

IPv6基础



前言

- 20世纪80年代，IETF（Internet Engineering Task Force，因特网工程任务组）发布RFC791，即IPv4协议，标志IPv4正式标准化。
- 在此后的几十年间，IPv4协议成为最主流的协议之一。无数人在IPv4的基础上开发出了各种应用，并且对这个协议做了各种补充和增强，支撑起了今天繁荣的互联网。
- 然而，随着互联网的规模越来越大，以及5G、物联网等新兴技术的发展，IPv4面临的挑战越来越多。IPv6取代IPv4势在必行。
- 本课程描述了为什么需要从IPv4向IPv6进行演进，以及一些IPv6基础知识。

课程目标

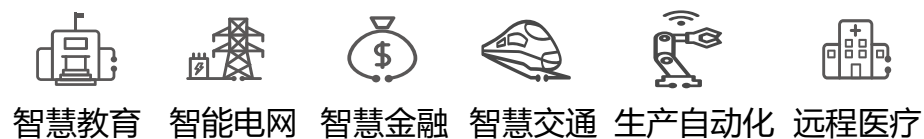
- 学完本课程后，您将能够：
 - 概括IPv6相较于IPv4的优势
 - 描述IPv6的基本概念
 - 描述IPv6报文头部格式并解析关键字段
 - 描述IPv6地址格式和地址类型
 - 掌握IPv6地址配置方法和过程

目录

1. IPv6概述
2. IPv6地址配置
3. 构建一个简单的IPv6网络

数据通信网络，千行百业数字化的基石

数据通信网络，千行百业数字化的基石



千行百业数字化应用



数据通信网络：数字世界的快递系统



海量终端

海量企业上云，催生IPv6+智能云网方案

网络安全



超融合数据中心



云广域网络

Ipv6+

云园区网络

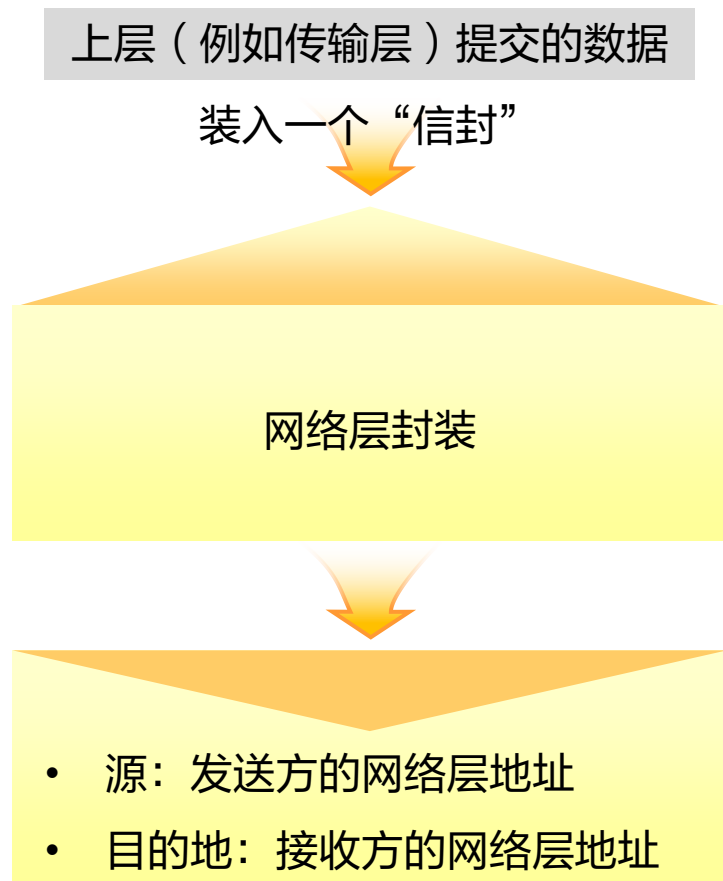


TCP/IP参考模型（对等模型）

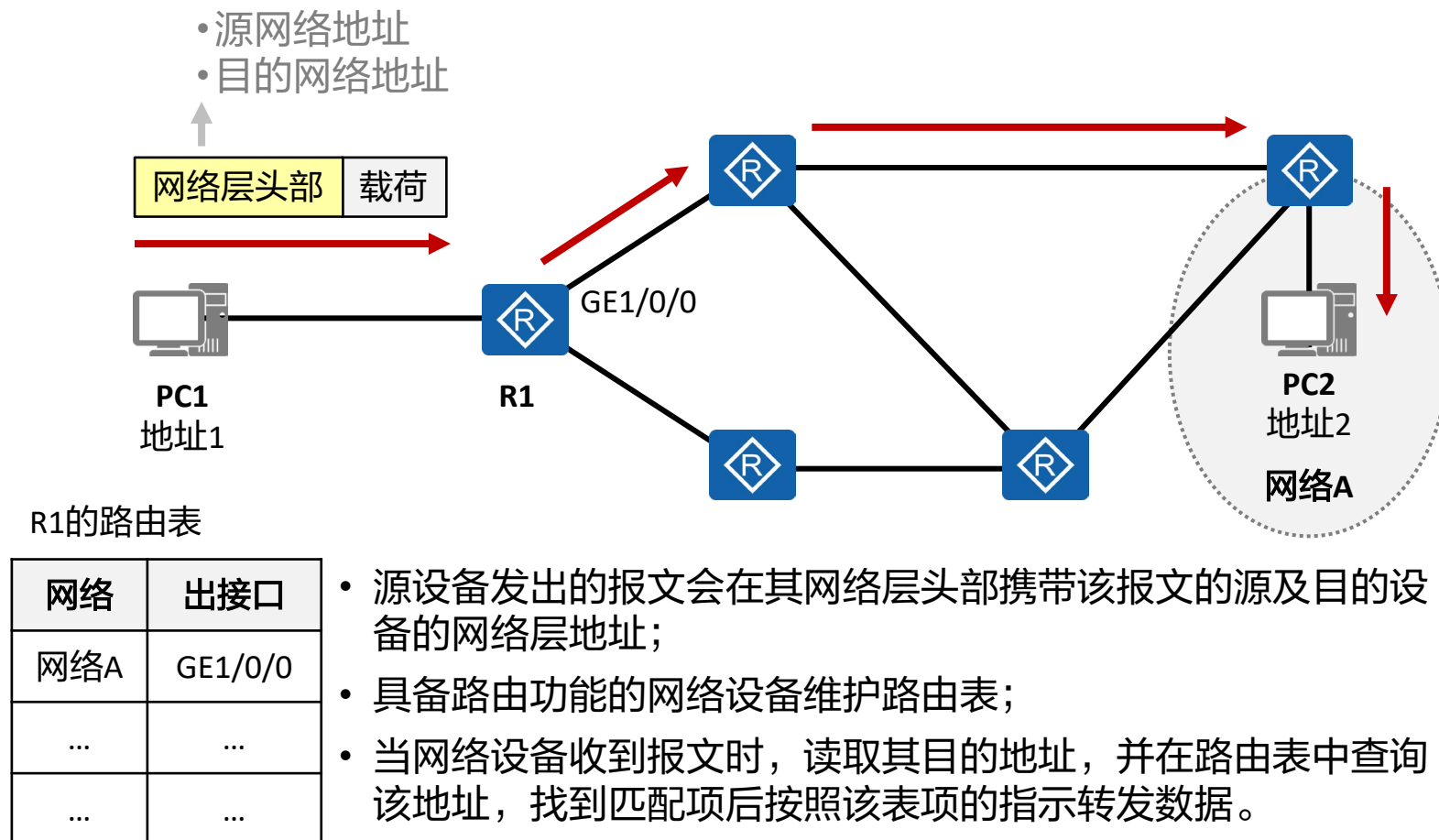
应用层	为用户提供所需要的各种服务或系统应用接口 例如：FTP、Telnet、DNS、SMTP等
传输层	建立、维护和取消一次端到端的数据传输过程，控制传输节奏的快慢，调整数据的排序等等
网络层	定义网络层地址；路由选择；实现数据从源到目的地的转发过程
数据链路层	将分组数据封装成帧；在数据链路上实现数据的点到点、或点到多点方式的直接通信；差错检测
物理层	在媒介上传输比特流；提供机械的和电气的规约

形象地理解网络层的相关功能

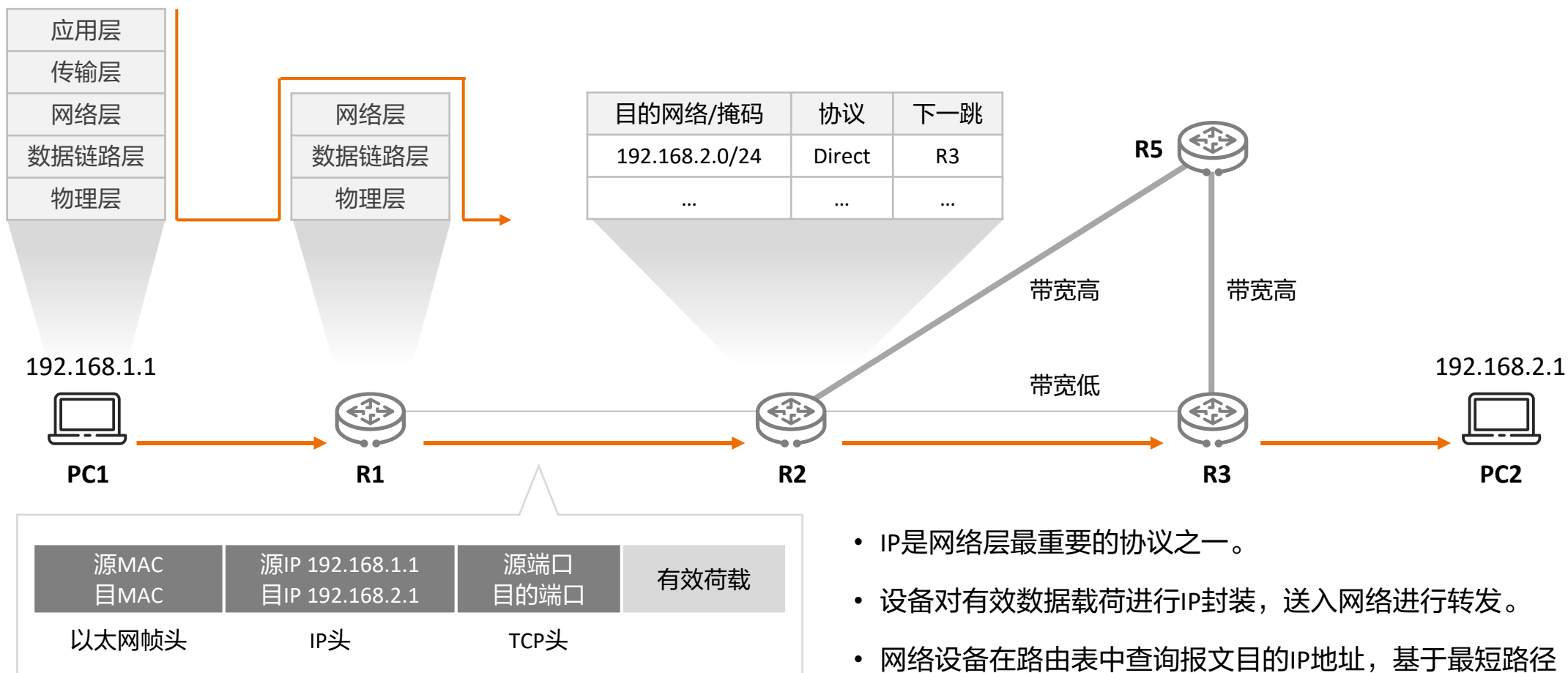
数据包的封装过程



基于网络层地址的报文转发过程



使用网络模型理解数据通信网络IP转发过程

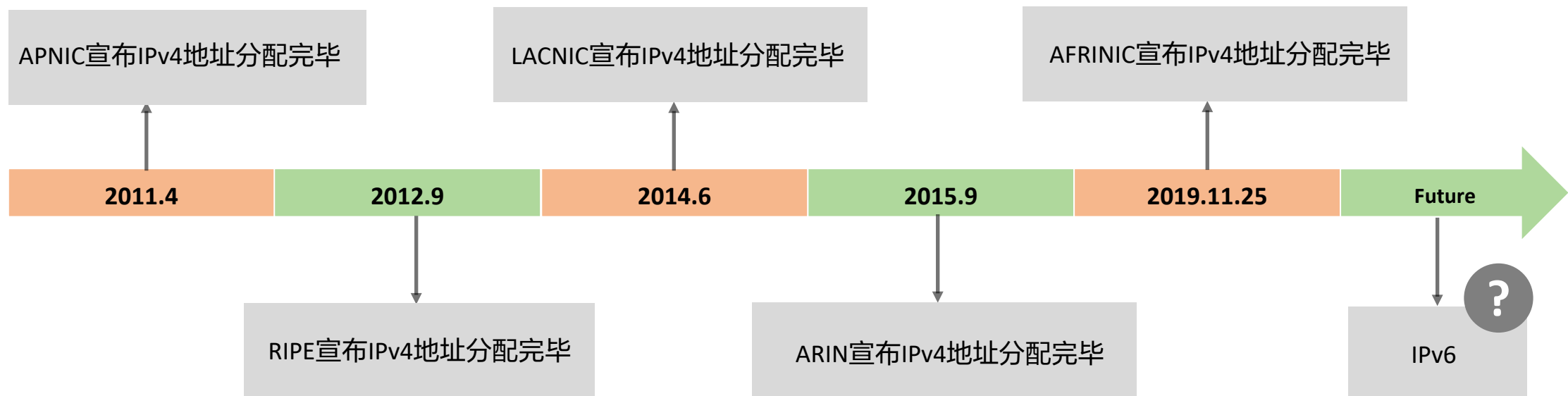


- IP是网络层最重要的协议之一。
- 设备对有效数据载荷进行IP封装，送入网络进行转发。
- 网络设备在路由表中查询报文目的IP地址，基于最短路径对报文进行转发。



