

本节内容

# 无分类编址 CIDR

# 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

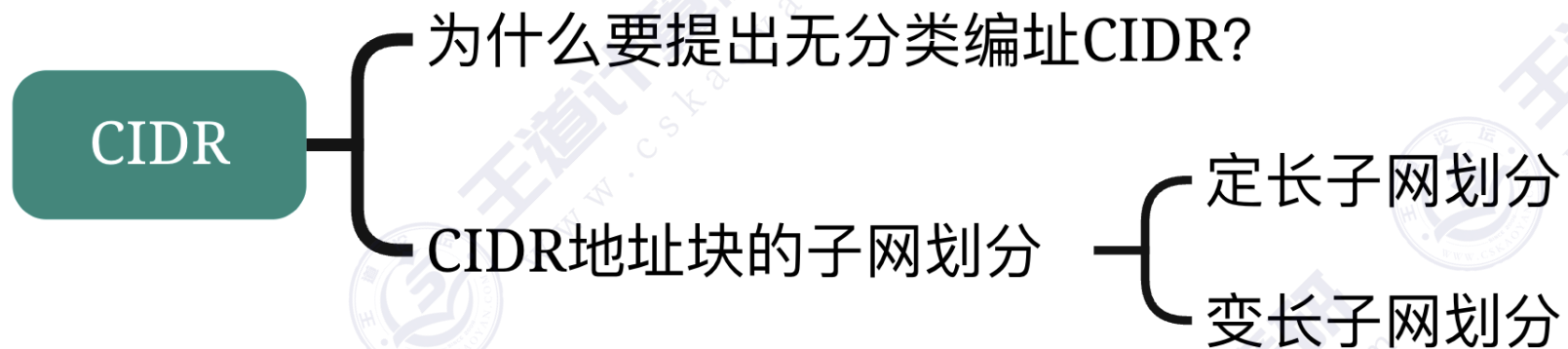
## （七）移动 IP

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

# 知识总览



时代背景：1993年推出无分类编址CIDR，当时互联网在民用领域大放异彩，由于每台主机都至少要消耗一个全球唯一的IP地址。IP地址资源告急。



## 传统的IP地址分配方案有什么缺陷？



- 一个A类地址块包含  $2^{24} = 16,777,216$  个IP地址
- 一个B类地址块包含  $2^{16} = 65536$  个IP地址
- 一个C类地址块包含  $2^8 = 256$  个IP地址

eg: 某单位有2000台主机想要联网，就不得不申请一个B类地址块

IP地址资源分配不灵活，利用率低，有限的IP地址资源将很快耗尽

## 无分类编址 CIDR

32bit IP地址

<网络前缀>

<主机号>

可变长

eg: 某单位有2000台主机想要联网, IP地址管理机构可以给他分配一个21bit网络前缀的CIDR地址块

128.14.32.0/21

末尾11bit主机号由本  
单位自行分配

IP = 10000000.00001110.00100000.00000000

掩码 = 11111111.11111111.11111000.00000000

CIDR地址块范围 = 10000000.00001110.00100000.00000000  
10000000.00001110.00100111.11111111

