所服务MN相关的业务流转发策略记录, 在MN端也应维护相似的业务流发送策略记录。不同的是, MN端只记录并管理与其相关业务流的发送策略。业务流发送策略中记录了每条业务流与发送该业务流的实际接口之间的对应关系。MN的逻辑接口按照本地业务流发送策略中的记录, 来选择实际发送特定业务流的接口, 见5.4.2中的3)。业务流发送策略管理依赖于业务流信息统计部分的功能, 见5.4.2中1)。随着业务流信息的动态变化, 业务流发送策略记录也会得到相应的更新。

此外, MN本地的业务流发送策略会对FLMA端业务流转发策略的变更做出相应。对于某条业务流, 若FLMA改变了MN接收该业务流下行流量的接口, MN会更新本地发送策略以使用收到业务流下行流量的接口发送上行流量, 从而实现整条业务流在其接口间的切换。

3. 逻辑接口支持

在本标准中业务流在MN同时接入PMIPv6域内的接口间切换对上层协议及应用程序完全透明。当前进行中的业务流即使改变了发送接口也不回出现连接中断的现象。在流切换过程中, 为了向上层屏蔽由于改变发送业务流物理接口所带来的影响, 本标准要求MN端支持逻辑接口, 并对逻辑接口提出了具体的技术功能要求。

逻辑接口是一个逻辑上的软件层。它将宿主机上的一组物理接口绑定在一起, 提供该组物理接口的一个抽象, 从而向IP层及更上层的协议提供一个统一的逻辑上的接口, 屏蔽物理接口多样性。逻辑接口在协议栈中的位置如图2所示。

当MN使用逻辑接口时, 被绑定的物理接口收到包含分组的帧后, 将其转交给逻辑接口。因此, 逻辑接口可以获知分组是从哪个物理接口接收的。结合MN对业务流信息的获取功能, MN可以获知某条业务流当前运行于其哪个接口之上。这样, 当FLMA改变业务流转发策略时, MN能够及时的感知到这一变化并更新本地业务流发送策略。

a) 向上层提供多物理接口抽象

如图2所示，逻辑接口在TCP/IP协议栈中处于数据链路层之上，IP层之下。它使用绑定在该逻辑接口上的多个物理接口发送、接收分组，并传送给其上的IP层。

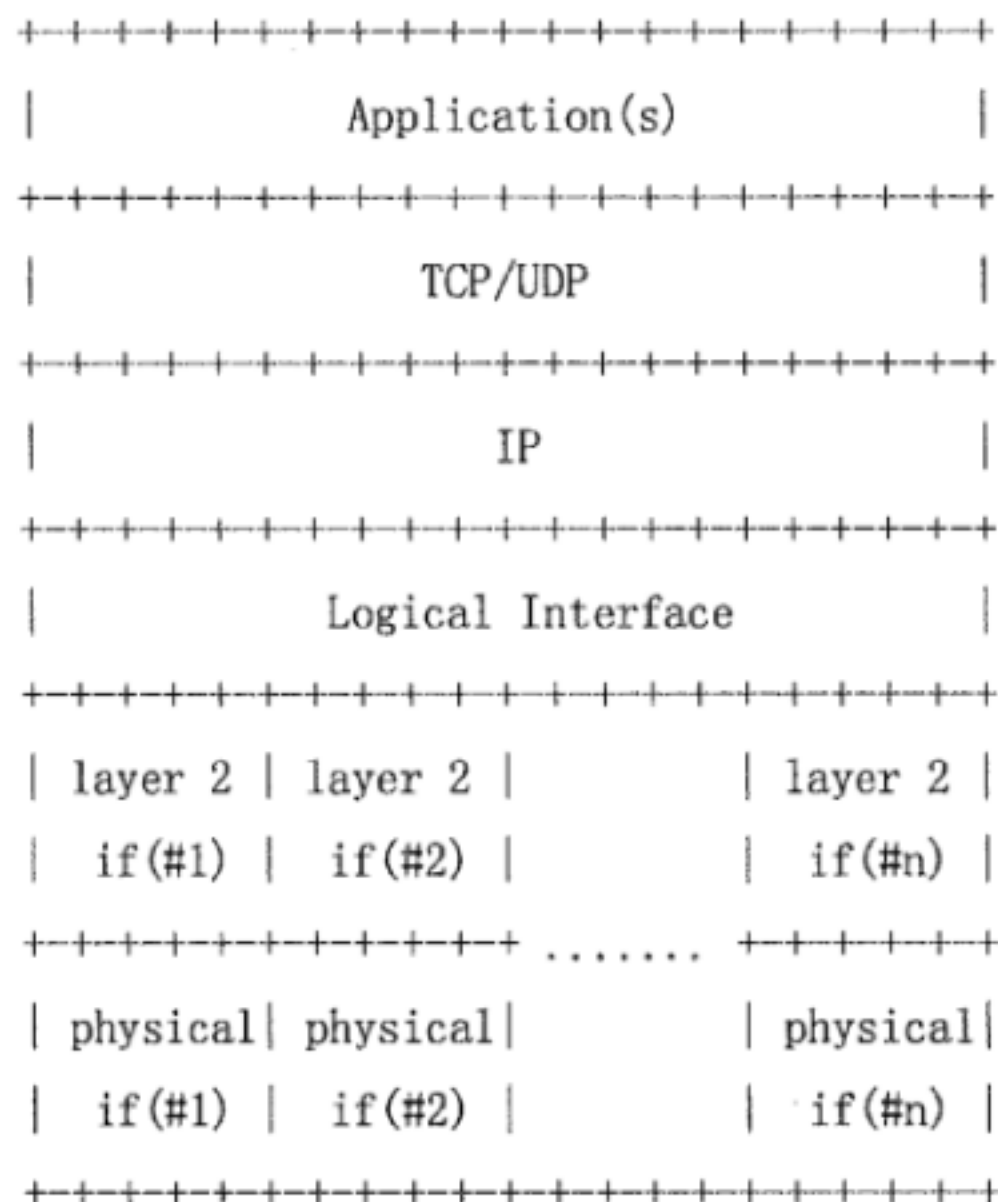


图2 逻辑接口在协议栈中的位置

在上层协议看来，逻辑接口仅仅是另外一个接口，与其他接口无异。在使用逻辑接口时，IP层及之上的协议层次仅能够看到逻辑接口，绑定在该逻辑接口上的接口变得不可见。这样，逻辑接口成功的为上层协议屏蔽了实际为其收发分组的物理接口。可以使用常规的方法为逻辑接口配置IP地址，绑定在其上的物理接口将共享该地址，这也是这些物理接口多连接到的网络中看到的IP地址。运行在宿主机上的联网应用程序可以绑定到该逻辑接口，利用该逻辑接口进行联网操作，发送并接收数据分组。由于应用程序只能看到逻辑接口，所以，当与该应用程序相关的业务流发生切换时，上层应用程序不回感知到这一变化，更不会出现连接中断的情况。

b) 调度从属接口发送数据分组

逻辑接口提供MN多个物理接口的抽象。实际用以发送、接收数据分组的接口与逻辑接口之间是“主从”关系，被抽象的接口从属于逻辑接口。逻辑接口可调度其从属接口发送数据分组，比如属于某条业务流的上行数据分组。在本标准中逻辑接口依照本地业务流发送策略（见5.4.2中2）），选取对应的接口来发送相应业务流的上行数据流。当业务流发送策略发生改变时，逻辑接口也会随之调度新的接口发送业务流，从而对FLMA执行的流切换操作做出相应。

