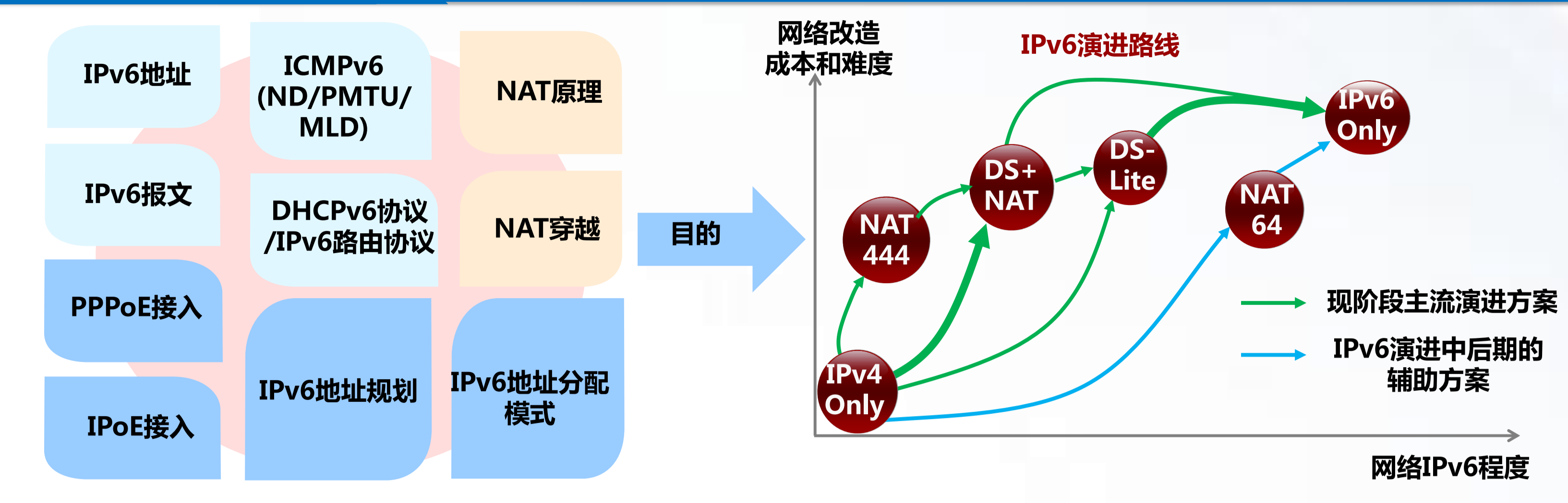


# IPv6 基础介绍



## IPv6基础概述



## IPv6地址

### IPv6地址语法

00100000000000001000110110110000  
00000000000000000000000000000000  
000000101010100000000011110000  
00000000000000000000000000000000

128位二进制数  
32位16进制数  
用“:”分段  
每段含“0”可省略  
多段连“0”可用“::”  
一个地址只能出现一次“::”

2001:0db8:0000:0000:02a0:00ff:0000:0000  
2001:db8:0:0:2a0:ff:0:0

2001:db8:0:0:2a0:ff::64  
2001:db8::2a0:ff:0:0/64

### IPv6地址结构

2001:db8:0000:0000:02a0:00ff:0000:0000/64

IPv6前缀 | 接口标识 | 前缀长度

### IPv6单播地址

单播地址 (使用范围)	地址范围	作用	接口必要性
LLA (Link-Local Address)	fe80::/64	仅用于表示本地链路	必选
ULA (Unique-Local Address)	fc00::/7	仅用于同一个站点的地址	可选
GUA (Global Unicast Address)	2000::/3或3000::/3	全球唯一	可选

### IPv6任播地址

任播地址与单播地址使用相同的地址空间。当某些接口在网的功能类似，可以将多个接口配置相同的任播地址。

### IPv6组播地址

8 bit	4 bit	4 bit	112 bit
1111 1111	Flags	Scope	Group ID

## IPv6报文头格式

### IPv4报文头

版本	报头长度	服务类型	报文长度
报头标志	分段标志	分段偏移	片段偏移
生存时间	上层协议类型	源地址	目的地址
选项	上层协议数据单元		

### IPv6扩展报头

版本	流量类型	流标签
报头有效长度	6	跳限制
源地址	目的地址	上层TCP报头
TCP协议数据单元		

### IPv6扩展报头顺序

顺序	报头类型	报头编码
1	基本报头	-
2	逐跳选项报头	0
3	目的选项报头	60
4	路由报头	43
5	分段报头	44
6	认证报头	51
7	封装安全净荷报头	50
8	目的选项报头	60
上层协议	TCP	6
上层协议	UDP	17
上层协议	ICMPv6	58