IPv4现状

2011年2月3日，[IANA](#)（Internet Assigned Numbers Authority，互联网号码分配机构）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公网地址资源。



IPv6满足万物互联的地址需求

As-Is: IPv4公网地址空间已耗尽

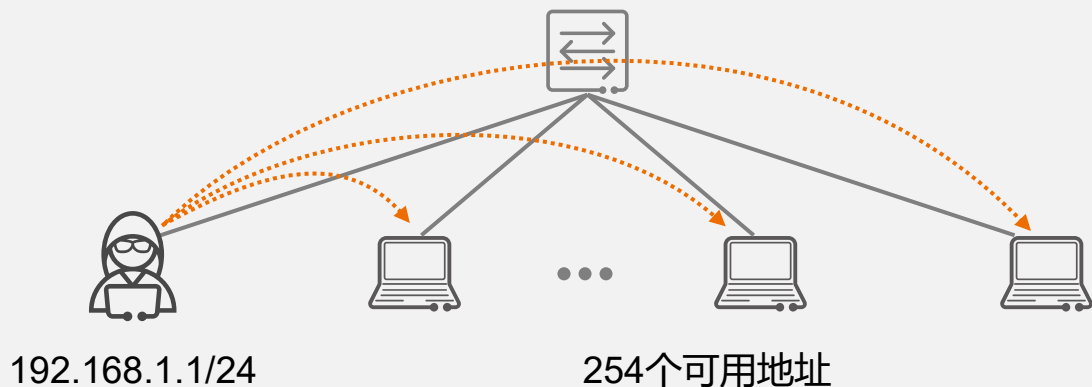
192.168.1.1

地址空间:

2^{32}

除保留地址、组播地址及私有地址外

难以满足新业务诉求



网段内扫描攻击容易实现

To-Be: IPv6地址资源充足

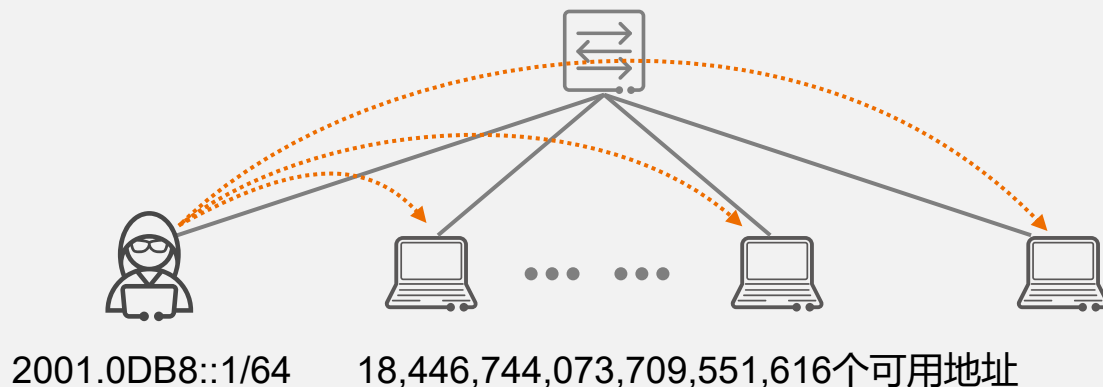
2001:0DB8:1029:D1A2::1

地址空间:

2^{128}

当前仅分配公网地址空间2000::/3, 足够全球使用

地球上每一粒沙子都可获地址, 满足海量终端接入, 易溯源



传统的扫描攻击手段难以达成攻击目标

IPv6无需NAT，更高效

As-Is: 私网IPv4地址+NAT被广泛应用



快递先抵门岗，再由住户领取，超期未领还要付费

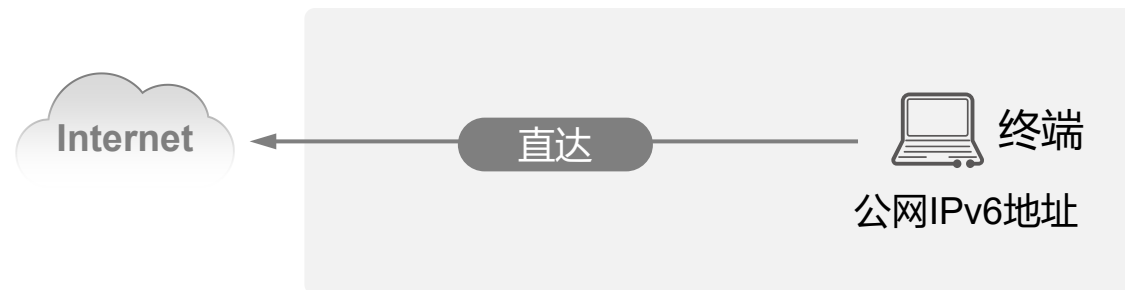


网络出口需部署NAT设备，溯源难，转发效率相对较低

To-Be: IPv6可以无需使用NAT，更高效



快递直接送上门，方便快捷



终端使用全球唯一的公网地址，直接访问Internet，转发效率相对更高

IPv6更灵活，有丰富的创新空间

As-Is: IPv4扩展难

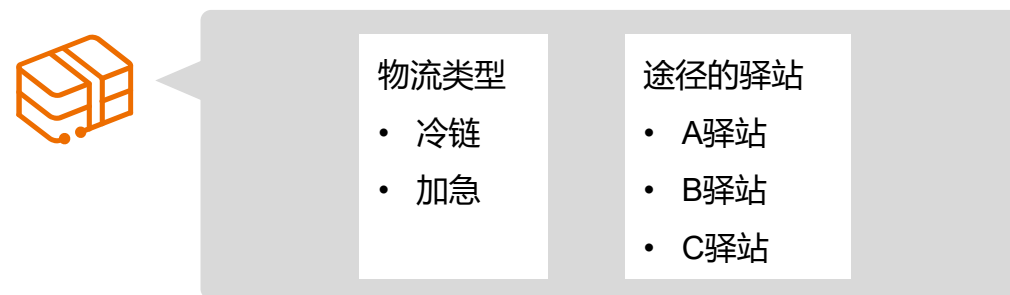


物流快递系统：我不知道这个包裹是什么，只能尽力运输



IPv4头部的“可选字段”应用少、可扩展性不足，标准演进放缓

To-Be: IPv6扩展头部灵活，可创新性强



物流快递系统：货物表单可灵活增加信息，便于提供给各种服务



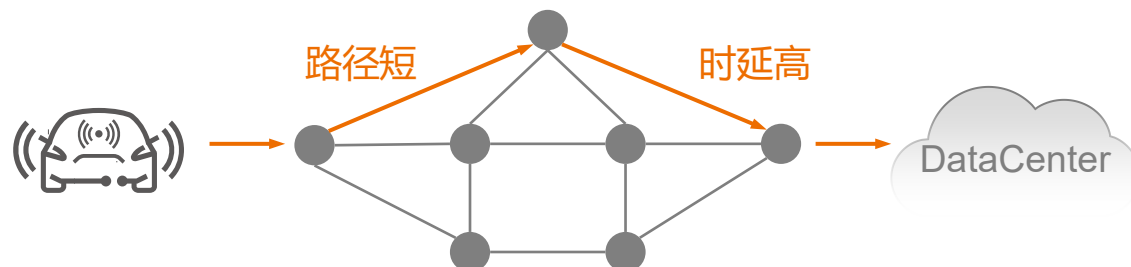
IPv6支持多种扩展头，按需使用、定长累加，且创新空间丰富

IPv6面向网络可编程

As-Is: IPv4尽力而为传输



按照最短路径行车, 堵车、事故等无法避开

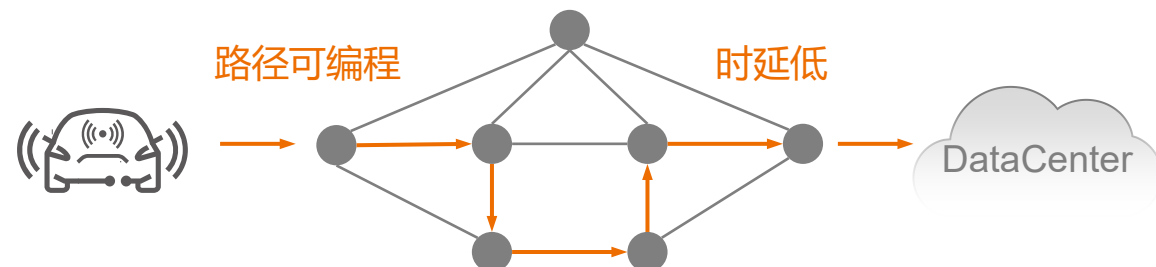


IPv4基于尽力而为传输, 业务数据转发路径也许并非最优

To-Be: IPv6面向网络可编程



根据实施路况, 选择满足需求的最优路径, 智能导航



IPv6面向网络编程, 数据可携带业务信息, 可获更优服务质量

国家大力推进IPv6部署并获显著成效

十四五规划和2035年远景目标纲要

“...扩容骨干网互联节点，新设一批国际通信出入口，**全面推进互联网协议第六版（IPv6）商用部署**。实施中西部地区中小城市基础网络完善工程...”

工信部印发《“十四五”信息通信行业发展规划》

推动IPv6与人工智能、云计算、工业互联网、物联网等融合发展，支持在金融、能源、交通、教育、政务等**重点行业开展“IPv6+”创新技术试点以及规模应用**，增强IPv6网络对产业数字化转型升级的支撑能力.....

工信部网信办联合印发《IPv6流量提升三年专项行动计划（2021-2023）》

IPv6规模部署和应用是互联网演进升级的必然趋势，是网络技术创新的重要方向，是网络强国建设的关键支撑。用三年时间，推动我国IPv6规模部署从“通路”走向“通车”，从“能用”走向“好用”

工信部印发《“双千兆”网络协同发展行动计划（2021-2023）》

积极采用“IPv6+”等新技术提供确定性服务能力。新建行业网络**优先支持IPv6**分段路由、网络切片、确定性转发、随路检测等“IPv6+”功能，并开展新型组播、业务链、应用感知网络等试点应用。

中央网信办等三部门印发《深入推进IPv6规模部署和应用2022年工作安排》

到2022年末，IPv6活跃**用户数达到7亿**，物联网IPv6**连接数达到1.8亿**，固定网络IPv6流量占比达到13%，移动网络IPv6流量占比达到45%。IPv6网络安全防护能力大幅提升。