5.5 其他设备技术要求

除上述技术要求以外，本标准中还引入了可能的路由节点（接入路由器）、DHCPv6服务器和DNS服务器等，对该类节点的要求遵循YD/T 1341、YD/T 1344的规定。

6 消息格式定义

6.1 基本定义

本标准中多数节点需要完成一系列的交互用来传递各种信息，本章以下规定的各种消息均采用扩展标准ICMPv6报文和标准PMIPv6报文来实现。

注：目前所有的PMIPv6协议相关信令编码均和目前IETF等国际组织各项标准规定未产生重复情况，若与以后相关国际标准化组织相关标准方案规定的BU消息标志字段编码产生冲突，则对应消息类型编码值按照实际情况进行相应调整。

本标准规定的消息扩展类型编码的调整以及消息体内容中相应扩展字段的扩充均位于具体设备/节点协议栈处理的消息中的可扩展选项部分或者其他具体功能模块中，由此不会引入额外的扩展开销。

6.2 采用的相关标准消息定义

当MN请求接入PMIPv6域及在域内发生漫游时，为其服务的当前MAG会向LMA发送代理绑定更新消息PBU，而LMA通过代理绑定确认消息PBA进行回复。对于多个接口同时接入PMIPv6域的MN，为了执行业务流切换操作，LMA可能会更改HNP分配策略以调整HNP在MN多个接口间的分配情况。当某条业务流被切换后，若源MAG不再负责与该流HNP相同业务流时，LMA可向该MAG发送绑定取消指示消息BRI，而MAG可通过绑定应答消息BRA来应答。

6.2.1 代理绑定更新消息 PBU

该消息是PMIPv6协议中MAG向LMA发送的代理绑定更新消息，具体规定见IETF RFC 5213。

6.2.2 代理绑定确认消息 PBA

该消息是PMIPv6协议中LMA向MAG发送的代理绑定确认消息，具体规定见IETF RFC 5213。

6.2.3 绑定取消指示消息 BRI

该消息是LMA向MAG发送的用以取消HNP分配的绑定取消指示消息，具体规定见IETF RFC 5846。

6.2.4 绑定取消应答消息 BRA

该消息是MAG向LMA发送的用以响应BRI消息的绑定取消应答消息，具体规定见IETF RFC 5846。

6.2.5 邻居发现消息

见IETF RFC 6275和IETF RFC 2461。

6.2.6 DHCPv6 相关消息

见YD/T 2296。

6.3 专有消息定义格式

6.3.1 概述

本标准定义了与HNP调整相关新的信令消息格式：FMI与FMA，并扩展了已有的PBU消息以使FMAG标识请求开启业务流切换请求的接口的接入。当需要将MN的某条业务流切换至没有分配该业务流HNP的接口时，FLMA向目标网络接口对应的FMAG发起FMI消息以调整HNP的分配。对应FMAG向FLMA发送FMA消息以应答FLMA对HNP分配的调整。

6.3.2 流切换初始化消息 FMI

FMI (Flow Mobility Initiate) 消息，是FLMA向FMAG发送的信令消息，用来告知FMAG消息中标识的业务流被切换至此FMAG。FMI是一个移动性首部 (Mobility Header) 消息 (见IETF RFC 6275)。消息报文格式如图3所示。

— 序列号：一个单调递增的整数。在 FMI 发送前，由对应 FLMA 设置该值。序列号被用来匹配 FMAG 回复的流切换应答消息 FMA。

— ‘I’ 标识位：设为 1，表明该消息是 FMI 消息。

— 保留：该字段未被使用。FLMA 在发送 FMI 前，必须将该字段全部置 0。

— 生命期：该字段保存一以秒为单位的时间值，代表 FLMA 要求 FMAG 保存对应流状态的时间。

若被置为全 1 (0xffff), 表示永久保存流信息。若被置为 0, 则表示 FLMA 要求 FMAG 删除对应流的状态信息 (即删除该流)。

— 移动性选项: 移动性选项中包含 FMI 对应的业务流信息。其中必须包含 MN-ID, 其后是一个或多个流识别移动性选项 (见 IETF RFC 6089)。

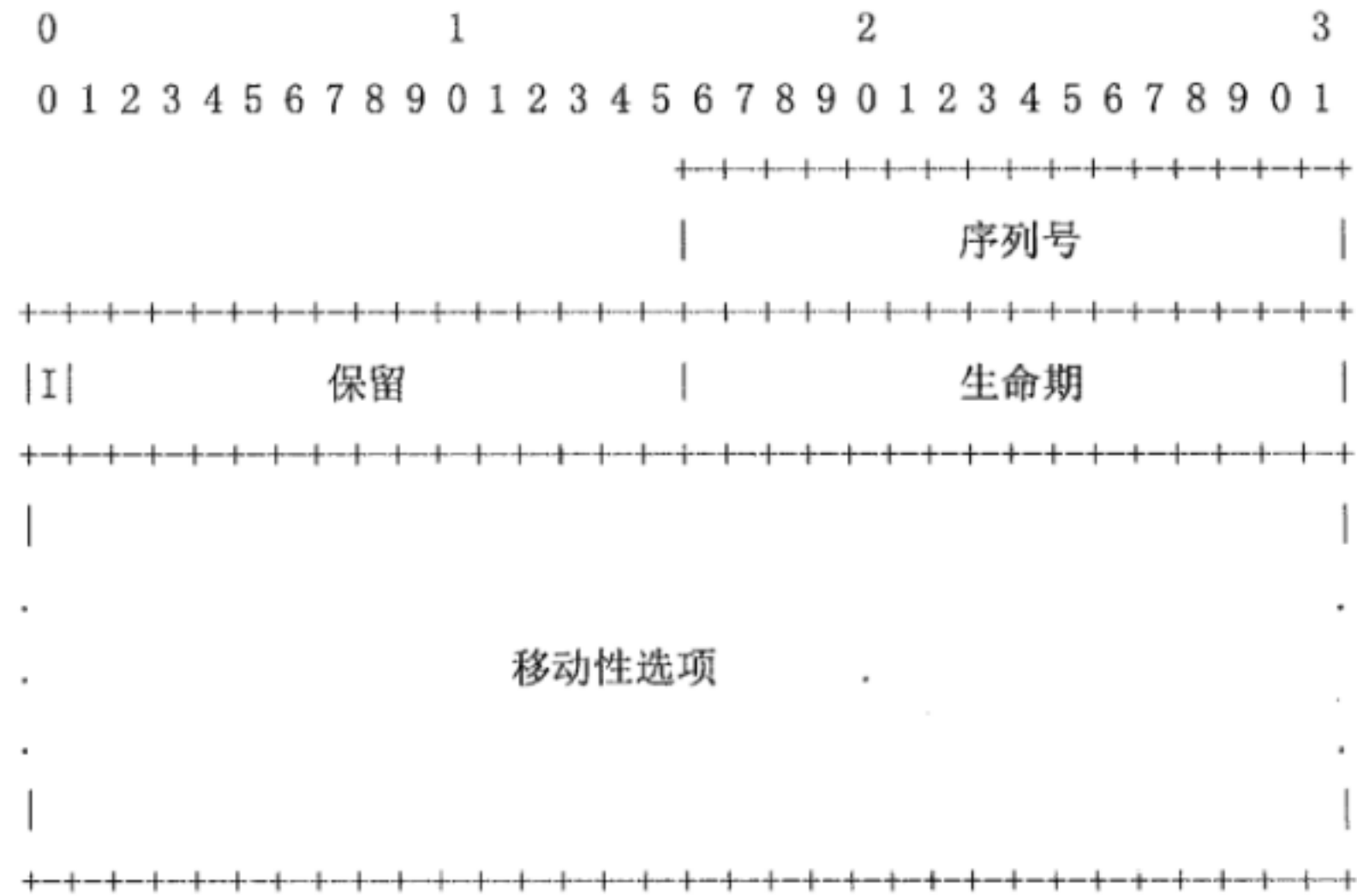


图3 FMI 消息报文格式

6.3.3 流切换应答消息 FMA

FMA (Flow Mobility Acknowledgement) 消息, 是 FMAG 向 FLMA 发送的消息, 用来应答 FLMA 发送的 FMI 消息。FMA 消息也是一个移动性首部 (Mobility Header) 消息 (见 IETF RFC 6275)。消息报文格式如图 4 所示。

