

# 中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2547-2013

---

## 组播迁移技术要求 在轻型双栈（DS-Lite）场景下的组播迁移

Multicast transition technique from IPv4 to IPv6  
—multicast in 4-6-4（DS-Lite）Deployments

2013-04-25 发布

2013-06-01 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 发布



## 目 次

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 前 言                              | I  |
| 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 术语和定义                        | 1  |
| 3.2 缩略词                          | 2  |
| 4 组播迁移技术的需求                      | 3  |
| 5 4-6-4 (DS-lite) 场景下的组播技术综述     | 4  |
| 6 组播地址的映射关系                      | 5  |
| 6.1 前缀分配                         | 5  |
| 6.2 地址映射关系                       | 6  |
| 7 组播迁移技术在 4-6-4 (DS-Lite) 场景下的要求 | 6  |
| 7.1 Multicast AFTR (mAFTR) 的技术要求 | 6  |
| 7.2 Multicast B4 (mB4) 的技术要求     | 8  |
| 7.3 二层组播优化技术要求                   | 10 |
| 8 组播迁移安全技术要求                     | 10 |
| 8.1 地址前缀配置与算法要求                  | 10 |
| 8.2 mB4 安全要求                     | 10 |
| 8.3 mAFTR 安全要求                   | 11 |
| 8.4 防火墙配置要求                      | 11 |
| 附录 A (规范性附录) 组播迁移技术场景            | 12 |
| 参考文献                             | 14 |

## 前 言

本标准按照GB/T1.1-2009给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

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：中国电信集团公司、工业和信息化部电信研究院、华为技术有限公司、中兴通讯股份有限公司。

本标准主要起草人：王 茜、赵 锋、张忠建、马高峰、胡 捷、秦 超、陈运清、赵慧玲、王作强、马军锋、欧阳宇龙、刘 谦。

本标准为首次发布。

# 组播迁移技术要求

## 在轻型双栈（DS-Lite）场景下的组播迁移

### 1 范围

本标准规定了在轻型双栈（DS-lite）过渡技术部署场景下，IPv4组播流量通过IPv6网络承载的实现，还规定了轻型双栈（DS-lite）局端Multicast AFTR和客户端mB4的功能要求，单组播地址的映射以及相关实现协议。

本标准适用于组播迁移技术在轻型双栈（DS-lite）过渡技术场景下的局端和客户端设备。

### 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。

IETF RFC 2473 通用IPv6隧道机制（Generic Packet Tunneling in IPv6 Specification）

IETF RFC 4601 协议无关组播路由协议-稀疏模式（Protocol Independent Multicast - Sparse Mode (PIM-SM)）

IETF RFC 4605 IGMP/MLD代理协议（Internet Group Management Protocol (IGMP) / Multicast Listener Discovery (MLD) -Based Multicast Forwarding ("IGMP/MLD Proxying")）

IETF RFC 4607 特定源组播协议（Source-Specific Multicast for IP）

IETF RFC 4798 采用IPv6提供商边缘路由器在IPv4 MPLS网络上连接IPv6孤岛（Connecting IPv6 Islands over IPv4 MPLS Using IPv6 Provider Edge Routers (6PE)）

IETF RFC 6052 IPv4/IPv6翻译中的IPv6地址（IPv6 Addressing of IPv4/IPv6 Translators）

### 3 术语、定义和缩略语

#### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

##### 3.1.1

轻型双栈（DS-lite）

采用IPv4-in-IPv6隧道和NAT这两个基本技术,使IPv4和IPv6用户终端可以通过IPv6网络连接。其中IPv4数据流封装到IPv4-in-IPv6隧道在IPv6网络中进行传送，IPv6数据流直接通过IPv6网络实现可达。

##### 3.1.2

IPv4内嵌的IPv6地址

嵌入了32位IPv4地址的IPv6地址，这个IPv6地址可以是单播或组播地址。

##### 3.1.3

mPrefix64

为构建IPv4内嵌的IPv6组播地址而专门定义的组播IPv6地址前缀。mPrefix64可以是两种类型：ASM模式或者SSM模式。ASM模式下定义为ASM\_mPrefix64,SSM模式下定义为SSM\_mPrefix64（见IETF RFC 4607）。

## 3.1.4

## uPrefix64

为构建IPv4内嵌的IPv6单播地址而专门定义的单播IPv6地址前缀（见IETF RFC 6052）。

## 3.1.5

## mAFTR

在轻型双栈中的地址族过渡路由器，本标准中可以同时作为IPv4和IPv6组播分发树的一部分。mAFTR接收IPv4组播流并将其封装到IPv4-in-IPv6组播流中，并成为被封装后的IPv4-in-IPv6组播流的组播源。

## 3.1.6

## mB4

在轻型双栈中的用户侧网关中，实现IGMP-MLD之间转换的功能，同时也实现对接收到的IPv4-in-IPv6组播流进行解封装。

## 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

|         |                                       |              |
|---------|---------------------------------------|--------------|
| 6PE     | IPv6 Provider Edge Routers            | IPv6提供商边缘路由器 |
| AF      | Adaptation Function                   | 适配功能         |
| AFTR    | Address Family Transition Router      | 地址族过渡路由器     |
| ALG     | Application Layer Gateway             | 应用层网关        |
| ASM     | Any Source Multicast                  | 任意源组播        |
| B4      | Basic Bridging BroadBand              | 宽带基本桥接型网关    |
| DHCP    | Dynamic Host Configuration Protocol   | 动态主机配置协议     |
| DNS     | Domain Name System                    | 域名服务系统       |
| DS-Lite | Dual-Stack Lite                       | 轻型双栈         |
| EPG     | Electronic Program Guides             | 电子节目表单       |
| ICMP    | Internet Control Message Protocol     | 互联网控制消息协议    |
| IETF    | Internet Engineer Task Force          | 互联网工程任务组     |
| IGMP    | Internet Group Management Protocol    | 因特网组管理协议     |
| IGP     | Interior Gateway Protocol             | 内部网关协议       |
| IPTV    | IP Television                         | IP电视         |
| MLD     | Multicast Listener Discovery          | 组播成员发现协议     |
| MP-BGP  | Multiprotocol Border Gateway Protocol | 多协议边界网关协议    |
| MPLS    | Multiprotocol Label Switching         | 多协议标签交换      |
| NAT     | Network Address Translation           | 网络地址转换       |
| PIM     | Protocol Independent Multicast        | 独立组播协议       |
| RP      | Rendezvous Point                      | 汇聚点          |
| RPF     | Reverse Path Forwarding               | 反向路径转发       |
| RPT     | shared Rendezvous Point Tree          | 共享树          |

