

修订记录

本页不打印

课程编码	适用产品	产品版本	课程版本

作者/工号	时间	审核人/工号	新开发/优化
丁毅/dwx66270	2020.03.03	何军建/HWX580230	
	2020.06.13	朱仕耿/00261992	





IPv6概述



前言

- IPv4协议是目前广泛部署的因特网协议。在因特网发展初期，IPv4以其协议简单、易于实现、互操作性好的优势而得到快速发展。但随着因特网的迅猛发展，IPv4设计的不足也日益明显，IPv6的出现，解决了IPv4的一些弊端。
- IPv6（Internet Protocol Version 6）也被称为IPng（IP Next Generation）。它是Internet工程任务组IETF（Internet Engineering Task Force）设计的一套规范，是IPv4（Internet Protocol Version 4）的升级版本。
- 本课程将介绍IPv6的基本概念、IPv6地址分类、IPv6报文格式等。



目标

- 学完本课程后，您将能够：
 - 描述IPv6的发展现状
 - 阐明IPv6相较于IPv4的优势
 - 描述IPv6的基本概念
 - 描述IPv6报文头部的格式
 - 描述IPv6地址格式和地址类型
 - 实现IPv6地址以及IPv6路由的简单配置



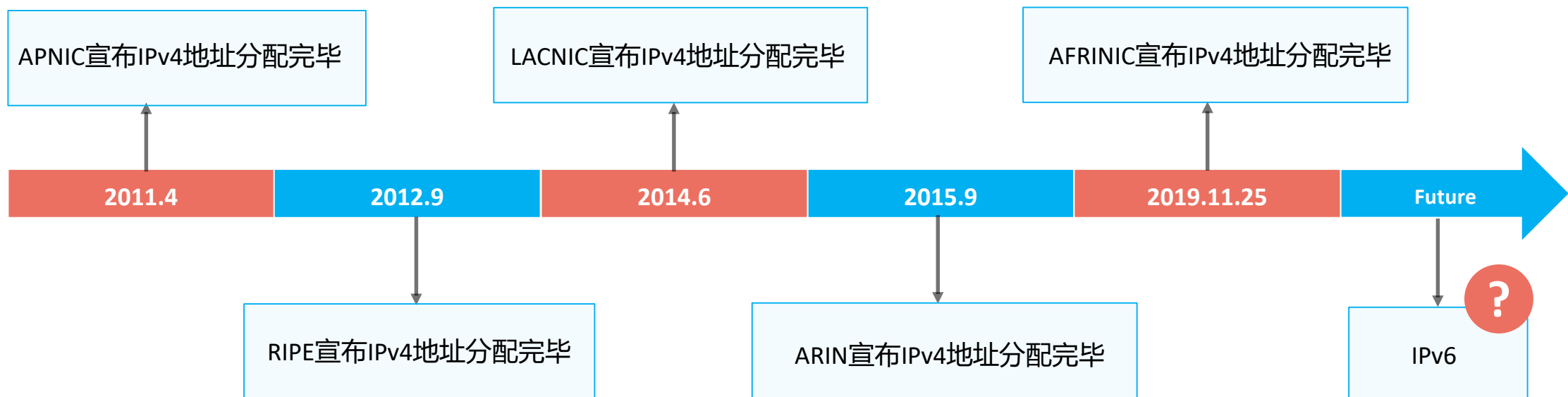
目录

- 1. IPv6概述**
2. IPv6地址介绍
3. IPv6报文结构
4. IPv6基础配置



IPv4现状

2011年2月3日，IANA（Internet Assigned Numbers Authority，因特网地址分配组织）宣布将其最后的468万个IPv4地址平均分配到全球5个RIR（Regional Internet Registry，区域互联网注册管理机构），此后IANA再没有可分配的IPv4地址。





全球IPv6发展现状

全球IPv6部署率显著增长

截止到2019年10月，综合IPv6部署率在30%以上的国家或地区占了全球地图面积
一半以上

全球IPv6用户数量猛增

根据Google网站监测，至2019年9月，使用IPv6访问Google网站的用户占总用户最高
已超过30%
相比2018年涨幅**35.3%**

主流软件、服务IPv6支持度提高

- 截止到2019年10月10日，全球所有网站中有14.6%的网站支持IPv6访问，排名前100万的网站中有19.2%，排名前1000的网站IPv6支持率接近30%。
- 全球主要的云服务商和CDN运营商Cloudflare、阿卡迈、微软云服务、亚马逊云服务等均已支持IPv6。
- 面向大众用户的操作系统Windows、MacOS已支持IPv6。

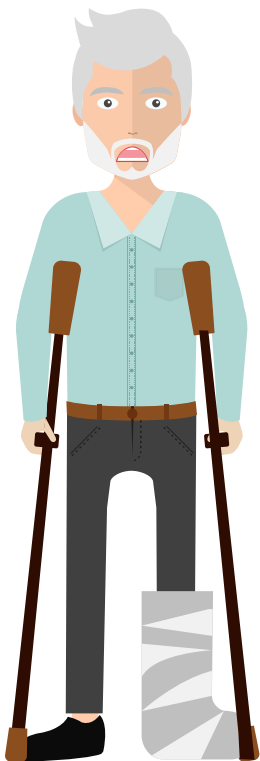
全球网络及域名系统IPv6部署情况

截至2019年10月，在全球1527个顶级域中，有1505个支持IPv6，
占总量的**98.6%**



Why IPv6 ?

IPv4



公网地址枯竭

包头设计不合理

路由表过大，查表效率低

对ARP的依赖，导致广播泛滥

.....

VS

IPv6

“无限”地址

地址层次化分配

即插即用

简化的报文头部

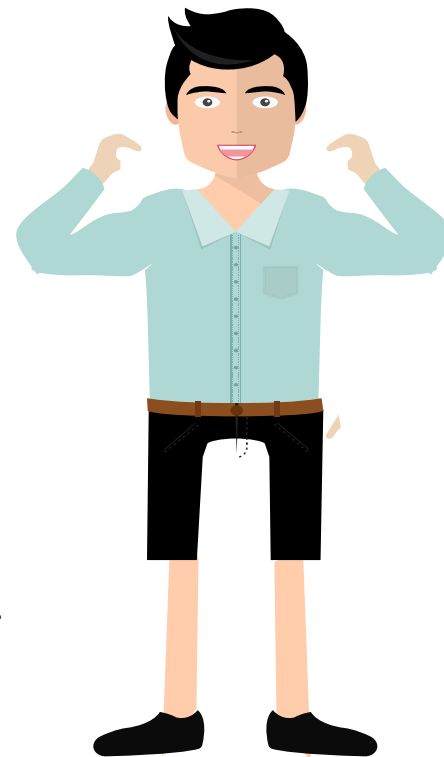
IPv6安全特性

保证端到端通信完整性

对移动性的支持

增强的QoS特性

.....





IPv6优势

“无限”地址空间

地址长度为128bit，海量的地址空间，满足物联网等新兴业务、有利于业务演进及扩展。

层次化的地址结构

相较于IPv4地址，IPv6地址的分配更加规范，利于路由聚合（缩减IPv6路由表规模）、路由快速查询。

即插即用

IPv6支持无状态地址自动配置（SLAAC），终端接入更简单。

简化的报文头部

简化报文头，提高效率；通过扩展包头支持新应用，利于路由器等网络设备的转发处理，降低投资成本。

安全特性

IPsec、真实源地址认证等保证端到端安全；避免NAT破坏端到端通信的完整性。

移动性

对移动网络实时通信有较大改进，整个移动网络性能有比较大的提升。

增强的QoS特性

额外定义了流标签字段，可为应用程序或者终端所用，针对特殊的服务和数据流，分配特定的资源。



IPv6过渡技术简介 (1)

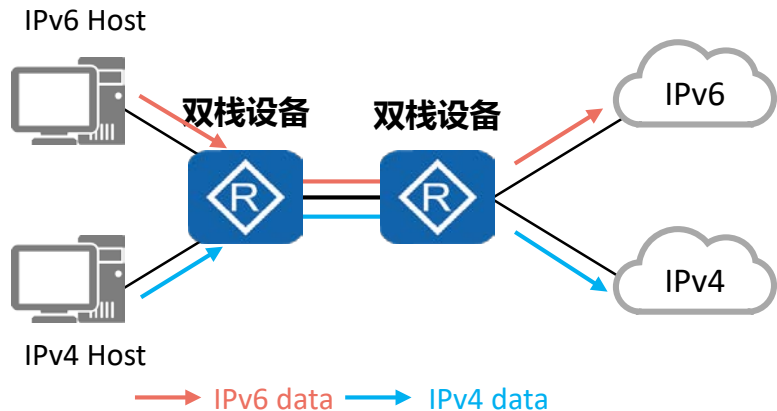
- 由于NAT技术的应用，缓解了IPv4地址不足产生的问题，但是部署IPv6是解决IPv4地址不足的最终方案。当前世界上不同地区对部署IPv6的需求强烈程度不一，且当前IPv4网络仍然占主流地位，因此短时间内IPv6和IPv4将会共存。
- IPv4网络演变为IPv6网络主要有以下三种技术：
 - 双栈技术：在一台设备上同时启用IPv4协议栈和IPv6协议栈的技术。
 - 隧道技术：将一种协议的数据封装在另一种协议中的技术。
 - 转换技术：将IPv6地址和IPv4地址进行转换的一种技术。
- 没有最好的过渡技术方案，没有任何一种技术方案能够解决所有问题，通常是多种技术组合成不同的过渡方案，满足不同的网络访问场景。



IPv6过渡技术简介 (2)