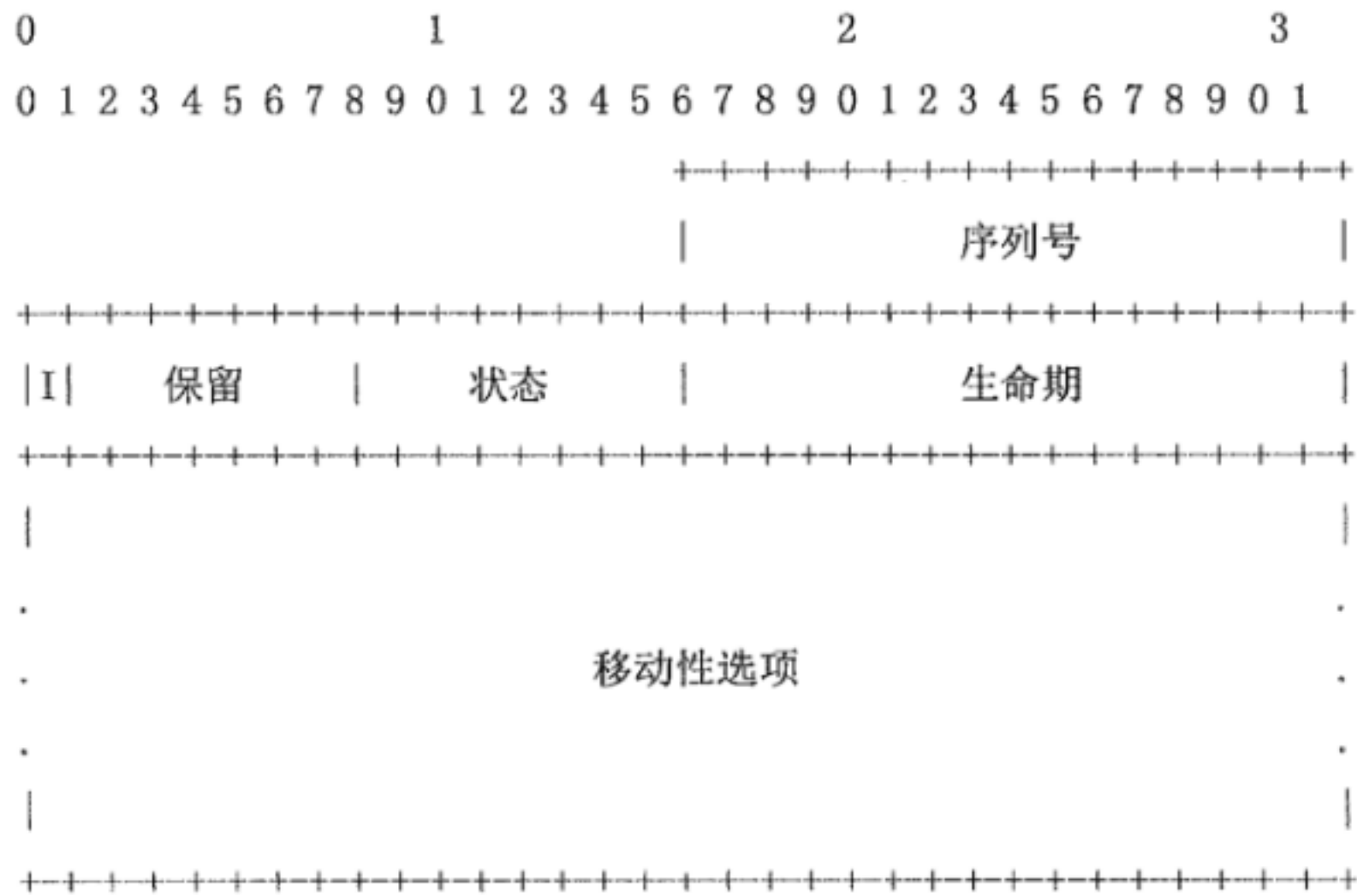


图4 FMA 消息报文格式

- 序列号: 一个单调递增的整数。拷贝自该 FMA 所应答的 FMI 中序列号字段。在 FMI 发送前, 由发送该 FMI 的 FLMA 设置该值。
- 'I' 标识位: 设为 0, 表明该消息是 FMA 消息。
- 保留: 该字段未被使用。FMAG 在发送 FMA 前, 必须将该字段全部置 0。
- 状态。

- 0x00: 成功。
- 0x01: 未知原因。
- 0x02: MN 未接入。
- 0x04: 序列号溢出。
- 0x08: 不被支持的 TS (Traffic Selector) 格式 (见 IETF RFC 6089)。
- 0x10: 无对应流切换缓存项。

— 生命期: 该字段保存一以秒为单位的时间值, 代表 FLMA 要求 FMAG 保存对应流状态的时间。若被置为全 1 (0xffff), 表示永久保存流信息。若被置为 0, 则表示 FLMA 要求 FMAG 删除对应流的状态信息 (即删除该流)。

— 移动性选项: 当状态码为 0, 必须包含 MN-ID, 其后是一个或多个流识别移动性选项 (见 IETF RFC 6089)。

6.3.4 FPBU 消息

FPBU消息使得FLMA可区分需要开启流切换与不需要开启流切换接口的接入。通过在PBU消息格式中定义一个新的标志位F (Flow Indicator) 位, FMAG可以告知FLMA当前请求接入的接口是否需要开启流切换。另外, FPBU消息也可避免FLMA将开启了流切换MN的又一接口的接入误认为是其已接入接口在域内FMAG之间的漫游。FPBU消息报文格式如图5所示。

