



IPv6技术基础

中国科技网
鲍杰

bao@cstnet.cn

2006-6-15

Agenda

- *IPv6技术的产生*
- CNGI项目概况
- IPv6技术
 - IPv6技术特性
 - IPv6地址格式
 - IPv6过渡技术
 - IPv6路由协议
 - IPv6用户端配置
 - IPv6域名系统

IPv6技术的出现

■ IPv4存在的问题

- IPv4地址资源日益紧缺
- 路由表急剧膨胀
- 网络安全
- ...

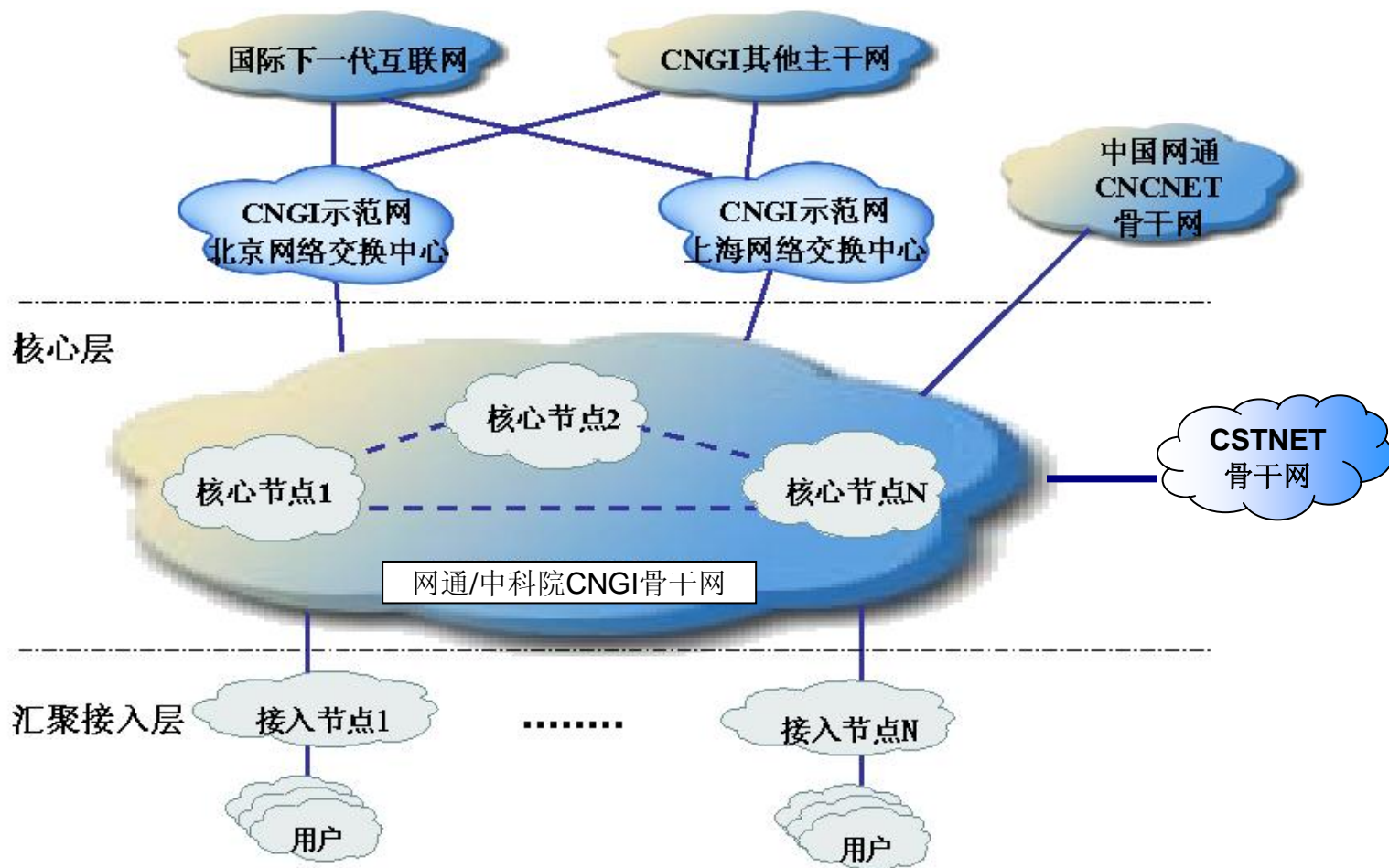
Agenda

- IPv6技术的产生
- *CNGI项目概况*
- IPv6技术
 - IPv6技术特性
 - IPv6地址格式
 - IPv6过渡技术
 - IPv6路由协议
 - IPv6用户端配置
 - IPv6域名系统