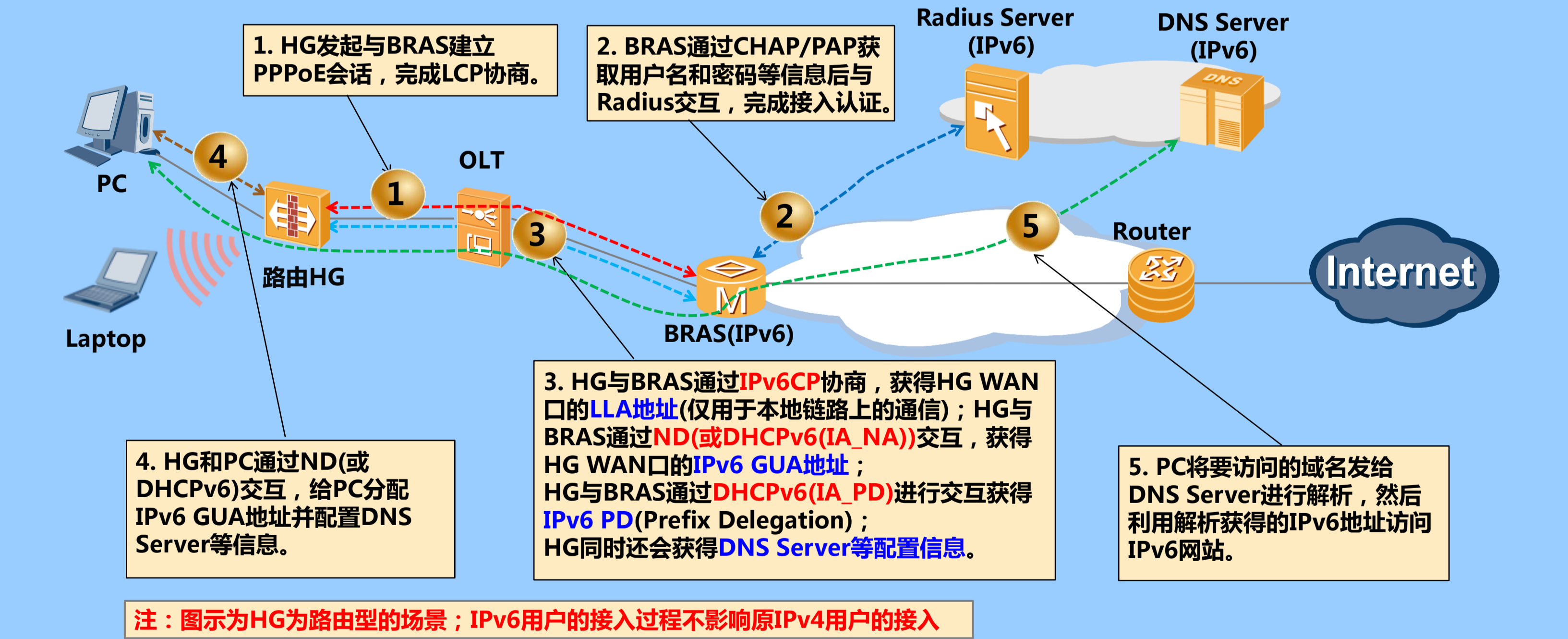
### IPv6报头

版本	流量类型	流标签
报头有效长度	下一报头类型	跳限制
源地址	目的地址	路由报头
目的地址	目的选项报头	6
下一报头类型	扩展报头内容	
上层协议数据单元		