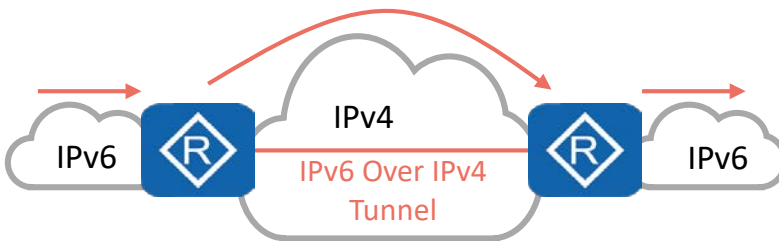
IPv4/IPv6双栈

- 设备支持IPv4/IPv6，IPv4及IPv6在网络中独立部署，在一段时间内并存。对现有IPv4业务影响较小。
- 演进方案相对简单、易理解。网络规划设计工作量相对更少。
- 现有软硬件（网络设备、终端、操作系统等）已经有很大一部分支持双栈，甚至默认使能IPv6，可直接使用。
- 对设备的硬件/软件有要求，设备需支持双栈。



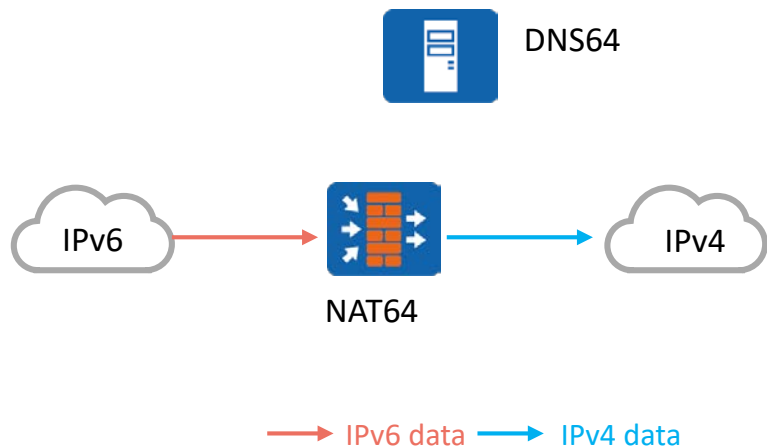
隧道技术

- 将IPv4流量封装在IPv6隧道中，或者将IPv6流量封装在IPv4隧道中。
- 适用于在IPv4传输网络中实现IPv6孤岛之间的互通，或者在IPv6传输网络中实现IPv4孤岛之间的互通。
- 部署隧道技术的设备（一般是隧道端点）需支持双栈及相应的隧道技术。
- 仅适用于实现孤岛互通的临时状态，并不适用于长期、稳定的业务形态。



转换技术

- 将IPv4流量转换成IPv6（主要是IP头部的改写），反之亦然。
- 适用于纯IPv4网络与纯IPv6网络之间的通信，反之亦然。
- 破坏了端到端连接的完整性。需针对特殊应用提供ALG功能。
- 网络管理/审计变得复杂。
- 需在网络中部署网络层协议转换（NAT）设备、DNS设备。





IPv6路由协议简介

OSPFv3

1. 基于链路运行，单链路支持多实例。
2. 取消LSA头部IP地址信息，实现与网络层协议解耦。
3. LSA内新定义泛洪范围字段，支持未知LSA的处理。
4. 新增LSA支持IPv6路由发布。

IS-IS for IPv6

1. **不是新协议或新版本，仅是原有协议上做了简单扩展，IS-IS路由器和IS-IS路由器可以实现互通。**
2. 新增1种NLPID（网络层协议标识）宣告自身支持IPv6。
3. 新增2种TLV，支持宣告IPv6网络可达性和接口IPv6地址信息。

BGP4+

1. **不是新协议或新版本，只需在MP-BGP（BGP多协议）架构上支持IPv6地址族，BGP4+路由器和BGP4路由器可以实现互通。**
2. 新添2种NLRI（网络层可达信息），支持发布IPv6可达路由及下一跳信息，支持撤销不可达路由。

PIM

1. PIM协议本义即为协议无关组播，PIM真正版本号仍为PIMv2。
2. 唯一区别在于协议报文地址及组播数据报文地址均使用IPv6地址。

版本未变，简单扩展



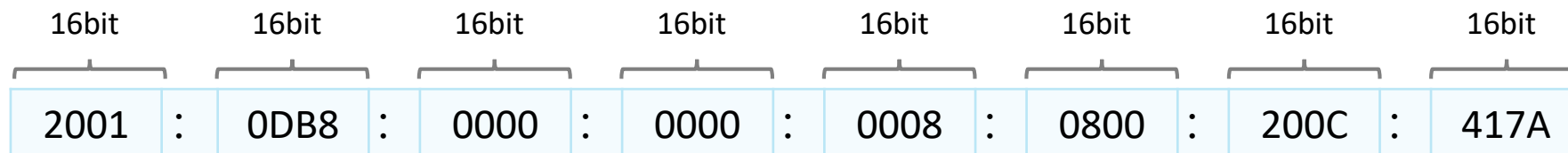
目录

1. IPv6概述
- 2. IPv6地址介绍**
 - **IPv6地址概述**
 - IPv6地址类型
 - IPv6地址规划举例
3. IPv6报文结构
4. IPv6基础配置



IPv6地址

- IPv6地址的长度为128bit。一般用冒号分割为8段，每一段16bit，每一段内用十六进制表示。



IPv6地址中的字母大小写不敏感，例如A等同于a。

- 与IPv4地址类似，IPv6也用“IPv6地址/掩码长度”的方式来表示IPv6地址。

IPv6地址: 2001:0DB8:2345:CD30:1230:4567:89AB:CDEF/64



地址空间

- 为什么IPv6协议的地址长度是128bit?
 - CPU处理字长发展至今分别经历了4bit、8bit、16bit、32bit、64bit等，当数据能用2的指数幂字长的二进制数表示时，CPU对数值的处理效率最高。
 - IPv4地址长度为32bit，原因之一就是当时互联网上的主机CPU字长为32bit。从处理效率和未来网络扩展性上考虑，将IPv6的地址长度定为128bit是十分合适的。
- IPv6的128bit地址是一个什么概念?
 - IPv4有 (2^{32}) = 4,294,967,296个地址。
 - IPv6有 ($2^{128} = 2^{96} \times 2^{32}$) = 340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456个地址(340万亿万亿万亿个地址)，相当于地球表面每平方米可以分配到67万亿个地址。
 - 夸张的说，地球上每一粒沙子都可以分配到一个IPv6地址。



IPv6地址格式

IPv6地址格式

首选格式

- 冒号分割为8段，每一段16bit，每一段内用十六进制表示。
- 用“IPv6地址/掩码长度”的方式来表示。
- 例如：2001:0DB8:0000:0001:0000:0000:0000:45ff/64。

压缩格式

- 每段前导0可以省略，但是如果该段为全0，则至少保留一个“0”字符；拖尾的0不能被省略。
- 一个或多个连续的段为全0时，可用“::”表示，整个IPv6地址缩写中只允许有一个“::”。
- 例如：2001:DB8:0:1::45ff/64。

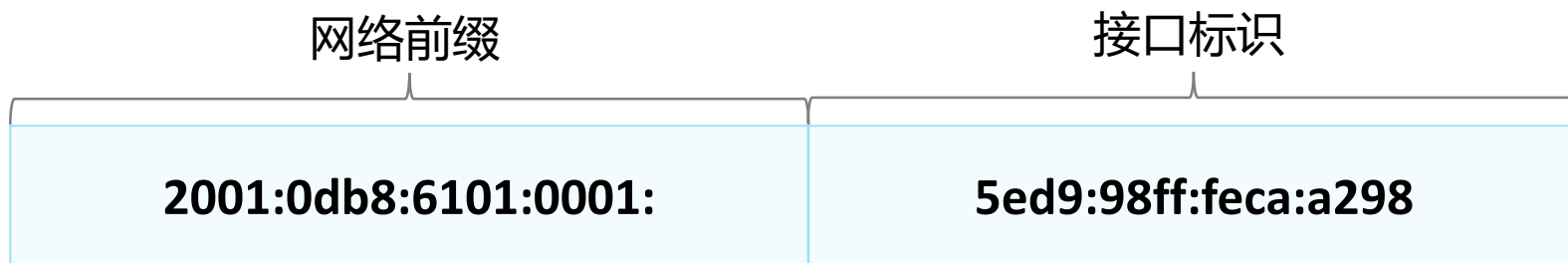
内嵌IPv4地址的格式

- 地址的前96bit为IPv6地址格式，后32bit为IPv4地址格式。
- IPv6部分可采用首选或压缩格式，IPv4部分采用点分十进制格式。
- 例如：0:0:0:0:0:0:166.168.1.2/64。



IPv6地址结构

- 一个IPv6地址可以分为如下两部分：
 - 网络前缀：nbit，相当于IPv4地址中的网络ID。
 - 接口标识：(128-n) bit，相当于IPv4地址中的主机ID。
- IPv6单播地址示例：2001:0DB8:6101:0001:5ED9:98FF:FECA:A298/64。





IPv6地址前缀

- 鉴于IPv4地址在规划和分配上的局限性， IETF对IPv6地址类型进行了精细划分，不同类型的IPv6地址被赋予了不同的前缀，且受地址分配机构的严格管理。
- 现阶段，常用的IPv6地址或前缀有：

IPv6地址或前缀	含义
2001::/16	用于IPv6 Internet，类似于IPv4公网地址
2002::/16	用于6to4隧道
FE80::/10	链路本地地址前缀，用于本地链路范围内的通信
FF00::/8	组播地址前缀，用于IPv6组播
::/128	未指定地址，类似于IPv4中的0.0.0.0
::1/128	环回地址，类似于IPv4中的127.0.0.1
...	...