CNGI项目概况

- 中国下一代互联网**CNGI**示范网络
- 由核心网、用户接入网/驻地网、网络交换中心（含国内/国际）三个部分构成
- 核心网由**CERNET**、中国电信、中国联通、中国网通/科学院、中国移动和中国铁通**6**个试验内容和业务定位各具特点并相互独立的主干网互联组成
- 中国网通/中科院**CNGI**核心网在北京、上海、广州、沈阳、长春、成都、兰州共**7**个节点进行建设

CNGI项目概况（续）



Agenda

- IPv6技术的产生
- CNGI项目概况
- IPv6技术
 - *IPv6技术特性*
 - IPv6地址格式
 - IPv6过渡技术
 - IPv6路由协议
 - IPv6用户端配置
 - IPv6域名系统

IPv6技术特性

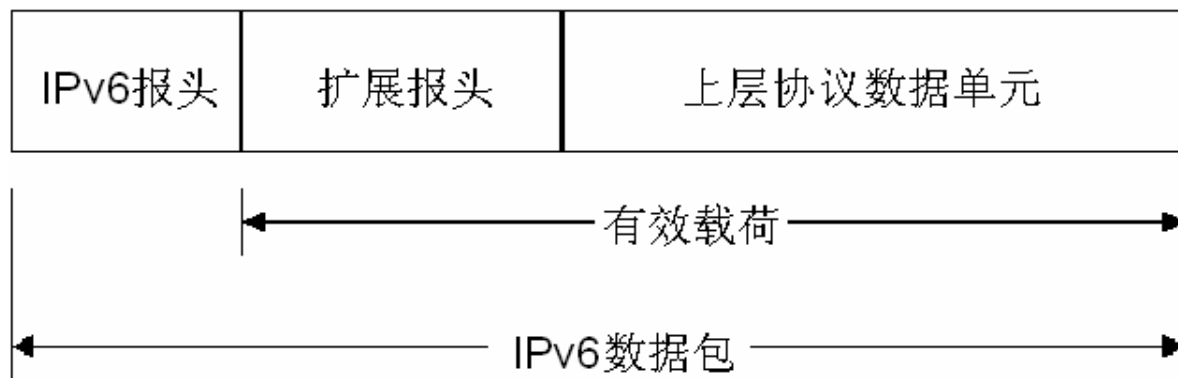
- 近乎无限的地址空间
- 更简洁的报文头部
- 简单的管理：即插即用
- 内置的安全性
- 更好的QoS支持
- 更好的移动性

Agenda

- IPv6技术的产生
- CNGI项目概况
- IPv6技术
 - IPv6技术特性
 - *IPv6地址格式*
 - IPv6过渡技术
 - IPv6路由协议
 - IPv6用户端配置
 - IPv6域名系统