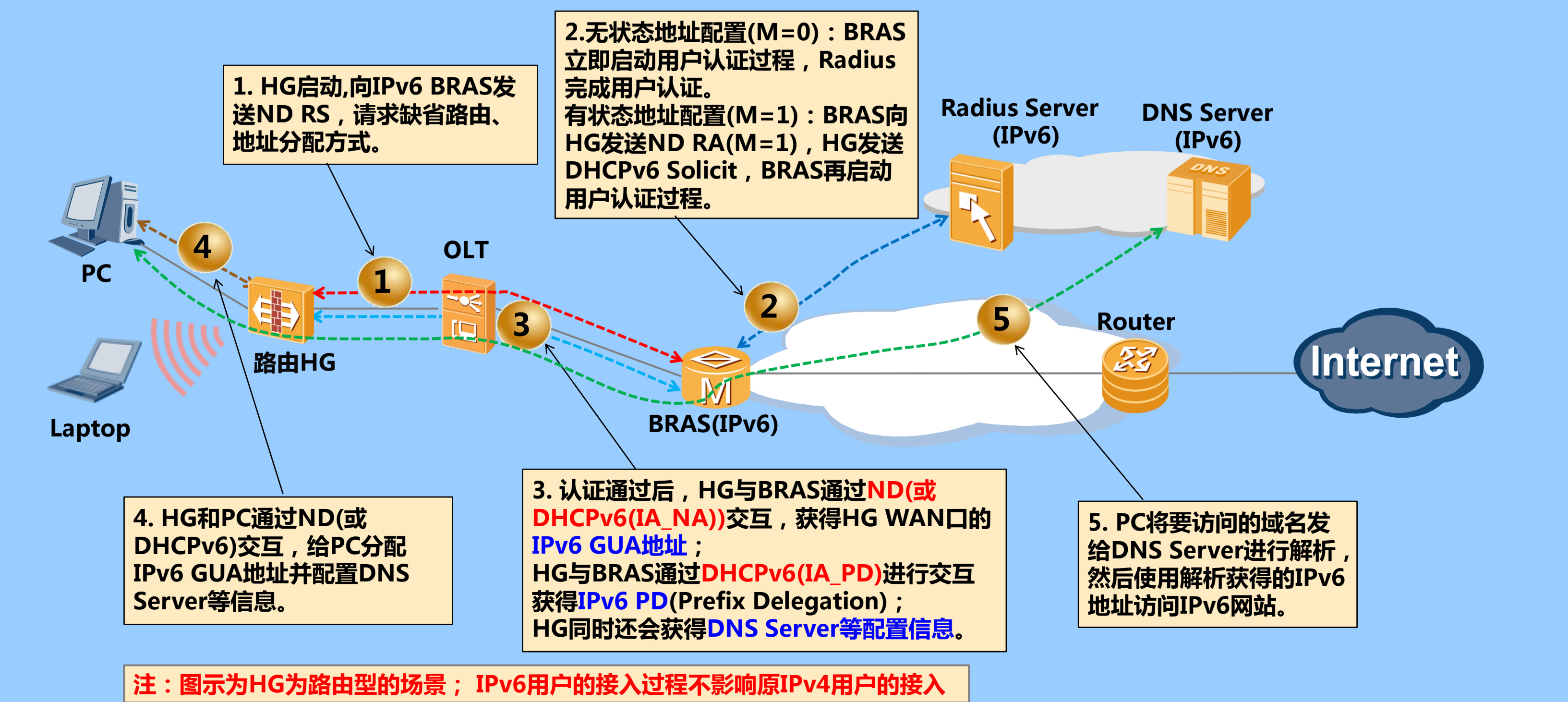
### IPv6扩展报头

版本	流量类型	流标签
报头有效长度	43	跳限制
源地址	目的地址	路由报头
目的地址	目的选项报头	6
上层TCP报头		
TCP协议数据单元		

## IPv6用户PPPoE接入过程



## IPv6用户IPoE接入过程



## ICMPv6 (ND/PMTU/MLD)

### ICMPv6报文类型

ICMPv6 Type 数值	消息类型	说明
ICMPv6 Type=(0,127)	错误类消息(error messages)	目的不可达 数据报超长 超时 参数问题 PMTU
ICMPv6 Type=(128,255)	信息类消息 (Information messages)	Ping/tracert信息报文 邻居发现(ND) 多播侦听发现(MLD)