|       |                                      |           |
|-------|--------------------------------------|-----------|
| SDP   | Session Description Protocol         | 会话描述协议    |
| SLAAC | Stateless Address Auto Configuration | 无状态地址自动配置 |
| SPT   | Shortest Path Tree                   | 最短路径树     |
| SSM   | Source Specific Multicast            | 特点源组播     |
| STB   | Set Top Box                          | 机顶盒       |
| XML   | Extensible Markup Language           | 可扩展标记语言   |

#### 4 组播迁移技术的需求

随着IPv4地址的耗尽，以及IPv4网络向IPv6网络的过渡，各种业务需要保持业务的连通性。组播业务，特别是使用公网IPv4地址的组播业务需要保证从IPv4网络向IPv6网络过渡过程中业务的连通性。IETF draft-jaclee-behave-v4v6-mcast-ps和draft-tsou-multtrans-addr-acquisition分别描述了组播迁移过程中的问题和对应策略。

公网IPv4地址的耗尽促进了更多的组播接收者和网络设备采用IPv6地址，而目前的组播数据还是IPv4封装模式的，所以确保IPv6和IPv4接收者能够访问IPv4的组播内容。针对组播业务主要有下面的需求

a) 带宽优化。为了带宽优化，组播数据内容要避免在一个网络中存在两份。在IPv4和IPv6网络共存的环境下，很可能有相同的IPv4和IPv6组播数据内容注入到同一个网络。所以组播迁移技术需要优化网络资源。

b) 快速频道切换。用户从一个频道切换到另外一个频道，最大的等待时间只有几秒的时间。

c) 保持内容完整性。因为版权问题某些合同签署会保护内容提供商的组播内容不被修改。组播流在分发过程中要不能改变组播内容。

d) 保护业务质量。组播流穿过CGN或者进行组播报文封装时可能会导致分片或者增加额外的延迟，从而影响到业务质量，需要尽量避免此问题的发生。

e) 优化IPv4和IPv6交互功能的设计。在网络中有状态的NAT功能通常是为了负载均衡的目的。有状态NAT设计通常会带来很多运作问题，所以要优先采用无状态的设计。

f) 组播地址发现。在IPTV系统中，视频接收者需要先获取节目相关的信息。这些内容信息一般是通过XML编码或者通过会话描述协议（SDP）描述的。内容信息中一般包含组播组地址和组播源的IP地址。在IPv4向IPv6迁移期间，可能会发生组播接收者和组播源的IP版本不同的情况。所有组播接收者获取的IP地址既要与设备支持的版本一致，又要确保发送的IP信息能在地址翻译节点映射成组播源发送流量对应的IP版本的地址。

本标准定义的DS-lite场景组播迁移技术，描述了IPv4和IPv6网络间的适配功能AF的一种特定应用，及DS-Lite特定部署场景下的地址映射。AF功能不仅包含组播数据流和组播控制报文的适配，还包括STB和EPG间的适配能力，以及组播数据缓存相关的技术。在本标准中AF包括两个适配功能AF1和AF2，其中AF1位于在用户边缘设备且具有单播DS-lite B4功能的mB4上。AF2位于在用户接入的IPv6网络和包含组播源的IPv4网络的边界mAFTR上。在该应用场景中，组播数据封装采用IPv4-in-IPv6的模式穿过IPv6网络，组播接收者和组播源都只支持IPv4版本。

## 5 4-6-4 (DS-lite) 场景下的组播技术综述

本标准针对4-6-4场景中部署轻型双栈 (DS-lite) 技术时, 局端设备和组播技术迁移的实现方案。轻型双栈方案采用IPv4-in-IPv6隧道和NAT这两个基本技术, 使IPv4和IPv6用户终端可以通过IPv6网络连接。其中IPv4数据流封装到IPv4-in-IPv6隧道在IPv6网络中进行传送, IPv6数据流直接通过IPv6网络实现可达。

在轻型双栈场景中, IPv4-in-IPv6隧道用来传送B4和AFTR之间双向的IPv4单播流量。轻型双栈参考模型包括三个组件: 实现B4功能的家庭网关或直接主机, 实现AFTR功能的网络设备, 位于B4和AFTR之间的软线隧道。

B4设备可以采用路由型家庭网关实现, 也可以在终端PC上运行DS-Lite客户端软件实现。AFTR设备负责执行IPv4-IPv4地址翻译, 提供多个用户对全局IPv4地址池的复用。由于采用IPv6源地址作为隧道起始端的标识, 终端主机的私有地址可以重叠而不会产生混乱。软线隧道即轻型双栈模型采用的IPv4-in-IPv6隧道, 通过软线隧道, IPv4流量可穿越IPv6网络到达电信级IPv4-IPv4 NAT设备 (AFTR), CPE无需对私有IPv4地址进行翻译, 从而避免了多级NAT。