IPv6报文格式

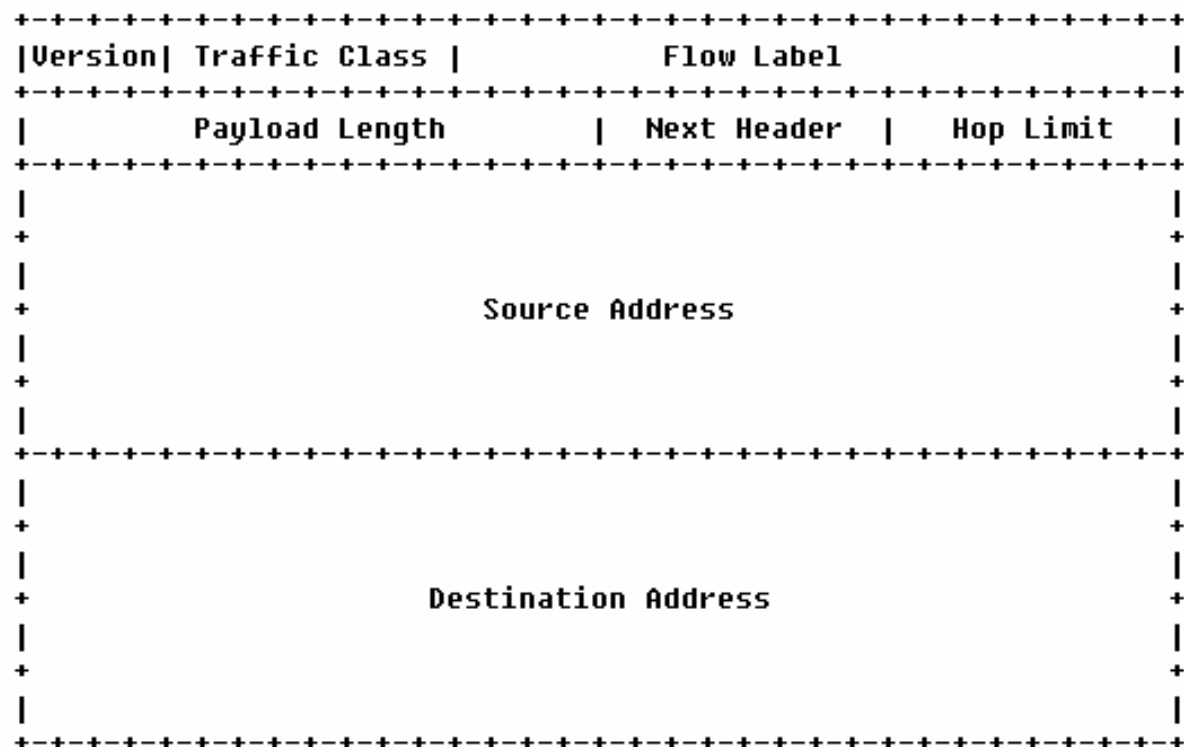
■ IPv6数据包



IPv6报文格式（续）

■ IPv6报头

□ 长度为40字节



IPv6地址格式

■ IPv6地址表示方法

- 用十六进制表示
- 4位一组，中间用“:”隔开
- 若以零开头可以省略，全零的组可用“::”表示
- 地址前缀长度用“/xx”来表示

■ 例子

- 0001:0123:0000:0000:0000:ABCD:0000:0001/96
- 1:123:0:0:0:ABCD:0:1/96
- 1:123::ABCD:0:1/96

IPv6地址格式（续）

■ IPv6地址分类

- 单播地址（Unicast Address）
- 组播地址（Multicast Address）
- 任播地址（Anycast Address）

IPv6地址格式（续）

■ 单播地址（Unicast Address）

□ 可聚集全球地址（Aggregateable Global Unicast Addresses）

- 001 1/8 total space

□ 链路本地地址（Link-Local Unicast Addresses）

- 1111111010 1/1024 total space

- automatically configured with interface id
- used for neighbor and router discovery