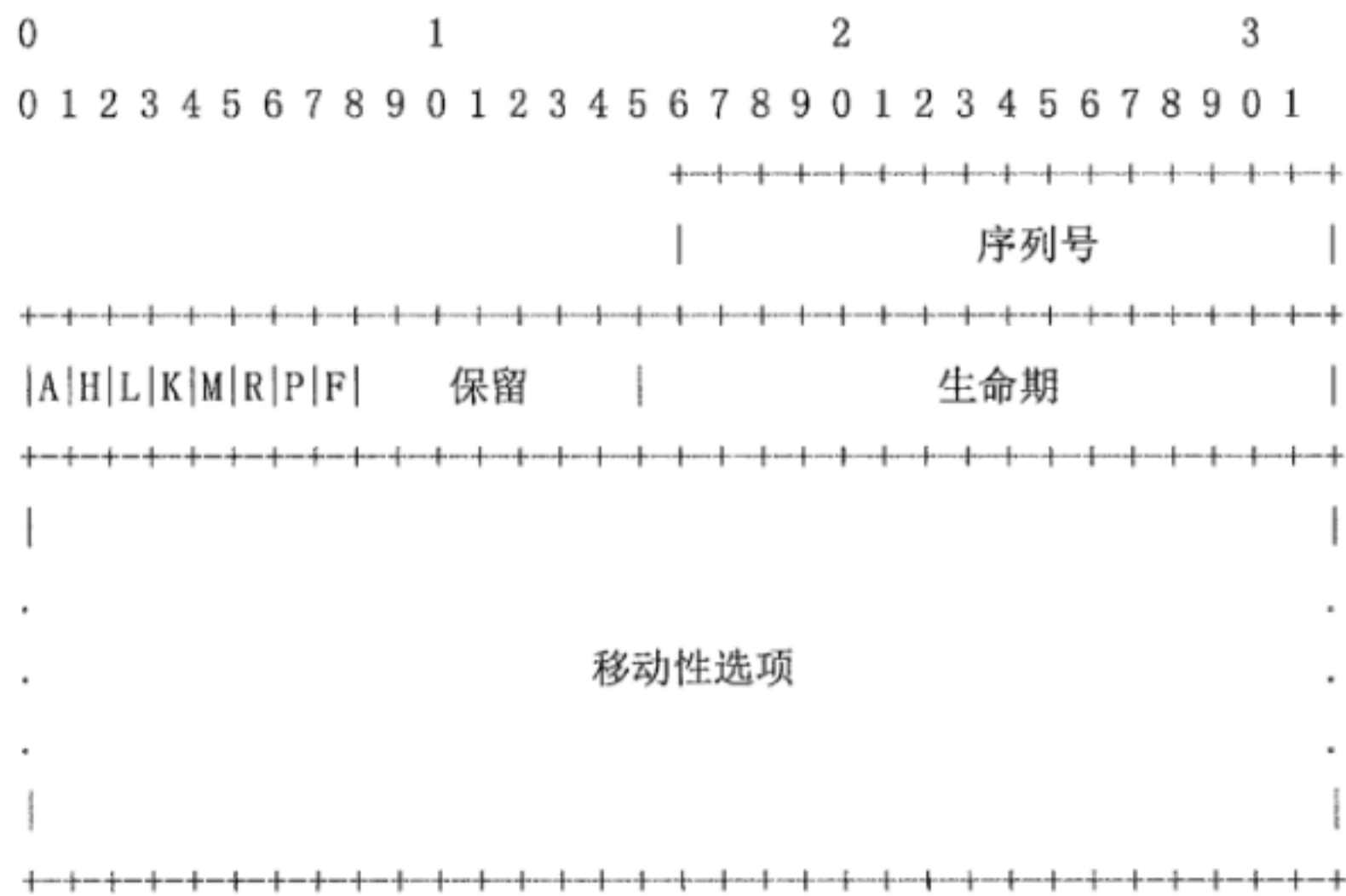


图5 FPBU 消息报文格式

- ‘F’ 标识位: 设为 1, 表明该 FPBU 代表需要开启流切换 MN 其接口的接入。
- 其它各字段信息在 IETF RFC 6275 和 IETF RFC 5213 中规定。

7 工作流程

7.1 概述

本标准规定了一种与PMIPv6协议兼容的多接口业务流切换技术。这种技术的主要处理流程, 分为两个主要步骤: 即初始化的处理流程和业务流切换的处理流程。

7.2 初始化处理流程

图6给出了初始化处理流程，主要内容包括MN逻辑接口启动与配置、MN身份认证、MN注册、MN地址配置以及通信方式建立。流程中涉及到的消息交互如图7所示，具体消息格式在第6章进行了规定。

7.2.1 MN 逻辑接口启动与配置

在MN接入PMIPv6域之前，应当保证其逻辑接口已正常启动并正确配置。逻辑接口的具体介绍见5.4.2。逻辑接口是抽象的、非物理的网络接口，是MN所配备的多个物理接口的抽象。逻辑接口启动后，建立起虚拟的网络接口，上层应用程序绑定到该接口以执行联网通信的操作（接收、发送数据分组等）。根据本地配置，MN的多个物理接口被配置为逻辑接口的从属接口，受逻辑接口调度以发送数据分组。本标准中的接入PMIPv6域及流切换相关的网络接口均为逻辑接口的从属网络接口。

7.2.2 MN 身份认证

当MN进入PMIPv6域并接入到某FMAG的本地链路上时，FMAG首先识别MN的接入，并获取该MN的身份认证信息。随后，FMAG使用所获得的身份信息进行MN身份认证，以判定是否为该MN服务并允许其接入PMIPv6网络。MN的身份认证可以通过FMAG向AAA（Authentication, Authorization, and Accounting）服务器查询实现（见IETF RFC 2903）。AAA服务器端存储着客户MN的身份认证信息，FMAG使用MN的身份认证信息向AAA服务器查询，以获知MN用户是否合法，从而确定是否要为其服务。

另外，FMAG也可使用相同的方式获得是否为当前MN开启流切换功能的信息，该信息也可记录在AAA服务器端。若FMAG获知不应为该MN开启流切换服务，则只为其提供传统的PMIPv6基于网络的移动管理服务。否则，在向FLMA注册该MN时，FMAG请求FLMA为其开启流切换服务。

7.2.3 MN 注册

FMAG完成对MN的身份认证后，将向FLMA注册该MN以使其接入PMIPv6域，步骤如下：

a) FMAG 根据 MN 的服务类型构造 PBU。对于不开启业务流切换功能 MN 的接入，FMAG 按照 PMIPv6 协议中定义的 PBU 消息格式来构造 PBU（见 IETF RFC 5213）；对于需要开启流切换的 MN 的接入，FMAG 构造本标准中定义的 FPBU（见 6.3.4）。在构造扩展 FPBU 消息时，需将‘F’字段置1。

b) FMAG 向 FLMA 发送构造好的 FPBU 消息（或普通 PBU 消息）。对于普通的 PBU 消息，FLMA 按照 PMIPv6 协议中的规定进行处理。对于需要开启流切换的 FPBU 消息，FLMA 执行以下步骤为其注册：

1) 根据 FLMA 本地 HNP 分配策略，为请求开启流切换 MN 的接口分配 HNP。FLMA 可能为 MN 同时接入的多个接口分配：一组完全相同的 HNP；一组完全不同 HNP；一组不完全相同的 HNP。

2) FLMA 为当前接入的接口建立扩展的绑定缓存项。被扩展的绑定缓存项如表 1 所示，每一项都建立了 MN、接口、HNP、FMAG 之间的映射关系。

3) FLMA 为当前接入的接口配置相关路由信息，并架设起与 FMAG 之间双向隧道的本地一端。

4) 此时，FLMA 可向存储 MN 用户偏好的服务器（如 AAA 服务器）请求当前 MN 用户的使用偏好信息。MN 用户偏好信息可包括：网络接口优先级、业务流优先级、网络价格、接口耗电等信息。这些信息可为接口移动状态下的业务流切换触发提供依据。

5) FLMA 向 FMAG 发送 PBA 以响应 FMAG 发来的接口注册请求，并为其开启流切换功能。该 PBA 消息中包含了 HNP 为待接入 MN 接口分配的 HNP（见 IETF RFC 5648）。