IPv6地址接口标识

- 接口ID可通过三种方式生成：手工配置、系统自动生成，或基于IEEE EUI-64规范生成。
- 其中，基于IEEE EUI-64规范自动生成接口ID的方式最为常用，该方式将接口的MAC地址转换为IPv6接口标识。

MAC地址 (16进制)

08-70-5A-90-1A-01

MAC地址 (2进制)

第7bit=0表示该MAC地址是全局管理地址

00001000 - 01110000 - 01011010 - 10010000 - 00011010 - 00000001

2 第7bit取反

00001000 - 01110000 - 01011010 - 11111111 - 11111110 - 10010000 - 00011010 - 00000001

在这个位置插入FFFE

00001010 - 01110000 - 01011010 - 11111111 - 11111110 - 10010000 - 00011010 - 00000001

EUI-64规范的接口ID

0A - 70 - 5A - FF - FE - 90 - 1A - 01

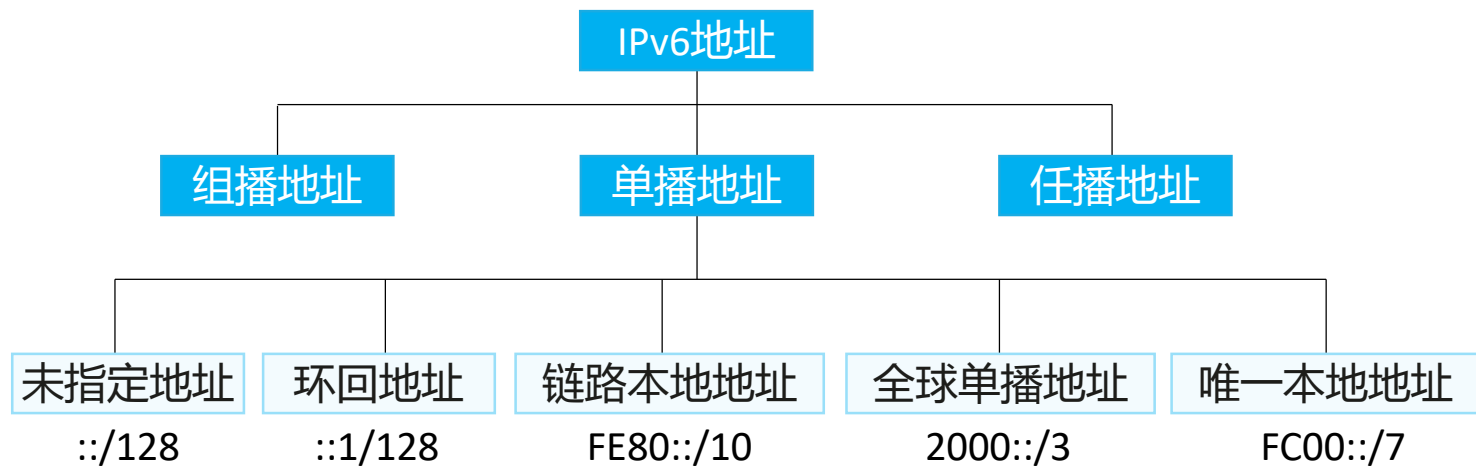


目录

1. IPv6概述
- 2. IPv6地址介绍**
 - IPv6地址概述
 - **IPv6地址类型**
 - IPv6地址规划举例
3. IPv6报文结构
4. IPv6基础配置



IPv6地址类型

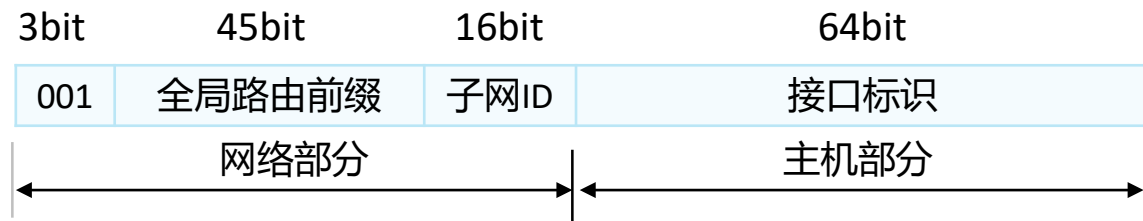


- **单播地址 (Unicast Address)**：标识一个接口，目的地址为单播地址的报文会被送到被标识的接口。在IPv6中，一个接口拥有多个IPv6地址是非常常见的现象。
- **组播地址 (Multicast Address)**：标识多个接口，目的地址为组播地址的报文会被送到被标识的所有接口。只有加入相应组播组的设备接口才会侦听发往该组播地址的报文。
- **任播地址 (Anycast Address)**：任播地址标识一组网络接口（通常属于不同的节点）。目标地址是任播地址的数据包将发送给其中路由意义上最近的一个网络接口。
- **IPv6没有定义广播地址 (Broadcast Address)**

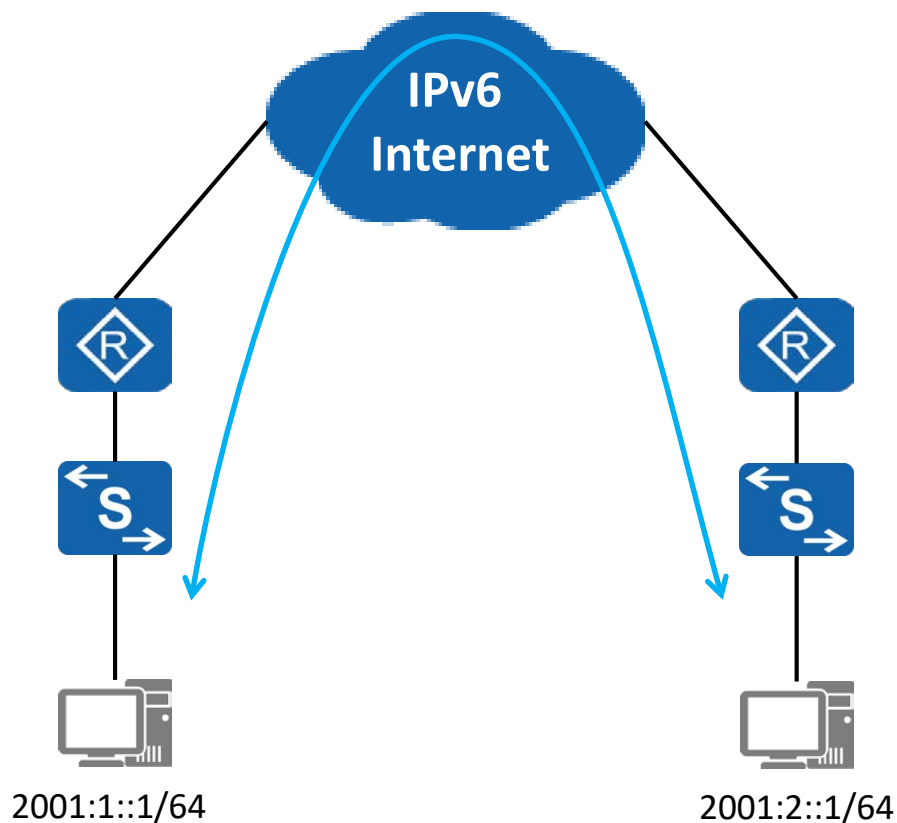


IPv6常见单播地址 - GUA

GUA（Global Unicast Address，全球单播地址），也被称为可聚合全球单播地址。该类地址全球唯一，用于需要有互联网访问需求的主机，相当于IPv4的公网地址。



- 全局路由前缀：由提供商指定给一个组织机构，一般至少为48bit。
- 子网ID：组织机构根据自身网络需求划分子网。
- 接口标识：用来标识一个设备的接口。



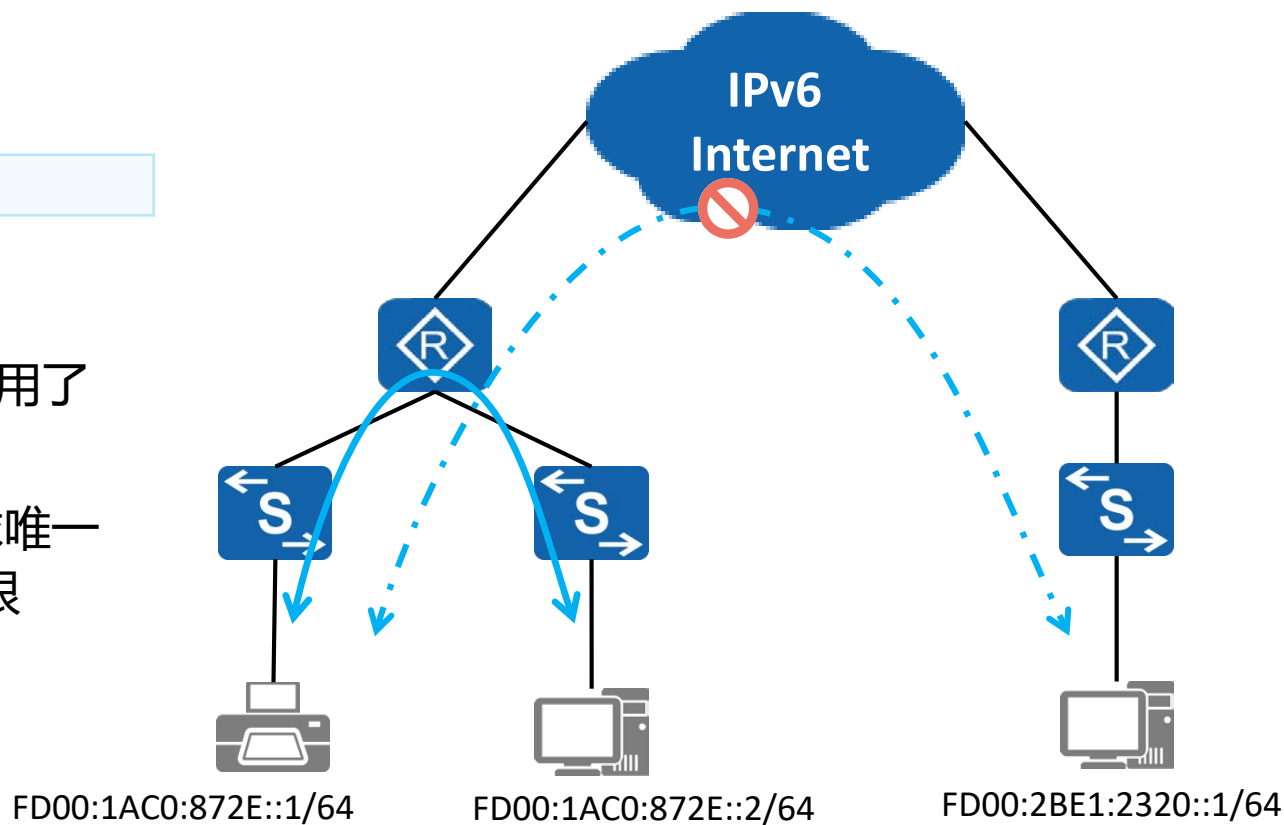


IPv6常见单播地址 - ULA

ULA (Unique Local Address, 唯一本地地址) 是IPv6私网地址, 只能够在内网中使用。该地址空间在IPv6公网中不可被路由, 因此不能直接访问公网。

