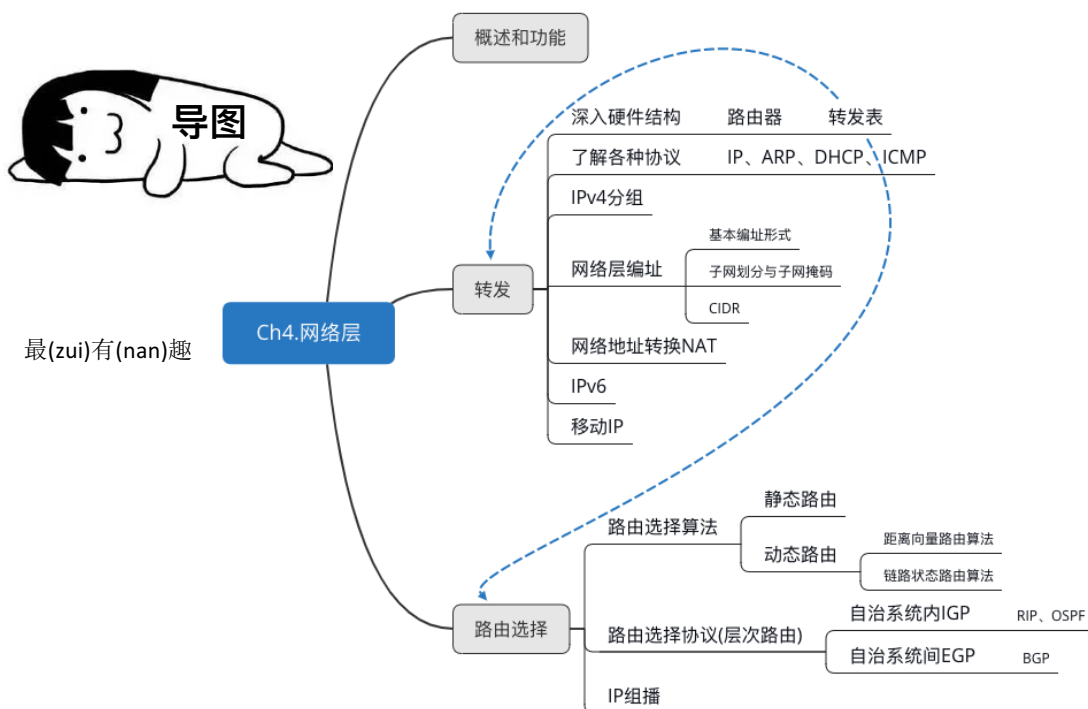
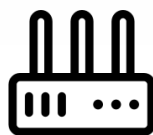