表1 扩展绑定缓存

BID	MN-ID	if-ID	HNP	PCoA
-----	-------	-------	-----	------

1	MN1	if1	hnp1	MAG1
2	MN1	if2	hnp2	MAG2
.....

c) FMAG 收到 FLMA 发送的 PBA 相应后, 架设起与 FLMA 之间双向隧道的本地一端。此时, 双向隧道建立成功。同时, 为当前接入接口配置适当的路由信息, 并将 FLMA 为其分配的 HNP 通过 RA 消息告知 MN(见 IETF RFC 5648)。

7.2.4 MN 地址配置

MN通过RA消息接收到FLMA为其分配的HNP后, 通过该HNP进行地址配置。其中, 地址配置可以采用两种方式: 有状态地址配置和无状态地址配置。有状态地址配置方式可以根据接入路由器通过动态主机配置协议(DHCPv6)分配地址(见YD/T 2296), 无状态地址配置方式可以采用EUI-64方式进行地址配置(见YD/T 1344)。

7.2.5 业务流属性配置

为提高业务流切换前后同种类型的业务流网络资源分配公平性, 减少资源预留的交互流程和信令开销, 可为业务流设置优先级、抢占度和业务流最低维持带宽等属性。根据业务流属性的不同为其在切换过程中提供相应的资源预留服务。

其中, 优先级表征业务流在带宽分配中的顺序关系。本标准将业务流划分为 N 个类型, 每种类型具有不同的优先级, 优先级序列为 $\{1, 2, \dots, N\}$, 数值越小代表优先级越高; 建议优先级划分为 SIP、DNS 业务为信令开销极小的重要协议, VoIP 业务为时延要求严格的实时业务, 所以 SIP、DNS 和 VoIP 业务被划分为第一优先级; 视频会议和视频点播业务被划分为第二优先级; 电子邮件、文件传输为非实时业务, 被划分为第四优先级; 其余业务被划分为第三优先级。实际情况中使用方可以任意指定和变更该优先级;

抢占度则表明在带宽资源允许的范围内, 对应类型的所有业务流将至少获得其输入带宽的比例。在初始化阶段, 根据用户实际需求和业务优先级来规定不同业务流类型的业务流的抢占度, 抢占度的值 ≥ 0 , 且 ≤ 1

用户自定义接口优先级主要指的是用户对于其终端接口的优先顺序, 该顺序和用户对各接口的喜好程度直接相关; 接口优先级是 LMA 作触发切换条件判决的重要依据。

在实际应用中, 用户既可以在初始化阶段进行属性配置设置, 也可以由 FLMA 进行指定(见 7.2.8)。各项属性值的确定用于后面的业务流切换的触发和带宽分配。

7.2.6 MN 流切换策略初始化

MN通过有状态或无状态地址配置机制完成其地址配置后, 需要对其本地业务流发送策略进行初始化。在MN端维护着业务流发送策略(见5.4.2), 用以指导逻辑接口调度其从属接口发送对应的业务流, 并对业务流切换做出实时响应。与此同时, MN也对其业务流信息统计模块进行初始化, 以开始从收到的数据分组中抽象出业务流信息。MN对业务流信息的统计见5.4.2。

7.2.7 通信方式建立

在MN完成所有的注册、地址配置及初始化工作后, 就成功的接入了PMIPv6域, 并可与网络中的对端节点进行正常通信。MN端的应用程序使用逻辑接口可与通信对端发起连接, 进行正常的数据通信。当MN与网络中某一通信对端建立起一条业务流时, FLMA为业务流建立对应的流转发策略, 并存入业务流流转发策略表中。FLMA端流转发策略表结构见表2。其中, BID字段意义同“扩展绑定缓存表”中

对应字段；TS为业务流选择器(Traffic Selector)，用来判定数据分组是否属于属于某一条业务流(见IETF RFC 6089)。

表2 业务流转发策略

BID	TS
1	flow a
2	flow b
.....

7.2.8 通信状况信息监测

这一过程将通过通信状况信息监测来实现，主要包括以下步骤：

a) 当MN上运行的所有业务流都正常工作时，FLMA开始周期性地维护当前用户所有业务流的信息，包括终端ID、接口数量、接口类型、接口ID、接口HNP以及业务流类型和输入带宽等信息；

b) FLMA为各MN上各类型的业务流设置对应的优先级、抢占度和业务流最低维持带宽 $f_{keepAlive}$ 。将步骤1和2中各相关信息维护在表3中；

c) FLMA、FMAG周期性的统计终端各接口通信链路QoS状况，包括端到端可用带宽、数据包延迟以及无线信号强度等等。并通过简单加权的形式计算出总体QoS状况值 ω_q ，计算方式参考如下：令 $\omega_q = \alpha A + \beta B + \gamma C$ ，其中 ω_q 代表接口的整体QoS状况， A 、 B 、 C 代表各个判决因素的归一化数值（比如可用带宽、时延、信号强度等归一化值）， α 、 β 、 γ 分别代表 A 、 B 、 C 的权重，其中权重的大小可以根据用户对各属性的需求程度进行预先设定。

d) FLMA分别按照整体QoS状况和用户自定义优先级比例为每个终端用户建立不同的接口优先级顺序表，如表4所示。表中数字 ω_q 和 ω_p 反映的是由不同接口参数值之间的对应比例关系求出的归一化平均权重值，其中整体QoS状况为实时更新值，更新周期建议 $T=60s$ 。

表3 MN 业务流属性管理

终端ID	接口数量	接口类型1	接口ID	接口HNP	接口优先级	业务优先级	业务抢占度	各业务流最低维持带宽
		接口类型2	接口ID	接口HNP				
					
说明：接口ID一般指的是物理接口MAC地址，HNP地址是LMA分配给该用户各接口的家乡地址标识符 注：实际情况中LMA给该终端各接口分配的HNP既可以是相同的也可以是不同的								

表4 接口优先级顺序

接口ID	整体QoS状况权重 ω_q	用户自定义优先级权重 ω_p
------	----------------------	-----------------------