本标准重点在轻型双栈模型中扩展B4和AFTR的功能, 将B4功能扩展为mB4功能, 将AFTR功能扩展为mAFTR功能, 实现IPv4组播流量在mAFTR至mB4之间更高效的传送。本标准的主要思路是在mAFTR和mB4中支持特定的组播IPv6地址前缀mPrefix64, 当mB4后接入的IPv4用户主机申请加入IPv4组播组时, 使用mPrefix64地址将IPv4组播地址转换为IPv4内嵌的IPv6组播地址, 并将用户主机加入IPv6组播树 (MDT) 中, 通过IPv6组播机制进行组播流的传送。当组播PIM加入 (join) 消息到达mAFTR时, mAFTR将内嵌在IPv6组播地址里的IPv4组播地址解析出来, 并将用户接口加入到该IPv4组播地址对应的IPv4组播接收者列表中。图1所示为4-6-4 (DS-lite) 场景下的组播迁移技术方案示意。

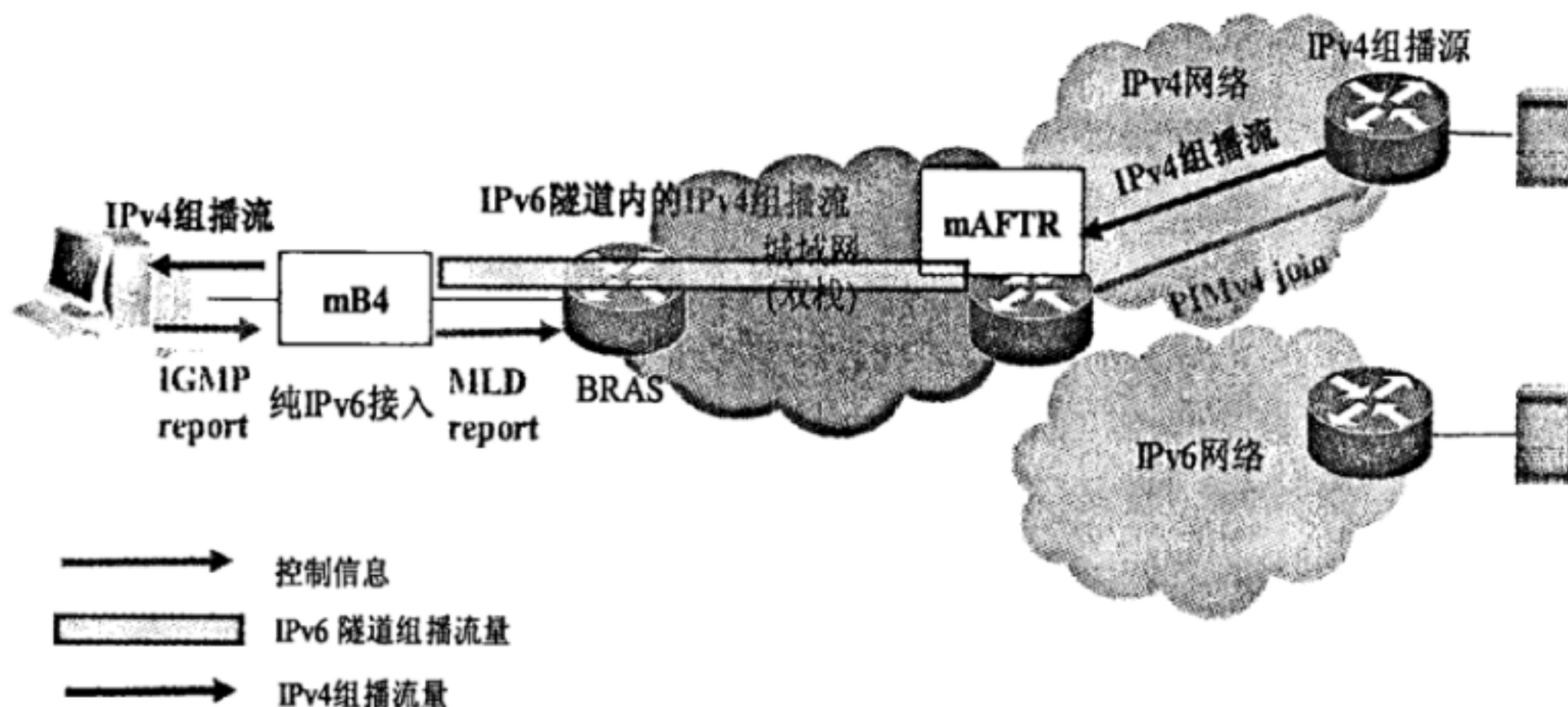


图1 4-6-4 场景下的组播迁移技术方案

在4-6-4场景下, mB4和mAFTR之间的内嵌到IPv6隧道中的IPv4组播流量被当成通常的IPv6组播流量进行转发。mB4和mAFTR之间的IPv6组播路由器使用隧道外层IPv6包头进行路由转发。对于已经建立了IPv6组播树的网络中的路由器, 不需要针对IPv4内嵌的IPv6组播流量传送进行特殊的操作。

## 6 组播地址的映射关系

### 6.1 前缀分配

当适配功能体AF1在用户网络边缘时，运营商需要控制用户网络边缘设备，确保在mB4上的地址映射和在网络侧节点的地址映射一致。IPv4地址和IPv6地址间的映射可以通过IPv4地址和IPv6的前缀的方式形成IPv4内嵌的IPv6地址，例如在IETF RFC6052定义了单播的IPv4和IPv6地址的映射关系和前缀值。为了获取一致的组播映射关系，mB4设备需要获取组播相关的前缀信息。mB4可以通过DHCPv6 option携带前缀信息的方式获取前缀，也可以采用静态配置的方式获取前缀。