王道考研——计算机网络

WWW.CSKAOYAN.COM

第四章 网络层



本节内容

网络层功能

王道考研/CSKAOYAN.COM

网络层

主要任务是把**分组**从源端传到目的端，为分组交换网上的不同主机提供通信服务。
网络层传输单位是**数据报**。

应用层
表示层
会话层
传输层
网络层
数据链路层
物理层

功能一：路由选择与分组转发 **最佳路径**



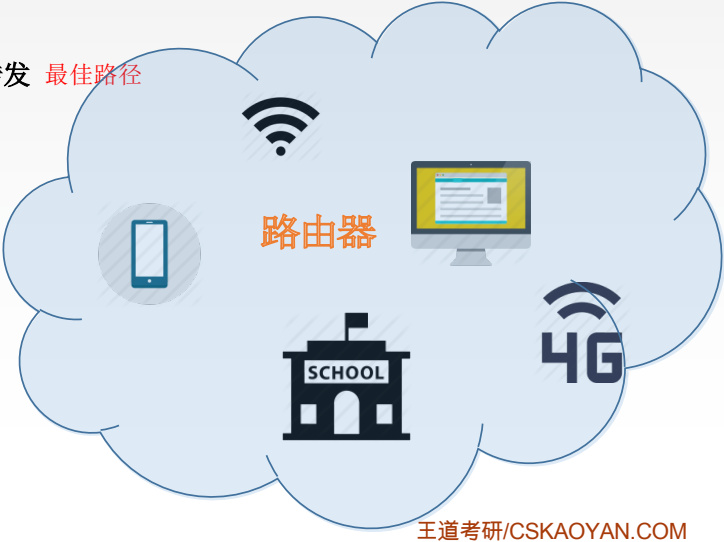
王道考研/CSKAOYAN.COM

网络层

主要任务是把**分组**从源端传到目的端，为分组交换网上的不同主机提供通信服务。
网络层传输单位是**数据报**。

应用层
表示层
会话层
传输层
网络层
数据链路层
物理层

- 功能一：路由选择与分组转发 **最佳路径**
- 功能二：异构网络互联



网络层

主要任务是把**分组**从源端传到目的端，为分组交换网上的不同主机提供通信服务。
网络层传输单位是**数据报**。

应用层
表示层
会话层
传输层
网络层
数据链路层
物理层

- 功能一：路由选择与分组转发 **最佳路径**
- 功能二：异构网络互联
- 功能三：拥塞控制

若所有结点都来不及接受分组，而要丢弃大量分组的话，网络就处于**拥塞**状态。因此要采取一定措施，缓解这种拥塞。

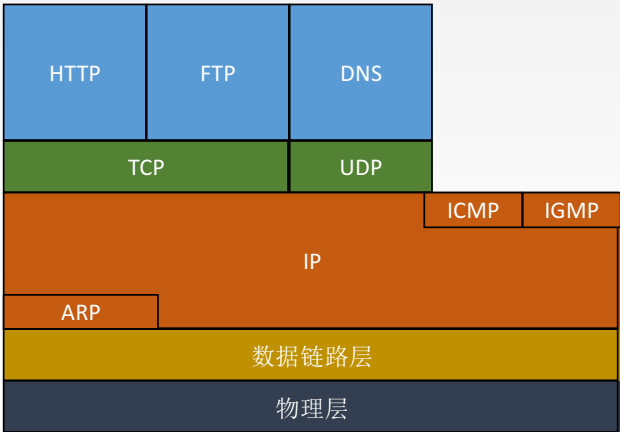
- WAY1：开环控制 静
- WAY2：闭环控制 动

本节内容

IP数据报格式

王道考研/CSKAOYAN.COM

TCP/IP协议栈



王道考研/CSKAOYAN.COM

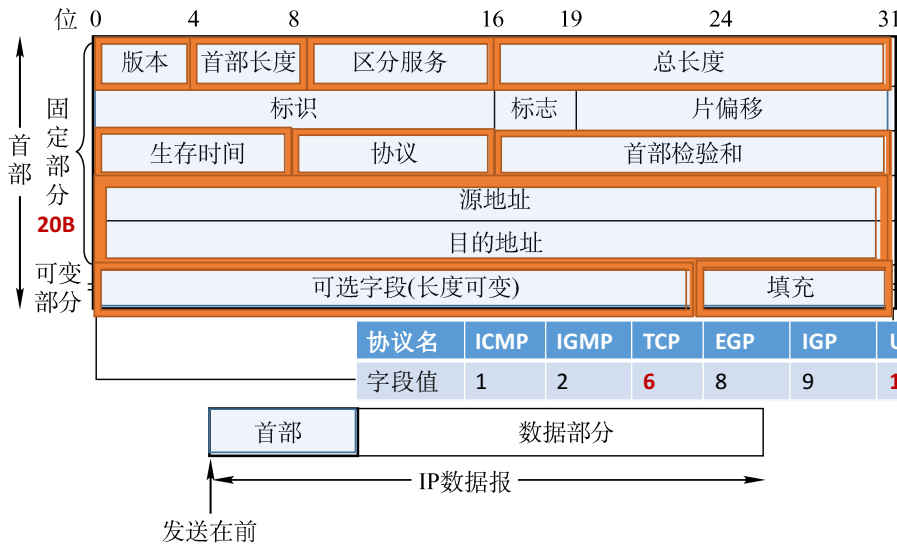
IP数据报格式



王道考研/CSKAOYAN.COM

IP数据报格式

1Byte=8bit



版本：IPv4 / IPv6?