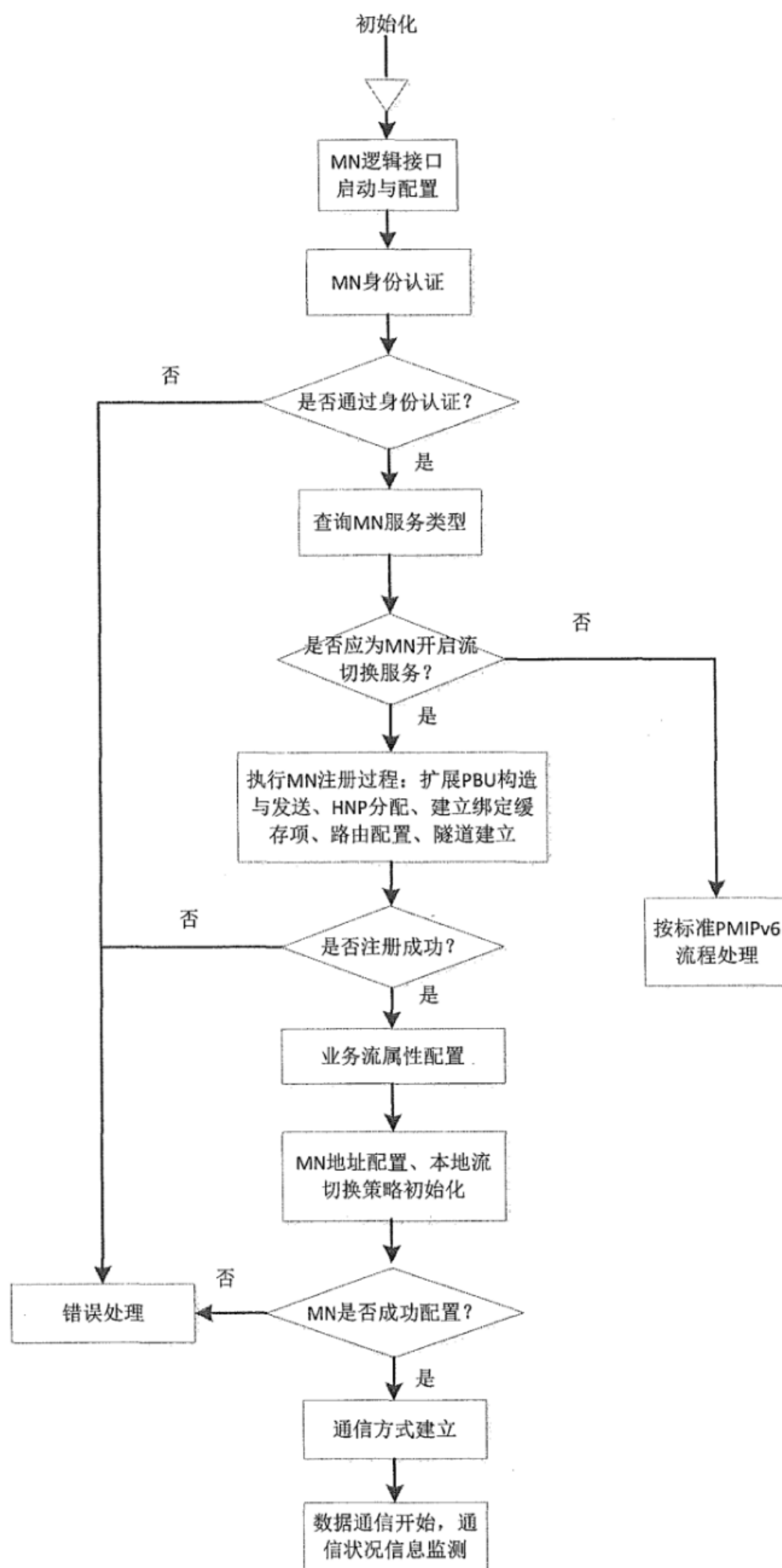


图6 初始化流程

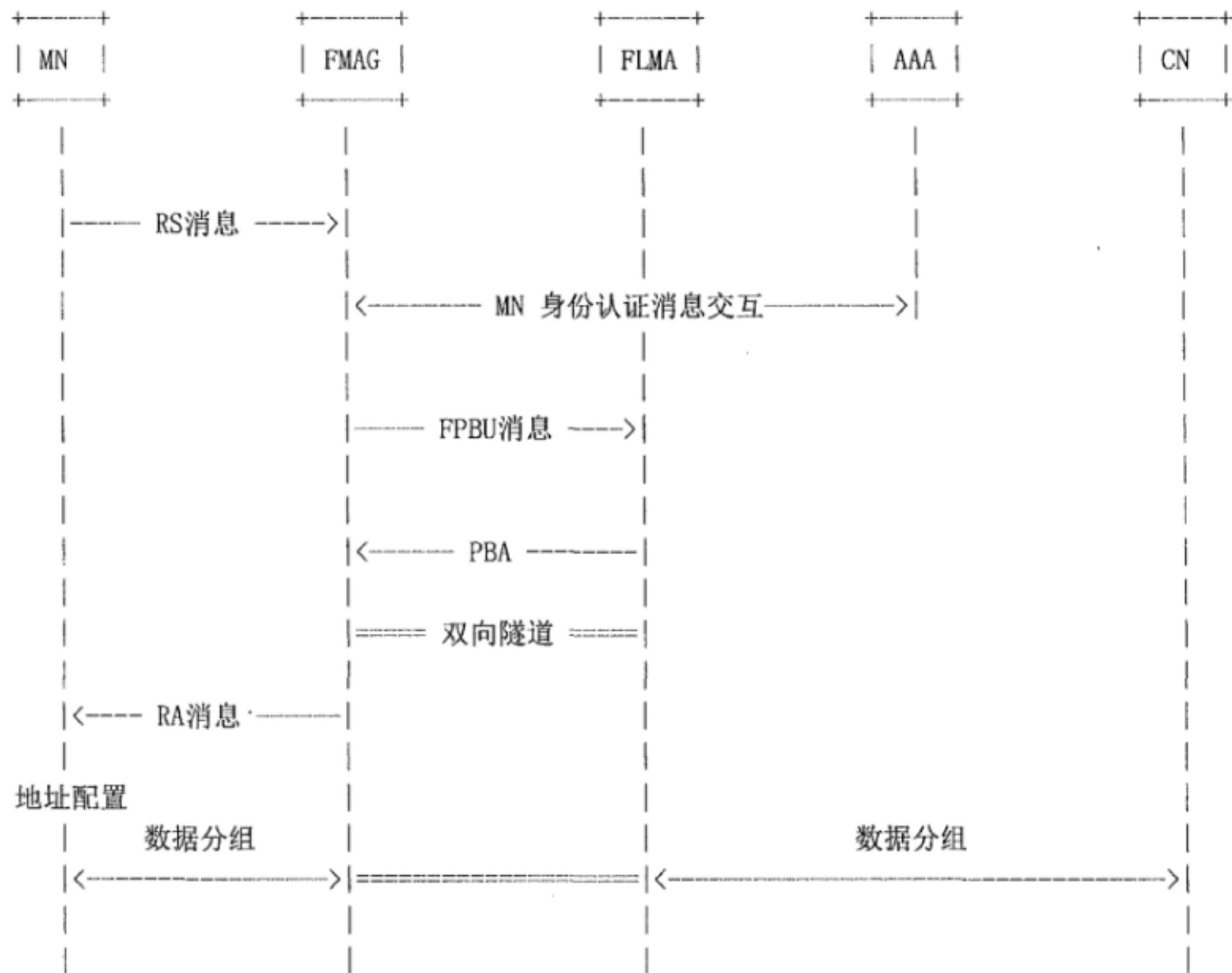


图7 初始化消息交互流程

7.3 业务流切换处理流程

7.3.1 概述

业务流切换处理流程分为如下子流程：业务流切换触发、HNP分配调整判断、下行数据流切换及上行数据流切换。对于一条双向通信的业务流，若其上行流与下行流都被成功切换，则此业务流被成功切换。业务流切换流程如图8所示。切换过程中的相关信令交互流程如图9所示。流程中涉及到的安全处理问题见第8章。

7.3.2 业务流切换触发

业务流切换的第一步是切换的触发。FMAG可通过向FLMA请求来触发业务流切换。FLMA可根据当前网络情况，直接触发业务流的切换。

业务流切换的触发分为两种场景：网络接口非移动状态时的切换触发与网络接口移动状态时的切换触发。

网络接口非移动状态是指MN的网络接口未在FMAG之间进行切换的状态。此时业务流切换触发将基于当前接入网络的状况进行。具体情况将根据各种业务流的优先级和最低保持带宽 $f_{keepAlive}$ 来决定。此时，业务流切换触发应遵循以下步骤：