#### 6.1.1 单播的 IPv6 前缀

IPv6单播前缀用于SSM模式下映射组播源的IPv4地址。IPv4组播源的IP地址和单播的IPv6前缀构成组播源在IPv6网络中的IPv6地址。IETF RFC6052定义了多个单播IPv4地址嵌入IPv6地址的模式。mB4设备需要支持如下需求：

mB4获取的IPv4组播源地址映射成IPv4内嵌的IPv6地址的前缀值必须和IETF RFC6052定义的格式一致。

mB4需要根据获取的单播前缀值和IPv4组播源的IPv4地址构建组播源在IPv6网络的IPv4内嵌的IPv6地址，并封装到IPv6报文中。

mB4需要根据获取的单播前缀值以及IETF RFC6052的定义，提取接收的IPv6组播报文中的组播源的IPv4地址，并封装到IPv4报文中。

#### 6.1.2 组播的 IPv6 前缀

IPv6组播前缀分别用于SSM模式和ASM模式下的组播组的IP地址映射。IPv4组播地址映射到IPv6组播地址的标准可参考单播地址的映射方式。目前draft-ietf-mboned-64-multicast-address-format定义了IPv4组播地址嵌入IPv6地址的格式。标准分别定义了ASM和SSM的组播前缀格式。ASM和SSM的组播前缀定义格式是唯一的，我们推荐在mB4配置SSM和ASM前缀的方式实现IPv4组播地址和IPv6组播地址的映射。同时也可以通过DHCPv6 option获取组播地址的前缀信息。

mB4配置或获取的IPv4组播源地址映射成IPv4内嵌的IPv6地址的前缀值必须和标准（例如，draft-ietf-mboned-64-multicast-address-format）定义的前缀值一致。

mB4需要根据获取的组播前缀值和IPv4组播地址构建IPv4内嵌的IPv6组播组地址，并封装到IPv6报文中。

mB4需要根据获取的组播前缀值以及标准定义的组播格式，提取接收的IPv6组播报文中的组播IPv4地址，并封装到IPv4报文中。

#### 6.1.3 DHCPv6 需求

DHCPv6 client 可以在DHCP消息中增加一个DHCP option 用于请求IPv4内嵌的IPv6地址的前缀。

如果接收的来自DHCPv6 client的DHCP消息中携带IPv4内嵌的IPv6地址前缀的DHCP option, DHCPv6 server可以在应答报文中携带此option，并携带前缀信息。

DHCPv6 server分配的IPv4内嵌的IPv6地址的前缀可以通过手动配置或者其它方式分配给边界网关，确保IPv4和IPv6地址的一致映射。

6.2 地址映射关系

基于分配的组播地址前缀mPrefix64和单播地址前缀uPrefix64，mB4和mAFTR可以进行IPv4地址与IPv6地址之间的映射。表1和表2为使用/96前缀时的地址映射关系的示例，包括组播地址以及源单播地址的映射关系。

表 1 组播地址映射关系表

| mPrefix64     | IPv4 地址   | IPv4 内嵌的 IPv6 组播地址  |
|---------------|-----------|---------------------|
| ffxx:abc::/96 | 230.1.2.3 | ffxx:abc::230.1.2.3 |

表 2 源单播地址映射关系表（外框加黑）

| uPrefix64     | IPv4 地址   | IPv4 内嵌的 IPv6 组播地址  |
|---------------|-----------|---------------------|
| 2001:db8::/96 | 192.1.2.3 | 2001:db8::192.1.2.3 |

7 组播迁移技术在 4-6-4（DS-Lite）场景下的要求

在DS-lite场景下实现组播的迁移，主要通过mAFTR与mB4两个功能模块完成组播报文的转发，其中mAFTR主要负责将IPv4组播报文通过无状态方法封装在IPv6报文中，mB4主要负责解封装这些数据包并转发，下面为mAFTR与mB4的具体技术要求。

7.1 Multicast AFTR（mAFTR）的技术要求

mAFTR负责IPv4组播分发树和对应的IPv6组播分发树交换，是适配功能体AF2在运营商网络边缘的实例。mAFTR使用单播前缀形成IPv4内嵌的IPv6组播源的地址；mAFTR使用组播前缀形成IPv4内嵌的IPv6组播组地址。mAFTR通过IPv6 IGP通告到达IPv4组播源的路由信息。为了实现反向路径转发（RPF）的检查，IPv6路由器和mAFTR必须在接口上使能PIM协议。

7.1.1 mAFTR 的路由要求与组播控制报文处理过程

对于mAFTR设备的路由要求，建议mAFTR属于组播分发树且在PIM路由器上执行RPF检查时位于面向组播源的反向检查路径上，这样mAFTR设备能够截获发送到组播源的PIM 加入（Join）报文。

mAFTR可以位于MLD Querier/PIMv6 DR上或者位于更上游的PIMv6路由器上。mAFTR必须实现对（\*,G6）和（S6,G6）到对应的（\*,G4）和（S4,G4）的PIM Join, PIM Prune, PIM Assert消息的交互功能。S\*表示组播源地址，G\*表示组播组地址。（S6,G6）代表IPv6的组播源和组播组信息，（S4,G4）代表IPv4的组播源和组播组信息。

当mAFTR接收到PIMv6 Join或MLD report消息时，mAFTR必须检查其组播路由表是否包含有该IPv6组播组，并且检查收到PIMv6 Join或MLD report消息的接口是否在该组播组的出接口列表中。

当mAFTR位于MLD Querier/PIMv6 DR 上时，mAFTR会收到MLD报文，其处理过程如下：

- a) 一旦收到MLD报文，mAFTR设备在IPv6组播路由表中检查是否存在相关的记录。
- b) 如果存在相关记录，则添加收到报文的接口到相关记录的接口表中，如果不存在相关记录，则生成一条新的记录。
- c) mAFTR然后检查报文中的IPv6组播组地址是否属于配置mPrefix64前缀范围。
- d) 如果符合mPrefix64的前缀范围，那么mAFTR从收到的IPv6组播地址中根据映射算法得到相关的IPv4组播地址，然后检查在IPv4组播路由中是否存在相关记录，如果存在则添加收到报文的接口到相关记录中。否则，如果不存在相关组播转发记录，那么mAFTR设备生成一个组播转发条目，并且同时通知