首部长度：单位是**4B**，最小为5。

区分服务：指示期望获得哪种类型的服务。

总长度：首部+数据，单位是**1B**。

生存时间（TTL）：IP分组的保质期。经过一个路由器-1，变成0则丢弃。

协议：数据部分的协议。

首部检验和：只检验首部。UDP源IP地址和目的IP地址。17

可选字段：0~40B，用来支持排错、测量以及安全等措施。

填充：，全0，把首部补成4B的整数倍。

王道考研/CSKAOYAN.COM

本节内容

IP数据报分片

王道考研/CSKAOYAN.COM

最大传送单元MTU

链路层数据帧可封装数据的上限。
以太网的MTU是1500字节。

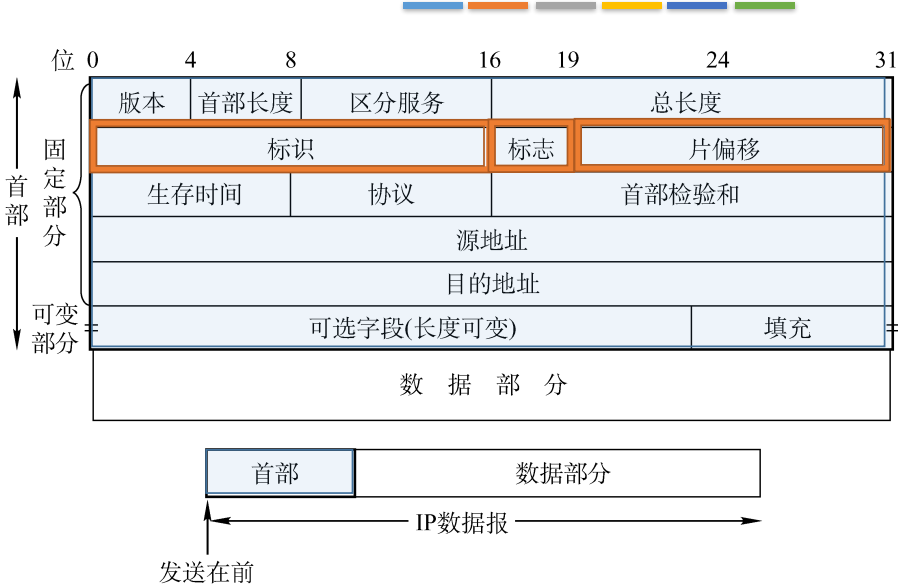


如果所传送的数据报长度超过某链路的MTU值？

分片

王道考研/CSKAOYAN.COM

IP数据报格式



标识：同一数据报的分片使用同一标识。

标志：只有2位有意义 x _ _

中间位DF（Don't Fragment）：
DF=1，禁止分片
DF=0，允许分片