### PMTU

PMTU最小为1280bytes (IPv6要求链路层支持的MTU最小为1280bytes)  
最大PMTU由链路层决定，比如隧道，可以支持较大的MTU

### ND协议

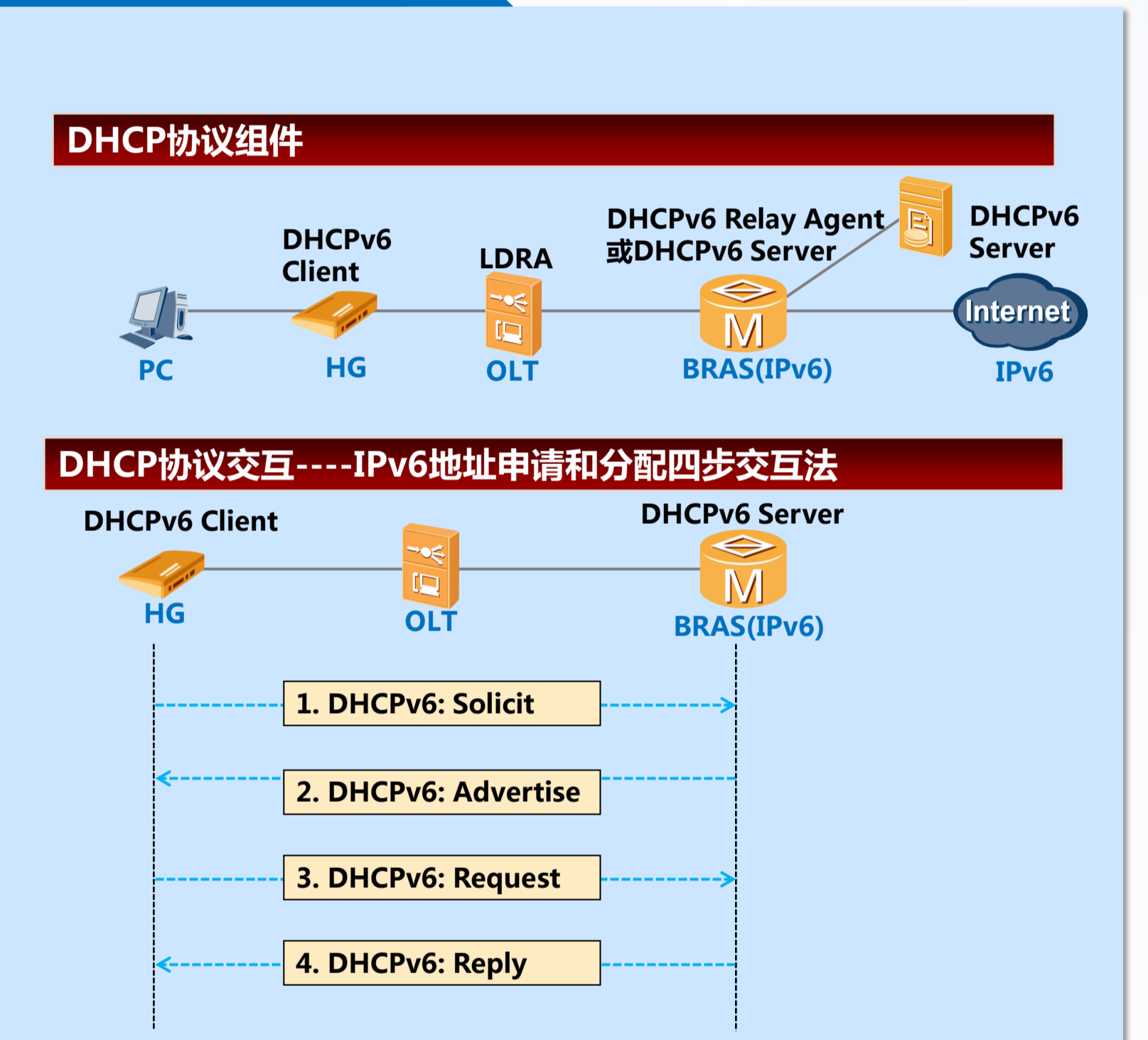
路由器发现样例：主机接口初始化时发RS，路由器回应RA

重复地址检测/地址解析/邻居跟踪状态：都是采用NS和NA来实现