自身连接IPv4组播域的接口根据上述IPv4地址生成相应的PIMv4关系报文，然后发送到RP或者相关的组播源。

当mAFTR位于更上游的PIMv6路由器时，mAFTR会收到PIM 报文，其处理过程如下：

a) 一旦收到PIMv6 Join报文，mAFTR设备检查是否存在相关的IPv6组播路由记录；

b) 如果没有该IPv6组播组，则mAFTR需要在组播路由表中创建一个新的组播组，并且把接收到PIMv6 Join消息的接口加入到组播组的出接口列表。如果存在该IPv6组播组且接收到PIMv6 Join消息的接口不在组播组的出接口列表中，则加入该接口到出接口列表；

c) mAFTR然后检查报文中的IPv6组播组地址是否属于配置的mPrefix64前缀范围，即IPv6组播地址是否包含映射前缀。那么mAFTR从收到的IPv6组播地址中根据算法得到相关的IPv4组播地址，然后检查是否存在相关的IPv4组播路由记录，如果不包含该组播组地址，则在IPv4组播路由表中创建该组播组，并把IPv4-in-IPv6虚拟接口加入该组播组出接口列表。如果IPv4组播路由表包含该组播组地址，则检查IPv4-in-IPv6虚拟接口是否在该组播组出接口列表，没有则加入该接口到组播组出接口列表。最后从IPv4接口发送PIMv4 Join消息。

如果组播支持SSM模式，那么mAFTR和mB4需要额外的检查位于PIMv6 报文或者MLD报文中组播源地址是否属于配置uPrefix64范围。只有通过这个检查，mAFTR才能发送相应的PIM报文到组播源或者RP。

如果支持多mAFTR部署场景，则mAFTR需要支持根据从IPv4接口和IPv6接口到达组播源的最短路径（最短路径要考虑IPv4到IPv6 组播流转换的路径开销）和组播分发树信息确定mAFTR的上行接口。如果到组播源最短路径是IPv6上行接口，则从该接口发送PIMv6 Join消息。如果到组播源最短路径是IPv4上行接口，则进行IPv6组播和IPv4组播地址的映射和适配操作。

## 7.1.2 ASM 模式下共享树的构建

### 7.1.2.1 RP位于IPv4侧

当RP位于IPv4组播域时，共享树的生成与普通共享树生成方法相同。mAFTR可以通过配置或其他发现方法获得组播组RP的IPv4地址。

### 7.1.2.2 RP位于IPv6侧

当RP位于IPv6组播域时，IPv4内嵌的 IPv6组播组的RP可以通过静态配置到所有的PIMv6 路由器上，也可以通过一些发现方法让PIMv6路由器获得RP的地址，mAFTR可以设置为IPv6组播组的RP。

IPv6共享树的生成见IETF RFC4601，由于mAFTR位于加入组播源的路径上，因此支持从共享树切换到源树。mAFTR能够接受来自IPv6域的PIMv6 Join报文同时拥有组播接受者的IPv4组播组的路由信息，因此mAFTR能够将IPv6共享树嫁接到IPv4共享树上。

### 7.1.2.3 切换共享树到最短路径树

当mAFTR接收到第一个包含有IPv4内嵌的IPv6地址的组播报文，它利用邻居节点的PIMv6 Assert和PIMv4 Assert报文的路径开销值确定最短路径接口。该接口可以是IPv4接口或者IPv6接口。mAFTR通过从该接口发送PIMv4 Join或PIMv6 Join报文从共享树（RPT）切换到最短路径树（SPT）。

## 7.1.3 mAFTR 的组播报文处理要求

mAFTR主要完成对报文的封装和转发工作。

当mAFTR接收到IPv4组播数据报文，查找匹配的组播组，并转发组播数据报文到每个出接口列表。如果IPv4-in-IPv6接口包含在出接口列表中，则IPv4组播数据报文要通过IPv4映射的IPv6组播地址的IPv6报文头封装后转发给对应的接口。

当mAFTR同时从IPv6接口和IPv4接口接收到相同内容的组播数据报文，也就是说IPv4的组播IP地址是IPv6组播IP地址的IPv4内嵌地址，这代表mAFTR同时接收到两份相同流量的组播报文，则mAFTR分别从IPv4接口和IPv6接口发送PIM Assert报文。

mAFTR根据收到邻居路由器的PIM Assert报文的开销值以及IPv4到IPv6组播转换的开销选择从IPv4接口还是从IPv6接口接收组播数据报文。如果选择IPv6接口，则从IPv4接口发送PIMv4 Prune消息；如果选择IPv4接口，则从IPv6接口发送PIMv6 Prune消息。

其报文处理流程如下：

- a) 当收到IPv4组播报文时，嵌入mAFTR功能的PIMv4路由器查找IPv4组播路由表；
- b) 如果在IPv4组播路由记录中存在IPv4-in-IPv6接口，那么mAFTR进行封装操作。使用配置的mPrefix64把IPv4组播地址转换到相关的IPv6组播地址，使用配置uPrefix64把IPv4源地址转换到IPv6源地址，然后把这两个地址作为封装外层的源地址和目的地址，形成IPv6组播报文；
- c) 然后嵌入mAFTR功能的设备在IPv6侧的PIMv6路由器上查找相关的IPv6组播路由表，主要依据上一步形成的IPv4内嵌的IPv6地址。

如果在IPv6组播路由记录中存在组播接收者的接口，那么形成的IPv6组播数据会通过这些接口发送到组播分发树并最终到达mB4设备。

#### 7.1.4 mAFTR 的稳定性要求

为了保证组播网络的可靠性、鲁棒性以及负载分担，可以在组播网络中部署多个mAFTR节点。这些节点需要配置相同的mPrefix64与uPrefix64前缀以及相同的地址映射算法。

## 7.2 Multicast B4 (mB4) 的技术要求

### 7.2.1 定义

mB4网元是位于用户侧的双栈设备（家庭网关），实现IGMP-MLD之间转换的功能，同时也实现对接收到的IPv4-in-IPv6组播流进行解封装，是适配功能体AF1在用户网络边缘的实现实例。

### 7.2.2 IGMP-MLD转换功能

mB4具有IGMP与MLD之间的转换功能，主要包括IGMP代理功能（见IETF RFC4605）以及IGMP/MLD适配功能，其中适配功能将IGMP消息的内容直接映射到MLD消息中，适配功能位于IGMP代理功能的上行方向上。