最低位MF（More Fragment）：
MF=1，后面“还有分片”
MF=0，代表最后一块/没分片

片偏移：指出较长分组分片后，某片在原分组中的相对位置。以8B为单位。

除了最后一个分片，每个分片长度一定是8B的整数倍。

王道考研/CSKAQYAN.COM

IP数据报分片例题

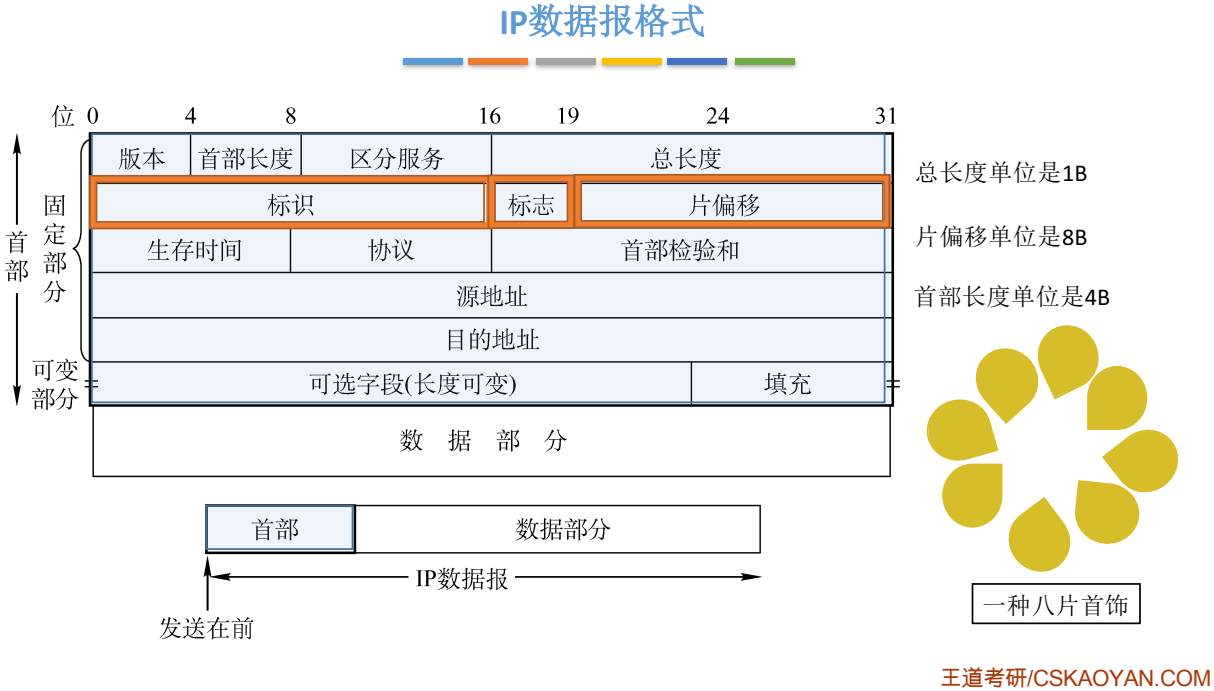


需要分片为长度不超过1420B的数据报片。



	总长度	标识	MF	DF	片偏移
原始数据报	3820	12345	0	0	0
数据报片1	1420	12345	1	0	0
数据报片2	1420	12345	1	0	175
数据报片3	1020	12345	0	0	350

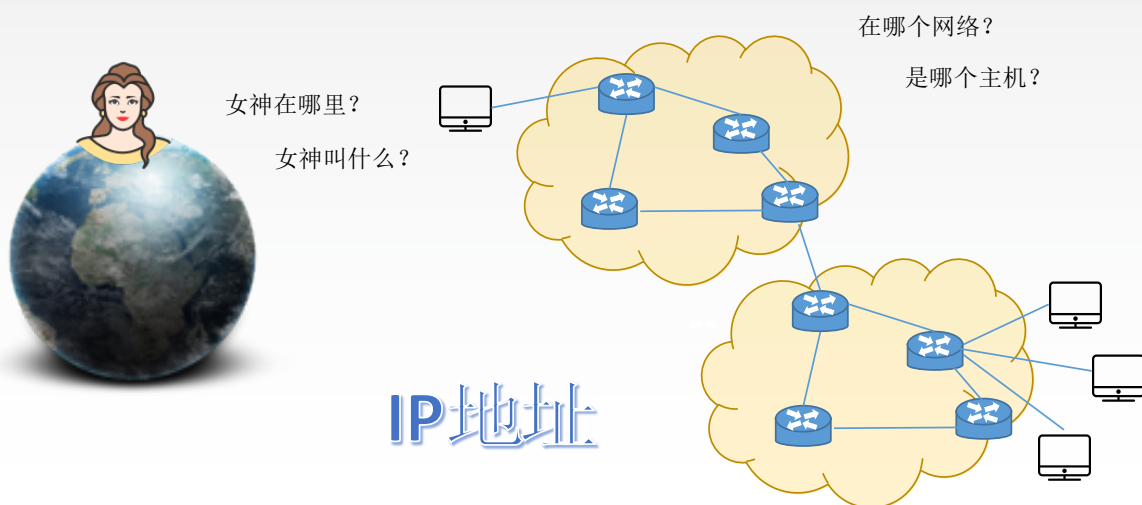
王道考研/CSKAQYAN.COM



本节内容

IPv4地址

IP地址



王道考研/CSKAQYAN.COM

IP编址的历史阶段

分类的IP地址

子网的划分

构成超网 (无分类编址方法)