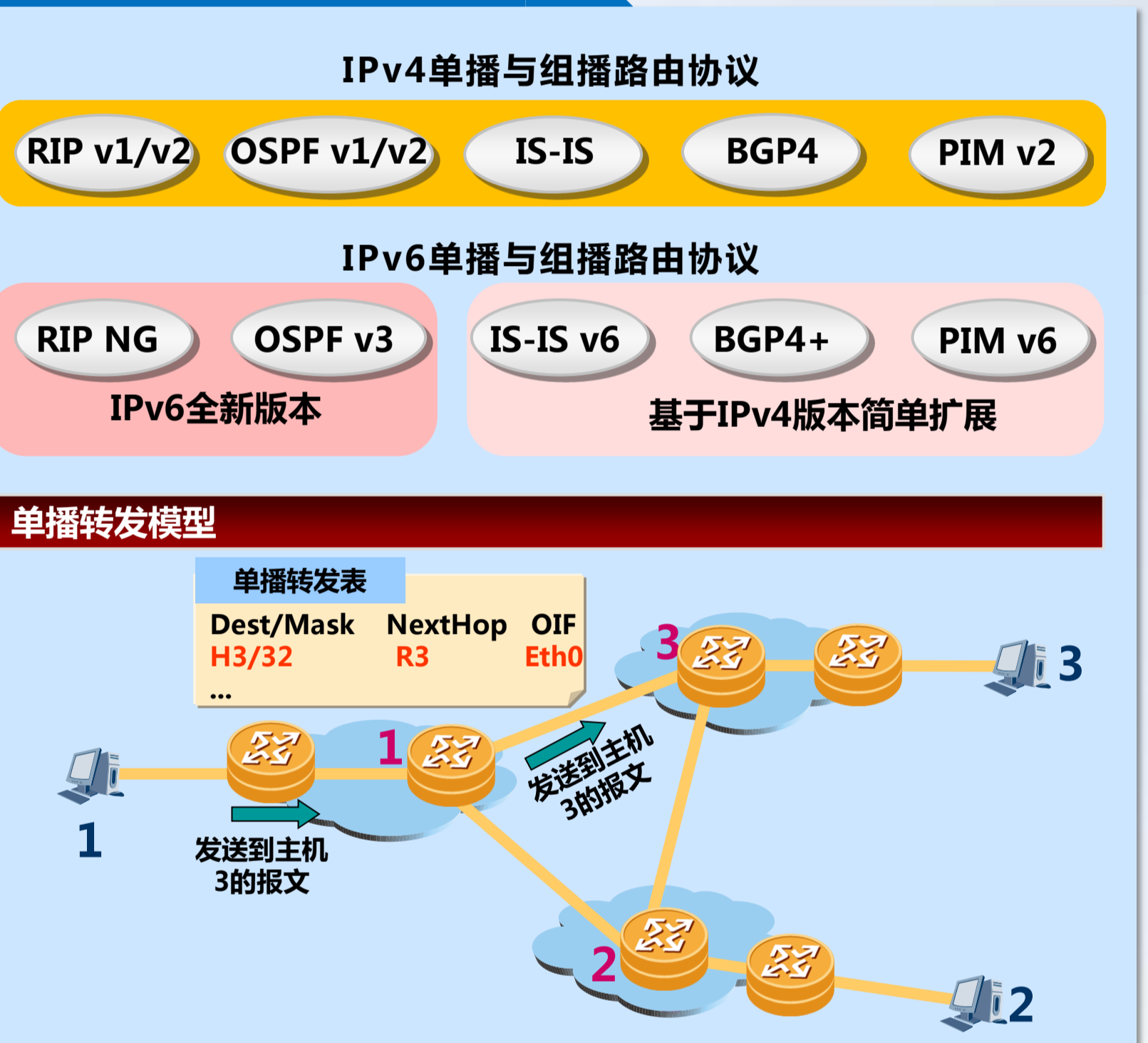
### MLD

IPv6 MLD	说明
MLDv1	相当于IPv4的IGMPv2
MLDv2	相当于IPv4的IGMPv3
MLD Proxy	相当于IPv4的IGMP Proxy，减少MLD组播报文的数量
MLD Snooping	相当于IPv4的IGMP Snooping，组播业务报文按需下发