IGMP代理功能主要代理用户侧的主机发送IGMP报文关系报文及维护成员组关系，并基于该关系进行组播转发。它主要维护两种接口类型，一种接口类型称为上行接口，表示mB4朝向组播分发树树根方向的接口，该接口运行MLD协议，执行MLD协议的主机行为；另一种接口类型成为下行接口，主要表示mB4与用户主机相连接的接口，即背向组播分发树树根方向的接口，这些接口运行IGMP协议，执行IGMP协议的路由行为，如图2所示。

mB4的组播控制报文转换功能为收到IPv4组播域的IGMP控制报文时，生成相应的IPv6组播域的MLD报文并发送。mB4侦听每个下游接口的IGMP消息，当mB4从用户侧接口收到IGMP report消息通过IGMP proxy功能转发到IGMP/MLD适配功能后，IGMP/MLD适配功能基于mPrefix64前缀的地址映射关系将此

消息转换成MLD report消息，并向上游网络中的MLD Querier转发。在这种场景下，mB4分别为每个下游接口（例如wifi或者以太网接入）保存一系列组播组的成员信息，或者将所有的下行接口维护的组成员关系都存到一个组成员关系数据库中，上行接口依据这个数据库来执行相应的主机行为，当收到查询数据报文时响应报告报文或者根据当前组播成员关系数据库的变化发送报告或离开报文。

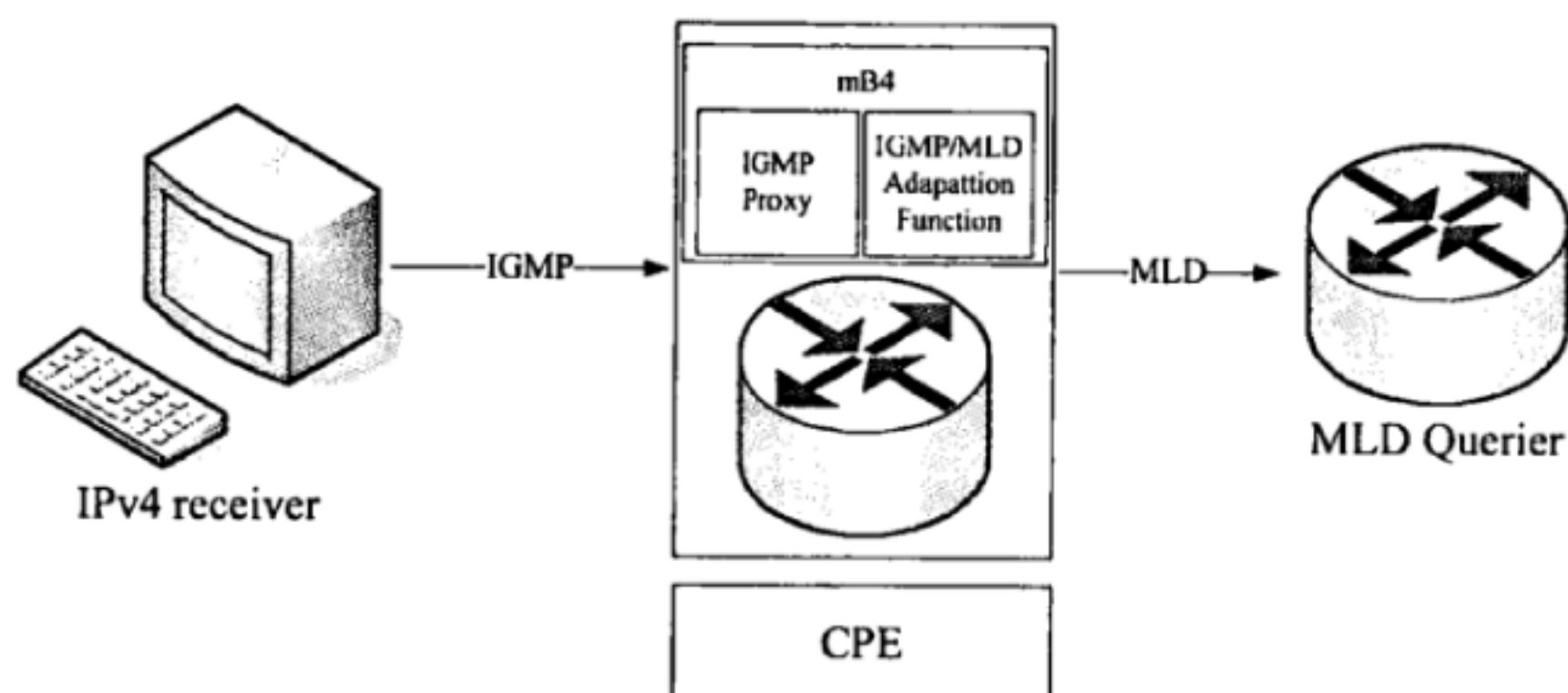


图2 mB4的IGMP/MLD适配功能

mB4应采用无状态机制将IGMP消息转换为MLD消息，实现IGMP/MLD适配功能。当mB4收到IGMP report消息，要求加入一个组播组G（如230.1.2.3），mB4IGMP/MLD适配功能必须将来自IGMP proxy功能的IGMP report消息转换为MLD report消息，并参照6.2节中的地址映射关系构造IPv6组播组地址。对于在SSM模式下申请加入特定源192.1.2.3，mB4还需要基于uPrefix64前缀构造源IPv6地址。

由于IGMP和MLD存在着多个版本，因此在IGMP到MLD报文转换时，需要考虑版本信息：

a) 当MB4下行接口收到IGMPv1或IGMPv2关系报文时，使用配置的mPrefix64与IGMP关系报文中IPv4组播地址通过无状态算法生成相应的IPv6组播地址，然后mB4生成包含此组播地址的MLDv1关系报文，并通过上行接口发送；

b) 当MB4下行接口收到IGMPv1、IGMPv2或IGMPv3关系报文时，上行接口应使用最高版本的MLD协议进行合并，建议MLD Querier尽量支持MLDv2。

