

本节内容

IPv6 地址

408考研大纲（网络层）

（一）网络层的功能

异构网络互连；路由与转发；SDN 基本概念；拥塞控制

（二）路由算法

静态路由与动态路由；距离-向量路由算法；链路状态路由算法；层次路由

（三）IPv4

IPv4 分组；IPv4 地址与 NAT；子网划分与子网掩码、CIDR、路由聚合、ARP、DHCP 与 ICMP

（四）IPv6

IPv6 的主要特点；IPv6 地址

（五）路由协议

自治系统；域内路由与域间路由；RIP 路由协议；OSPF 路由协议；BGP 路由协议

（六）IP 多播

多播的概念；IP 多播地址

（七）移动 IP

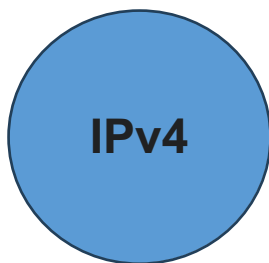
移动 IP 的概念；移动 IP 通信过程

（八）网络层设备

路由器的组成和功能；路由表与路由转发

从 IPv4 到 IPv6

1981年诞生



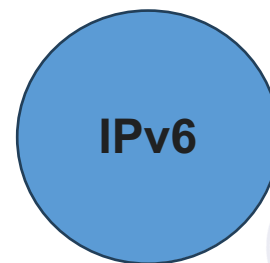
IPv4地址 = 32位

- $2^{32} \approx 42$ 亿个地址
- 一人一个IP地址都不够分
- 1994年诞生的NAT只能缓解IP地址耗尽

V = Version (版本)



1998年诞生



IPv6地址 = 128位

- $2^{128} \approx 3.4 \times 10^{38}$ 个地址
- 平均每人可得 4.3×10^{28} 个地址
- IPv6能彻底解决IP地址不够用的问题
- 每个设备都能拥有全球唯一IP地址

地球人口=80多亿



人类进入万物互联 (IoT) 时代, 每一个设备、每一个传感器、每一个电器都将接入互联网 (都需要分配IP地址)



IPv6 地址的“冒号十六进制记法”



IPv4地址的点分十进制记法：总共32bit地址，8bit为一段，记录为十进制，段间以小数点分隔

11000000 10101000 00000001 00000001 → 192.168.1.1

IPv6地址的冒号十六进制记法：总共128bit地址，16bit为一段，记录为十六进制，段间以冒号分隔

0010000000000001 0000110110111000 1000010110100011 0000000000000000
0000000000000000 1000101000101110 0000001101110000 0111001100110100

冒号十六进制记法 → 2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334

IPv6 地址的压缩记法



未使用压缩记法的IPv6地址

2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334



说话的方式简单点

1. 去除每个分段的前导零

- 每个16位段内的前导零可以省略。

2001:db8:85a3:0:0:8a2e:370:7334

2. 用双冒号“::”替代连续出现的多个0

- 注意一个地址中只能出现一次双冒号，否则会产生歧义

2001:db8:85a3::8a2e:370:7334

【例题1】IPv6 地址的压缩记法



【例】 以下哪个压缩地址是非法的 IPv6 表达形式？

A. 2001:db8:1:2:3:4:5:6 → 2001:0db8:0001:0002:0003:0004:0005:0006

B. 2001:db8:0:0:0::1 → 2001:0db8:0000:0000:0000:0000:0000:0001

✓ C. 2001::db8::1 → 语法错误，不允许出现两次 ::