8bit	40bit	16bit	64bit
1111 1101	Global ID	子网ID	接口标识
随机产生			

- 唯一本地地址使用FC00::/7地址块, 目前仅使用了FD00::/8地址段。FC00::/8预留为以后拓展用。
- ULA虽然只在有限范围内有效, 但也具有全球唯一的前缀 (虽然随机方式产生, 但是冲突概率很低)。



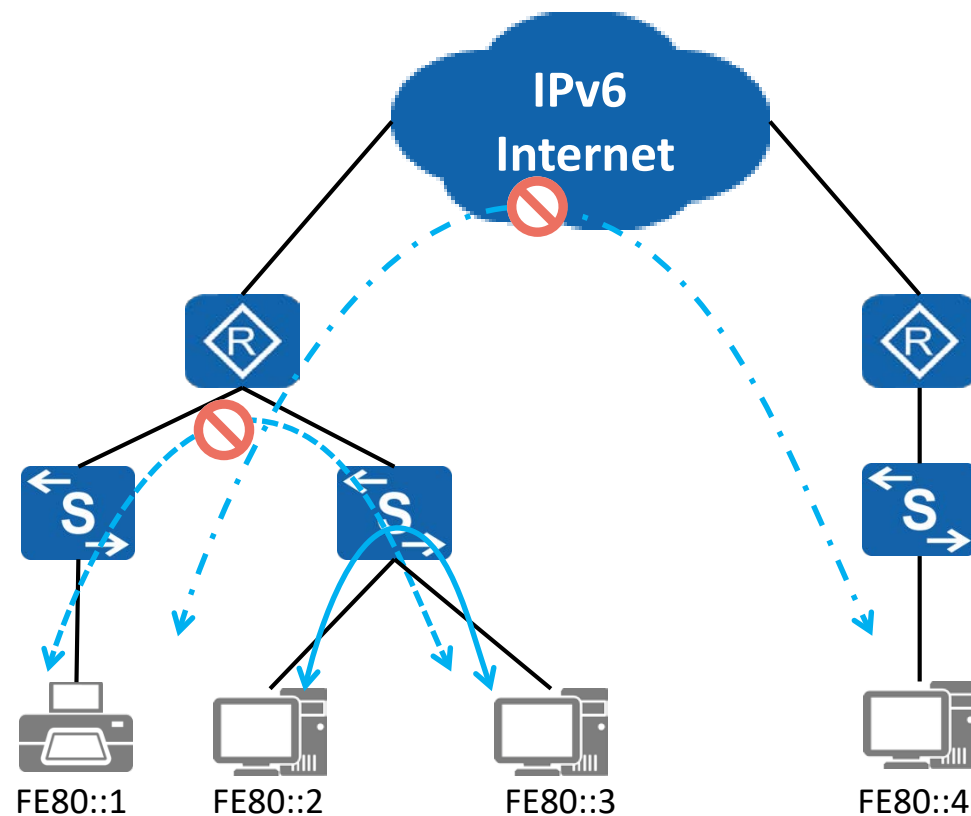


IPv6常见单播地址 - LLA

LLA（Link-Local Address，链路本地地址）是IPv6中另一种应用范围受限制的地址类型。LLA的有效范围是本地链路，前缀为FE80::/10。

10bit	54bit	64bit
1111 1110 10	0	接口标识
固定为0		

- LLA用于一条单一链路层面的通信，例如IPv6地址无状态自动配置、IPv6邻居发现等。
- 源或目的IPv6地址为链路本地地址的数据包将不会被转发到始发的链路之外，换句话说，链路本地地址的有效范围为本地链路。
- 每一个IPv6接口都必须具备一个链路本地地址。华为设备支持自动生成和手工指定两种配置方式。





IPv6组播地址

IPv6组播地址标识某个组，目的为组播地址的报文会被送到该组播组内的成员。组播地址由前缀（FF::/8），标志（Flag）字段、范围（Scope）字段以及组播组ID（Group ID）4个部分组成。

8bit	4bit	4bit	80bit	32bit
11111111	Flags	Scope	Reserved（必须为0）	Group ID

- **Flags**

- 用来表示永久或临时组播地址
 - 0000表示永久组播地址
 - 0001表示临时组播地址

- **Scope**

- 表示组播组的范围

- **Group ID**

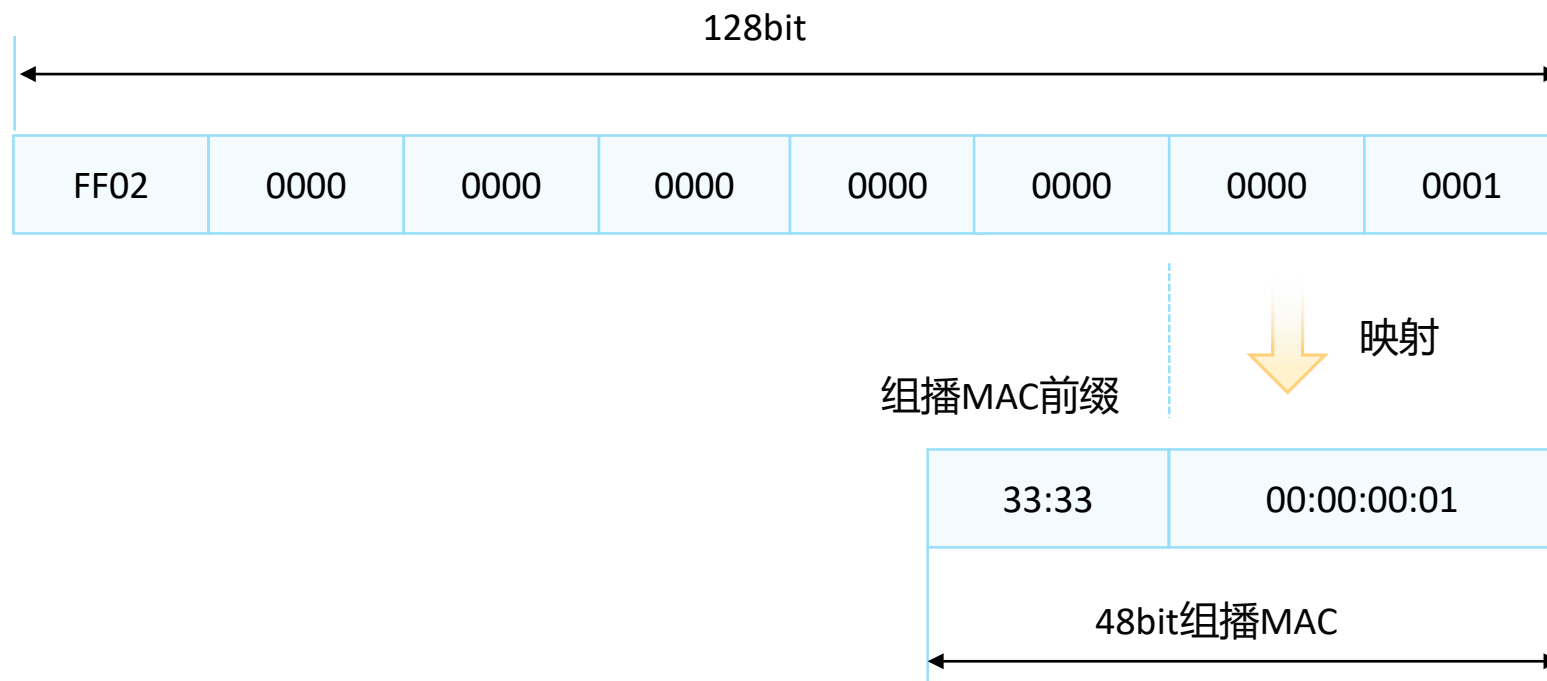
- 组播组ID

0：预留；
1：节点本地范围；单个接口有效，仅用于Loopback通讯
2：链路本地范围；例如FF02::1
5：站点本地范围；
8：组织本地范围；
E：全球范围；
F：预留。



IPv6组播MAC

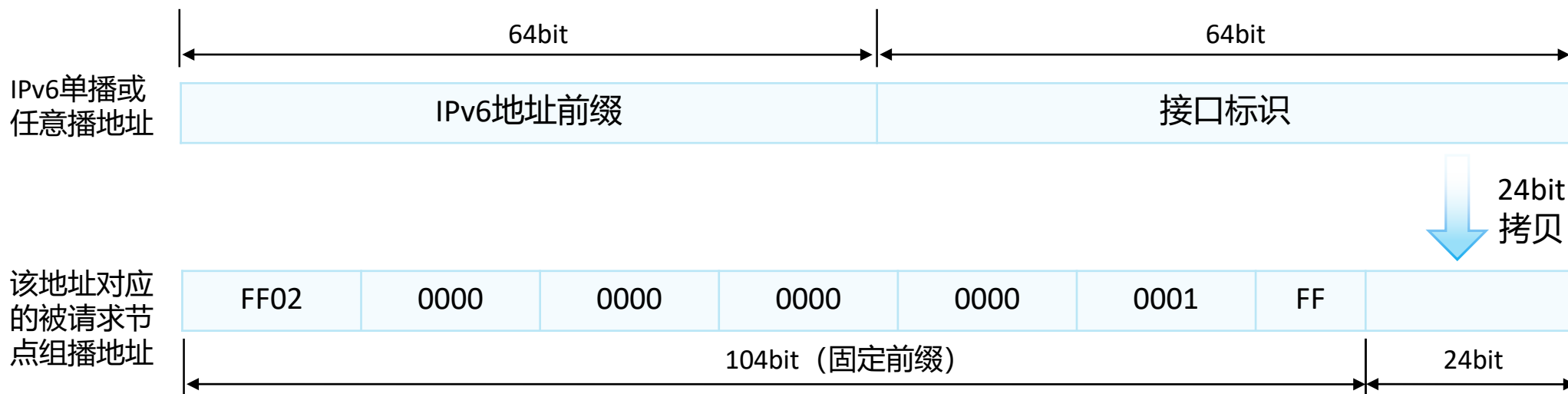
- 组播IPv6报文的目的IP为组播IPv6地址，同样，目的MAC为组播MAC地址。
- 组播MAC的前16bit为“33:33”，是专门为IPv6组播预留的MAC地址前缀。后32bit从组播IPv6地址的后32bit直接映射而来。