□ 节点本地地址（Site-Local Unicast Addresses）

- 1111111011 1/1024 total space

IPv6地址格式（续）

■ 组播地址（Multicast Address）

□ **Flags:** 用来表示permanent或transient组播组

□ **Scope:** 表示组播组的范围

■ 0: 预留

■ 1: 节点本地范围

■ 2: 链路本地范围

■ 5: 站点本地范围

□ **Group ID:** 组播组ID



IPv6地址格式（续）

■ 任播地址（Anycast Address）

- 用于标识一组网络接口
- 目标地址为任播抵制的数据报将发送给最近的一个接口

IPv6地址格式（续）

■ 回送地址（Loopback Addresses）

- ::1

- 类似IPv4中的127.0.0.1

■ IPv4兼容IPv6地址

- ::<IPv4 address>

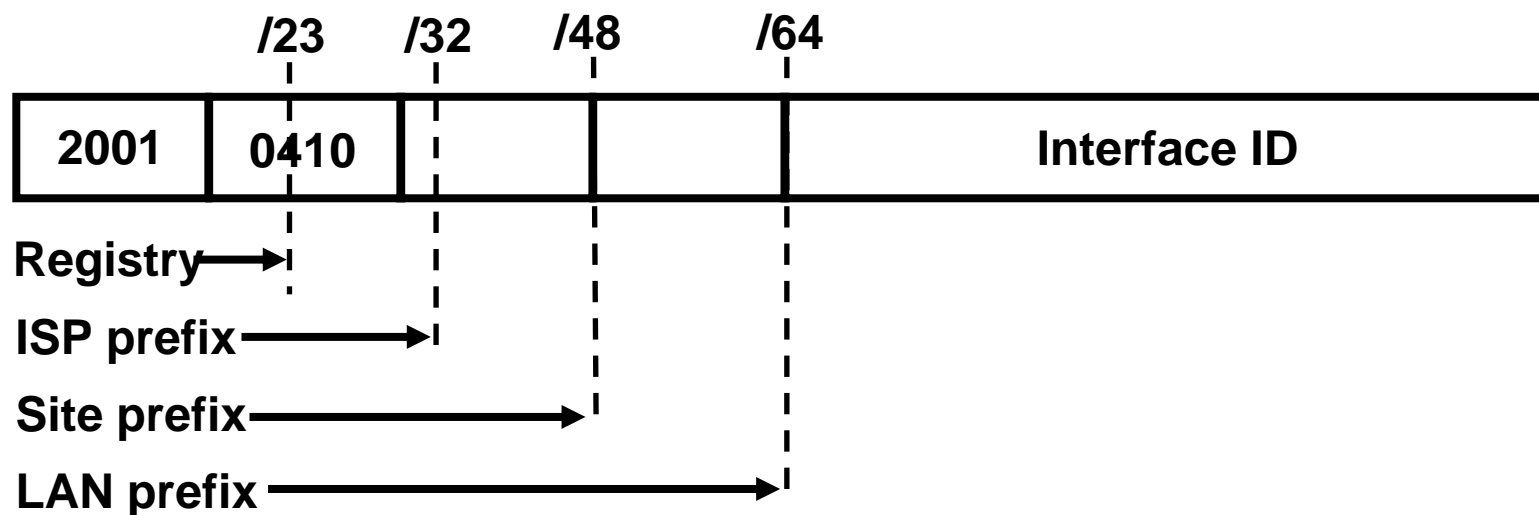
■ 6to4地址

- 2002::/16

IPv6地址管理机构

- IANA - Internet Assigned Numbers Authority (IP地址的顶级管理机构)
- RIR – Regional Internet Registry (区域管理机构 APNIC/ARIN/RIPE NCC)
- NIR – National Internet Registry (国家地址管理机构 CNNIC/JPNIC)
- LIR/ISP – Local Internet Registry (本地地址注册机构 (ISP))
- EU – End User (最终用户)
- IR- Internet Registry (所有地址管理机构统称为IR)

IPv6地址分配



IPv6地址分配（续）

- 6Bone

- 3FFE::/16

- 全球聚合地址

- 2001::/16

- APNIC

- 2001:0200::/23 & 2001:0C00::/23

- 中国科技网IPv6地址

- 2001:0CC0::/32

IPv6地址配置方法

- 手工配置
- 有状态地址自动配置（DHCPv6）
- 无状态地址自动配置

IPv6地址配置方法（续）

■ IPv6地址 = 前缀 + 接口标识

- 前缀：相当于IPv4地址中的网络ID
- 接口标识：相当于IPv4地址中的主机ID

■ 无状态地址自动配置

- 前缀获得
- 接口ID生成
 - IEEE EUI-64规范
 - 将48位MAC地址转化为64bit的接口ID
- 重复地址检测（DAD）

IPv6地址配置方法（续）

■ 无状态地址自动配置

□ MAC地址

0	1	2	3	4
0	1	3	4	
0	5	1	7	
-----+				
cccccc0gcccccccc cccccccccccccccc cccccccccccccccc				
-----+				