6.9亿

IPv6互联网活跃用户

67.12%

IPv6活跃用户占比

全球第**2**名

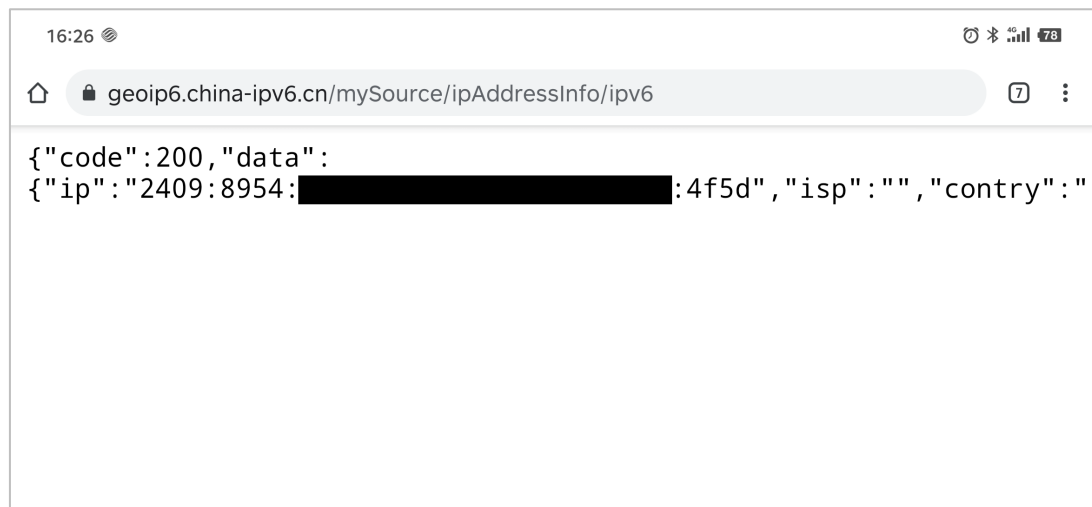
IPv6地址拥有量

99%支持IPv6

Top100移动互联网应用

来源：国家IPv6发展监测平台 2022年7月

测试一下你是否已经在使用IPv6



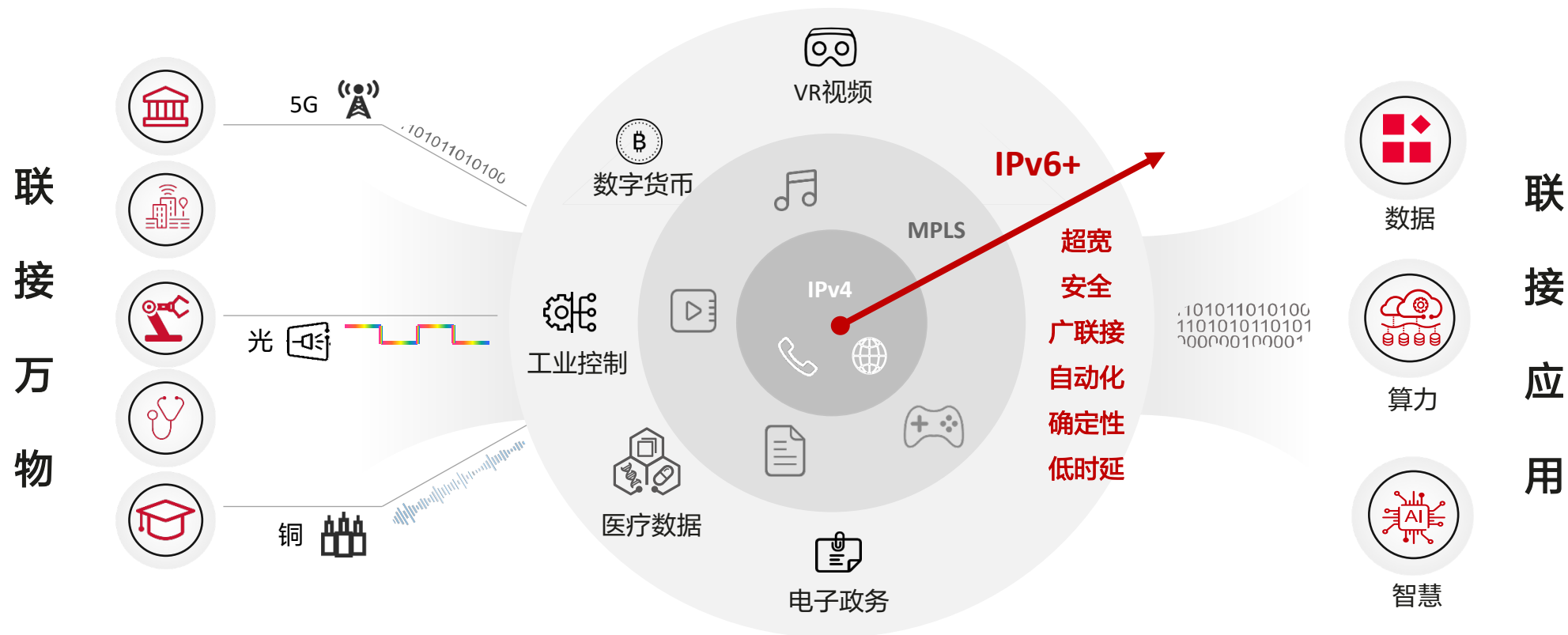
打开手机浏览器，输入https://geoip6.china-ipv6.cn/mySource/ipAddressInfo/ipv6，如果显示的内容包含IPv6地址，则说明手机已在使用IPv6。



PC或手机访问http://test-ipv6.com/，如果显示的内容包含IPv6地址，并提示已接入IPv6，则说明终端已在使用IPv6。

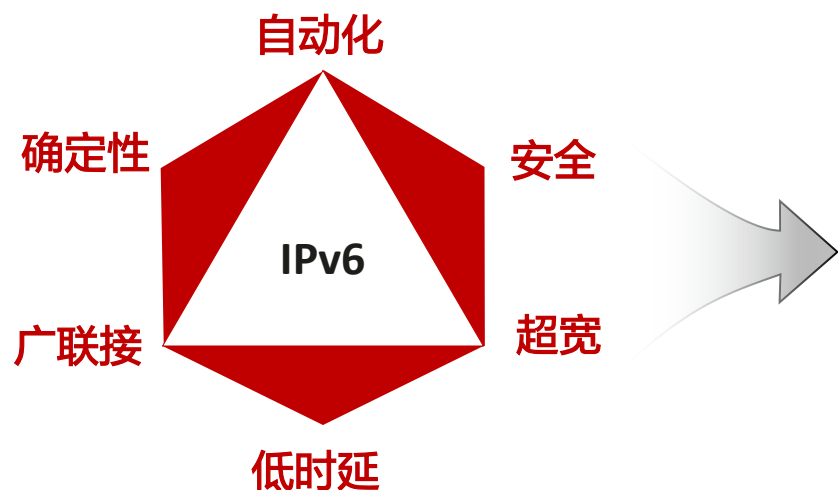


数据通信产业迈向IPv6+智能联接时代



什么是IPv6+?

“IPv6+”是基于IPv6下一代互联网的全面升级，包括SRv6、网络切片、随流检测、新型组播、应用感知等协议创新，包括以网络分析、网络自愈、自动调优等为代表的网络智能化技术创新，在广联接、超宽、自动化、确定性、低时延和安全六个维度全面提升IP网络能力。



1. 由万物互联向万物智联升级。IPv6海量地址构建了万物互联的网络基础，“IPv6+”全面升级IPv6技术体系，推动IPv6走向万物智联，满足多元化应用的需求，释放产业效能。
2. 由消费互联网向产业互联网升级。IPv6规模部署构筑了消费互联网基座，面向全业务智能化和云时代千行百业的数字化转型，“IPv6+”全面升级各行业网络基础设施和应用基础设施，使能行业数字化。

来源：邬贺铨院士（推进IPv6规模部署专家委员会主任）在2021 MWC的发言



IPv6基本报文头

- IPv6报文头部由一个IPv6基本头部（必须存在）和多个扩展头部（可选）组成。
- 基本头部提供报文转发的基本信息，会被转发路径上的所有设备解析。

IPv4报文头部（20 Byte ~ 60 Byte）

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

IPv6基本头部（40 Byte）

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

保留的字段

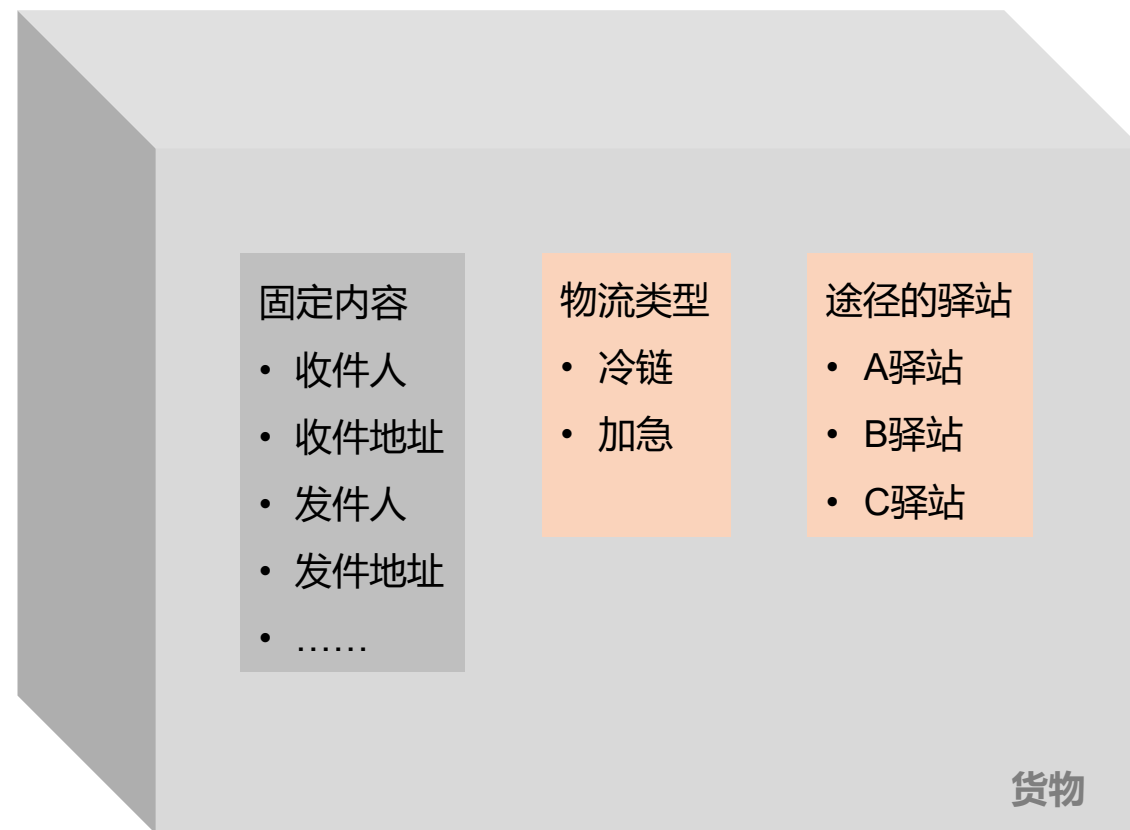
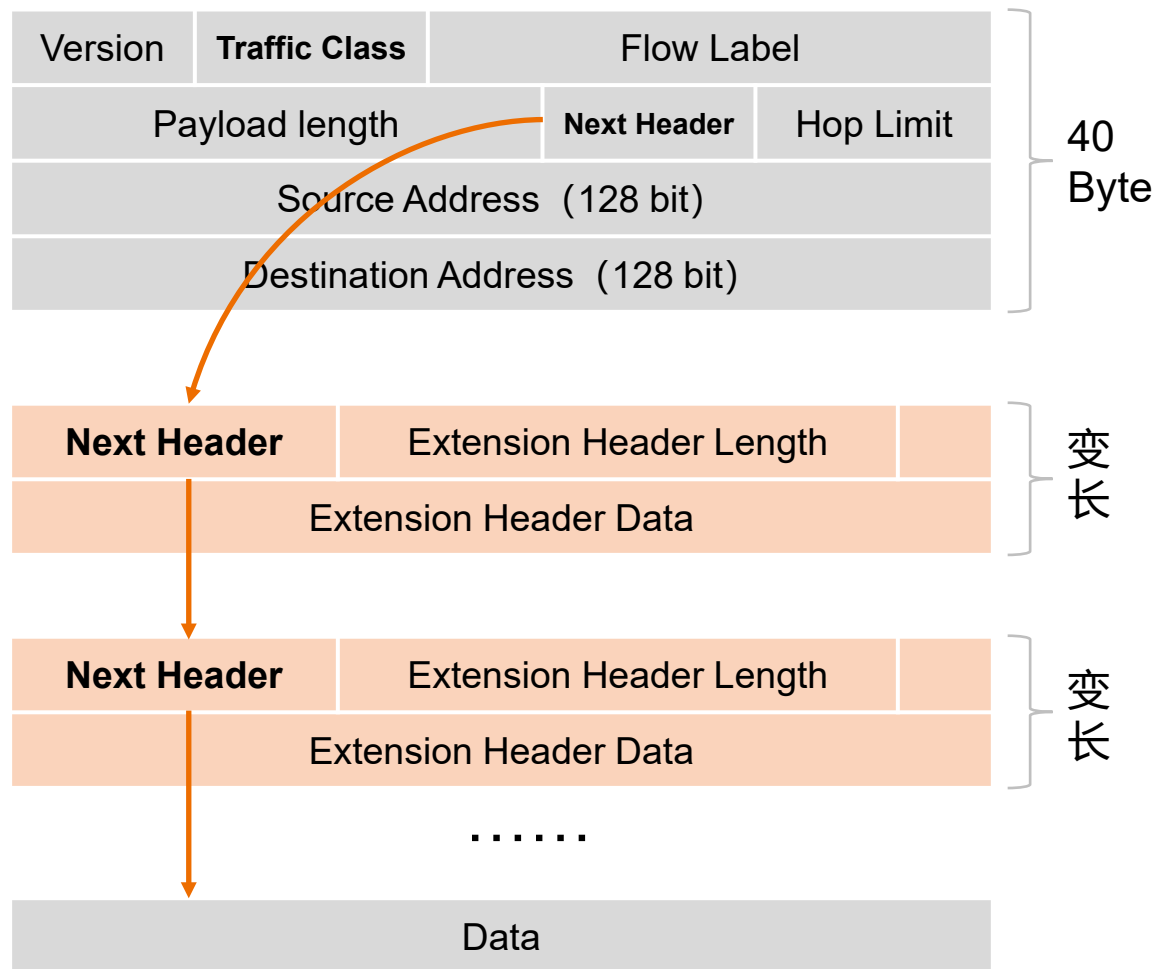
取消的字段

名字/位置变化

新增字段



IPv6扩展报文头概述



IPv6扩展报文头

名称	Next Header协议号	作用
逐跳选项扩展报文头HBH (Hop-by-Hop Options Header)	0	用来携带需要被转发 路径上的每一跳 路由器去处理的信息
目的选项扩展报文头DOH (Destination Options Header)	60	用于携带需要由当前 目的地址对应的节点 去处理的信息
路由扩展报文头RH (Routing Header)	43	用来指明一个报文在网络内需要 依次经过的路径点 ，用于源路由方案
分片扩展报文头 (Fragment Header)	44	携带了 各个分片的识别信息
认证扩展报文头AH (Authentication Header)	51	通常用于IPSec 认证 。能提供3种安全功能：无连接的完整性验证、IP报文来源认证和重放攻击防护
封装安全有效载荷扩展报文头ESP (Encapsulating Security Payload Header)	50	通常用于IPSec 认证与加密 。能提供无连接的完整性验证，数据来源认证，重放攻击防护，以及数据加密等安全功能

IPv6扩展报文头典型应用：SRH用于SRv6

Version	Traffic Class	Flow Label	
Payload Length		Next Header=43	Hop Limit
IPv6 Source Address (SA)			
IPv6 Destination Address (DA)			
Next Header	Hdr Ext Len	Routing Type=4	Segments Left=2
Last Entry	Flags	Tag	
Segment List[0]			
Segment List[1]			
Segment List[2]			
Optional TLV objects			
Payload			