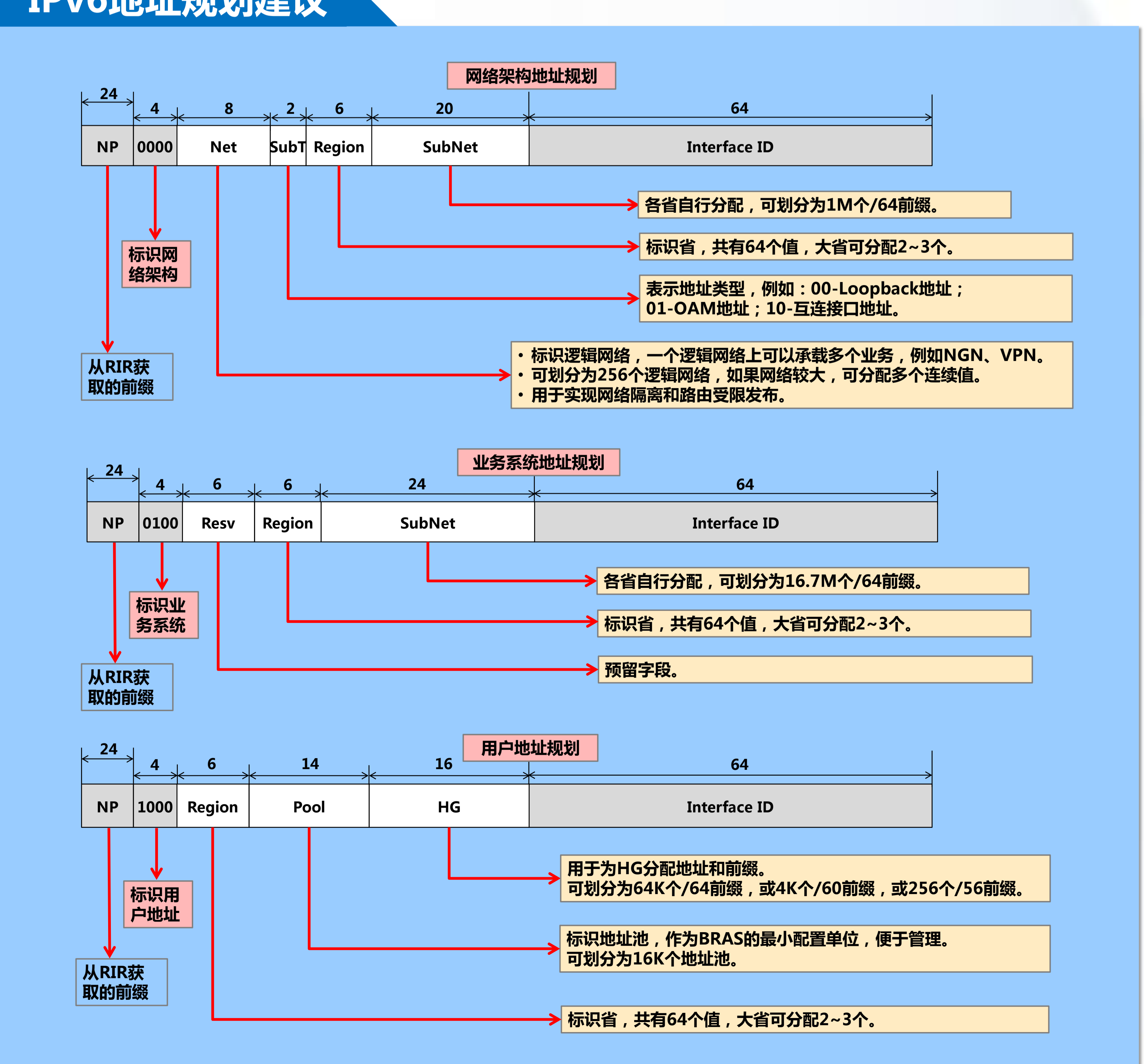
## DHCPv6



## IPv6路由协议



## IPv6地址规划建议



## NAT原理

### NAT444

NAT PAT方式：多个私有IPv4地址对应一个公网IPv4地址(使用不同的端口号区分)

