



中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2810-2015

基于无状态地址映射的 IPv4 与 IPv6 网络互联互通技术 (IVI) 概述和基本地址映射

Interconnection between IPv4 and IPv6 networks based on
stateless address mapping (IVI) —
Overview and basic address mapping

(IETF RFC6291 (2011), The China Education and Research Network
(CERNET) IVI Translation Design and Deployment for the IPv4/IPv6
Coexistence and Transition, MOD)

2015-04-30 发布

2015-07-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言.....II

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 术语、定义和缩略语.....1

4 IVI机制概述.....2

5 IVI地址映射规则.....2

6 IVI协议翻译规则.....4

7 IVI机制示例.....5

8 可扩展性.....5

9 安全考虑.....5

广东省网络空间安全协会受控资料

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准使用重新起草法修改采用IETF RFC6219（2011）（The China Education and Research Network (CERNET) IVI Translation Design and Deployment for the IPv4/IPv6 Coexistence and Transition, IPv4/IPv6 共存过渡技术IVI在中国教育与科研计算机网（CERNET）上的设计与实现）。

本标准与IETF RFC6219相比主要是根据GB/T 1.1进行了结构上的调整，技术内容保持一致。

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归口。

本标准起草单位：清华大学、工业和信息化部电信研究院、北京通和实益电信科学技术研究所、中国移动通信集团公司。

本标准主要起草人：李 星、张 弘、陈茂科、包丛笑、吴建平、崔 勇、蒋林涛。

广东省网络空间安全协会受控资料

基于无状态地址映射的 IPv4 与 IPv6 网络互联互通技术（IVI）

概述和基本地址映射

1 范围

本标准规定了IPv4网络向IPv6网络过渡中的IPv4与IPv6网络互连互通的过渡技术（IVI）的要求，包括IVI的机制、地址映射规则、协议翻译规则、机制示例及可扩展性和安全考虑。

本标准适用于新部署的IPv6网络用户与全球IPv4网络用户及全球其他IPv6网络用户互访的场景。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的完成具有积极的参考作用。凡是注日期的参考文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的参考文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

IETF RFC 768 用户数据报协议（User Datagram Protocol）

IETF RFC 791 互联网协议（Internet Protocol）

IETF RFC 2765 无状态IP/ICMP翻译算法(SIIT)（Stateless IP/ICMP Translation Algorithm(SIIT)）

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

以下术语和定义适用于本文件。

3.1.1

IVI

一种实现IPv4-IPv6互访的无状态地址映射和协议翻译的机制。由罗马数字IV和VI合并而成，意喻IPv4到IPv6的过渡。

3.1.2

节点 Node

实现IPv4或IPv6的网络设备。

3.1.3

路由器 Router

负责转发最终目标地址不是它本身的数据分组的节点。

3.1.4

IVI路由器 IVI Router

支持IVI功能的路由器。

3.1.5

IVI兼容IPv6地址 IPv6 Address Compatible With IVI

使用IVI地址映射规则由IPv4地址经过地址映射得到的IPv6地址。使用此类IPv6地址的节点可通过IVI路由器与IPv4节点通信。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ICMP	Internet Control Message Proctol	互联网控制消息协议
ICMPv4	Internet Control Message Proctol Version 4	互联网控制消息协议版本4
ICMPv6	Internet Control Message Proctol Version 6	互联网控制消息协议版本6
IP	Internet Protocol	互联网协议
IPv4	Internet Protocol Version 4	互联网协议版本4
IPv6	Internet Protocol Version 6	互联网协议版本6
SIIT	Stateless IP/ICMP translation algorithm	无状态IP/ICMP翻译算法
TCP	Transmission Control Protocol	传输控制协议
UDP	User Datagram Proctol	用户数据报协议

4 IVI 机制概述

随着IPv6技术的日益成熟和纯IPv6骨干网络的建成，IPv6网络逐渐进入了用户使用阶段。但因为IPv6与IPv4协议的不兼容性，已有的网络用户迁移到纯IPv6网络后，将无法与资源丰富的IPv4网络互联，这使得原IPv4网络的用户和资源迁移到IPv6网络的过程十分缓慢，导致已建成的纯IPv6网络使用率不高。

为推动IPv4-IPv6网络的过渡，急需一种可以实现IPv4和IPv6网络互访的技术，以顺利进行网络用户由IPv4向IPv6进行的迁移。IVI机制即是实现IPv4与IPv6网络互访的一种无状态机制。