□ 接口ID

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	3	4												
0	5	1	7												
-----+															
cccccc1gcccccccc cccccccc11111111 11111110cccccccc cccccccccccccccc															
-----+															

Agenda

- IPv6技术的产生
- CNGI项目概况
- IPv6技术
 - IPv6技术特性
 - IPv6地址格式
 - *IPv6过渡技术*
 - IPv6路由协议
 - IPv6用户端配置
 - IPv6域名系统

IPv6过渡技术

- 双栈

- 隧道

- 手工隧道

- GRE隧道

- 6to4隧道

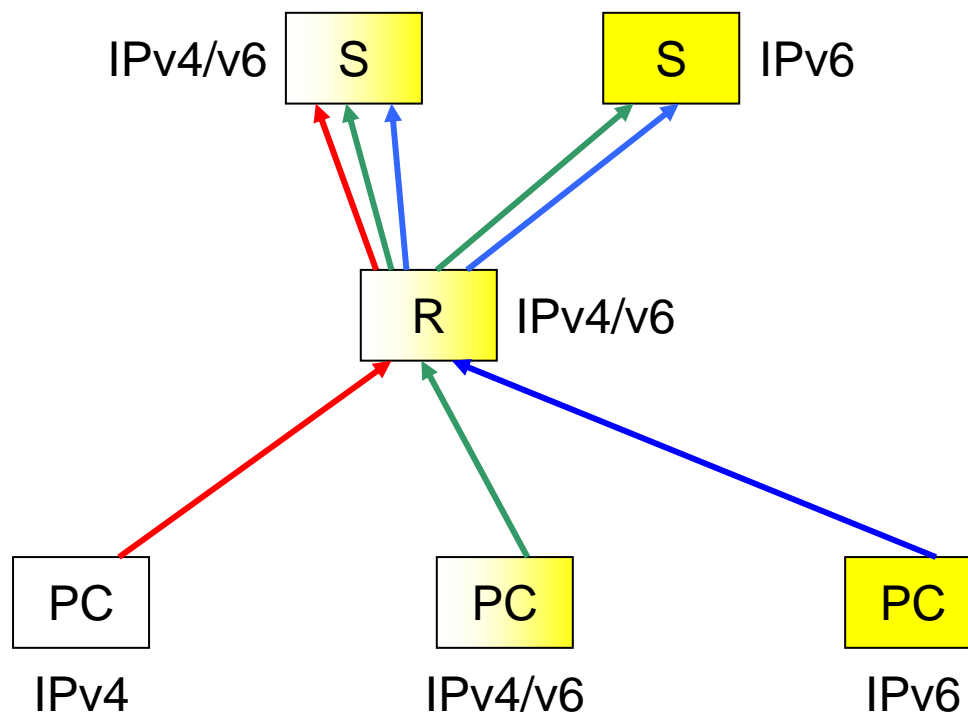
- 6PE

- IPv6与IPv4互通

- NAT-PT