### 7.2.3 报文处理流程

mB4处理组播报文时主要负责组播报文的解封装和转发任务。

其流程如下：

a) 当mB4的上行接口收到IPv6的组播报文时，首先检查组播报文的组播地址的前缀是否与配置的mPrefix64相同，如果是IGMPv3接收者，则检查组播源地址是否与配置的uPrefix64相同。如果不符合，则根据IPv6组播报文标准处理（如IETF RFC4601等）；

b) 如果检查通过，则mB4解封装这个IPv6组播报文，得到组播源发送的原始IPv4组播包；

c) mB4将得到IPv4组播报文复制到下行接口上，下行接口根据自己的组播转发表项进行相应的转发。

由于mAFTR对组播报文进行IPv4-in-IPv6的封装，因此如果原IPv4组播报文与线路MTU相同，再添加IPv6头进行转发时，需要进行分段操作。为了避免分段，服务提供商建议位于mB4与mAFTR之间的IPv6网络的线路MTU设置为IPv4组播报所在IPv4网络的MTU加上40字节的和。

### 7.2.4 分段和重组

与DS-lite中的B4一致，mB4使用隧道封装的方式通过IPv6来承载IPv4流量，该隧道为IPv4-in-IPv6的多点到点隧道。考虑到封装的IPv6包头对报文长度的影响，需要处理增大的报文对于MTU的影响。当链

路MTU无法控制并进行更改时，mB4网元应支持报文的分段和重组。分段的过程必须在IPv6报头封装之后进行，重组的过程必须在报文的解封装之前进行（见IETF RFC 2473）。

### 7.2.5 mAFTR地址获得

为了实现自动发起IPv4-in-IPv6隧道，B4网元必须获得mAFTR的IPv6地址。这个IPv6地址可以通过一系列不同的方式来配置，包括带外方式、手工方式、DHCPv6扩展选项方式。

为保证互通性，mB4网元应支持draft-softwire-ds-lite-tunnel-option中定义的DHCPv6扩展选项。

### 7.2.6 mB4的部署

mB4功能模块可以位于用户端网关设备、机顶盒或者位于双栈主机上。当mB4功能模块位于机顶盒或双栈主机时，那么IGMP到MLD的转换功能则不需要了。机顶盒设备能够根据需要加入的IPv4组播组使用配置的mPrefix64前缀形成MLD关系报文，同时能够主机解封装到达的组播数据流，主机也可能优化应用程序接口或内核模块来避免IGMP和MLD间的交互能力需求。

## 7.3 二层组播优化技术要求

DS-lite组播迁移技术与二层组播技术兼容。

DS-lite组播迁移技术在转发IPv4-in-IPv6的组播数据流与普通的IPv6组播数据流相同，能够通过组播VLAN时被复制。在分布式二层接入网络的节点中，可以引入MLD Snooping或者MLD Proxying技术，用来复制组播数据流。这些组播复制点更加靠近组播接收者，对于带宽的消耗也是一个很大的优化措施。

## 8 组播迁移安全技术要求

### 8.1 地址前缀配置与算法要求

DS-lite组播迁移技术的组播地址转换通过无状态地址映射算法实现，这种简单的将IPv4地址嵌入IPv6前缀实现，因此很容易导致地址欺骗的问题，即IPv6节点通过合法的IPv4内嵌的IPv6地址作为源地址封装攻击包来攻击内部主机接收者。对于这种攻击行为，DS-lite组播迁移技术需要实现反向路径检查来确保网络的报文都是可靠的。

mB4和mAFTR使用mPrefix64和uPrefix64进行地址的转换，为了保证配置前缀的安全，网络管理员需要保证单播和组播前缀配置的安全。

### 8.2 mB4 安全要求

mB4功能模块一般位于CPE设备上，需要支持根据接收的MLD消息进行组播查询操作，并支持转发组播组流量到客户端接受者。mB4可能收到大量虚假的MLD查询报文而遭受到DoS攻击，导致大量资源被消耗而造成服务的中断。因此mB4需要在一段时间内需要限制对组播地址查询包的数量。

同时mB4负责发送MLD报文到MLD Querier。由于用户可能发送虚假的IGMP报文导致mB4更新表项而发送虚假的MLD报告报文。因此当mB4收到用户发送的IGMPv1报告报文时，如果此报文使得mB4组播路由表发生变化，由于IGMPv1没有特定组查询，则mB4发送IGMPv1普遍查询，如果收到此前组播组的报告，mB4更新组播路由表并向上游接口发送MLD报文；当mB4收到用户发送的IGMPv2的报告报文时，如果此报文使得mB4的组播路由表发生改变，则mB4使用收到组播报文中的组播组地址生成一个IGMPv2特定组查询，并发送到收到接口的所在网络，如果收到相应的应答，mB4更新组播路由表并向上游接口发送MLD报文；当mB4收到用户发送的IGMPv3报告报文时，如果此报告报文使得mB4的组播路由表发生改变，则mB4使用收到组播报文的组播组地址和组播源生成一个IGMPv3特定组查询，并发送到所在网络，如果收到相应的应答，mB4更新组播路由表并向上游接口发送MLD报文；以上措施使得mB4

能够避免错误更新组播数据表而发送MLD报告报文。同时mB4需要定时发送IGMP普遍查询包来保持组播数据表的有效性，如有更新，mB4需要及时发送MLD报告报文。

### 8.3 mAFTR 安全要求

mAFTR的安全要求详细描述见IETF RFC4601。

### 8.4 防火墙配置要求

含有mB4功能的CPE具有地址过滤功能，包括在其上行接口具有接收来自IPv4内嵌的IPv6地址报文的功能，在其下行接口具有转发来自嵌入IPv4地址的组播数据流的功能。