D. ::1 → 0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001

【例题2】IPv6 地址的压缩记法

【例】 下列地址中，哪个是合法的 IPv6 地址压缩结果？

A. 2001:0db8:0 → 总位数不足128bit。单冒号分隔的部分，只能高位补0扩展为 16bit

✓ B. 2001:db8:: → 2001:0db8:0000:0000:0000:0000:0000:0000

C. 2001::db8:: → 语法错误，不允许出现两次 ::

D. 2001:::1 → 语法错误，不允许出现连续三个冒号

【例题3】IPv6 地址的压缩记法



【例】 以下哪个是对地址 **2001:0db8:0000:0000:0000:0000:0000:0001** 的最简压缩形式？



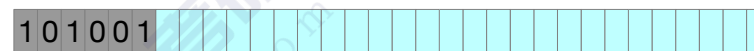
A. 2001:db8::1

B. 2001:0db8::0001 → 语法正确，但不是最简

C. 2001::db8::1 → 语法错误，不能出现两次 ::

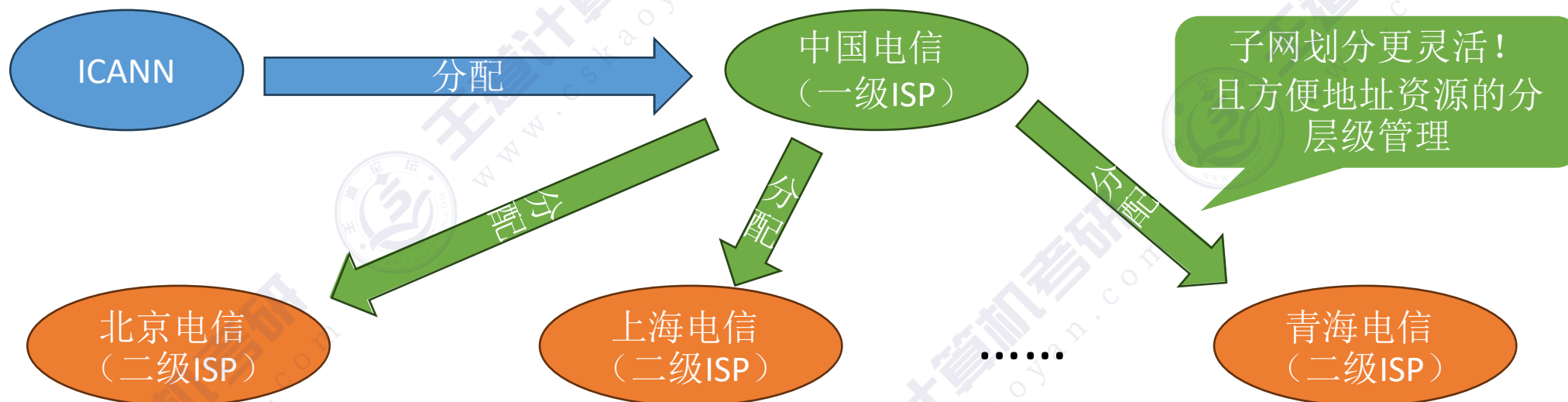
D. 2001:db8:0:0:0:0:0:1 → 语法正确，但不是最简

回顾：IPv4 地址资源的分配



164.0.0.0/6

CIDR地址块大小 = $2^{26} \approx 6710w$

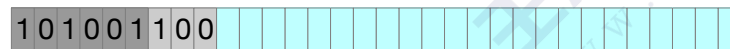


9bit网络前缀

23bit主机号

167.128.0.0/9

CIDR地址块大小 = $2^{23} \approx 838w$

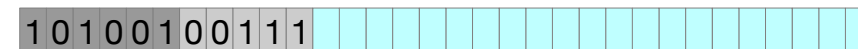


9bit网络前缀

23bit主机号

166.0.0.0/9

CIDR地址块大小 = $2^{23} \approx 838w$



11bit网络前缀

21bit主机号

164.224.0.0/11

CIDR地址块大小 = $2^{21} \approx 209w$

IPv6 地址资源的分配

IPv6地址总长 128bit

前缀 (n bit)

接口标识符 (128-n bit)

ICANN

分配

中国电信
(一级ISP)

IPv6也支持无分类编址
CIDR，可以灵活划分子网

分配

分配

分配

前缀 (n bit)

子网标识符
(m bit)

接口标识符
128-n-m bit

北京电信
(二级ISP)

上海电信
(二级ISP)

.....