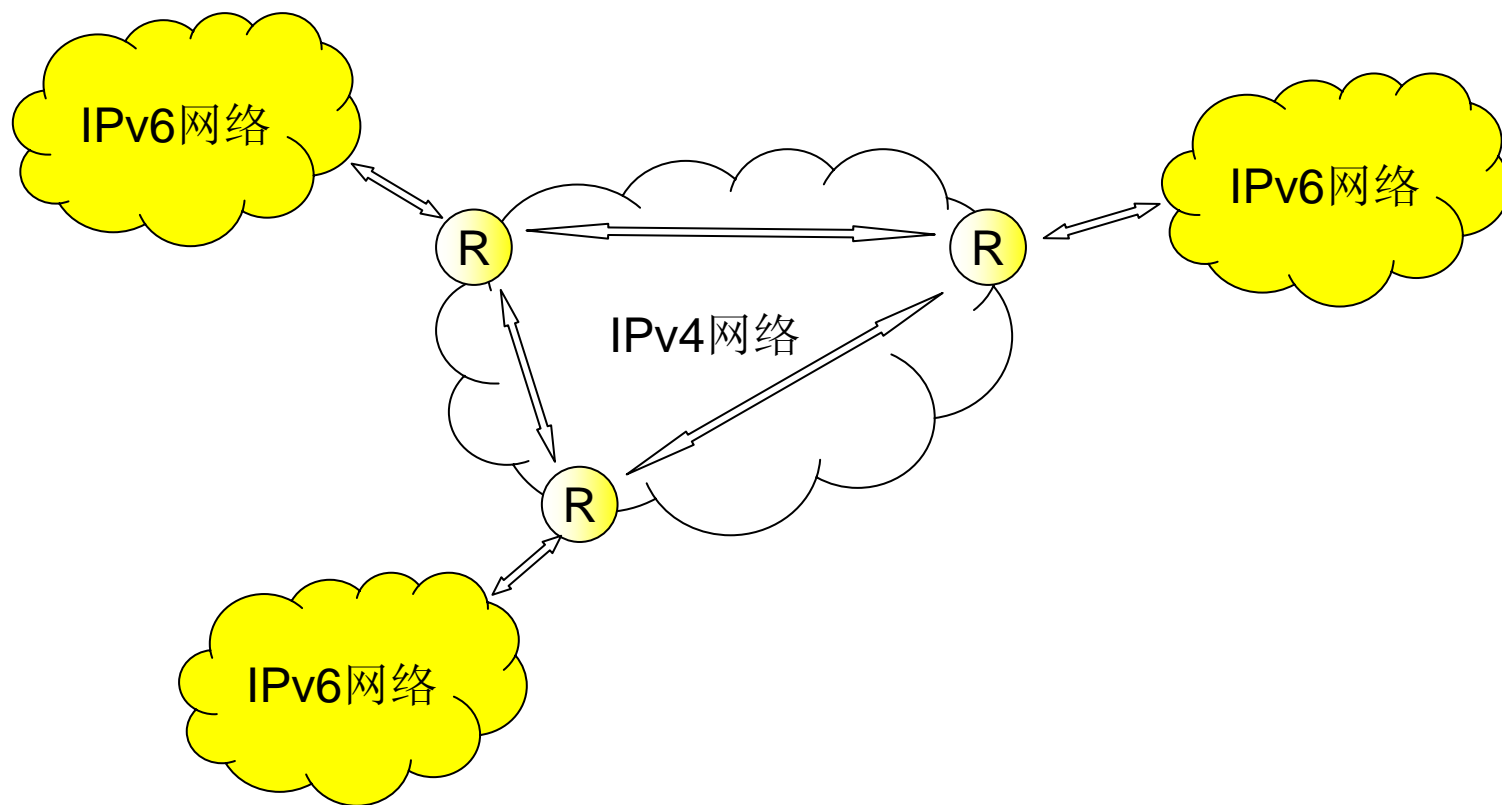
IPv6过渡技术（续）

■ 双栈



IPv6过渡技术（续）

■ 隧道



IPv6过渡技术（续）

■ 手工隧道

- IPv6报文被包含在IPv4报文中作为IPv4的载荷

- 优点

 - 通用性好

 - 技术成熟，易于理解

- 缺点

 - 维护复杂

IPv6过渡技术（续）

■ GRE隧道

- IPv6报文被包含在GRE报文中作为GRE的载荷
- 优点
 - 通用性好
 - 技术成熟，易于理解
- 缺点
 - 维护复杂

IPv6过渡技术（续）

■ 6to4隧道技术

- 目的地址为6to4地址，包含的IPv4地址即为隧道末端
- 6to4地址: 2002:a.b.c.d:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx
- 可通过6to4中继路由器，使6to4网点连接到大的纯IPv6网络
- 优点
 - 不需要为每条隧道预先配置，维护方便
- 缺点
 - 整个IPv6网点使用特殊的6to4地址