SRv6 SRH

为了基于IPv6转发平面实现Segment Routing，IPv6路由扩展头（**Routing Header，RH**）新增加一种类型，称作SRH（Segment Routing Header）扩展头，该扩展头指定一个IPv6的显式路径，存储的是IPv6的Segment List信息。

当IPv6基本报文头的Next Header取值为43，表明下层报文头是RH；当Routing Type取值为4，表明RH的具体类型是SRH。

IPv6扩展报文头典型应用：HBH用于网络切片

Version	Traffic Class	Flow Label	
Payload Length		Next Header=0	Hop Limit
IPv6 Source Address (SA)			
IPv6 Destination Address (DA)			
Next Header=43	Hdr Ext Len	Option Type	Option Data Length
Flags	Reserved		
Slice ID			
Reserved			
SRv6 SRH			
Payload			

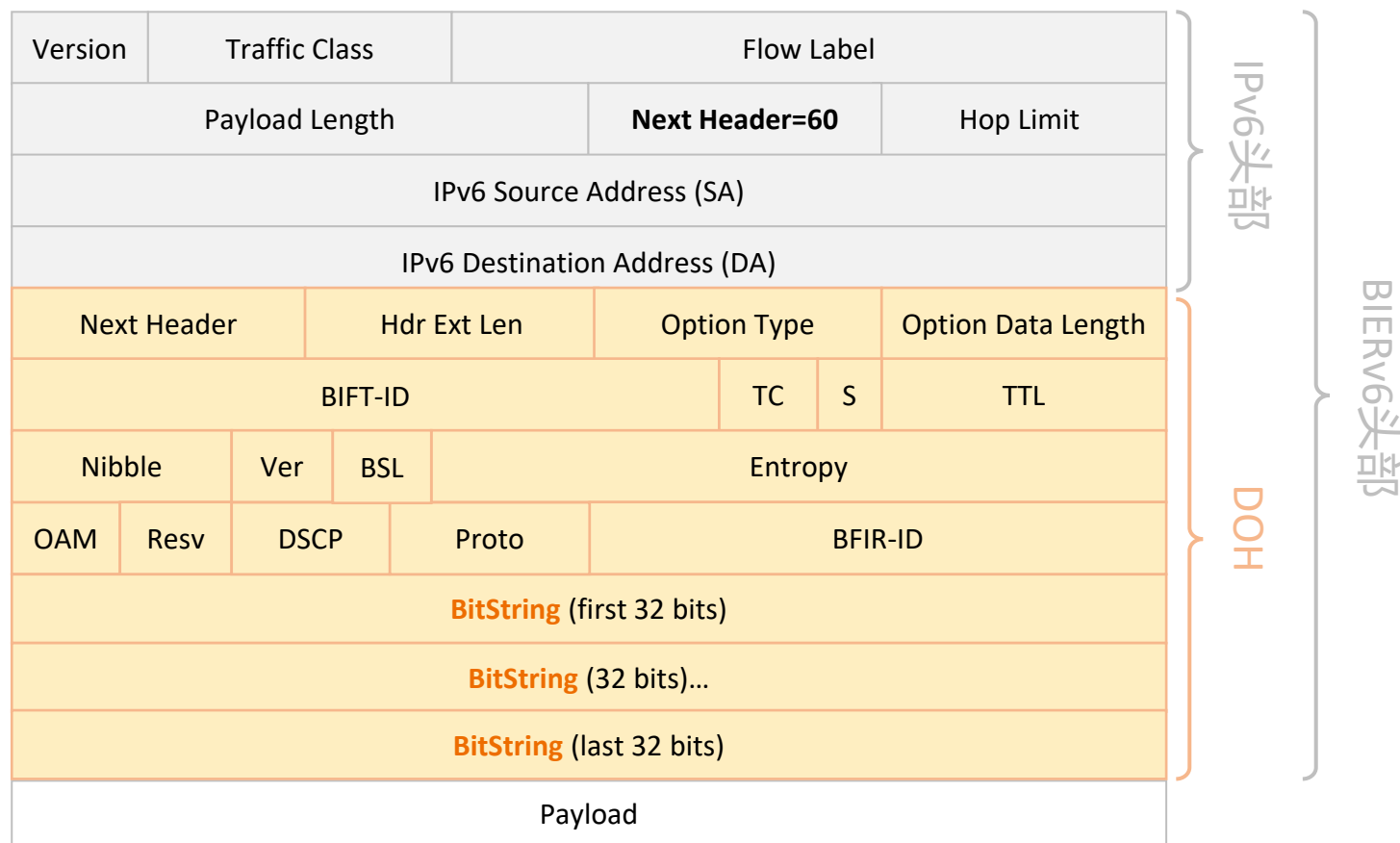
HBH

逐跳选项扩展报文头（Hop-by-Hop，HBH）用来携带需要被转发路径上的每一跳设备去处理的信息。

在网络切片场景，通过IPv6通过逐跳选项扩展报文头来携带网络切片ID（Slice ID）信息，指定该报文通过哪个切片承载。

当IPv6基本报文头的Next Header取值为0，表明下层报文头是HBH。HBH的下一层还可以是SRH。

IPv6扩展报文头典型应用：DOH用于BIERv6



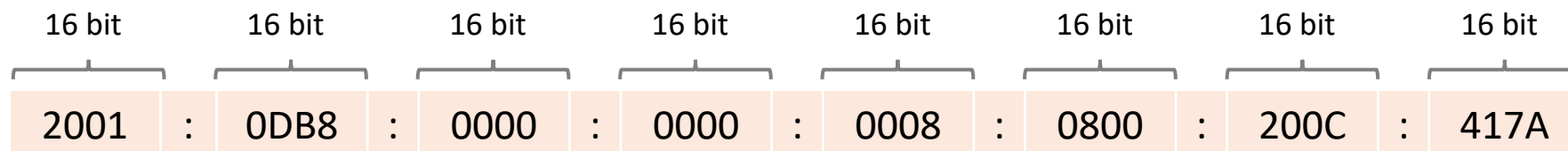
IPv6封装的比特索引显式复制方案BIERv6（Bit Index Explicit Replication IPv6 encapsulation）是一种新型组播方案。

BIERv6报文头采用IPv6扩展报文头中目的选项头DOH（Destination Options Header）来携带BIER Header。

当IPv6基本报文头的Next Header取值为60，表明下层报文头是DOH。

IPv6地址

- IPv6地址的长度为128 bit。一般用冒号分割为8段，每一段16 bit，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/前缀长度”的方式来表示IPv6地址。

▫ 例如 2001:0DB8:2345:CD30:1230:4567:89AB:CDEF/64

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

网络前缀: 2001:0DB8:2345:CD30::/64

IPv6地址缩写规范

IPv6地址缩写规范

2001	:	0DB8	:	0000	:	0000	:	0008	:	0800	:	200C	:	417A
------	---	------	---	------	---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

每组16 bit单元中的前导0可以省略，如果16 bit单元的所有比特都为0，那么至少保留一个“0”；拖尾的0不能被省略。



2001	:	DB8	:	0	:	0	:	8	:	800	:	200C	:	417A
------	---	-----	---	---	---	---	---	---	---	-----	---	------	---	------

一个或多个连续的16 bit单元为0时，可用“::”表示，但整个IPv6地址缩写中只允许有一个“::”。



2001	:	DB8	:	::	:	8	:	800	:	200C	:	417A
------	---	-----	---	----	---	---	---	-----	---	------	---	------

若缩写后的IPv6地址出现两个“::”，会导致无法还原为原始IPv6地址。

IPv6地址缩写示例

缩写前 0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001

缩写后 ::1

缩写前 2001:0DB8:0000:0000:FB00:1400:5000:45FF

缩写后 2001:DB8::FB00:1400:5000:45FF

缩写前 2001:0DB8:0000:0000:0000:2A2A:0000:0001

缩写后 2001:DB8::2A2A:0:1

缩写前 2001:0DB8:0000:1234:FB00:0000:5000:45FF

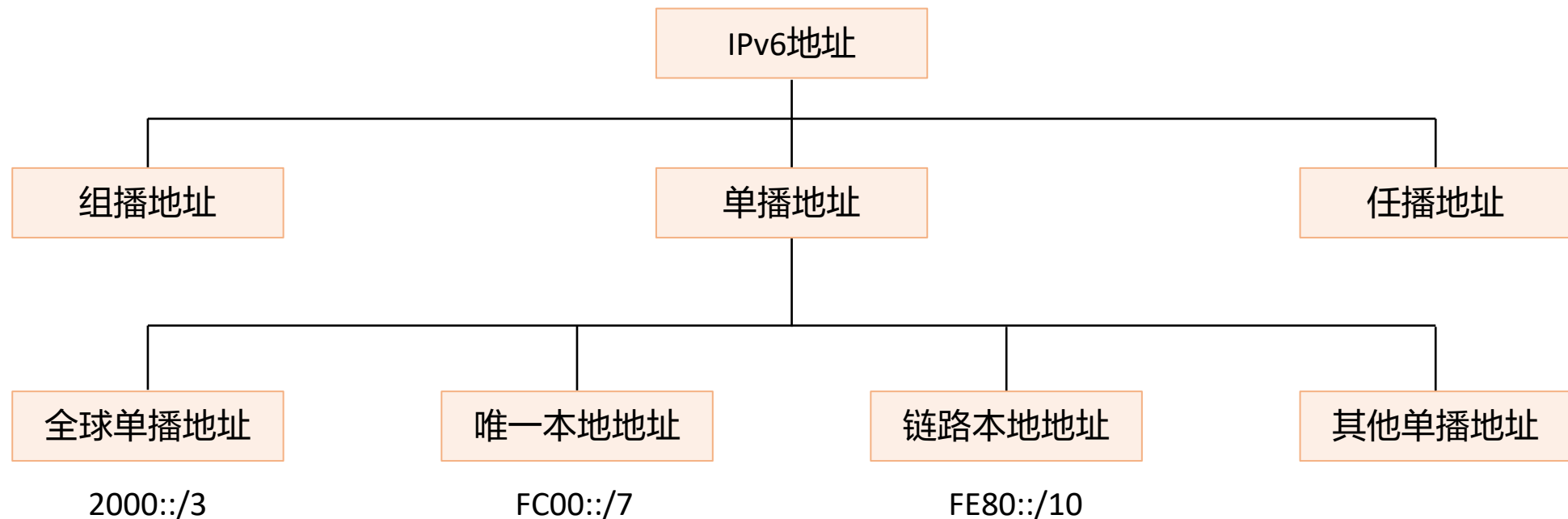
缩写后 2001:DB8::1234:FB00:0:5000:45FF

或 2001:DB8:0:1234:FB00::5000:45FF



IPv6地址分类

- IPv6地址分为为单播地址、组播地址和任播地址（IPv6没有定义广播地址）。

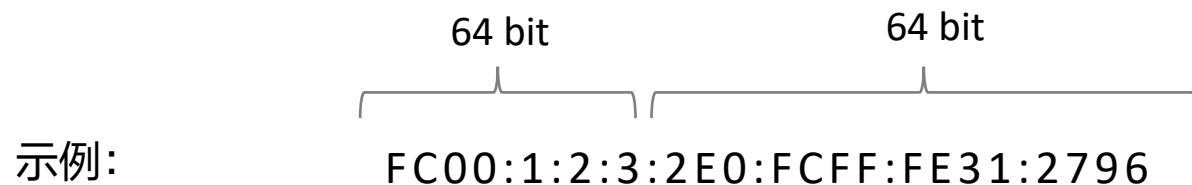
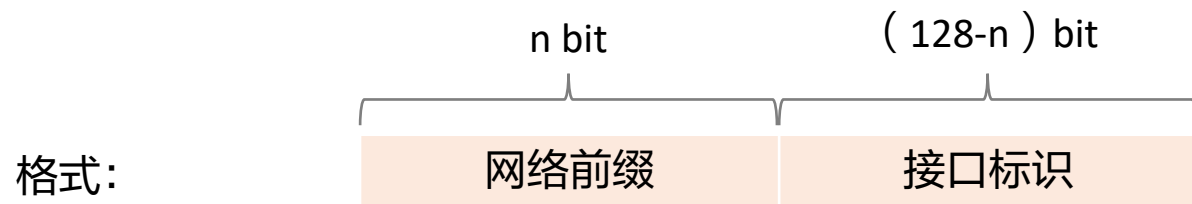


[IANA: Internet Protocol Version 6 Address Space](#)



IPv6单播地址结构

- 一个IPv6单播地址可以分为如下两部分：
 - 网络前缀（ Network Prefix ）： n bit，相当于IPv4地址中的网络ID。
 - 接口标识（ Interface Identity ）： $(128-n)$ bit，相当于IPv4地址中的主机ID。
- 常见的IPv6单播地址，如全球单播地址等，通常网络前缀和接口标识为64 bit。



IPv6单播地址接口标识

- 接口ID可通过2种方法生成：手工配置、自动生成（包含基于EUI-64规范及基于RFC 7217规范）。
- 其中，基于IEEE EUI-64规范自动生成最为常用。EUI-64规范将接口的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

000010**00** - 01110000 - 01011010 - 10010000 - 00011010 - 00000001

② 第7bit取反

000010**00** - 01110000 - 01011010 - **11111111 - 11111110** - 10010000 - 00011010 - 00000001