青海电信
(二级ISP)

优点：IPv6 因为地址空间很大，所以可以划分为更多的层次

IPv6 地址资源的分配



北京电信
(二级ISP)

分配

某学校

校园局域网

类似于IPv4的
主机号

网络地址块前缀
如: 64bit

接口标识符
如: 64 bit

例如 用CIDR记法表示 → 2001:0db8:abcd:0012::0/64

由于 IPv6 局域网的接口标识符位数很长, 因此:

- IPv6 支持即插即用 (IP地址自动配置) —— 一台主机接入网络后, 只需向路由器确认本网络前缀, 就可以给自己分配IP地址 (通常以主机自身的MAC地址作为接口标识符)
- IPv6 可以不使用 DHCP。当然, 在一些IP地址安全性要求高的地方, 也支持使用 DHCP统一管理IPv6 地址

出门在外, 身份是自己给的

出门在外, 身份是别人给的

可把我厉害坏了



又会腰



求求你啦

IPv6 地址的分类

| 地 址 类 型 | 二进制前缀 | |
|----------|----------------------------------|-------------------------------|
| 未指明地址 | 00...0(128 位), 可记为::/128 | 表示“无地址”, 类似 IPv4 的 0.0.0.0 |
| 环回地址 | 00...01 (128 位), 可记为::1/128 | 类似 IPv4 的 127.0.0.1 (自己和自己通信) |
| 多播地址 | 11111111(8 位), 可记为 FF00::/8 | 发送到一组主机 (类似于QQ群号) |
| 本地链路单播地址 | 1111111010 (10 位), 可记为 FE80::/10 | 局域网内通信, 不会被路由器转发 |
| 全球单播地址 | 除上述四种外的其他所有 IPv6 地址 | |

IPv6 数据报的**目的地址**有以下三种基本类型:

- 1) 单播 (unicast)。就是传统的点对点通信。
- 2) **多播** (multicast)。一点对多点的通信, 数据报**发送到一组计算机中的每一台**。
- 3) **任播** (anycast)。这是 IPv6 增加的一种类型。任播的终点是一组计算机, 但数据报只交付其中的一台计算机, **通常是距离最近的一台计算机**。

应用: 网络会议

应用: 多个DNS服务器共享一个任播地址

注: **任播**地址没有固定的前缀, 通常由地址管理机构预先统一分配。

【例题4】IPv6 地址的分类

【例】 下列哪个地址表示“未指定地址”？

- ✓ A. :: → 0000: 0000: 0000: 0000: 0000: 0000: 0000: 0000
- B. ::1 → 回环地址
- C. 0:0:0:0:0:0:0:1 → 与B选项等价
- D. fe80::1 → 本地链路单播地址
- E. ff02::1 → 多播地址



浏览试卷

知识回顾与重要考点

IPv6 地址

格式

总计**128bit**，采用冒号十六进制记法（16位为一段，段间冒号分隔）

压缩记法

1. 每个16位段内的前导零可以省略
2. 可用双冒号“::”替代连续出现的多个0（注意一个地址中只能出现一次双冒号）

一台主机的地址 = 【n 位前缀，**128-n 位接口标识符**】

分类

未指明地址 = ::/128、环回地址 = ::1/128

多播地址 = FF::/8

本地链路单播地址 —— FE8::/10

全球单播地址 —— 其他

三类 IPv6 目的地址 —— 单播；多播（数据报交付一组主机）；**任播**（数据报交付最近的一台主机）

IPv6 地址资源的分配

支持无分类编址CIDR，因此各级地址管理机构可以灵活划分子网大小

IPv6 因为地址空间很大，所以可以划分为更多的层次

IPv6 支持即插即用（IP地址自动配置），因此IPv6 可以不使用 DHCP