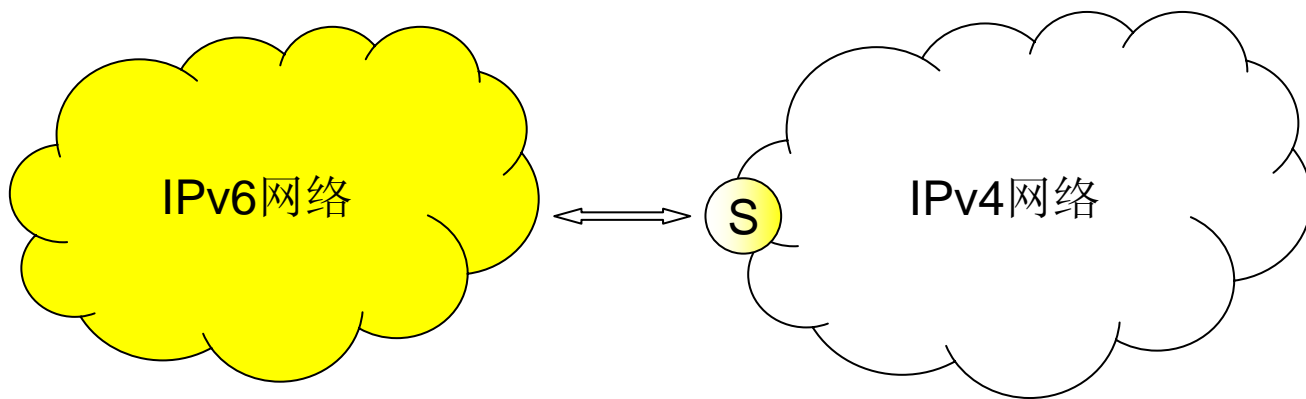
IPv6过渡技术（续）

■ 6PE

- 通过IPv4或MPLS网络连接多个IPv6 孤岛，使用BGP交换IPv6可达信息。
- IPv6网络可被看作VPN网，多个IPv6孤岛属于同一VPN，利用VPN机制在PE之间建立隧道连接
- 可以充分利用已有MPLS或VPN网络

IPv6过渡技术（续）

■ NAT-PT



IPv6过渡技术（续）

■ NAT-PT

□ 工作原理

- 类似于传统NAT，但是将IPv6地址和IPv4地址互相转换，另加上协议转换
- 通过中间的NAT-PT协议转换服务器，实现纯IPv6节点和纯IPv4节点间的互通
- NAT-PT服务器分配IPv4地址来标识IPv6主机
- NAT-PT服务器向相邻IPv6网络宣告96位地址前缀信息，用于标识IPv4主机

□ 优点

- 只需设置NAT-PT服务器

□ 缺点

- 资源消耗较大，服务器负载重，NAT-PT设备是性能瓶颈

Agenda

- IPv6技术的产生
- CNGI项目概况
- IPv6技术
 - IPv6技术特性
 - IPv6地址格式
 - IPv6过渡技术
 - *IPv6路由协议*
 - IPv6用户端配置
 - IPv6域名系统

IPv6路由协议

- 静态路由协议
- 动态路由协议
 - RIPng
 - OSPFv3
 - ISIS
 - MBGP

IPv6路由协议（续）

- 与RIPv2一样，RIPng具备如下特性
 - RIPng是距离矢量路由协议，利用UDP传输机制（端口号为521）
 - RIPng用跳数度量路由，16跳为不可达
 - RIPng利用水平分割与毒性逆转技术来减少环路发生可能性
- RIPng必须支持IPv6所以RIPng报文格式及路由数据库与RIPv2不同

IPv6路由协议（续）

- OSPF V3在基本运行机制上未有改变 (flooding, DR election, area support, SPF calculations)
- OSPF V3在如下意义上被重新定义
 - OSPF报文和基本的LSA去除了编址语义以更好支持多协议
 - OSPF V3新定义了一些LSA以携带地址和前缀
 - OSPF基于链路而不是基于网段运行
 - OSPF认证机制被去除

IPv6路由协议（续）

- IS-IS本身是一个可扩展路由协议，它对IPv4的支持本身就是在对OSI网络的一个扩展。为使其支持IPv6，我们需要定义“IPv6 Reachability”和“IPv6 Interface Address”两个TLV