NAT444：两次NAT44转换由HG NAT44, CGN NAT44组成，两级NAT相互独立。提升了地址复用率。

### NAT64

Stateful NAT：转换前后不需要进行表项查找，可以从IPv6地址直接计算出对应IPv4地址，或相反。

Stateful NAT：转换前后地址没有算法联系，需要表项查找对应关系。

CGN对用户的IPv6报文进行协议和地址转换(源地址和目的地址均进行翻译)。以Stateful NAT64为例。

## NAT穿越

### 三元组NAT穿越技术(P2P业务场景)

为什么需要NAT穿越？  
NAT隐藏了内网的主机地址，导致外部网络无法主动连接到私网设备，为了突破这种限制，各种NAT穿越技术被提出，协助应用程序提供NAT穿越能力。

CGN支持的较成熟NAT穿越技术：

- NAT三元组模式(圆锥模式)。
- 直接分配公网地址：主要应用于外网访问内网业务。
- 常用协议(FTP、RSTP、PPTP、SIP)的ALG。
- 应用软件实现对NAT的穿越：不依赖CGN，如STUN、TURN等。大多数应用的穿越依靠应用软件完成。

目前，由于应用穿越问题没有彻底解决，NAT64尚未大规模部署。仅靠NAT64设备的ALG无法承担众多IPv4应用的NAT64穿越问题。

- 用户1主机报文触发CGN1建立NAT映射：三元组项为<协议类型，源IPv4地址，源端口号>。
- 用户2报文达到CGN1后，CGN1根据三元组进行匹配。匹配成功，报文NAT转换，互访成功。
- 如果NAT采用五元组，P2P业务用户之间不能互访。

## IPv6地址分配模式

### IPv6地址分配模式

图示为路由型HG WAN numbered+DHCPv6(IA\_NA+IA\_PD)+远端地址池场景

序号	HG工作模式	HG WAN口/PC地址分配	HG LAN侧PD前缀分配	备注
1	路由型+WAN Numbered	ND(共享前缀)	DHCPv6-IA_PD	● HG WAN口Numbered模式：HG WAN口有IPv6 GUA地址。
2	路由型+WAN Numbered	ND(共享前缀)	DHCPv6-IA_PD	● HG WAN口Unnumbered模式：HG WAN口没有IPv6 GUA地址。
3	路由型+WAN Numbered	DHCPv6-IA_NA(本地地址池)	DHCPv6-IA_PD	● ND共享前缀模式：BRAS下所有HG/PC共享一个前缀。应用于PPPoE接入场景，不支持IPoE接入场景。
4	路由型+WAN Numbered	DHCPv6-IA_NA(远端地址池)	DHCPv6-IA_PD	● ND共享前缀模式：每一个HG/PC拥有独立的前缀。标准TR177/TR187推荐。主要应用于IPoE接入场景，也可用于PPPoE接入场景。
5	路由型+WAN Unnumbered	ND(共享前缀)	DHCPv6-IA_PD	● ND共享前缀模式：每一个HG/PC拥有独立的前缀。标准TR177/TR187推荐。主要应用于IPoE接入场景，也可用于PPPoE接入场景。
6	桥接型	ND(共享前缀)	不涉及	● ND共享前缀模式：每一个HG/PC拥有独立的前缀。标准TR177/TR187推荐。主要应用于IPoE接入场景，也可用于PPPoE接入场景。
7	桥接型	ND(共享前缀)	不涉及	● ND共享前缀模式：每一个HG/PC拥有独立的前缀。标准TR177/TR187推荐。主要应用于IPoE接入场景，也可用于PPPoE接入场景。
8	桥接型	DHCPv6-IA_NA(本地地址池)	不涉及	● ND共享前缀模式：每一个HG/PC拥有独立的前缀。标准TR177/TR187推荐。主要应用于IPoE接入场景，也可用于PPPoE接入场景。
9	桥接型	DHCPv6-IA_NA(远端地址池)	不涉及	● ND共享前缀模式：每一个HG/PC拥有独立的前缀。标准TR177/TR187推荐。主要应用于IPoE接入场景，也可用于PPPoE接入场景。
10	路由/桥接型	ND(共享前缀)	DHCPv6-IA_PD	● 混合组网中，一部分HG为路由型，另外一部分HG为桥接型。
11	路由/桥接型	DHCPv6-IA_NA(本地地址池)	DHCPv6-IA_PD	● 混合组网中，一部分HG为路由型，另外一部分HG为桥接型。
12	路由/桥接型	DHCPv6-IA_NA(远端地址池)	DHCPv6-IA_PD	● 混合组网中，一部分HG为路由型，另外一部分HG为桥接型。