被请求节点组播地址

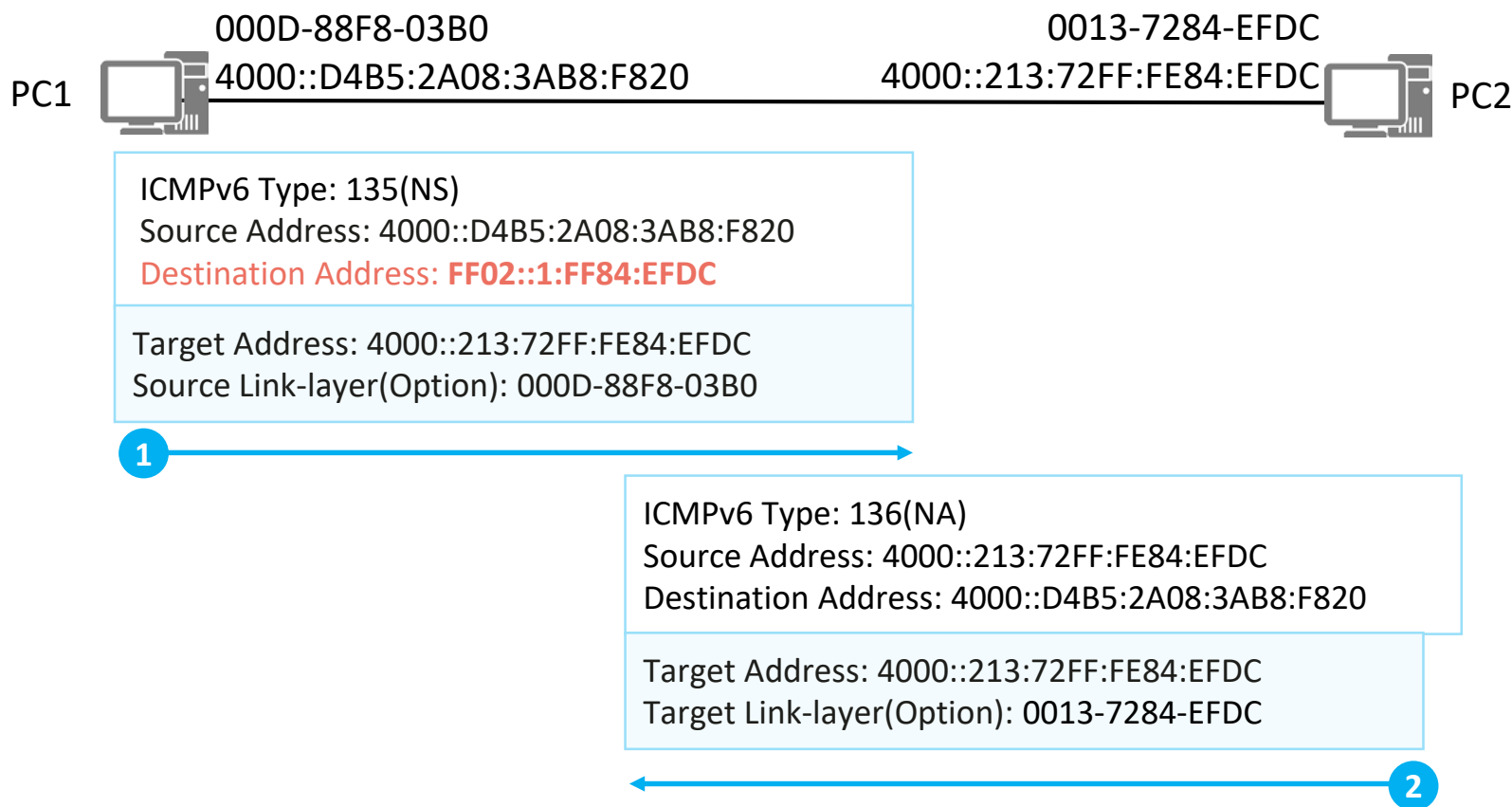
当一个节点具有了单播或任播地址，就会对应生成一个被请求节点组播地址，并且加入这个组播组。该地址主要用于邻居发现机制和地址重复检测功能。被请求节点组播地址的有效范围为本地链路范围。





被请求节点组播地址 - 示例

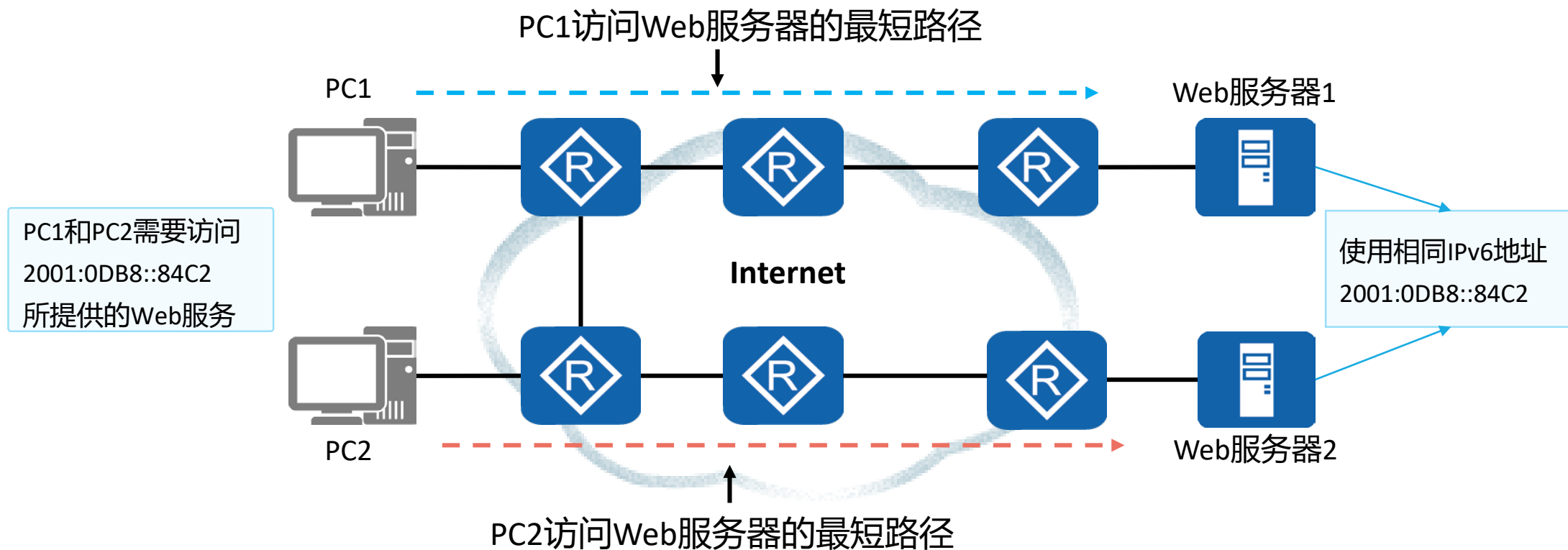
PC1发送数据至PC2前，首先需要获取其MAC地址。PC1将发起类似IPv4中ARP的解析流程，IPv6使用ICMPv6的NS及NA报文来实现地址解析过程，NS报文的目的IPv6地址为目标IPv6单播地址对应的被请求节点组播地址。





IPv6任播地址

任播地址标识一组网络接口（通常属于不同的节点）。任播地址可以作为IPv6报文的源地址，也可以作为目的地址。





IPv6地址和IPv4地址比较

	IPv4	IPv6
地址空间	2^{32}	2^{128}
表示方式	点分十进制	冒号隔开的十六进制
地址类型	单播、组播、广播	单播、组播、任播
其它	A、B、C等主类地址	IPv6中无此概念
	组播地址 (224.0.0.0/4)	IPv6组播地址 (FF00::/8)
	广播地址	IPv6中无此概念
	未指定的地址0.0.0.0/32	未指定的地址::/128
	环回地址127.0.0.0/8	环回地址是::1/128
	公网IP地址	全球单播地址
	私网IP地址 (10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12以及192.168.0.0/16)	唯一本地地址 (FD00::/8)
	APIPA地址 (169.254.0.0/16)	链路本地地址 (FE80::/10)