十进制记法

128.14.32.0 ~ 128.14.39.255

# 定长子网划分、变长子网划分

一个单位获得CIDR地址块后，可以把它划分为多个子网

**定长子网划分：** 在一个CIDR地址块中，把主机号前  $k$  bit 抠出来作为定长子网号，这样就能划分出  $2^k$  个子网（每个子网包含的IP地址块大小相等）

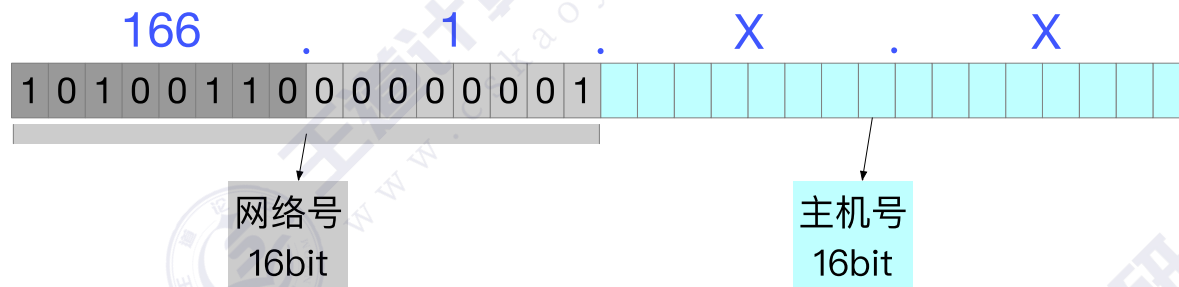
与传统的子网划分技术同理

子网划分更灵活！

**变长网划分：** 在一个CIDR地址块中，划分子网时，子网号长度不固定（每个子网包含的IP地址块大小不同）

## 传统的“定长子网划分”方案有什么缺陷？

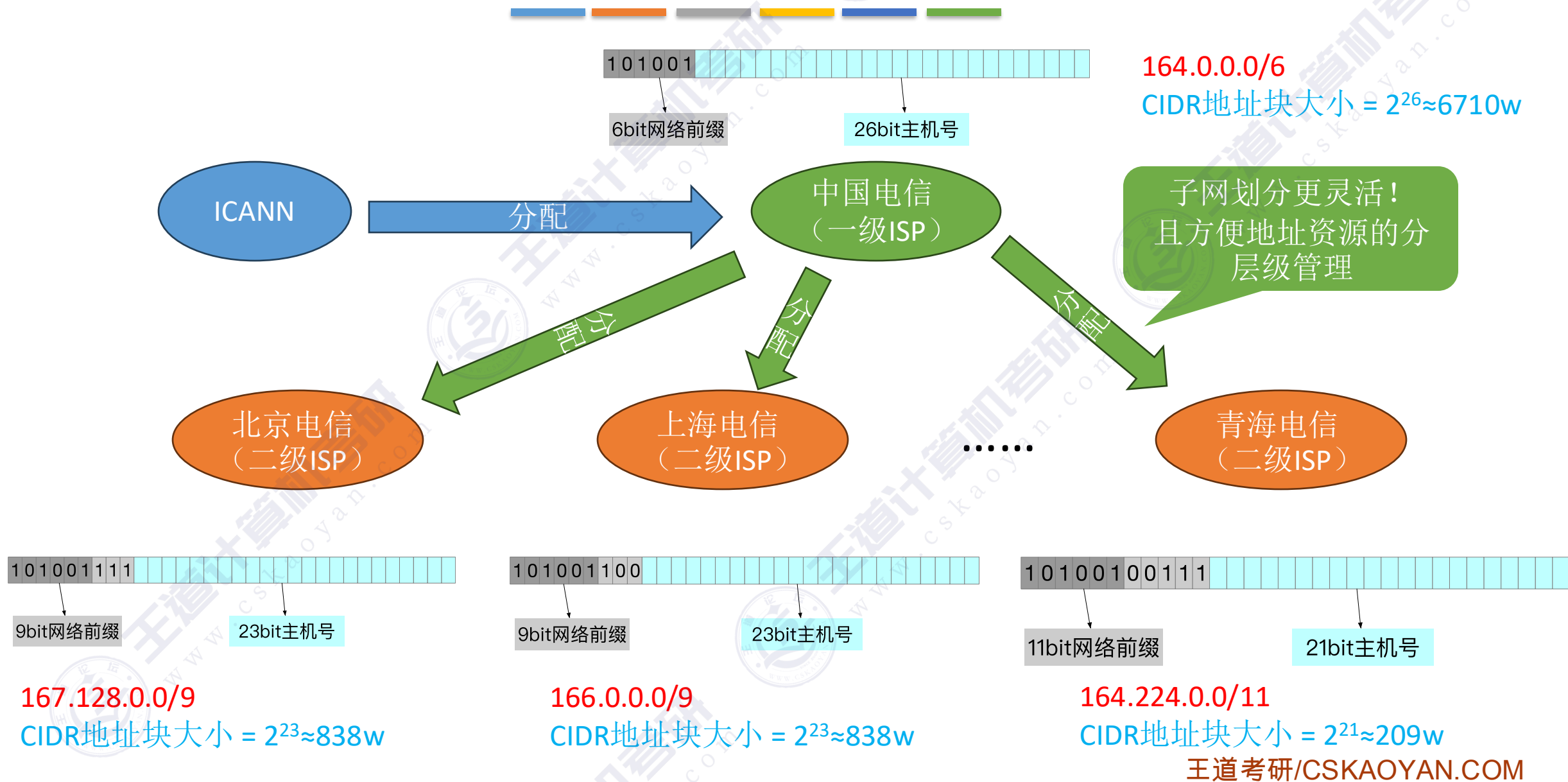
假设：某学校申请了一个IP地址块，166.1.X.X



**定长子网划分：**在申请一个IP地址块后，把nbit主机号的前k bit 抠出来作为子网号，这样就能划分出 $2^k$ 个定长子网（每个子网包含的IP地址块大小相等，都包含 $2^{n-k}$ 个IP地址）

**缺点：**每个子网都一样大，不够灵活，IP地址利用率低，浪费有限的IP地址资源

# 例1：无分类编制 CIDR、变长子网划分的应用





## 例2：无分类编制 CIDR、变长子网划分的应用

咸鱼老登开了一家公司，叫“咸鱼电信”，希望成为村里的ISP。“咸鱼电信”花重金向上一级IP地址管理机构租用了—个CIDR地址块 **128.14.32.128/27**