如图1所示，IVI机制使用实现了IVI功能的IVI路由器连接IPv4与IPv6网络，并在IVI路由器上进行IPv4与IPv6数据包的对译，以实现互访，同时又不原IPv4和IPv6网络造成影响。在IVI路由器上实现的IVI功能主要有两个：一个是地址映射，即通过统一的规则实现IPv4地址与IPv6地址的一一映射，以进行地址的翻译；另一个是协议翻译，即根据标准规定，实现IPv4/ICMPv4协议和IPv6/ICMPv6协议各字段的对译，同时更新TCP/UDP协议的相关字段，完成完整的数据包翻译操作。



图 1 IVI 机制原理示意图

通过IVI路由器的地址映射和协议翻译过程，IPv4节点和IPv6节点即可不需要任何自身的改动而实现互访。

IVI机制适用于绝大多数应用程序的互访场景。对于在应用层嵌有IP地址的应用程序（如FTP等），IVI机制需要其他应用层网关标准的支持和配合。

5 IVI 地址映射规则

IVI边界路由器在包翻译时，需要将IPv4（IPv6）地址翻译为IPv6（IPv4）地址。为了保证端到端特性，这种翻译应可反向唯一还原。还原的方式有两种：一是利用存储的映射状态；另一是利用全局一致的映射规则。减少核心网络的状态应考虑降低路由复杂性，因此本标准所规定的全局一致的映射规则是效率高且可扩展性好的选择。

在IPv6网络的设计中，地址前缀是被用做路由的，因此为保证路由的简单和地址的聚类性，这种可路由的地址前缀在IPv4地址映射为IPv6地址时是必须要保留的，同时为保留原IPv4地址信息，需要将IPv4地址嵌入到IPv6地址中，此即为IVI地址映射的基本思想。

具体而言，IVI地址映射中IPv4地址映射为IPv6地址的规则如下：

- a) 为便于将IPv6地址去掉前缀以翻译回IPv4地址，各个前缀的长度是固定的。根据IPv6地址的分配办法，绝大部分服务提供商均有大于或等于/32的IPv6地址前缀，IVI机制即以该/32地址前缀作为翻译过程中的地址前缀；
- b) 为了标识纯IPv6地址和由IPv4地址经过IVI机制映射过来的IPv6地址，同时保证位对齐，IPv6地址前缀后面加入8位长的标识字段“FF”。这同时要求，该/32地址块的1/256的地址将被用于IPv4地址映射，该/32地址块的所有者需要根据此规则保留该块地址用于IVI机制；
- c) 为确保路由的效率，对映射后得到的IPv6地址进行路由时，其中的IPv4地址信息应该是可被用做路由的，这样IPv4地址应尽量靠前以确保路由效率。在设计中，IPv4地址直接紧随其后的嵌入在标识“FF”后。

综合以上考虑，IPv4地址映射到IPv6地址的规则是：

<服务提供商的 /32 IPv6地址前缀>:FF<IPv4地址>

如图2所示。

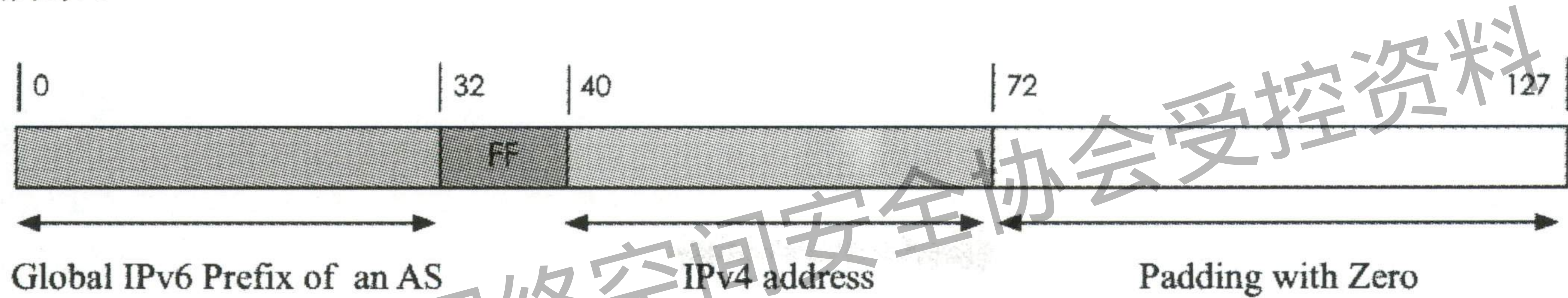


图 2 IPv4 地址映射为 IPv6 地址的格式

在此种映射规则下，部分地址映射的例子见表1。

表 1 地址映射规则举例

	IPv4 地址	IPv6 地址
IPv6 地址前缀： 2001:250::/32	202.112.0.89	2001:250:ffca:7000:5900::
	202.38.114.1	2001:250:ffca:2672:100::
	202.112.0.0/13	2001:250:ffca:7000::/53
	202.38.114.0/28	2001:250:ffca:2672::/68
IPv6 地址前缀： 2001:da8::/32	202.112.0.89	2001:da8:ffca:7000:5900::
	202.38.114.1	2001:da8:ffca:2672:100::
	202.112.0.0/13	2001:da8:ffca:7000::/53
	202.38.114.0/28	2001:da8:ffca:2672::/68