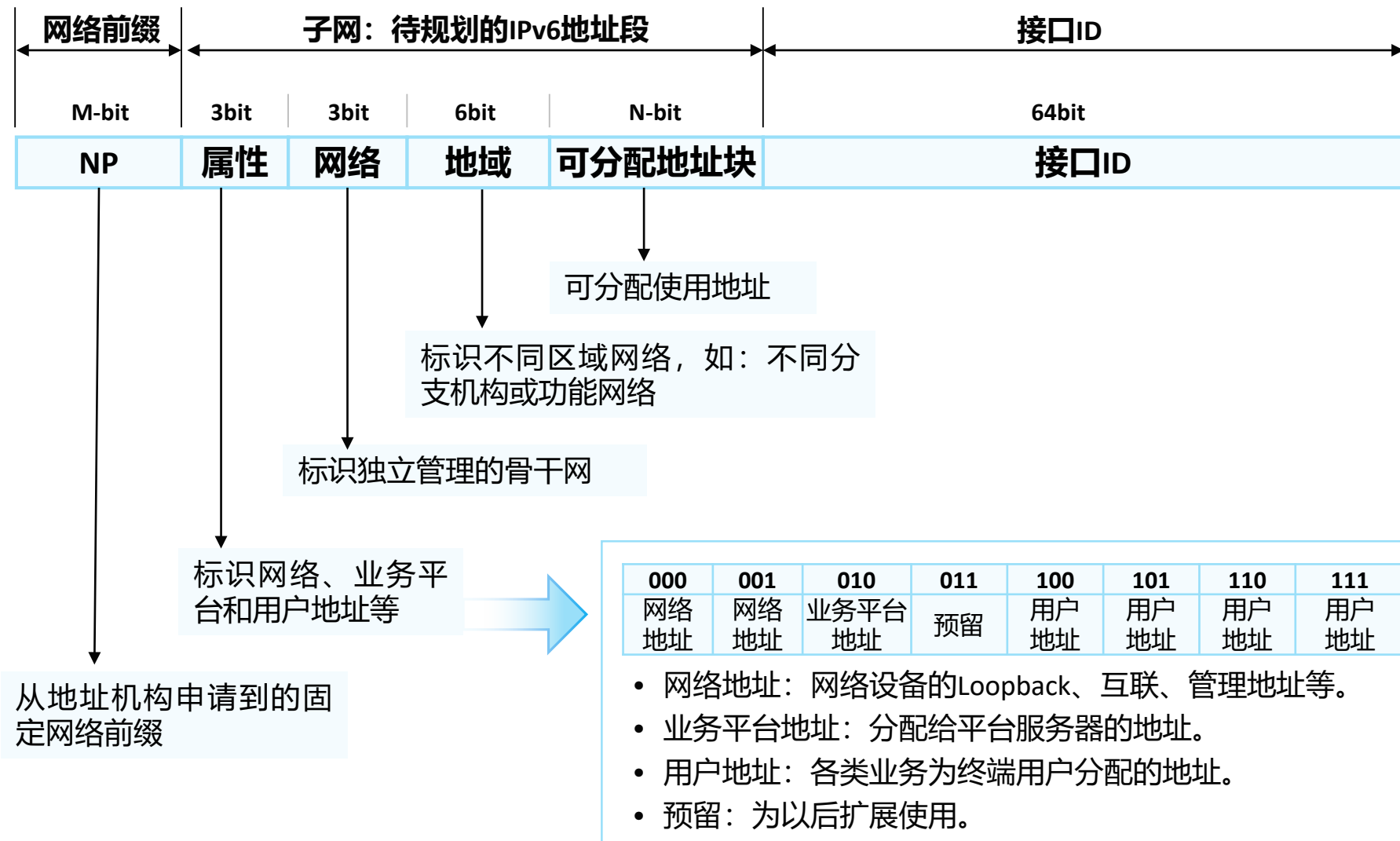


目录

1. IPv6概述
- 2. IPv6地址介绍**
 - IPv6地址概述
 - IPv6地址类型
 - **IPv6地址规划举例**
3. IPv6报文结构
4. IPv6基础配置



IPv6地址规划举例



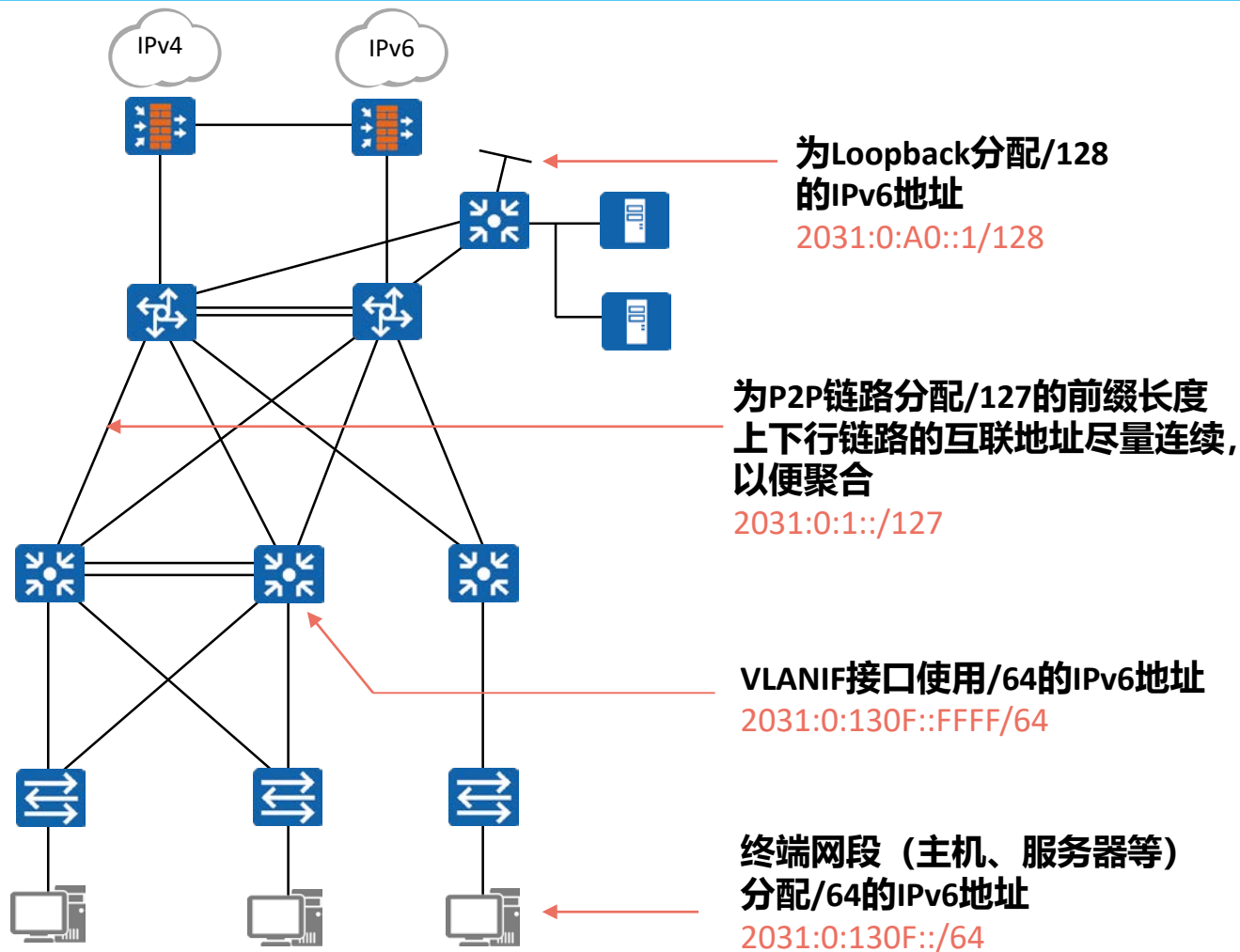


IPv6地址使用建议

地址规划要点

- 一般而言，ISP从地址分配机构获取的IPv6地址至少为/32前缀长度。企业用户获得的前缀长度往往为/48。
- 虽然IPv6地址空间巨大，但是在规划网络时，依然需要对地址进行合理规划。
- 确保IPv6地址的全网唯一性（除某些特殊的应用外，如anycast）。
- 确保IPv6地址规划的连续性、可聚合性、可扩展性。
- 业务地址：可在IPv6地址中规划适当bit用于承载业务信息、VLAN信息或位置信息，利于路由规划、QoS部署。
- 用户地址：考虑为不同业务类型的用户预留连续的地址段。通过特定bit确定用户类型、分布区域等。
- 建议为终端网段（用户主机、服务器等）分配/64的前缀长度。
- 建议为P2P链路分配/127的前缀长度。
- 建议为Loopback接口分配/128的前缀长度。

地址规划实践



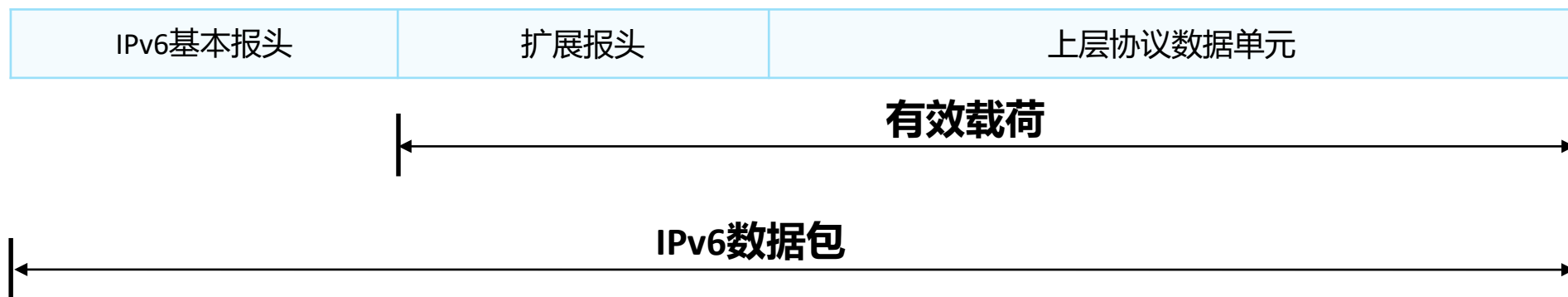


目录

1. IPv6概述
2. IPv6地址介绍
- 3. IPv6报文结构**
4. IPv6基础配置



IPv6报文构成



IPv6报文一般由三个部分组成：

- **基本报头：**提供报文转发的基本信息，路由器通过解析基本报头就能完成绝大多数的报文转发任务。
- **扩展报头：**提供一些扩展的报文转发信息，如分段、加密等，该部分不是必需的，也不是每个路由器都需要处理，仅当需要路由器或目的节点做某些特殊处理时，才由发送方添加一个或多个扩展头。
- **上层协议数据单元：**一般由上层协议报头和它的有效载荷构成，该部分与IPv4的上层协议数据单元相似。



IPv6基本报头

IPv4报头 (20Byte ~ 60Byte)