IPv6路由协议（续）

- **Multi-protocol BGP**是一个旨在让**BGP**可以传输多种协议（不仅仅**IPv4**）的扩展，也称为**BGP4+**。与**IS-IS**类似，**MBGP**支持**IPv6**也是比较容易，只需要将**IPv6**前缀信息和下一跳信息置于新定义的**MP-NLRI**即可

Agenda

- IPv6技术的产生
- CNGI项目概况
- IPv6技术
 - IPv6技术特性
 - IPv6地址格式
 - IPv6过渡技术
 - IPv6路由协议
 - *IPv6用户端配置*
 - IPv6域名系统

IPv6用户端配置

- Linux

- Windows

- ☐ Windows 2003

- ☐ Windows XP

- ☐ Windows 2000

IPv6用户端配置（续）

■ Linux下IPv6配置

- Linux在内核版本2.2.0以后就支持IPv6
- 查看是否已加载IPv6模块
 - /sbin/lsmmod
- 加载IPv6模块
 - /sbin/modprobe ipv6
 - 如果加载出错，说明没有此模块，重新编译内核，以支持IPv6
- 网络启动的时候自动加载IPv6模块
 - 编辑/etc/sysconfig/network文件，加入新的一行
NETWORKING_IPv6=YES

IPv6用户端配置（续）

■ Linux下IPv6相关的命令

- # /sbin/ifconfig eth0 inet6 add 2001:CC0:FFFF::/64 /*
添加固定IPv6地址 */
- # route -A inet6 add 2000::/3 gw 2001:CC0:FFFF::1 /*
添加路由 */
- # ping6
- 如果由隧道接入，则进行下面步骤
 - /sbin/ip tunnel add sit1 mode sit ttl 128 remote 159.226.x.x
local 159.226.x.x /* 建立隧道 */
 - /sbin/ip link set sit1 up
 - /sbin/ip -6 addr add 2001:CC0:FFFF::/64 dev sit1 /*设定IPv6
地址*/
 - /sbin/ip -6 route add 2000::/3 via 2001:CC0:FFFF::1 /*设置路
由*/

IPv6用户端配置（续）

■ Windows XP/2003下的IPv6配置

- Windows2003内置了IPv6协议栈
- WindowsXP至少升级为SP1
- 安装IPv6协议
 - ipv6 install

■ Windows 2000下的IPv6配置

- 安装IPv6 协议栈
 - 下载IPv6协议安装包
 - 在“本地连接”属性中添加IPv6协议栈

IPv6用户端配置（续）

■ Windows下的IPv6相关命令

□ 查看接口状态

- ipv6 if

□ 配置命令

- netsh

- ipv6

□ 测试命令

- ping6

- tracert6

Agenda

- IPv6技术的产生
- CNGI项目概况
- IPv6技术
 - IPv6技术特性
 - IPv6地址格式
 - IPv6过渡技术
 - IPv6路由协议
 - IPv6用户端配置
 - *IPv6域名系统*

IPv6域名系统

- IPv4和IPv6共同拥有统一的域名空间
- IPv6地址的正向解析
 - AAAA纪录
 - 表示域名和IPv6地址的对应关系
 - 不支持地址的层次性
 - A6纪录
 - 符合IPv6地址的层次结构，支持地址聚合
 - 修改简单
 - 延长解析时间，出错的机会也增加

IPv6域名系统（续）

■ IPv6地址的反向解析

□ PTR纪录

□ 地址表示形式

■ 用“.”分隔的半字节16进制数字格式

- 低位地址在前，高位地址在后，域后缀是"IP6.INT."
- 与"AAAA"对应

■ 二进制串格式

- 以"\["开头，16进制地址（无分隔符，高位在前，低位在后）居中，地址后加"]"，域后缀是"IP6.ARPA."
- 与“A6”记录对应
- 支持地址层次特性

IPv6域名系统（续）

■ DNS服务器的自动发现

□ 无状态

- 为子网内部的**DNS**服务器配置站点范围内的任播地址
- 采用站点范围内的多播地址或链路多播地址等
- 用站点范围内的任播地址作为**DNS**服务器的地址

□ 有状态

- 通过类似**DHCP**这样的服务器把**DNS**服务器地址、域名和搜索路径等**DNS**信息告诉节点



Thank you!