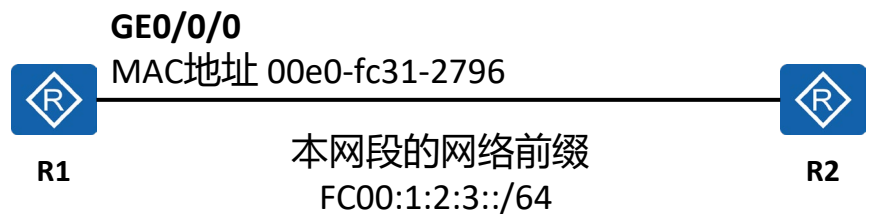
① 在这个位置插入FFFE

000010**10** - 01110000 - 01011010 - 11111111 - 11111110 - 10010000 - 00011010 - 00000001

EUI-64规范的接口ID

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

在华为网络设备上基于IEEE EUI-64规范生成IPv6地址



R1的GE0/0/0接口使用网络前缀FC00:1:2:3::/64基于IEEE EUI-64生成IPv6单播地址:

```
[R1] interface GigabitEthernet 0/0/0
[R1-GigabitEthernet0/0/0] ipv6 enable
[R1-GigabitEthernet0/0/0] ipv6 address FC00:1:2:3::/64 eui-64
```

查看配置结果:

```
[R1] display ipv6 interface brief

*down: administratively down
(l): loopback
(s): spoofing

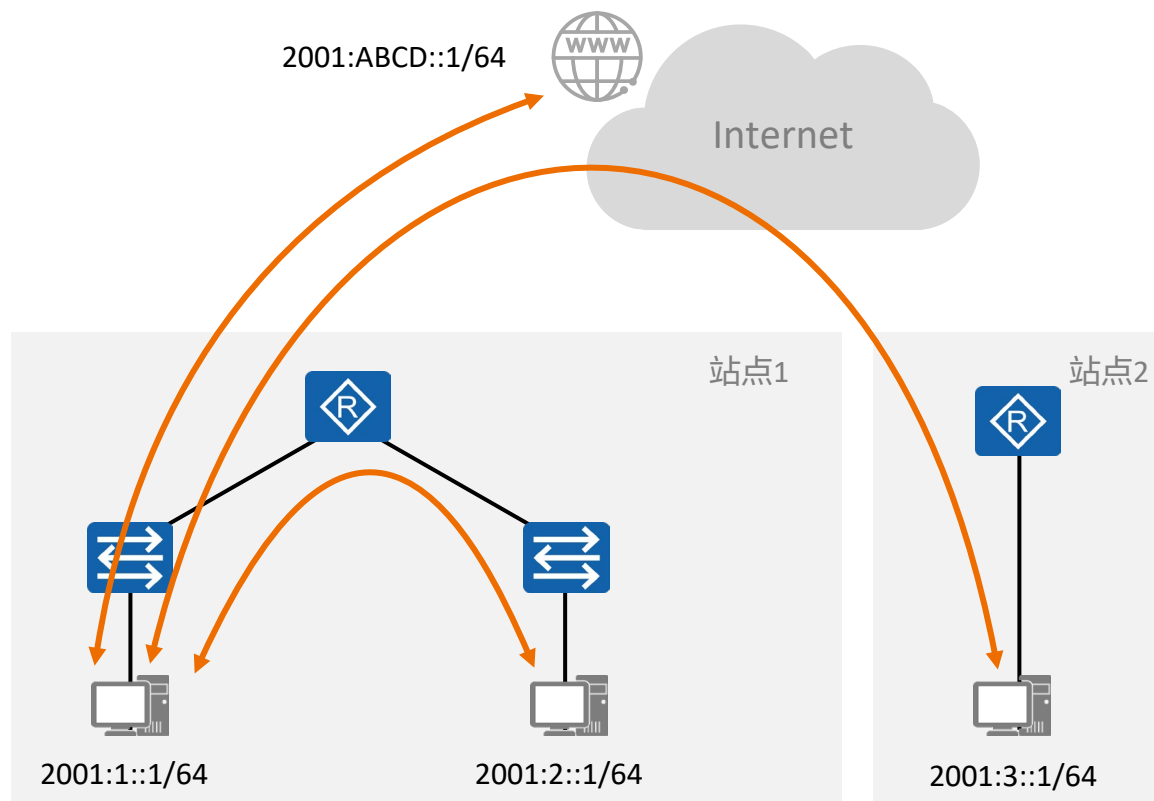
Interface          Physical      Protocol
GigabitEthernet0/0/0  up           up
[IPv6 Address] FC00:1:2:3:2E0:FCFF:FE31:2796
```

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，用于有互联网访问需求的主机，相当于IPv4的公网地址。目前IANA分配的地址空间为2000::/3。



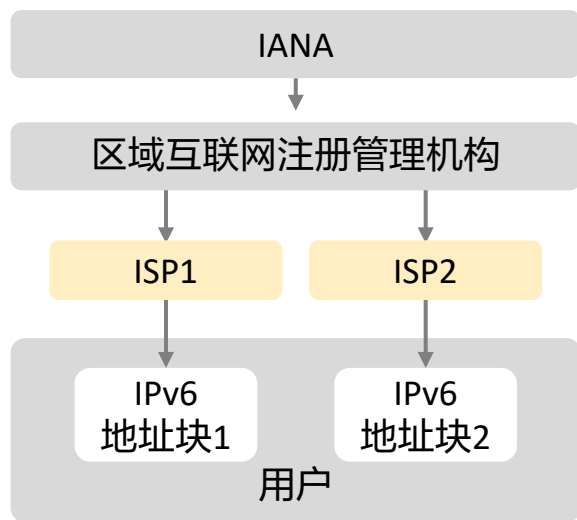
- 通常GUA的网络部分长度为64 bit，接口标识也为64 bit。
- 全球路由前缀**：通常由服务提供商分配给一个组织机构（例如企业、学校等），至少为48 bit。目前已经分配的全球路由前缀的前3bit均为001。
- 子网ID**：组织机构根据自身网络需求划分子网。
- 接口标识**：用来标识一个设备（的接口）。



IPv6常见单播地址 – PA与PI地址空间

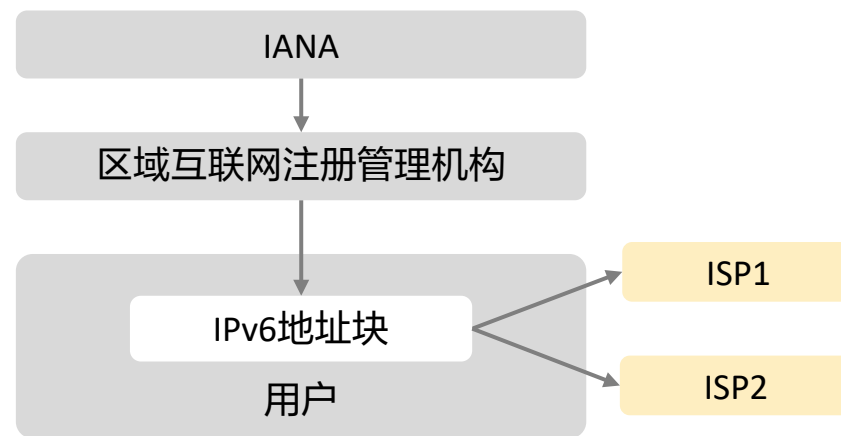
PA地址空间 (Provider-Aggregatable address space)

- PA地址空间指的是一段由区域互联网注册管理机构分配给互联网服务提供商 (Internet Service Provider, ISP) 的IP地址。
- ISP可以再根据用户的需求分配地址块, 即PA地址随广域网专线、Internet专线等服务同步提供给用户, 适用于中小型企业, 成本较低。但是, 切换ISP需更换地址分配。



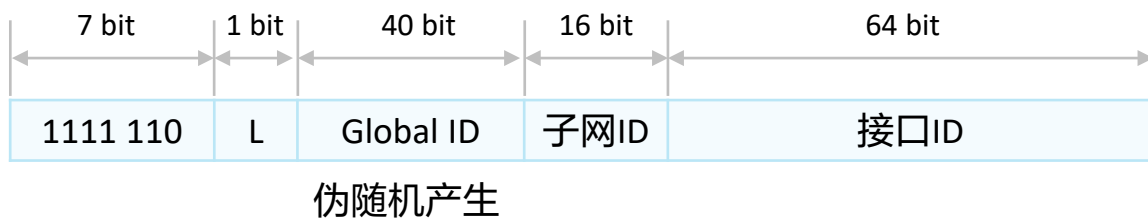
PI地址空间 (Provider-Independent address space)

- PI地址空间是由区域互联网注册管理机构直接分配给最终用户的一段IP地址。获取了此种地址的用户必须另外联系ISP来获取互联网的接入服务, 并将到达相关地址段的路由在互联网上通告。
- PI地址与ISP解耦, 可以接入多个ISP, 地址可自主规划, 适用于大中型企业。但是, PI地址使用成本较高。

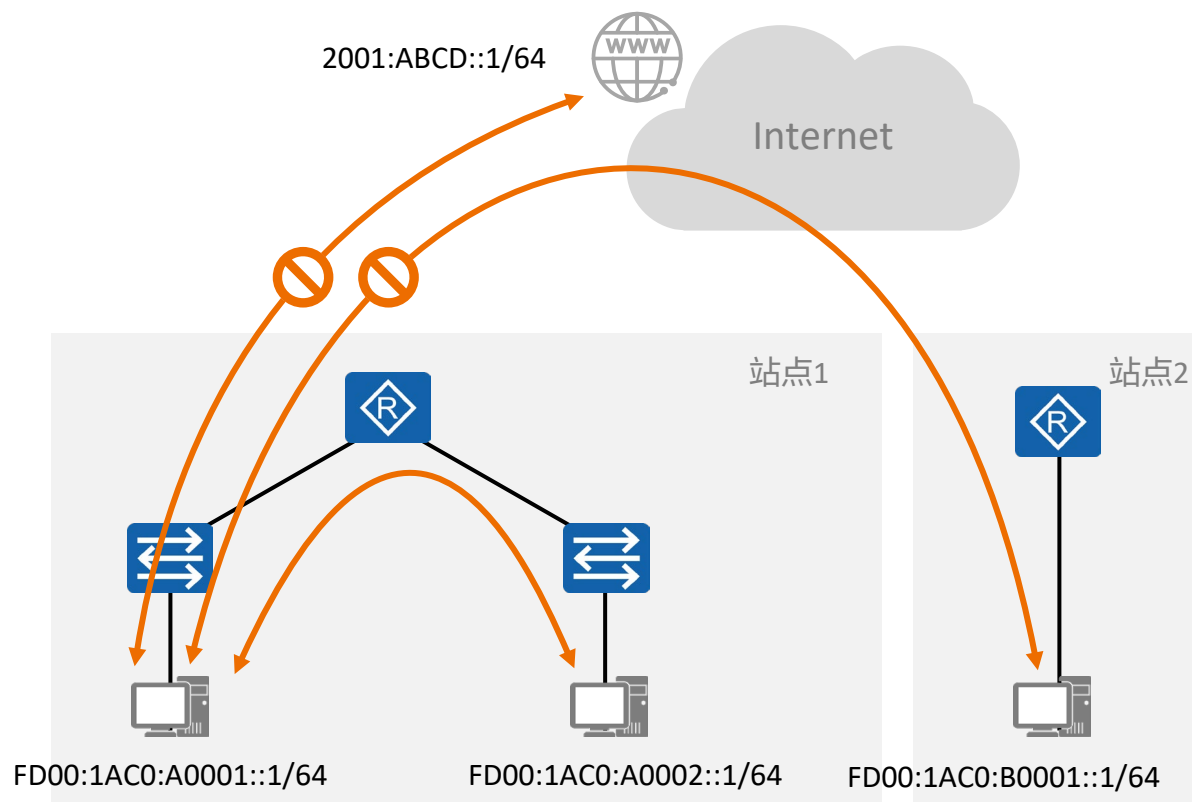


IPv6常见单播地址 - ULA

- 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。唯一本地地址使用FC00::/7地址块。



- L: L标志位；值为1代表该地址为在本地网络范围内使用的地址；值为0被保留，用于以后扩展。
- Global ID: 全球唯一前缀；通过伪随机方式产生。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）。