Version	IHL	ToS	Total Length	
Identification			Flags	Fragment Offset
TTL		Protocol	Header Checksum	
Source address				
Destination address				
Options				Padding

IPv6基本报头(40Byte)

Version	Traffic Class	Flow Label		
Payload Length			Next Header	Hop Limit
Source address				
Destination address				

IPv6头部相较于IPv4的改进

- **取消三层校验：**协议栈中二层和四层的已提供校验，因此IPv6直接取消了IP的三层校验，节省路由器处理资源。
- **取消中间节点的分片功能：**中间路由器不再处理分片，只在产生数据的源节点处理，省却中间路由器为处理分片而耗费的大量CPU资源。
- **定义定长的IPv6报头：**有利于硬件的快速处理，提高路由器转发效率。
- **安全选项的支持：**IPv6提供了对IPSec的完美支持，如此上层协议可以省去许多安全选项。
- **增加流标签：**提高QoS效率。

保留的字段

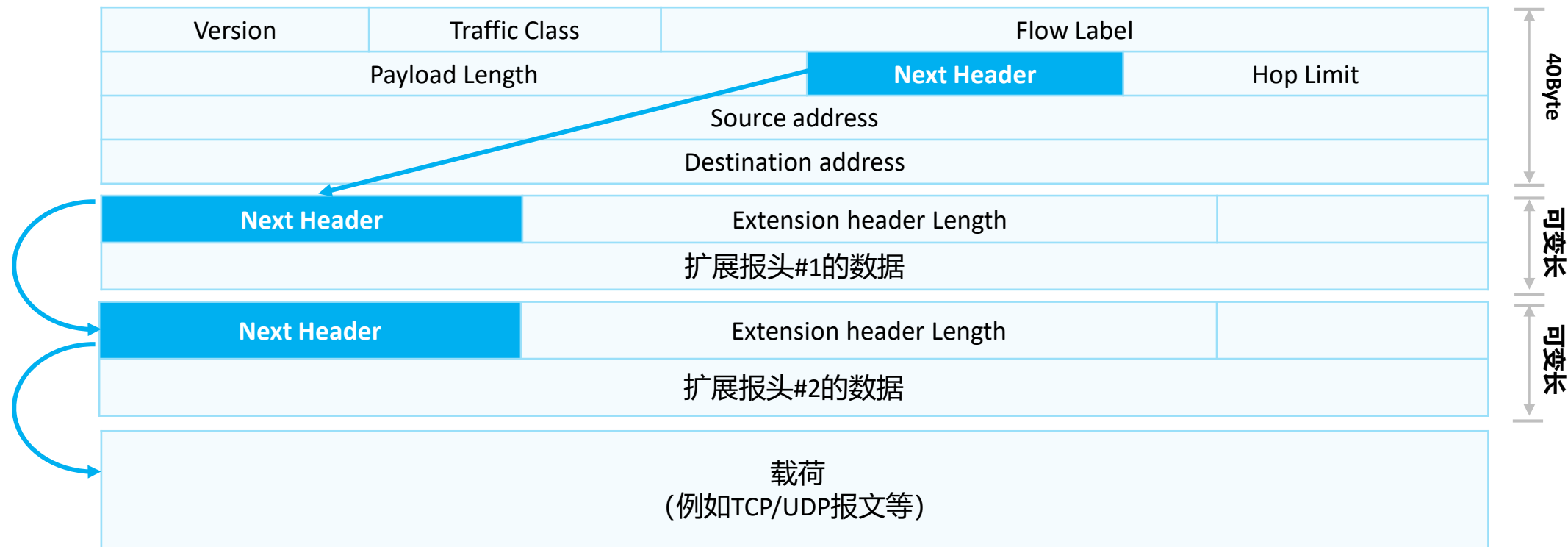
取消的字段

名字/位置变化

新增字段



IPv6扩展报头 (1)



- **Next Header:** 下一报头，长度为8bit。与基本报头的Next Header的作用相同。指明下一个扩展报头（如果存在）或上层协议的类型。
- **Extension Header Length:** 报头扩展长度，长度为8bit。表示扩展报头的长度（不包含Next Header字段）。
- **Extension Header Data:** 扩展报头数据，长度可变。扩展报头的内容，为一系列选项字段和填充字段的组合。



IPv6扩展报头 (2)

基本报头

逐跳选项报头

目的选项报头

路由报头

分段报头

认证报头

封装安全净载报头

目的选项报头

上层协议数据报文

扩展报头规约：

- 扩展报头必须按如左排列的顺序出现。
- 除目的选项报头外，每种扩展报头只能出现一次。
- 目的选项头最多出现2次，1次在路由报头之前，1次在上层协议数据报文之前，如果没有路由报头，则只能出现一次。
- 基本报头、扩展报头和上层协议数据报文的相互关系举例如下：

IPv6 Header Next Header = 6 (TCP)	TCP Segment		
IPv6 Header Next Header = 43 (Routing)	Routing Header Next Header = 6 (TCP)	TCP Segment	
IPv6 Header Next Header = 43 (Routing)	Routing Header Next Header = 44 (Fragment)	Fragment Header Next Header = 6 (TCP)	TCP Segment



目录

1. IPv6概述
2. IPv6地址介绍
3. IPv6报文结构
- 4. IPv6基础配置**



配置介绍 (1)

1. 使能设备的IPv6报文转发功能。

```
[<Huawei> system-view  
[Huawei] ipv6
```

2. 使能接口的IPv6功能。

```
[Huawei] interface interface-type interface-number  
[Huawei-GigabitEthernet1/0/0] ipv6 enable
```

3. 配置IPv6全球单播地址。

```
[Huawei-GigabitEthernet1/0/0] ipv6 address { ipv6-address prefix-length | ipv6-address/prefix-length }
```

每个接口下最多可配置10个全球单播地址。



配置介绍 (2)

1. 使能设备OSPFv3功能。

```
[<Huawei> system-view  
[Huawei] ospfv3 [ process-id ]
```

OSPFv3支持多进程，一台路由器上启动的多个OSPFv3进程之间由不同的进程号区分。OSPFv3进程号在启动OSPFv3时进行设置，它只在本地有效，不影响与其它路由器之间的报文交换。

2. 配置OSPFv3的Router ID。

```
[Huawei-ospfv3-1] router-id router-id
```

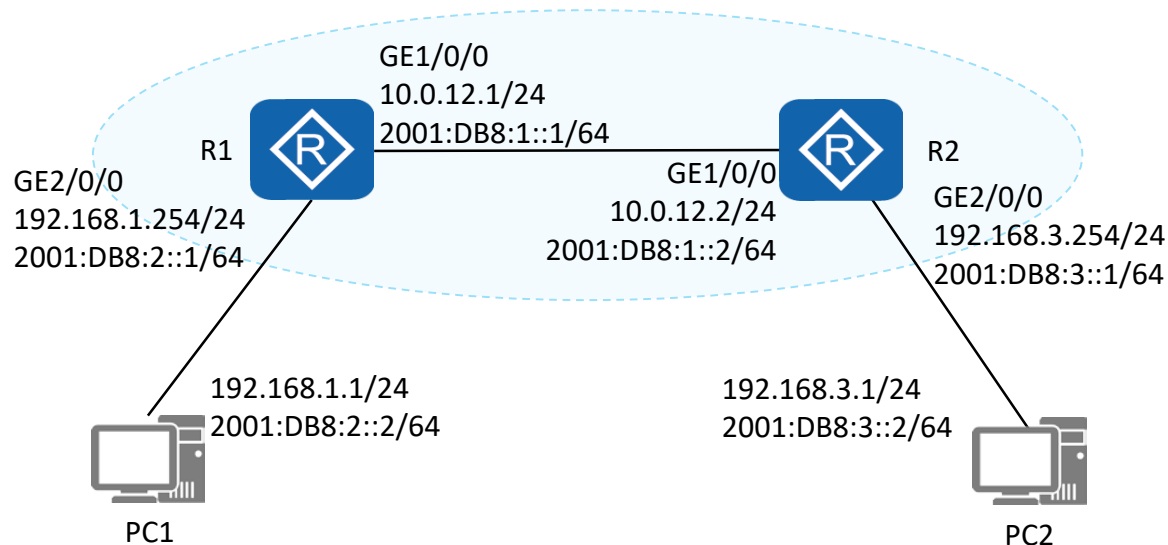
OSPFv3的Router ID必须手工配置，如果没有配置ID号，OSPFv3无法正常运行。

3. 在接口上使能OSPFv3的进程，并指定所属区域。

```
[Huawei] interface interface-type interface-number  
[Huawei-GigabitEthernet1/0/0] ospfv3 process-id area area-id
```



案例：配置一个双栈网络 (1)



配置需求：

- 配置R1、R2的接口IP地址。
- R1和R2分别配置OSPFv2和OSPFv3，实现PC1和PC2的双栈互访。

1. 在R1、R2全局和相关接口使能IPv6功能（以R1为例）。

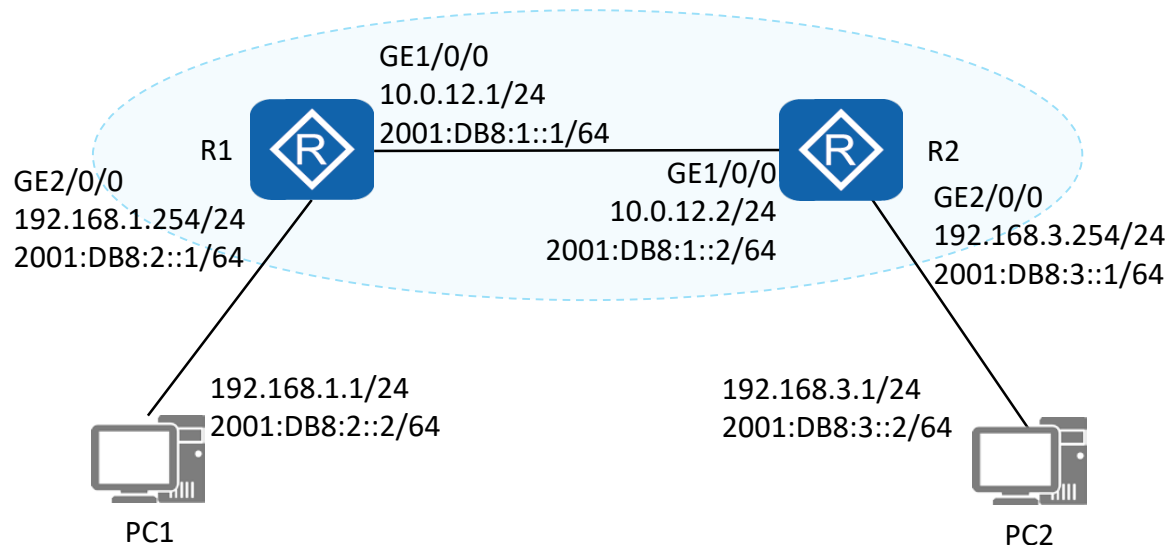
```
[R1]ipv6
[R1]interface GigabitEthernet 1/0/0
[R1-GigabitEthernet1/0/0]ipv6 enable
[R1]interface GigabitEthernet 2/0/0
[R1-GigabitEthernet2/0/0]ipv6 enable
```