**10000000.00001110.00100000.10000000**

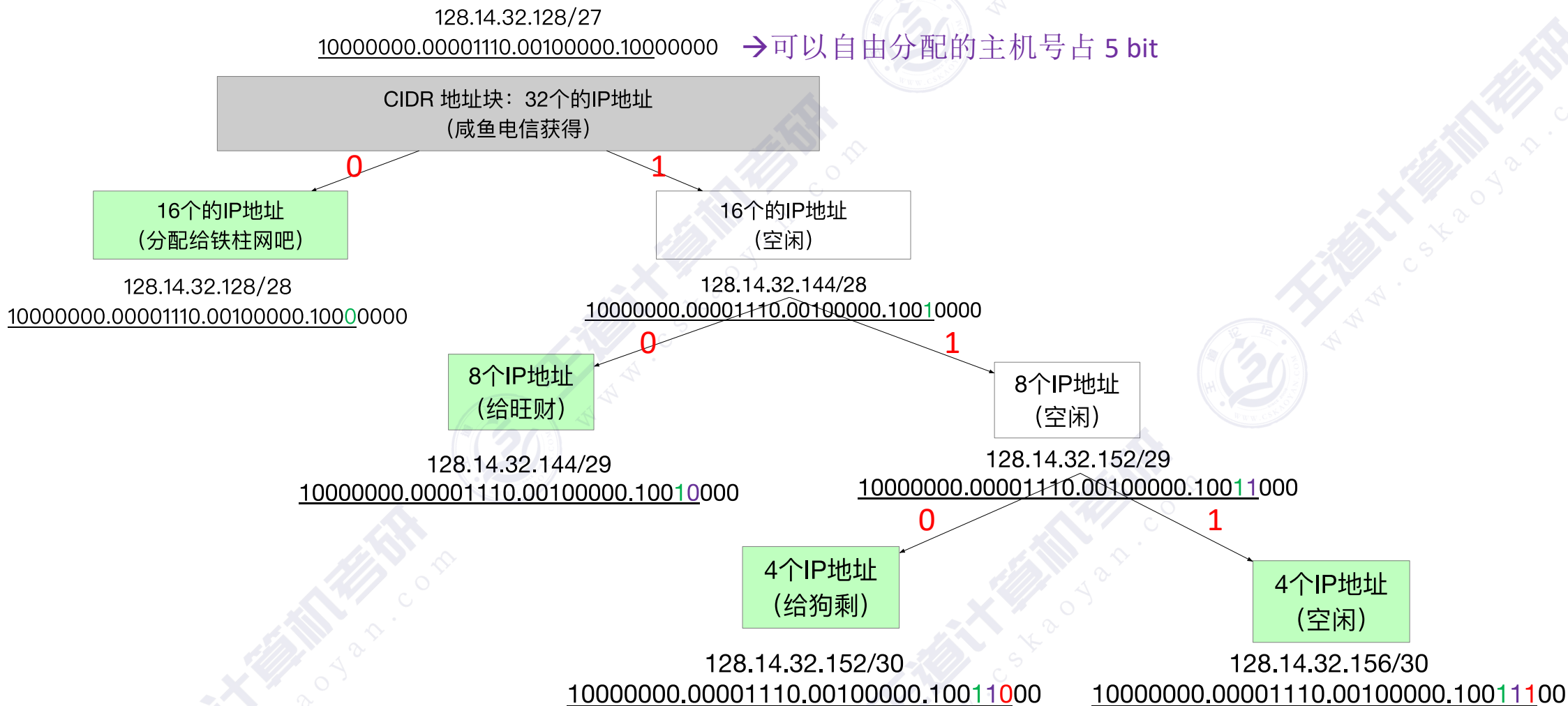
①请问咸鱼电信拥有多少个IP地址资源？

②村里的年轻人铁柱想开网吧，于是向咸鱼电信购买宽带服务。整个网吧有12台电脑，每台电脑需要分配一个IP地址，且所有电脑属于同一个子网。

③旺财家里很有钱，有5口人，人手一台电脑，每台电脑需要分配一个IP地址，所有电脑要组成一个子网。