- FLMA根据当前接入用户各接口网络状况 ω_q ，将当前业务输入带宽小于各自 $f_{keepAlive}$ 的业务流取出并且按照各业务流距离 $f_{keepAlive}$ 比值进行大小排序，形成业务流预切换队列；
- 根据业务流优先级顺序，优先选择优先级高的业务流进行切换；
- 综合根据各个接口 ω_q 和 ω_p 数值，选择当前 $\omega_q * \omega_p$ 数值最大的接口为业务流切换目标接口。

网络接口移动状态是指MN的网络接口在FMAG之间进行切换的状态。当MN的网络接口处于移动状态，由于隧道建立、MN网络接口地址配置等过程需要一定的时间，在移动管理过程中，会出现丢包等网络性能下降的情况。此时，业务流切换触发应遵循以下步骤：

- 1) 根据网络接口偏好信息,暂时将处于移动状态的网络接口其全部或部分业务流切换到非移动状态的网络接口上;此时可以参考网络接口非移动状态时业务流切换触发中的a),b),c)步骤;
- 2) 等待网络接口移动管理过程执行完成;
- 3) 移动管理过程完成后,FLMA依据当前网络状况及用户偏好挑选适当的业务流(如原先传输在该接口上的业务流)切换至原接口;此时,FLMA将按照标准PMIPv6流程发送代理绑定响应消息PBA至所述多接口移动终端新接入的接口,并将切换至其他接口的业务流切换回该终端新接入的接口;
- 4) FLMA根据新接入接口链路上的可用带宽计算切换返回的业务流数量;如果所述可用带宽大于步骤3)中发生切换的业务流带宽之和,则执行步骤5),否则执行步骤4);
- 5) FLMA按照所述接口优先级顺序表中的优先级顺序,从高到低依次选择业务流切换至原接口,直到新接入的接口链路上的剩余可用带宽 ≤ 0.1 倍的可用带宽为止,然后进行上下行业务流切换操作步骤(见7.3.4和7.3.5)。

7.3.3 HNP 分配调整判断

无论流切换以何种方式被触发,业务流切换的操作都是由FLMA开始执行的。为了使业务流能够成功在MN的两接口间切换,目标FMAG应当处理待切换流对应的HNP。由于FLMA为MN的多个接口分配HNP时可有多种策略,流切换的源FMAG与目标FMAG可能被分配以不相同的HNP。对于待切换流对应HNP未在源FMAG与目标FMAG间共享的情况,FLMA需对HNP的分配进行调整,具体步骤如下:

- a) FLMA构造FMI消息。消息中包含有待切换流MN的MN-ID、待切换流的信息及期望FMAG执行的操作(此处为add,即增加对该流的服务)。FLMA将该FMI发送至流切换的目标FMAG;
- b) 目标FMAG收到FMI后,根据FMI中包含的MN及带切换流信息,设立转发与此HNP相关数据分组的路由信息。从而,待切换流的数据分组可以通过目标FMAG,在对端网络节点与MN之间传输;
- c) 目标FMAG构造FMA消息,并发送给FLMA以应答FMI消息;
- d) FLMA收到FMAG的应答FMA消息后,修改拓展后的绑定缓存表,将待切换流的HNP添加到MN与目标FMAG对应的绑定缓存项中。

此时,目标FMAG应可正常转发待切换的业务流。

对于带切换流的HNP已存在于目标FMAG的情况,目标FMAG已拥有了转发待切换流分组的全部路由信息,可直接跳过上述步骤。

7.3.4 下行数据流切换

在目标FMAG具备正常转发待切换流之后,FLMA执行下行流的切换,以触发业务流在MN接口间的正式切换。具体步骤如下:

- a) FLMA修改本地业务流转发策略,将待切换的业务流重新绑定到目标FMAG对应的扩展绑定缓存项上(见5.2.2);
- b) FLMA依据业务流转发策略,将从属于该业务流的数据分组转发入与目标FMAG之间的双向隧道,从而实现下行流的切换。

7.3.5 上行数据流切换

MN的逻辑接口能够感知到接收某条业务流的接口发生了变化,从而得知在FLMA处执行了对该业务流下行流的切换。此时,MN通过逻辑接口实现上行流的切换,使得整条业务流全部从源接口切换至目标接口。具体步骤如下:

a) MN 修改本地业务流发送策略，将策略中发送此业务流上行数据流的接口从切换的源接口改为目标接口（见 5.4.2）；

b) MN 的逻辑接口依据更改过的本地业务流发送策略中业务流与发送接口之间的对应关系，调度物理接口发送业务流的上行数据流，从而实现上行数据流的切换。

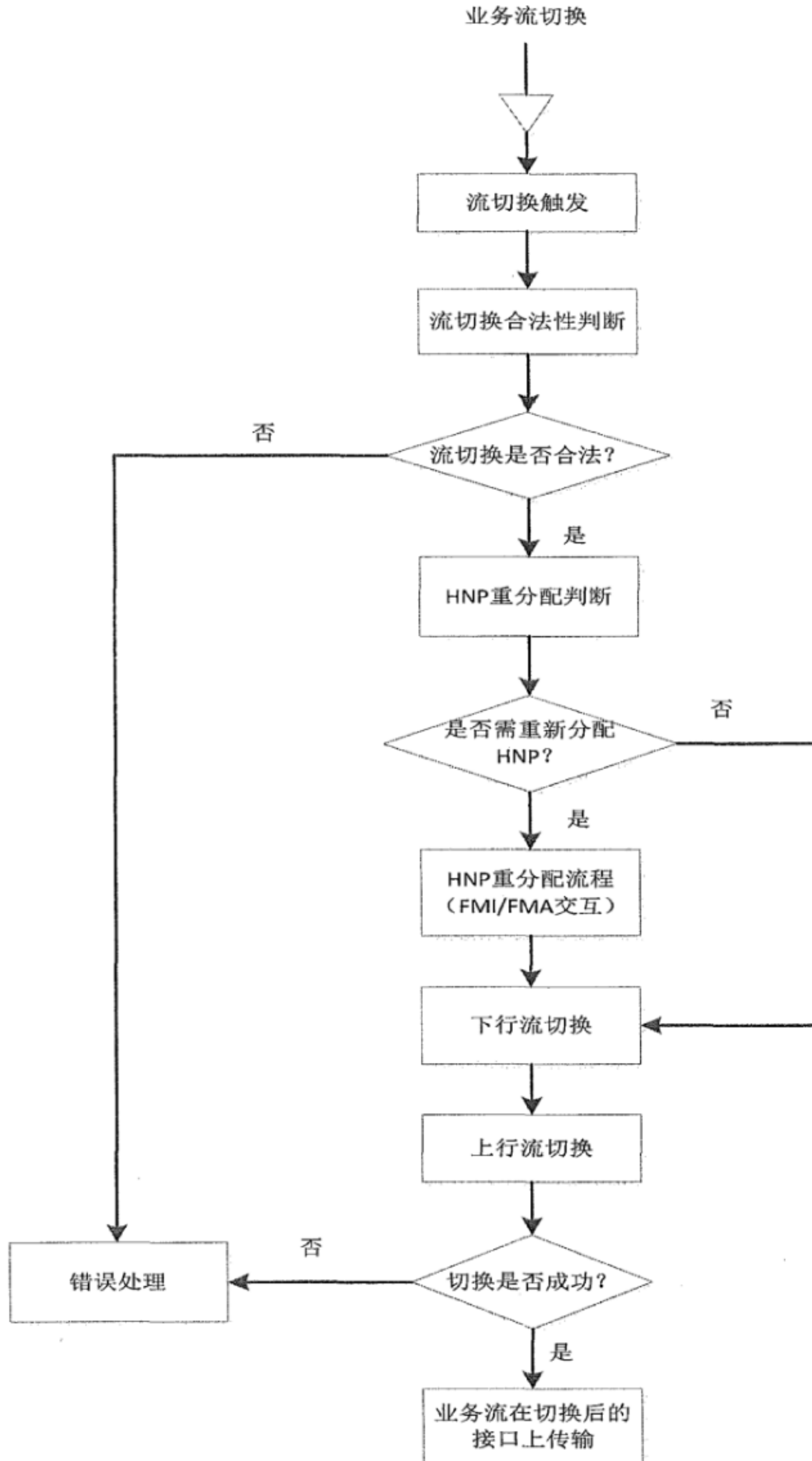


图8 业务流切换流程

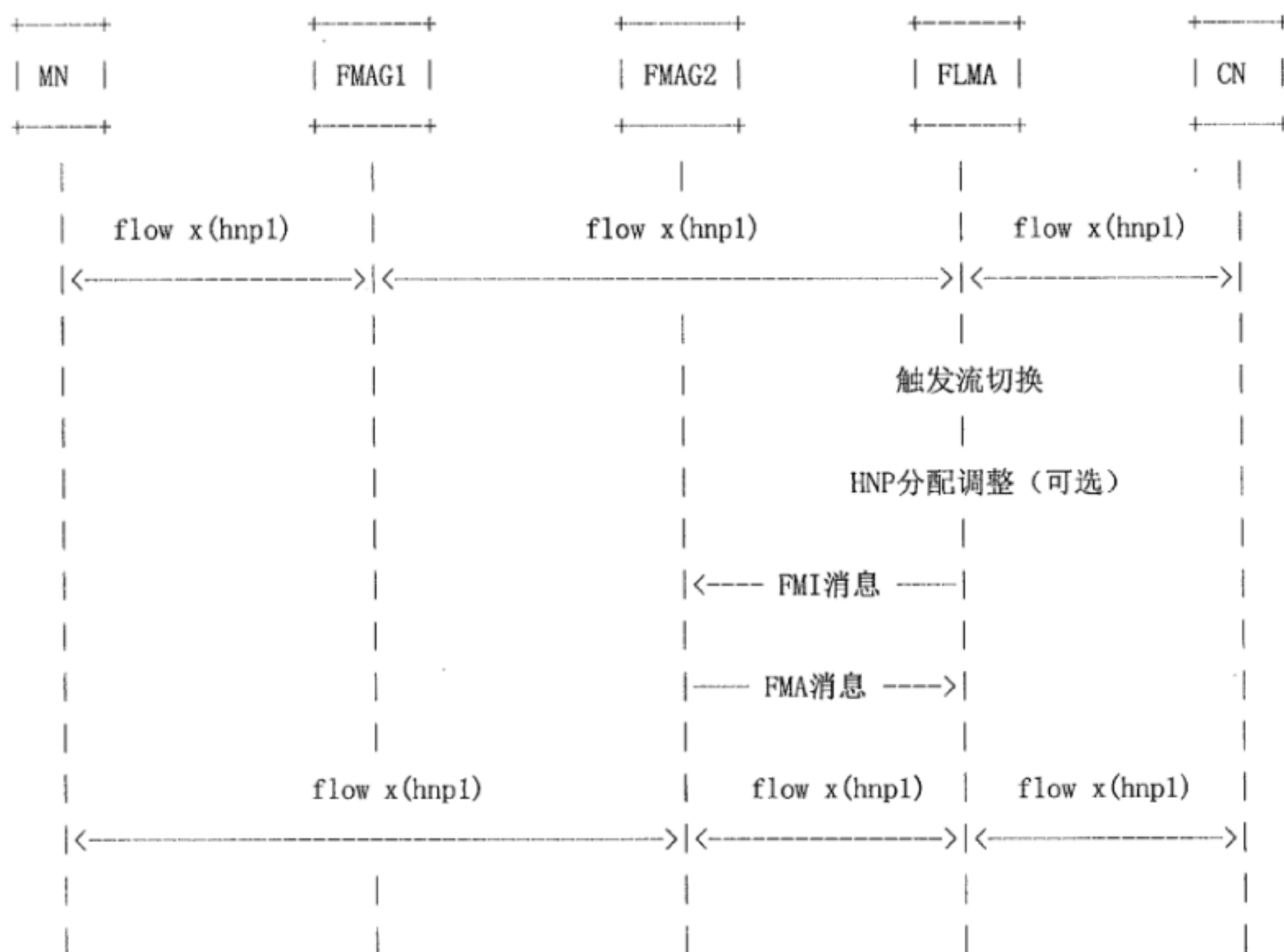


图9 业务流切换消息交互流程

8 安全问题

本标准兼容IPv6协议、PMIPv6协议并引入了本业务流切换，因此，本标准存在与IPv6、PMIPv6相同的安全问题，主要包括无状态地址配置、有状态地址配置涉及到的安全问题、移动会话劫持等，上述安全问题见IETF RFC 6275、IETF RFC 5213和YD/T 1344。另外，本标准同样面临的基于网络的移动管理技术所普遍面临的安全威胁，见IETF RFC 4832。

附录 A

(资料性附录)

与其他相关技术的区别和联系

本标准属于IPv6标准体系，兼容PMIPv6协议，涉及IPv6网络中移动管理和业务流分发技术领域。具体来说提出了一种基于网络移动管理的多接口流切换技术，在充分利用PMIPv6相关技术的同时，为多接口移动终端提供了更加灵活高效的接入方式。兼容节点粒度和流粒度两种切换方式，可实现高速无缝的接口间流切换管理。切换过程中对传输层和应用层完全透明。

本标准所提出的基于网络的流切换技术与现有PMIPv6协议的本质区别在于：现有的基于网络的移动管理协议，无法支持同一移动终端不同网络接口之间业务流级别的切换管理。PMIPv6是典型的基于网络的移动管理协议。由于其优良的特性，被认为会在未来全IP网络中广泛部署。虽然PMIPv6声称可支持同一移动终端多接口的同时接入，但协议并没有对如何实现该过程有详细的描述。特别地，PMIPv6并不支持接口间业务流粒度的切换。本标准提出的基于网络的流切换技术以PMIPv6协议为基础，并对其相关设备进行了适当的功能拓展，从而使其可支持多接口终端不同接口间业务流级别的切换，同时也可支持接口级别的切换（接口级别的切换是一种特殊的业务流级别的切换）。

中 华 人 民 共 和 国
通 信 行 业 标 准
IPv6 技术要求
基于网络的流切换移动管理技术
YD/T 2730-2014

*

人民邮电出版社出版发行
北京市丰台区成寿寺路 11 号邮电出版大厦
邮政编码：100164
北京康利胶印厂印刷
版权所有 不得翻印

*

开本：880×1230 1/16 2016 年 12 月第 1 版
印张：1.75 2016 年 12 月北京第 1 次印刷
字数：. 45 千字

15115 · 536

定价：25 元

本书如有印装质量问题，请与本社联系 电话：(010)81055492