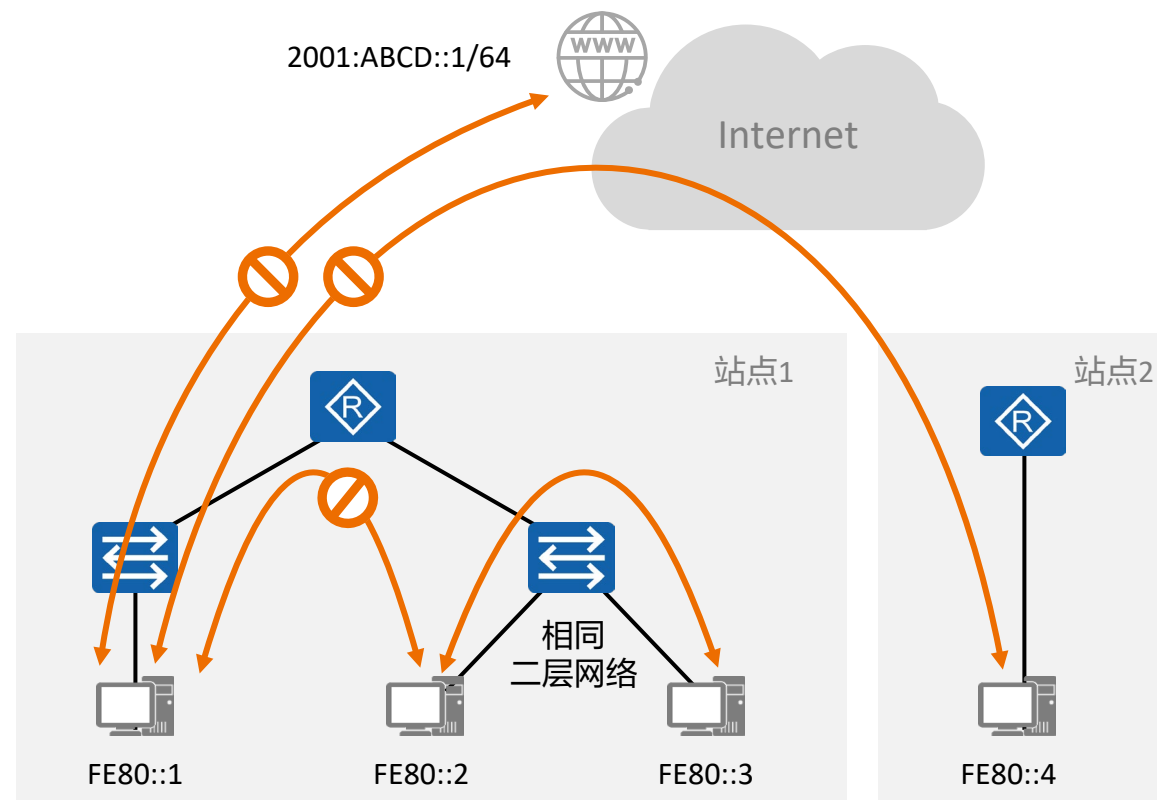


IPv6常见单播地址 - LLA

- 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。

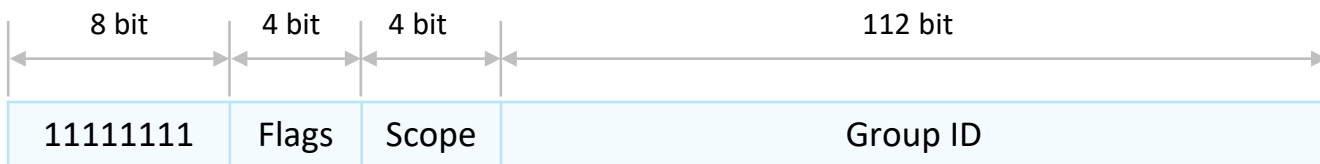


- LLA用于单一链路层面的通信，例如IPv6地址无状态自动配置、动态路由协议邻居关系建立等。
- 源或目的IPv6地址为链路本地地址的数据包将不会被转发到始发链路之外。
- 每一个IPv6接口都必须具备一个链路本地地址。华为设备支持自动生成和手工指定两种配置方式。
- 在华为路由器上，当接口获得一个IPv6单播地址后，设备会自动为该接口配置链路本地地址。

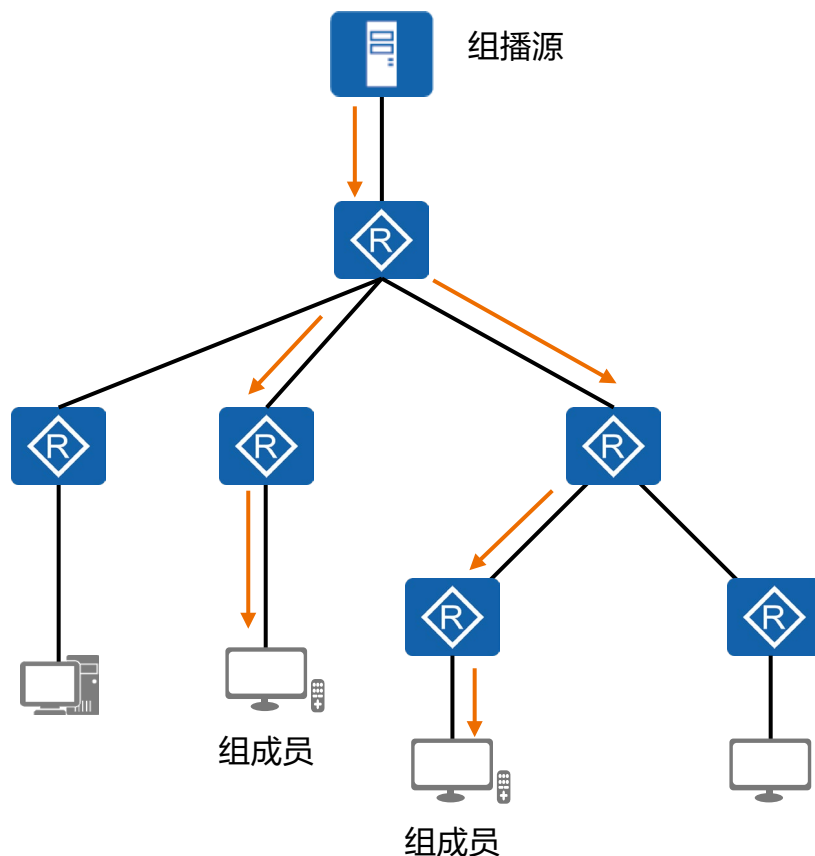


IPv6组播地址

- IPv6组播地址标识一组接口，一般用于“一对多”的通信场景。
- IPv6组播地址只可以作为IPv6报文的目的地址。



- **Flags**
 - 4bit，目前只使用了最后1个bit（前3bit必须置0）。
 - 当Flags=0000时，表示该组播地址是由IANA所分配的一个永久分配地址。
 - 当Flags=0001时，表示该组播地址是一个临时组播地址（非永久分配地址）。
- **Scope**
 - 用来限制组播数据流在网络中发送的范围。例如取值为2标识链路本地范围。
- **Group ID**
 - 组播组ID。

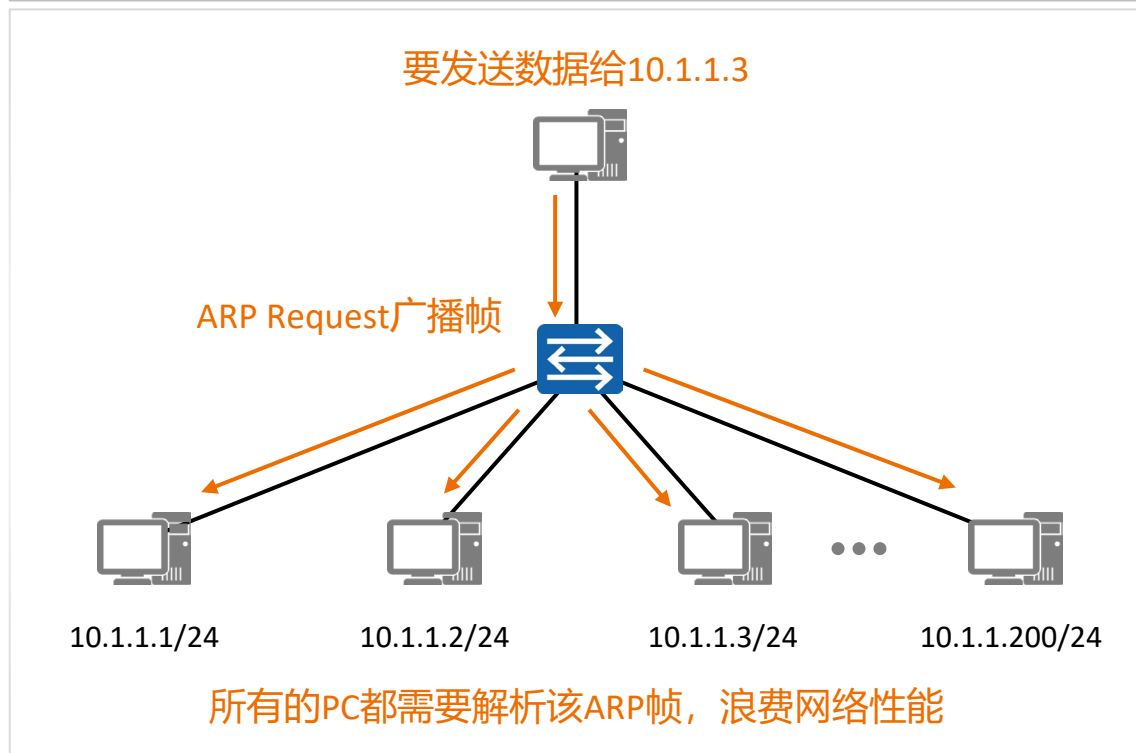


[IPv6组播地址空间](#)