附 录 A  
(规范性附录)  
组播迁移技术场景

IPv6过渡场景有多种模式, 4-6-4、6-6-4、4-4-6、6-4-6等, 这些模式在IETF draft-tsou-multtrans-use-cases都有详细描述。每种场景中都涉及到IPv4和IPv6网络间的适配功能(AF)。

场景一: 4-6-4

在4-6-4场景中,组播源和接收者都支持IPv4,中间的网络支持IPv6。在组播源侧适配功能体在运营商网络边缘。在接收者侧, IPv4网络和IPv6网络的边界适配功能体包括两种场景: 适配功能体在用户网络边缘和适配功能体在运营商网络边缘。

在用户网络边缘时, IP边缘设备是双栈设备, 并同时具有IPv4接口和IPv6接口。当组播接收者向网络发送IGMP Report消息时, 双栈设备作为IGMP/MLD Proxy功能。双栈设备把IGMP Report消息转换为MLD Report消息。其中IGMP消息的IPv4源和组地址被映射成IPv4内嵌的IPv6地址, 并分别放入MLD消息的源和组地址。映射由网络提供商通过配置映射法则和参数提供, 这需要运营商能够控制用户网络边缘设备的。在网络边缘DR设备上, MLD Report消息被终止, 并且发送PIM (IPv6) Join消息到下一个能到达组播源或RP的路由器。消息不停的传播直到它加入组播树或下一个双栈边界。在组播源侧的边界, PIM (IPv6) 的IPv6源和组地址映射成IPv4网络的PIM (IPv4) 的源和组地址。新的IPv4地址不一定和接收者获取的IPv4地址相同, 这需要IPv6和IPv4网络间的协商。PIM (IPv4) Join消息继续传送并到达连接组播源的DR设备。

组播分发源发送IPv4报文。报文通过前面在IPv4网络建立的组播树, 最终到达IPv6网络边界。边界的双栈节点映射收到的组播IPv4报文的源和组地址为对应IPv4内嵌的IPv6地址。双栈节点有两种方式处理IPv4组播数据报文: 隧道封装IPv4报文到IPv6头中, IPv6头中使用IPv4内嵌的IPv6地址; 或者, 翻译IPv4报文头为IPv6报文头, IP头中使用IPv4内嵌的IPv6地址。双栈节点的处理方式根据节点的配置来选择。IPv6组播数据报文通过组播分发树到达用户的双栈边缘设备。如果组播数据报文是封装模式的, 则适配功能需要解封装组播数据报文。如果组播数据报文是翻译模式的, 则映射收到IPv6组播数据报文的源和组地址为IPv4内嵌的IPv6地址对应的IPv4报文。最后组播数据报文转发给IPv4接收者。本标准基于隧道封装的方式实现组播。

场景二: 6-6-4

在这种场景下组播接收者和中间网络是IPv6设备, 组播数据源是IPv4设备。组播信令和组播数据需要穿过IPv4网络和IPv6网络的边缘设备。在DS-lite网络中为IPv6组播接收者的场景。

场景三: 4-4-6

在这种场景下组播接收者和中间网络是IPv4设备, 组播数据源是IPv6设备。组播信令和组播数据需要穿过IPv4网络和IPv6网络的边缘设备。

场景四: 6-4-6

在这种场景下, 接收者和组播源都具有IPv6能力, 但连接两者的网络只具有IPv4的能力 (IPv4网络采用MPLS协议)。MPLS协议是在运营商骨干网上广泛配置的协议, 它能够通过IPv4 MPLS传送IPv6流量, 并为IPv6网络提供连通性和保证IPv6业务的开展, 而不需要升级把网络升级成IPv6骨干网。IETF

RFC4798从单播的角度通过支持MPLS的IPv4设备，利用MP-BGP协议交换IPv6信息，从而解决连接多个IPv6孤岛的问题。这种机制被称为6PE（IPv6 Provider Edge routers）技术。

对组播业务，也需要有类似的方案才能解决业务提供商提供IPv6组播内容给IPv6新用户的能力。对这种场景，为了保留业务的质量和内容的完整性，一般不需要提供组播报文的翻译和交互能力。

## 参 考 文 献

- [1]IETF draft-ietf-softwire-dslite-multicast, 轻型双栈场景下组播迁移技术 (Multicast Extensions to DS-Lite Technique in Broadband Deployments)
  - [2]IETF draft-jaclee-behave-v4v6-mcast-ps, 组播迁移技术的问题描述 (IPv4-IPv6 Multicast: Problem Statement and Use Cases)
  - [3]IETF draft-tsou-multtrans-use-cases, 组播迁移技术的应用场景 (Use Cases For Multicast Transition From IPv4 to IPv6)
  - [4]IETF draft-jiang-v6ops-v4v6mc-proxy, 组播代理协议 (Multicast Proxy in IPv6/IPv4 Transition)
  - [5]IETF draft-ietf-mboned-64-multicast-address-format, 组播地址迁移格式 (IPv4-Embedded IPv6 Multicast Address Format)
  - [6]IETF draft-eubanks-mboned-transition-overview, 组播迁移概述 (Multicast Transition Overview)
  - [7]IETF draft-tsou-multtrans-addr-acquisition, 组播源和接收者不同时的地址获取 (Address Acquisition For Multicast Content When Source and Receiver Support Differing IP Versions)
  - [8]IETF RFC 2710 IPv6的组播成员发现协议 (Multicast Listener Discovery (MLD) for IPv6)
  - [9]IETF RFC 4566 会话描述协议 (SDP: Session Description Protocol)
-



中华人民共和国  
通信行业标准  
组播迁移技术要求  
在轻型双栈（DS-Lite）场景下的组播迁移  
YD/T 2547-2013

\*

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  
宝隆元（北京）印刷技术有限公司印刷  
版权所有 不得翻印

\*

开本：880×1230 1/16 2014年7月第1版  
印张：1.25 2014年7月北京第1次印刷  
字数：32千字

15115·245

定价：15元

本书如有印装质量问题，请与本社联系 电话：(010)81055492