④狗剩家只有一台电脑，需要从咸鱼电信的路由器拉一条“路由器直连主机”的点对点链路。

请为咸鱼电信设计一个地址分配方案，并配置咸鱼电信的路由器转发表，确保铁柱的网吧、旺财家、狗剩家可以接入Internet。



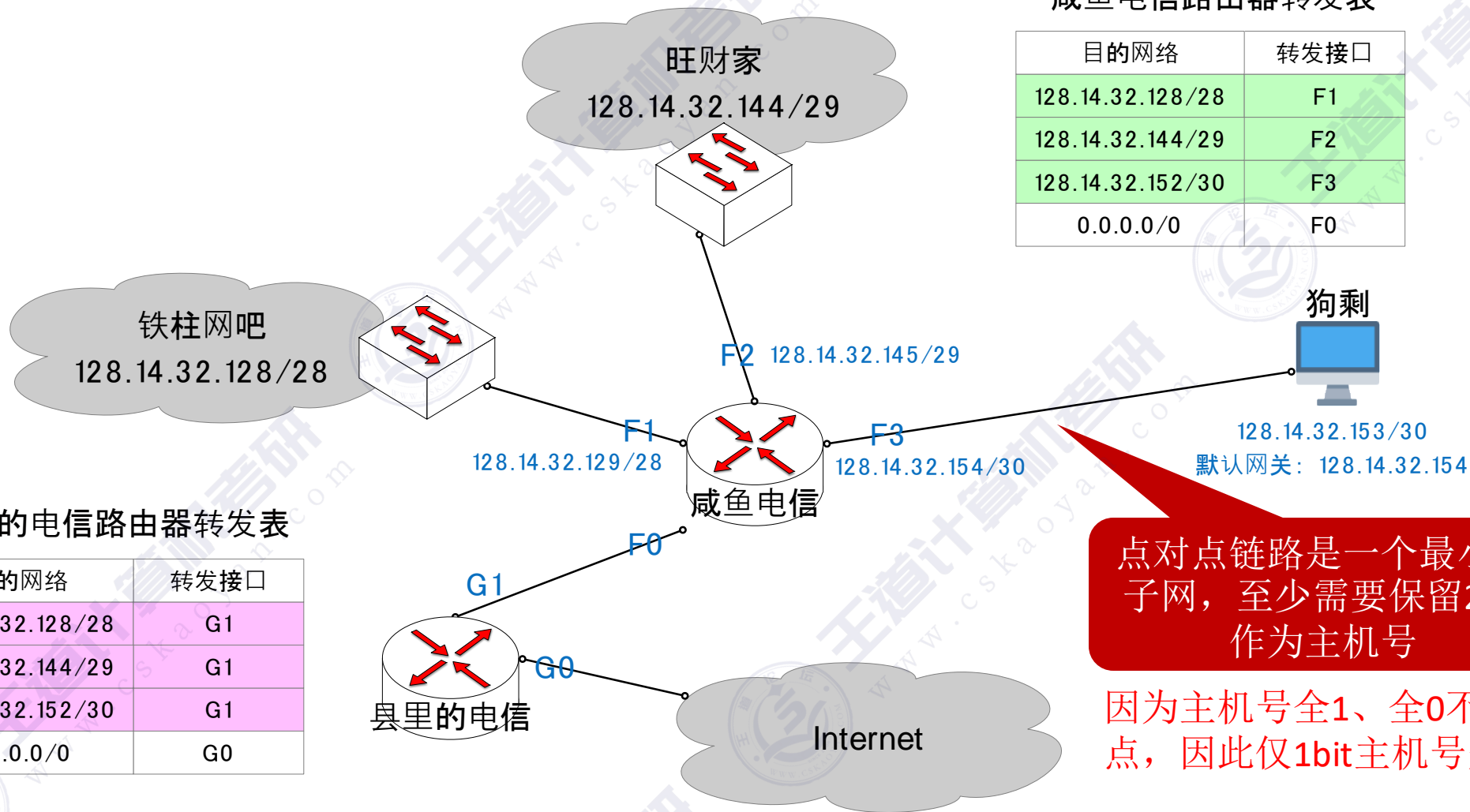
**CIDR地址块的子网划分技巧:** 可以利用类似于“从根到叶构造二叉哈夫曼树”的技巧