2. 在PC、R1、R2相应接口配置IPv4和IPv6全球单播地址（以R1为例）。

```
[R1]interface GigabitEthernet 1/0/0
[R1-GigabitEthernet1/0/0]ip address 10.0.12.1 24
[R1-GigabitEthernet1/0/0]ipv6 address 2001:DB8:1::1 64
[R1]interface GigabitEthernet 2/0/0
[R1-GigabitEthernet2/0/0]ip address 192.168.1.254 24
[R1-GigabitEthernet2/0/0]ipv6 address 2001:DB8:2::1 64
```



案例：配置一个双栈网络 (2)



配置需求：

- 配置R1、R2的接口IP地址。
- R1和R2分别配置OSPFv2和OSPFv3，实现PC1和PC2的双栈互访。

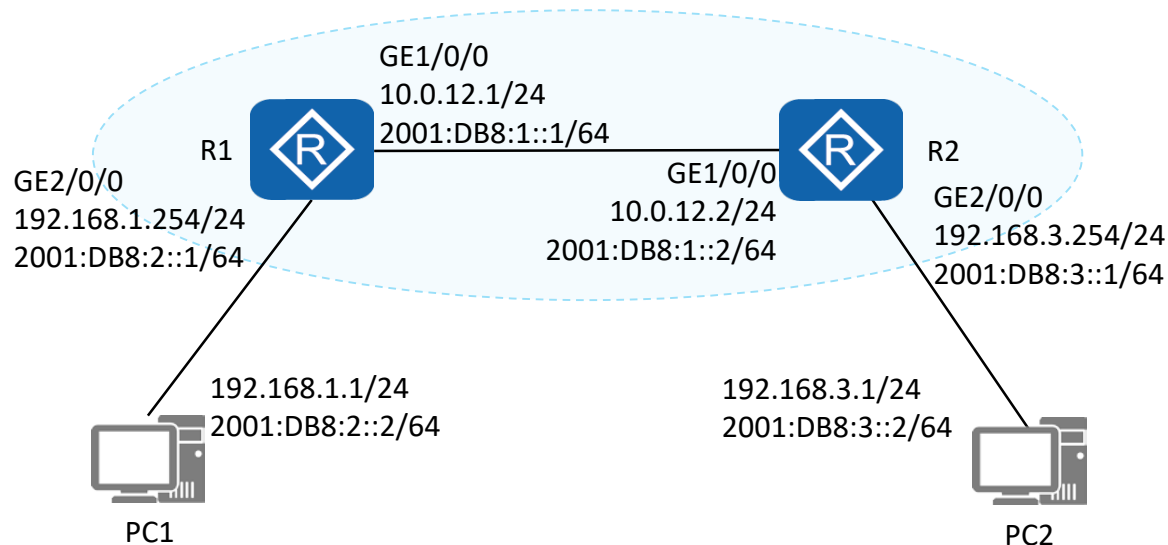
在R1、R2配置OSPFv2使得PC1和PC2可以通过IPv4网络通信。

```
[R1]ospf 1 router-id 10.0.1.1
[R1-ospf-1]area 0
[R1-ospf-1-area-0.0.0.0]network 10.0.12.0 0.0.0.255
[R1-ospf-1-area-0.0.0.0]network 192.168.1.0 0.0.0.255
[R1-ospf-1-area-0.0.0.0]quit
[R1-ospf-1]
```

```
[R2]ospf 1 router-id 10.0.2.2
[R2-ospf-1]area 0
[R2-ospf-1-area-0.0.0.0]network 10.0.12.0 0.0.0.255
[R2-ospf-1-area-0.0.0.0]network 192.168.3.0 0.0.0.255
[R2-ospf-1-area-0.0.0.0]quit
[R2-ospf-1]
```



案例：配置一个双栈网络 (3)



配置需求：

- 配置R1、R2的接口IP地址。
- R1和R2分别配置OSPFv2和OSPFv3，实现PC1和PC2的双栈互访。

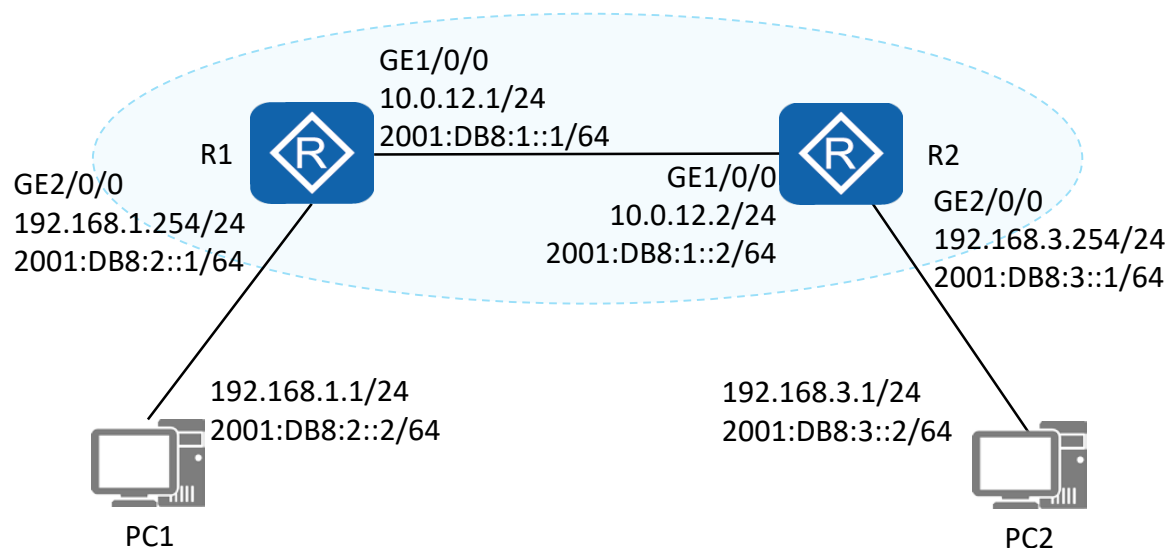
在R1、R2配置OSPFv3使得PC1和PC2可以通过IPv6网络通信。

```
[R1]ospfv3
[R1-ospfv3-1]router-id 10.0.1.1
[R1-ospfv3-1]quit
[R1]interface gigabitethernet1/0/0
[R1-gigabitethernet1/0/0]ospfv3 1 area 0
[R1]interface gigabitethernet2/0/0
[R1-gigabitethernet2/0/0]ospfv3 1 area 0
```

```
[R2]ospfv3
[R2-ospfv3-1]router-id 10.0.2.2
[R2-ospfv3-1]quit
[R2]interface gigabitethernet1/0/0
[R2-gigabitethernet1/0/0]ospfv3 1 area 0
[R2]interface gigabitethernet2/0/0
[R2-gigabitethernet2/0/0]ospfv3 1 area 0
```



配置验证



在R1上Ping PC1的IPv6地址（IPv4略）。

```
<R1>ping ipv6 2001:db88:2::2  
  
PING 2001:db88:2::2 : 56 data bytes, press CTRL_C to break  
  
Reply from 2001:DB88:2::2  
bytes=56 Sequence=1 hop limit=255 time = 40 ms  
  
Reply from 2001:DB88:2::2  
bytes=56 Sequence=2 hop limit=255 time = 10 ms
```

在PC1上Ping PC2的IPv6地址（IPv4略）。

```
PC1>ping 2001:db88:3::2  
  
Ping 2001:db88:3::2: 32 data bytes, Press Ctrl_C to break  
  
From 2001:db88:3::2: bytes=32 seq=1 hop limit=64 time<1 ms  
  
From 2001:db88:3::2: bytes=32 seq=2 hop limit=64 time=16 ms  
  
From 2001:db88:3::2: bytes=32 seq=3 hop limit=64 time=16 ms  
  
From 2001:db88:3::2: bytes=32 seq=4 hop limit=64 time<1 ms
```



思考题

1. （简答题）简述IPv6相比于IPv4的优点。
2. （简答题）简述IPv6报文头相比于IPv4的不同之处。



本章总结

- IPv6作为下一代互联网协议，具备了IPv4无法比拟的诸多优点，可以完美解决现阶段IPv4无法满足的业务发展的问题。
- IPv6不仅仅具有庞大的地址空间，除此以外，IPv6还简化了报文头，提升了路由器报文转发效率；IPv6地址易于划分与规划，便于路由聚合；IPv6可以实现即插即用，增强了QoS等等.....
- 通过版本升级（OSPFv3）或者协议扩展（IS-IS、BGP4+），使得在IPv4网络中常用的动态路由协议在IPv6网络中仍然可以使用。

The background of the slide features a blue-tinted image of several business professionals in a modern office environment. They are standing on a highly reflective floor, and their silhouettes are clearly visible against the lighter background. The overall aesthetic is professional and corporate.

谢谢

www.huawei.com