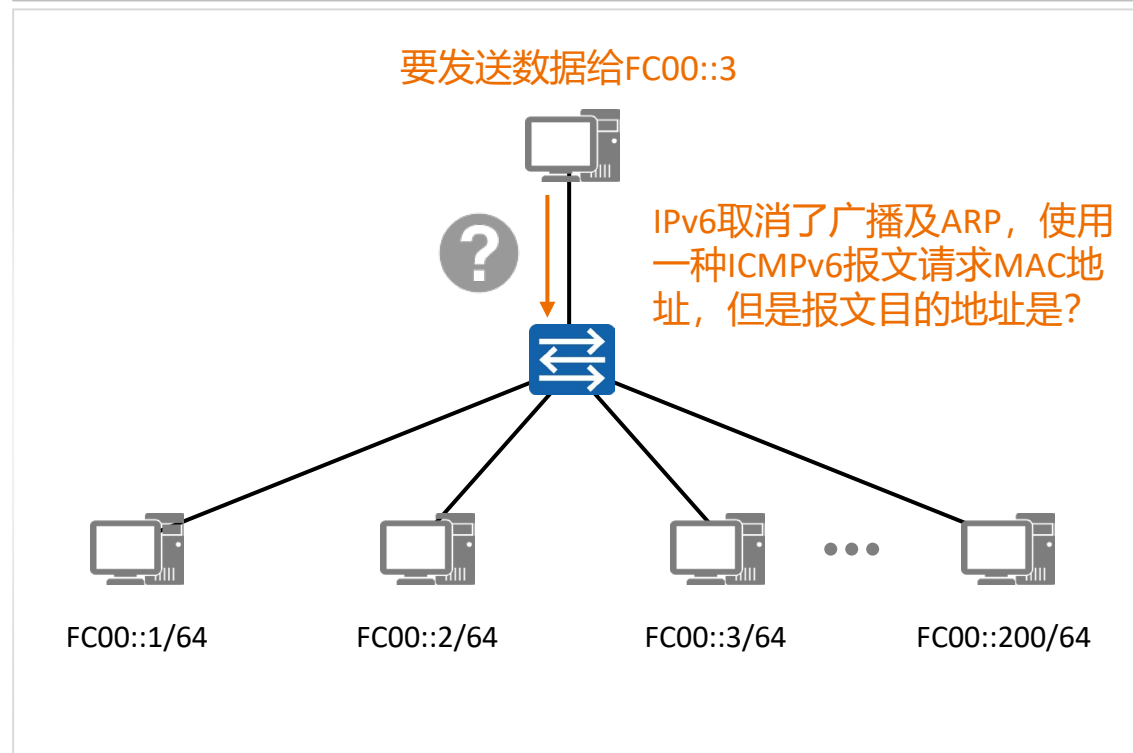
被请求节点组播地址：技术背景

- 在以太网环境中，当需向某个网络地址发送数据时，需要事先获得该网络地址对应的数据链路层地址（MAC地址），方可构造数据帧。

IPv4场景下的MAC地址解析

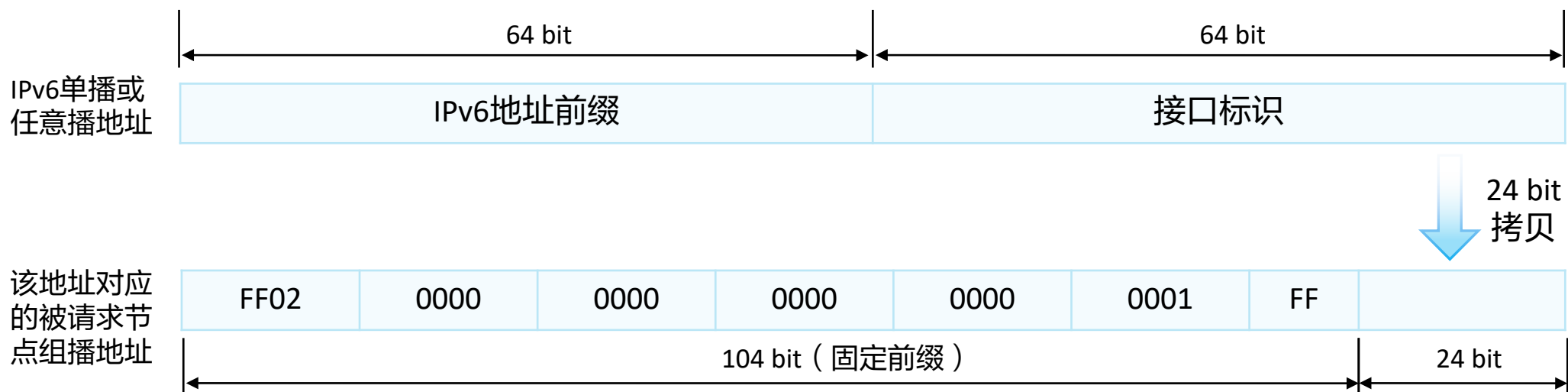


IPv6场景下的MAC地址解析



被请求节点组播地址：地址计算

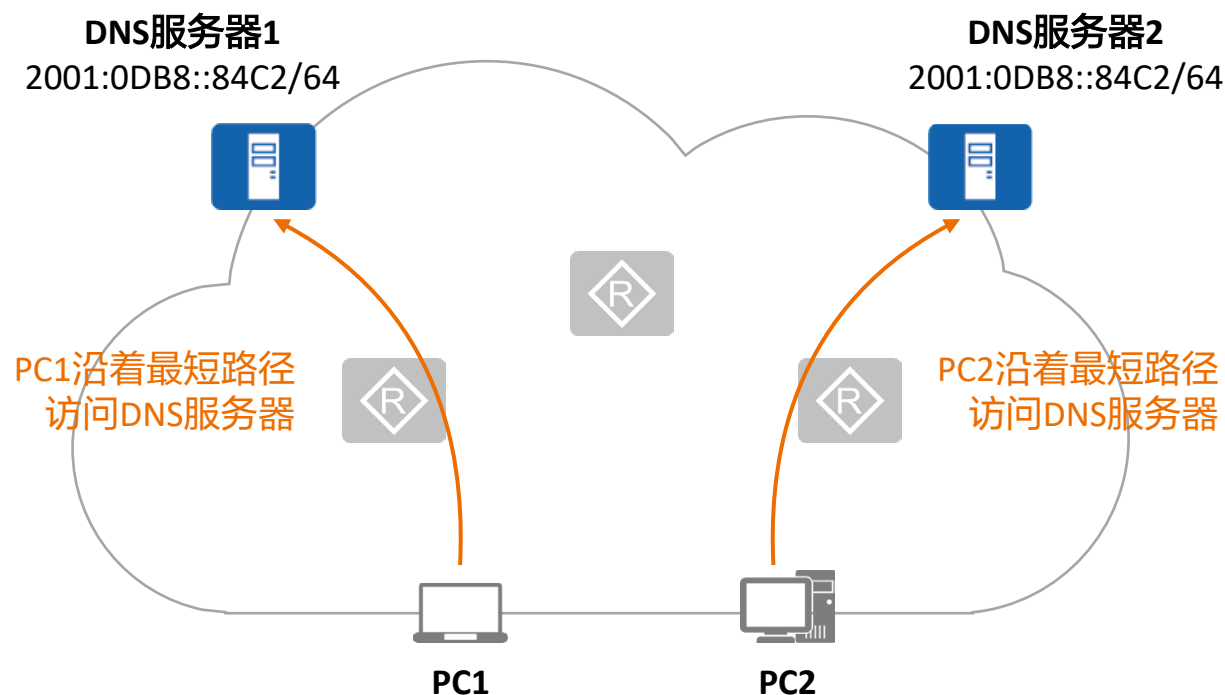
- 当一个节点具有了单播或任播地址，就会对应生成一个被请求节点组播地址，并且加入这个组播组。该地址主要用于邻居发现机制和地址重复检测功能。被请求节点组播地址的有效范围为本地链路范围。
- 被请求节点组播地址由固定前缀FF02::1:FF00:0/104和对应IPv6地址的最后24bit组成。





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）。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。
- 任播地址设计用来在给多个主机或者节点提供相同服务时提供冗余功能和负载分担功能。

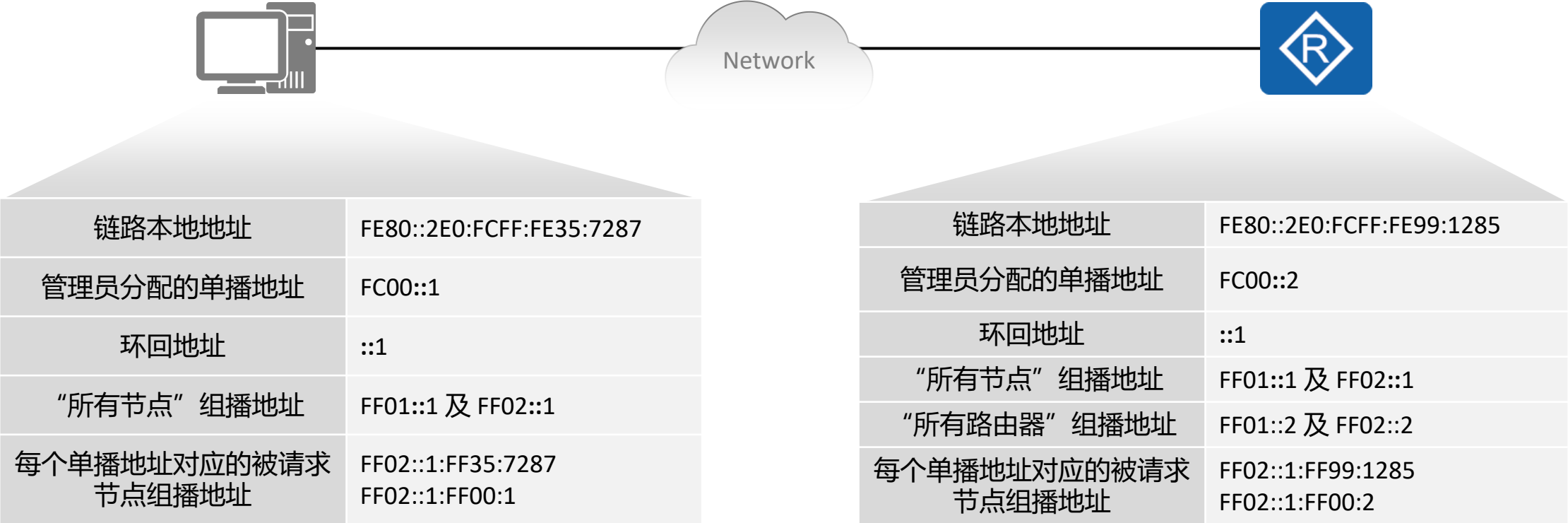


目录

1. IPv6概述
- 2. IPv6地址配置**
3. 构建一个简单的IPv6网络

主机和路由器的IPv6地址

- 一般情况下，主机和路由器的单播IPv6地址以及加入的组播地址如下所示：



在Windows主机上查看IPv6地址信息

```
C:\Users\Administrator>ipconfig /all

Windows IP 配置

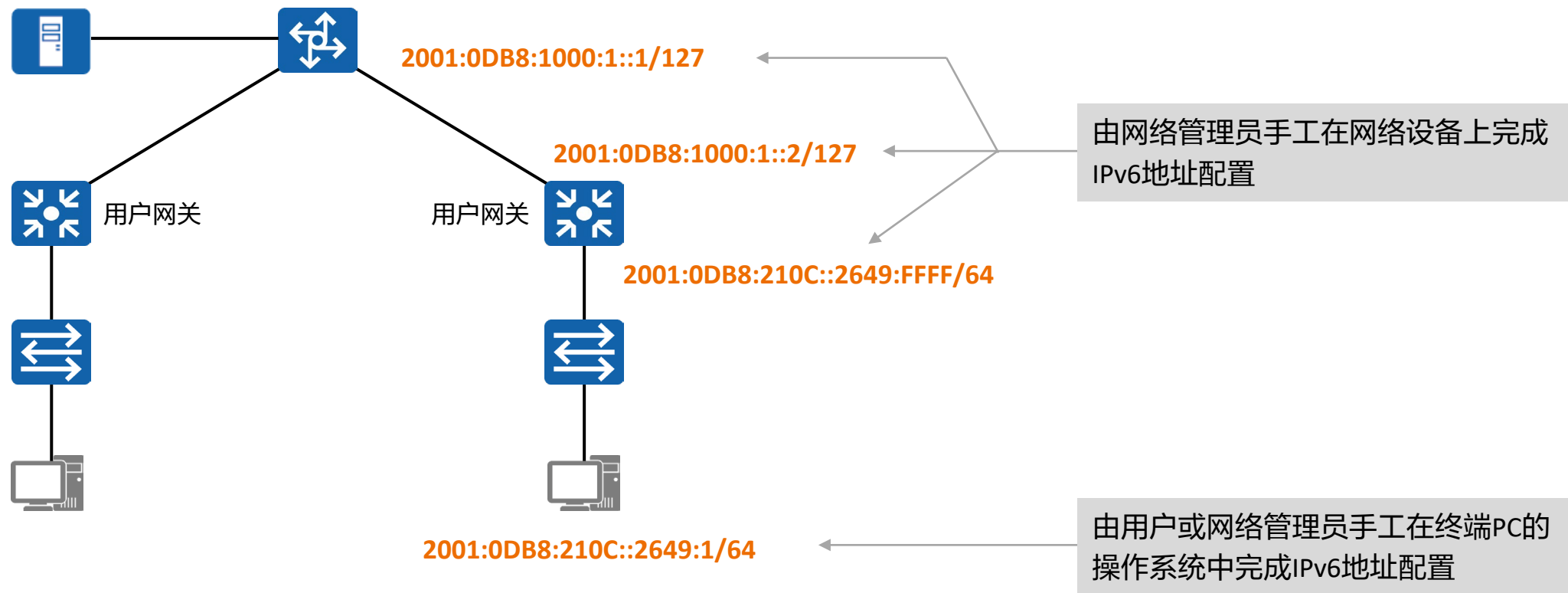
主机名 . . . . . : WIN
主 DNS 后缀 . . . . . :
节点类型 . . . . . : 混合
IP 路由已启用 . . . . . : 否
WINS 代理已启用 . . . . . : 否

无线局域网适配器 无线网络连接:

连接特定的 DNS 后缀 . . . . . :
描述. . . . . : Intel(R) Dual Band Wireless-AC 7265
物理地址. . . . . : 4C-34-
DHCP 已启用 . . . . . : 是
自动配置已启用. . . . . : 是
IPv6 地址 . . . . . : 240e:3b5:3474: 71(首选)
临时 IPv6 地址. . . . . : 240e:3b5:3474: 63(首选)
本地链接 IPv6 地址. . . . . : fe80::24bd: 5371%14(首选)
IPv4 地址 . . . . . : 192.168.1.13(首选)
子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0
获得租约的时间 . . . . . : 2022年6月4日 12:05:09
租约过期的时间 . . . . . : 2022年6月5日 12:05:09
默认网关. . . . . : fe80::1%14
                      192.168.1.1
DHCP 服务器 . . . . . : 192.168.1.1
DHCPv6 IAID . . . . . : 357315720
DHCPv6 客户端 DUID . . . . . : 00-01-00-01-24-
DNS 服务器 . . . . . : fe80::1%14
                      192.168.1.1
TCP/IP 上的 NetBIOS . . . . . : 已启用
```

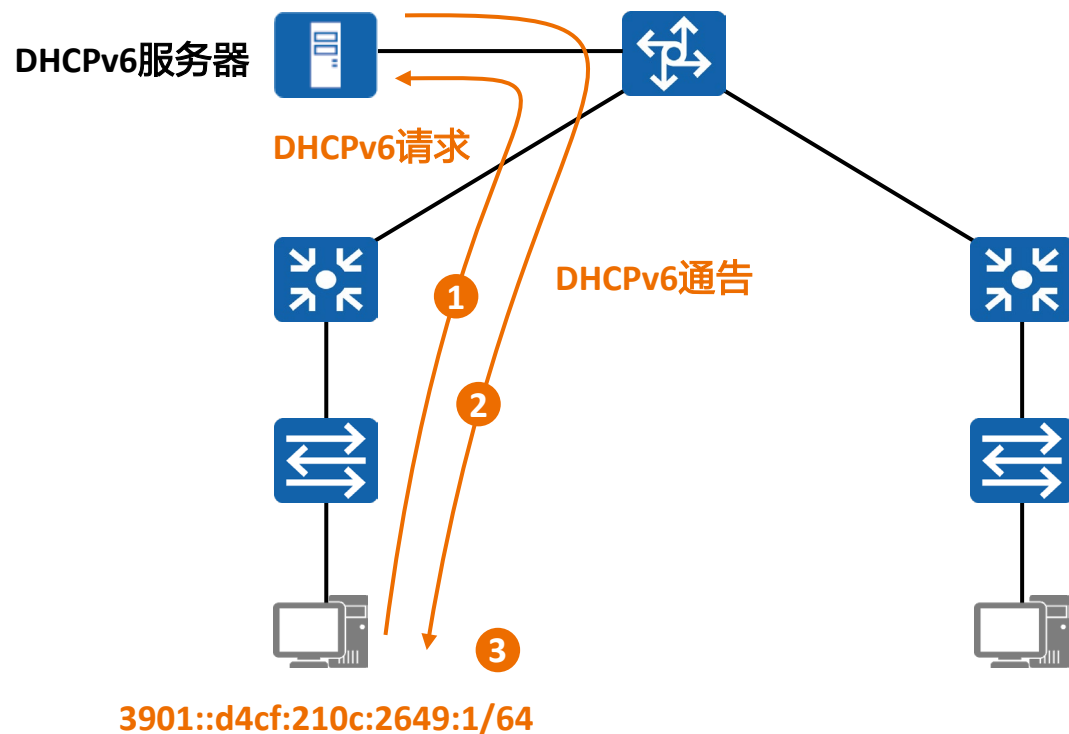

手工配置IPv6地址

- 用户可在终端PC或网络设备上通过手工配置的方式指定IPv6地址/前缀及其他网络参数（DNS、NIS、SNTP服务器地址等）。适用于设备数量不多，或在配置、维护工作量方面无明显压力的场景，或需要地址固定的场景。



通过DHCPv6配置IPv6地址

- 客户端设备通过DHCPv6协议自动从服务端获取IPv6地址/前缀及其他网络配置参数。适用于设备规模较大，或对配置维护效率有高要求的场景，例如当园区网络中存在大量终端时。