- 原始CIDR地址块作为根节点 (假设可以自由分配的主机号占  $h$  bit)
- 每个分支节点必须同时拥有左右孩子, 左0, 右1 (反过来也行)
- 每个叶子结点对应一个子网, 根据根节点到达叶子结点的路径来分析子网对应的IP地址块范围
- 整棵树的高度不能超过  $h-1$  (因为即便最小的子网也至少要保留 2bit 主机号)

## 例2：无分类编制 CIDR、变长子网划分的应用

咸鱼电信路由器转发表

目的网络	转发接口
128.14.32.128/28	F1
128.14.32.144/29	F2
128.14.32.152/30	F3
0.0.0.0/0	F0



## 2017真题\_38: 定长子网划分

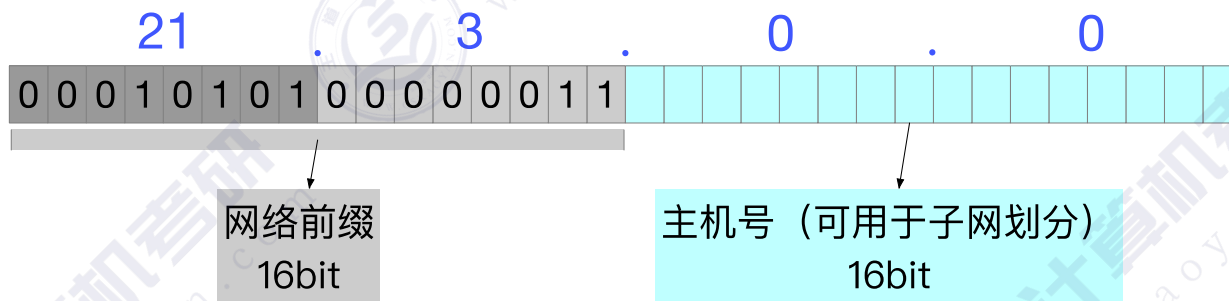
38. 若将网络 21.3.0.0/16 划分为 128 个规模相同的子网, 则每个子网可分配的最大 IP 地址个数是 ( )。

A. 254

B. 256

C. 510

D. 512



$2^7=128$ , 因此需要用 7bit 作为定长子网号  
每个子网中, 主机号占  $16-7=9\text{bit}$   
可分配的 IP 地址个数 =  $2^9-2 = 510$

主机号全 0、全 1 不能  
分配给某个节点私用

## 2019真题\_37: 变长子网划分

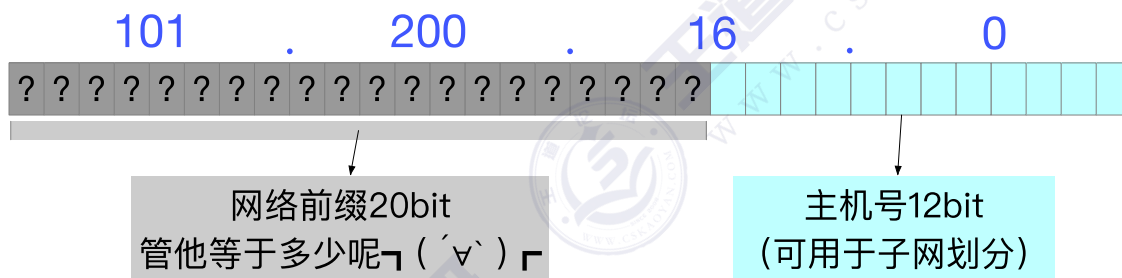
37. 若将 101.200.16.0/20 划分为 5 个子网, 则可能的最小子网的可分配 IP 地址数是 ( )。