以上为IVI机制中IPv4地址映射为IPv6地址的规则，在这种规则下，只需简单的去除IPv6地址的前40位，接下来的32位即为原始IPv4地址，此即为IPv6地址映射为IPv4地址的规则。

需要注意的是，所有IPv4地址均可通过IVI地址映射规则映射为IPv6地址，但仅与IVI地址映射规则兼容的IVI兼容IPv6地址才能被映射为IPv4地址。

IVI机制保证了采用IVI兼容IPv6地址的节点可以与IPv4节点互相通信。

6 IVI 协议翻译规则

IVI路由器收到需要进行翻译的数据包后，首先根据地址映射规则确定映射后的地址，然后利用该结果和表2、表3所示规则进行IPv4协议和IPv6协议间的翻译。

以上翻译全程不需要维护状态，其地址的转换遵循本标准规定的地址映射规则，其翻译的规则，包括对分片数据包的处理规则，完全遵循IETF RFC 2765提出的SIIT。

IVI地址映射和基于SIIT标准的数据包翻译并不能完全保证所有应用层程序进行的IPv4与IPv6互访的顺利进行，涉及到的特定应用需要其他标准的规定。

表 2 IPv4 报头翻译为 IPv6 报头的规则

IPv4 协议中的字段	翻译成为的 IPv6 字段
Version	Version
IHL	丢弃
Type of Service	丢弃
Identification	$\text{Payload Length} = \text{Total Length} - \text{IHL} \times 4$
Total Length	丢弃，用扩展头代替
Flags	丢弃，用扩展头代替
Offset	丢弃，用扩展头代替
Time to Live	Hop Limit
Protocol	Next Header
Header Checksum	丢弃
Source Address	IVI 地址映射
Destination Address	IVI 地址映射
Options	丢弃

表 3 IPv6 报头翻译为 IPv4 报头的规则

IPv6 字段	翻译成为的 IPv4 字段
Version	Version
Traffic Class	丢弃
Flow Label	丢弃
Payload Length	$\text{Total Length} = \text{Payload Length} + 20$
Next Header	Protocol
Hop Limit	TTL
Source Address	IVI 地址映射
Destination Address	IVI 地址映射
—	IHL = 5
—	Header Checksum 重新计算

需要注意的是，IP报头内的UDP或TCP报头中校验和字段，根据IETF RFC 768和IETF RFC 791规定，其计算过程包含伪IP报头。IPv4和IPv6协议的互译使得IP报头发生改变，因此UDP和TCP报头内的校验和字段需要根据原计算方法采用新的IP报头进行重新计算并更新。

此外，因为ICMP与IP协议的紧密联系，为完善IVI机制，IVI路由器需要同时具备将ICMPv4与ICMPv6协议互相翻译的功能，该翻译规则须完全遵循IETF RFC 2765提出的SIIT，同样也是无状态的。