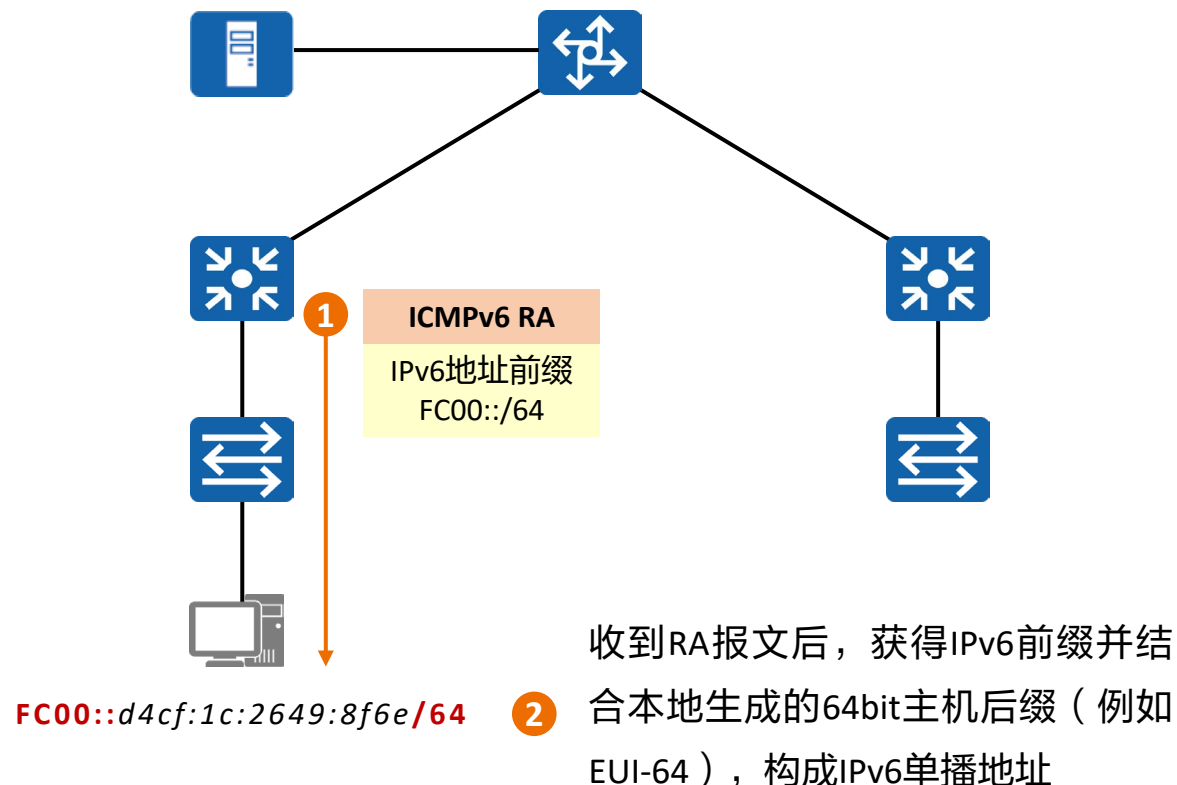


DHCPv6基本协议架构中，主要包括以下三种角色：

- DHCPv6客户端：**通过与DHCPv6服务器进行交互，获取IPv6地址/前缀和网络配置信息，完成自身的地址配置功能。
- DHCPv6服务器：**负责处理来自客户端或中继代理的地址分配、地址续租、地址释放等请求，分配IPv6地址/前缀和其他网络配置信息。
- DHCPv6中继代理：**负责代理、转发DHCPv6报文，协助DHCPv6客户端和DHCPv6服务器完成地址配置功能。主要用于当DHCPv6客户端与服务端不在同一个二层网络的场景。

通过SLAAC配置IPv6地址

- 无状态地址自动配置（StateLess Address Auto Configuration，SLAAC）即设备自动生成链路本地地址后，根据RA（Router Advertisement，路由器通告）报文所携带的IPv6前缀信息，自动配置自己的IPv6单播地址，亦可获得其他相关信息。



IPv6主机无状态自动配置过程：

1. 设备根据接口标识自动产生链路本地地址LLA。
2. 发出邻居请求，对LLA进行重复地址检测。
3. 如LLA存在冲突，则停止自动配置过程，需要手工配置。
4. 如不冲突，LLA生效，节点具备本地链路通信能力。
5. 主机会发送RS报文，并收到RA报文应答（或收到设备定期发送的RA报文）。
6. 根据RA报文中的前缀信息和本地接口标识得到IPv6地址。

目录

1. IPv6概述
2. IPv6地址配置
3. 构建一个简单的IPv6网络

IPv6基本配置 (1)

1. 全局使能设备的IPv6功能:

```
[Huawei] ipv6
```

2. 使能特定接口的IPv6功能:

```
[Huawei-GigabitEthernet0/0/0] ipv6 enable
```

3. 手工配置接口的链路本地地址:

```
[Huawei-GigabitEthernet0/0/0] ipv6 address ipv6-address link-local
```

4. 自动配置接口的链路本地地址（基于EUI-64形成接口ID，结合链路本地地址前缀构成完整地址）:

```
[Huawei-GigabitEthernet0/0/0] ipv6 address auto link-local
```

IPv6基本配置 (2)

5. 手工配置接口的单播地址:

```
[Huawei-GigabitEthernet0/0/0] ipv6 address { ipv6-address prefix-length | ipv6-address/prefix-length }
```

6. 配置接口的EUI-64格式的单播地址:

```
[Huawei-GigabitEthernet0/0/0] ipv6 address { ipv6-address prefix-length | ipv6-address/prefix-length } eui-64
```

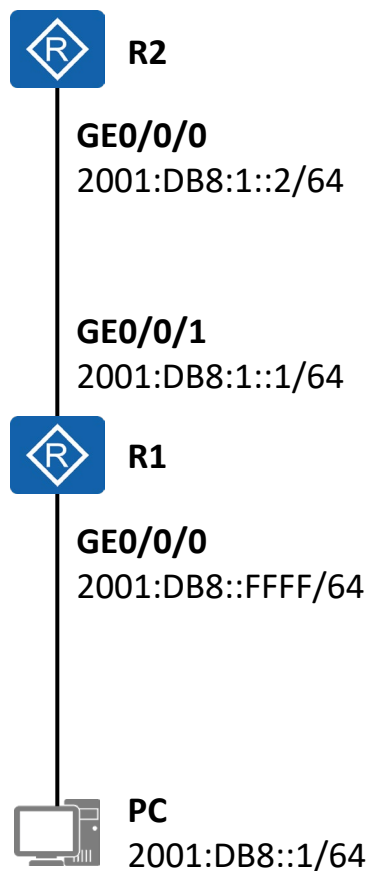
7. 查看接口的IPv6信息

```
[Huawei] display ipv6 interface [ interface-type interface-number | brief ]
```

8. 配置IPv6静态路由

```
[Huawei] ipv6 route-static dest-ipv6-address prefix-length { interface-type interface-number [ nexthop-ipv6-address ] | nexthop-ipv6-address } [ preference preference ]
```

构建一个简单的IPv6网络



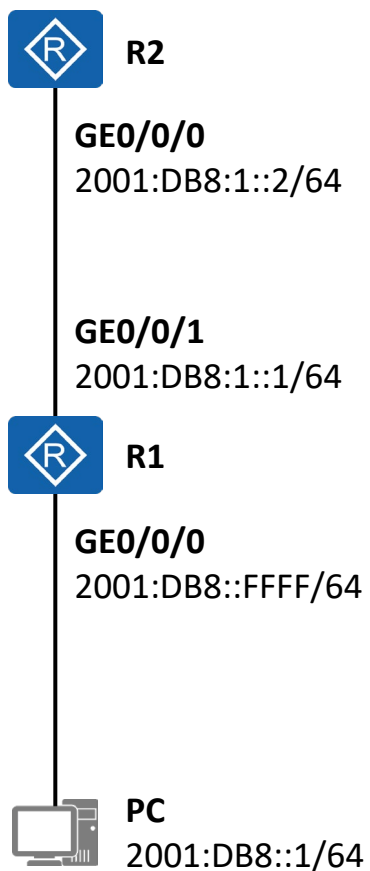
实验目的

- 完成一个简单的IPv6网络部署。
- 熟悉华为路由器的IPv6基础配置。

实验需求

- 网络拓扑如图所示，PC的默认网关为R1，完成所有设备的配置，使得PC能够ping通R2的GE0/0/0接口。

构建一个简单的IPv6网络：配置PC



PC-ARM-4

PC-ARM-4 x

基础配置 命令行

主机名: PC MAC地址: 00:00:00:00:00:11

IPv4配置

IP地址: . . . DNS1: . . .

子网掩码: . . . DNS2: . . .

网关: . . .

IPv6配置

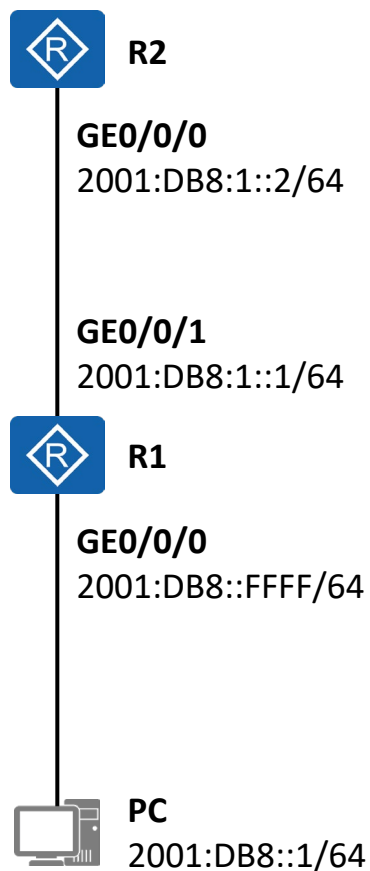
IPv6地址: 2001:db8::1

前缀长度: 64

IPv6网关: 2001:db8::ffff

应用

构建一个简单的IPv6网络： R1及R2的配置

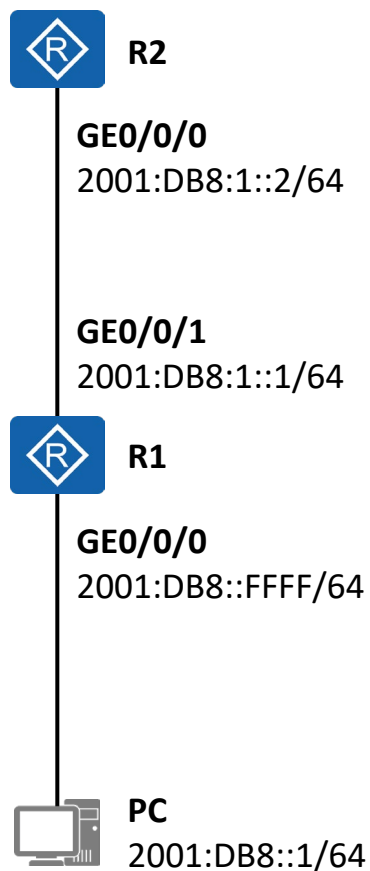


R1的配置如下:

```
<HUAWEI> system-view
[HUAWEI] sysname R1
[R1] ipv6
[R1] interface GigabitEthernet 0/0/0
[R1-GigabitEthernet0/0/0] ipv6 enable
[R1-GigabitEthernet0/0/0] ipv6 address 2001:DB8::FFFF 64
[R1-GigabitEthernet0/0/0] quit

[R1] interface GigabitEthernet 0/0/1
[R1-GigabitEthernet0/0/1] ipv6 enable
[R1-GigabitEthernet0/0/1] ipv6 address 2001:DB8:1::1 64
```

构建一个简单的IPv6网络： R1及R2的配置



R2的配置如下:

```
<HUAWEI> system-view
[HUAWEI] sysname R2
[R2] ipv6
[R2] interface GigabitEthernet 0/0/0
[R2-GigabitEthernet0/0/0] ipv6 enable
[R2-GigabitEthernet0/0/0] ipv6 address 2001:DB8:1::2 64
[R2-GigabitEthernet0/0/0] quit

[R2] ipv6 route-static 2001:DB8:: 64 2001:DB8:1::1
```

思考题

- 2001:0DB8:0000:0000:032A:0000:0000:2D70，此IPv6地址压缩到最短是多少？
- IPv6主机无状态地址自动配置的过程是什么？

课程总结

- 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。相比IPv4，IPv6具有诸多优势。
- IPv6为了更好支持各种选项处理，提出了扩展头的概念，新增选项时不必修改现有结构，理论上可以无限扩展，体现了优异的灵活性。
- IPv6地址总长度为128比特，通常分为8组，每组为4个十六进制数的形式，每组十六进制数间用冒号分隔。IPv6地址分为单播地址、组播地址及任播地址，可以手工配置，亦可通过自动化的方式配置。

Thank you.

把数字世界带入每个人、每个家庭、
每个组织，构建万物互联的智能世界。

Bring digital to every person, home and
organization for a fully connected,
intelligent world.

**Copyright©2018 Huawei Technologies Co., Ltd.
All Rights Reserved.**

The information in this document may contain predictive statements including, without limitation, statements regarding the future financial and operating results, future product portfolio, new technology, etc. There are a number of factors that could cause actual results and developments to differ materially from those expressed or implied in the predictive statements. Therefore, such information is provided for reference purpose only and constitutes neither an offer nor an acceptance. Huawei may change the information at any time without notice.