A. 126

B. 254

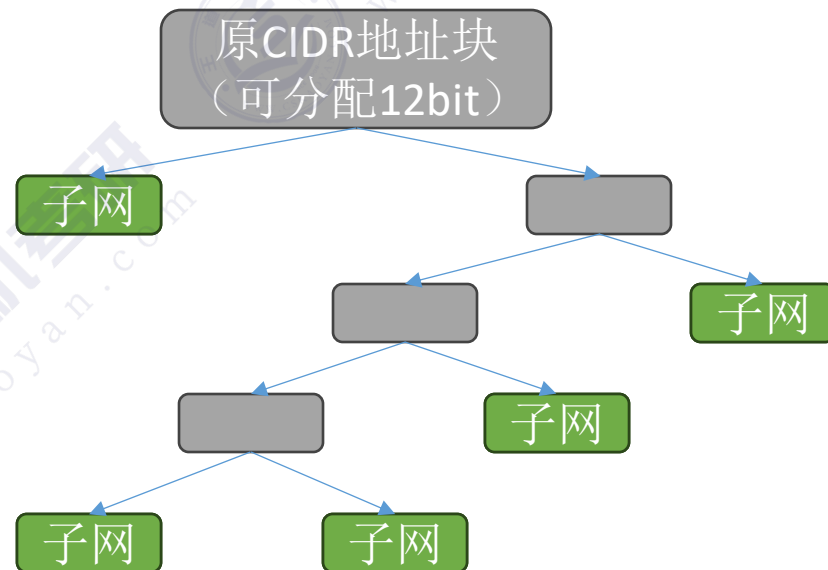
C. 510

D. 1022



- 要划分5个子网, 意味着构造的二叉哈夫曼树包含5个叶子节点 (不能多也不能少)
- 要让一个子网尽可能的小, 就得让一个叶子节点尽可能的深
- 最深的叶子与根节点距离=4, 意味着最小的子网, 需要从原CIDR地址块中, 拿出4bit作为子网号, 剩下12-4=8bit作为该子网的主机号
- 最小子网可分配的IP地址数 =  $2^8 - 2 = 254$

主机号全0、全1不能分配





# 知识点回顾

## CIDR

### 基本原理

取消了IP地址传统的 A/B/C/D/E 分类。采用无分类编址CIDR，IP地址块分配更灵活，利用率更高，一定程度上缓解了IP地址耗尽（时代背景：1993年）

IP地址 = {<网络前缀>, <主机号>}，其中网络前缀不定长

CIDR记法 —— 128.14.32.153/30，表示在这个IP地址中，网络前缀占30bit，主机号2bit

### CIDR地址块的子网划分

#### 定长子网划分

在一个CIDR地址块中，把主机号前  $k$  bit 抠出来作为定长子网号，这样就能划分出  $2^k$  个子网（每个子网包含的IP地址块大小相等）

#### 变长子网划分

在一个CIDR地址块中，划分子网时，子网号长度不固定（每个子网包含的IP地址块大小不同）

**注意：在每个子网中，主机号全0、全1的IP地址不能分配给特定节点私用**

### 子网划分解题技巧

**CIDR地址块的子网划分技巧：**可以利用类似于“从根到叶构造二叉哈夫曼树”的技巧

- 原始CIDR地址块作为根节点（假设可以自由分配的主机号占  $h$  bit）
- 每个分支节点必须同时拥有左右孩子，左0，右1（反过来也行）
- 每个叶子结点对应一个子网，根据根节点到达叶子结点的路径来分析子网对应的IP地址块范围
- 整棵树的高度不能超过  $h-1$ （因为即便最小的子网也至少要保留 2bit 主机号）