7 IVI 机制示例

IVI机制应用的一个例子如图3所示。

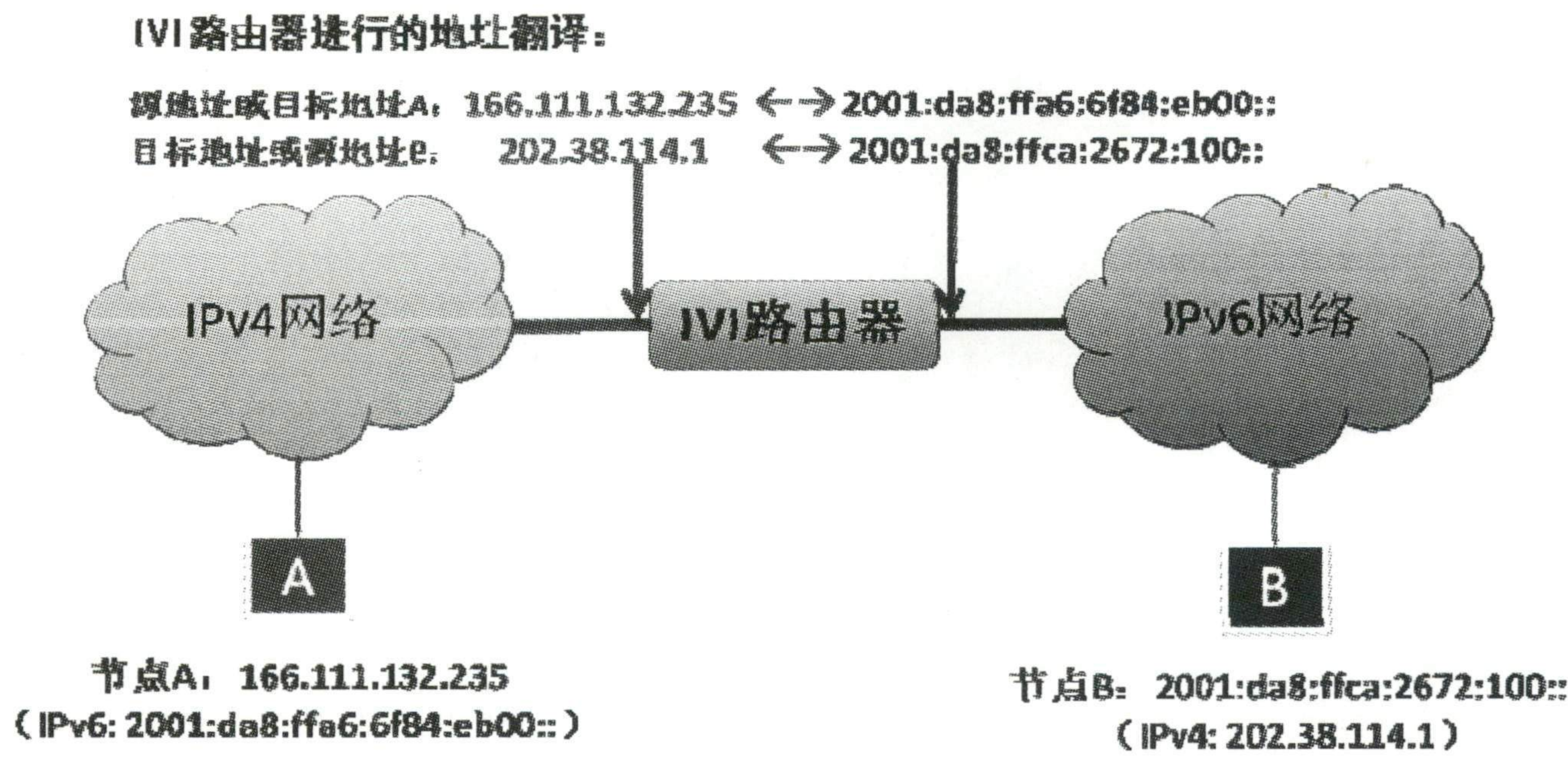


图3 IVI 机制示例

如图3所示，IPv4互联网经过IVI路由器连接到一个IPv6骨干网上，同时有一个IPv4接入网也通过IVI路由器连接到该IPv6网络。一个IPv6接入网中的节点具有IVI兼容IPv6地址2001:da8:ffca:2672:100::，此地址映射对应的IPv4是202.38.114.1。因此，IPv4互联网中具有地址166.111.132.235的节点A即可通过202.38.114.1这个IPv4地址访问到处于IPv6接入网的节点B。而在节点B看来，节点A是具有IPv6地址2001:da8:ffa6:6f84:eb00::的IPv6节点。

需要注意的是，节点A的IVI兼容IPv6地址以及节点B的IPv6地址，都可以聚类到IPv6骨干网的/32前缀内。IVI在实现使用不同版本IP协议的节点互访的同时，并没有对IPv6路由添加新的元素或造成影响。

该示例仅作为IVI技术应用的简单示意，域名、动态地址分配、路由配置等不在本标准中规定。

8 可扩展性

IVI不需要更改所有路由器，也不需要节点进行任何更改或设置的调整，只需要将连接IPv4网络和IPv6网络的边界路由器功能扩展为IVI路由器，且IVI路由器运行过程中不会因为IVI机制进行状态维护，因此具有较高的可扩展性。

9 安全考虑

本标准规定了IPv4-IPv6过渡中IPv4网络和IPv6网络互连互通的IVI机制。其中单独涉及IPv4和IPv6部分的安全考虑，由IPv4和IPv6各自相关标准和技术文档规定和说明。

IVI路由器作为IVI机制的实现设备，需要进行地址映射和协议翻译。但由于IVI机制的无状态设计，IVI路由器不需要进行资源分配和状态维护，因此具有较小的负载，并具有一定抗DDOS攻击的能力。此外，由于地址映射和协议翻译规则固定且较为简单，因此如果采用硬件实现，将进一步增强IVI路由器的抗攻击能力。

广东省网络空间安全协会受控资料

中华人民共和国
通信行业标准
基于无状态地址映射的 IPv4 与 IPv6 网络互联互通技术 (IVI)
概述和基本地址映射
YD/T 2810-2015

*

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 2015 年 12 月第 1 版
印张: 0.75 2015 年 12 月北京第 1 次印刷
字数: 16 千字

15115 • 675

定价: 10 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010)81055492