王道考研/CSKAQYAN.COM

分类的IP地址



身份证号: 110000199601010442



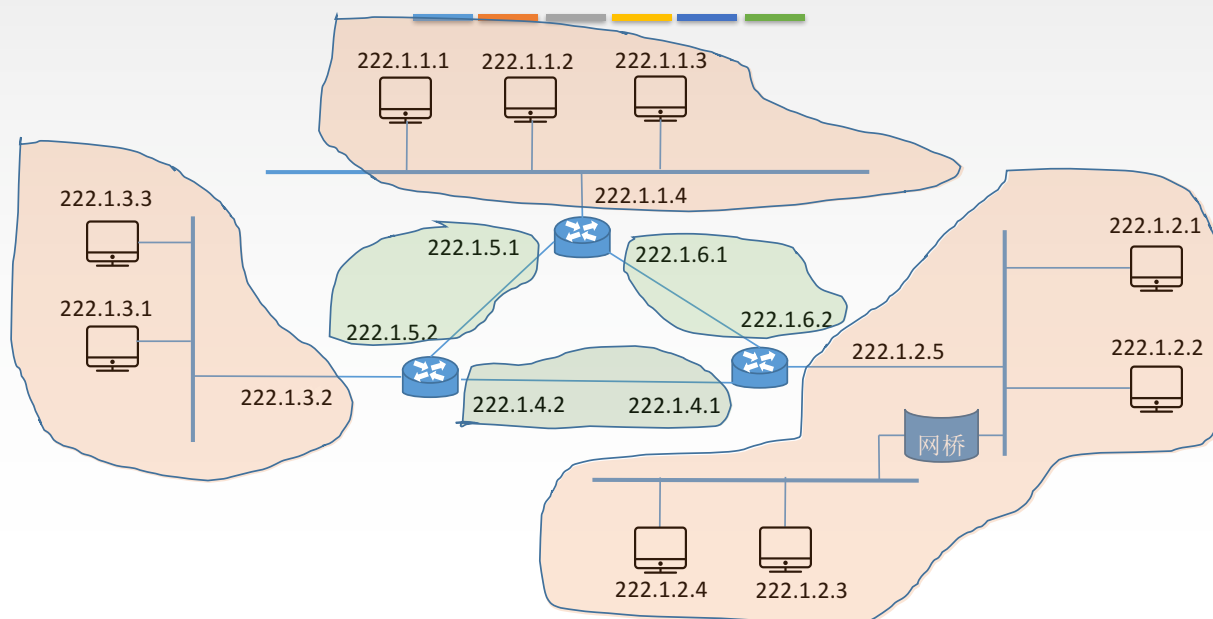
IP地址: 全世界唯一的**32位/4字节**标识符, 标识路由器主机的接口。

IP地址::={<网络号>,<主机号>}

11011111 00000001 00000001 00000001=223.1.1.1
223 1 1 1 点分十进制

王道考研/CSKAOYAN.COM

互联网中的IP地址



王道考研/CSKAOYAN.COM

分类的IP地址

	0	1	2	3	8	16	24	32
A类(1~126)	0	1B	网络号			主机号		
B类(128~191)	1	0	2B	网络号			主机号	
C类(192~223)	1	1	0	3B	网络号			主机号
D类(224~239)	1	1	1	0	多播地址			
E类(240~255)	1	1	1	1	保留为今后使用			

王道考研/CSKAOYAN.COM

特殊IP地址

NetID 网络号	HostID主机 号	作为IP分组 源地址	作为IP分组目 的地址	用途
全0	全0	可以	不可以	本网范围内表示主机，路由表中用于表示默认路由（表示整个Internet网络）
全0	特定值	可以	不可以	表示本网内某个特定主机
全1	全1	不可以	可以	本网广播地址（路由器不转发）
特定值	全0	不可以	不可以	网络地址，表示一个网络
特定值	全1	不可以	可以	直接广播地址，对特定网络上的所有主机进行广播
127	任何数 （非全0/1）	可以	可以	用于本地软件环回测试，称为环回地址

王道考研/CSKAOYAN.COM

私有IP地址

地址类别	地址范围	网段个数
A类	10.0.0.0~10.255.255.255	1
B类	172.16.0.0~172.31.255.255	16
C类	192.168.0.0~192.168.255.255	256

王道考研/CSKAOYAN.COM

分类的IP地址

	0	1	2	3	8	16	24	32
A类(1~126)	0	1	B	网络号				主机号
B类(128~191)	1	0	2	B	网络号			主机号
C类(192~223)	1	1	0	3	B	网络号		主机号
D类(224~239)	1	1	1	0				多播地址
E类(240~255)	1	1	1	1				保留为今后使用

网络类别	最大可用网络数	第一个可用的网络号	最后一个可用的网络号	每个网络中的最大主机数
A	2^7-2	1	126	$2^{24}-2$
B	$2^{14}-1$	128.1	191.255	$2^{16}-2$
C	$2^{21}-1$	192.0.1	223.255.255	2^8-2

王道考研/CSKAOYAN.COM

本节内容

网络地址转换
(NAT)

王道考研/CSKAOYAN.COM

私有IP地址

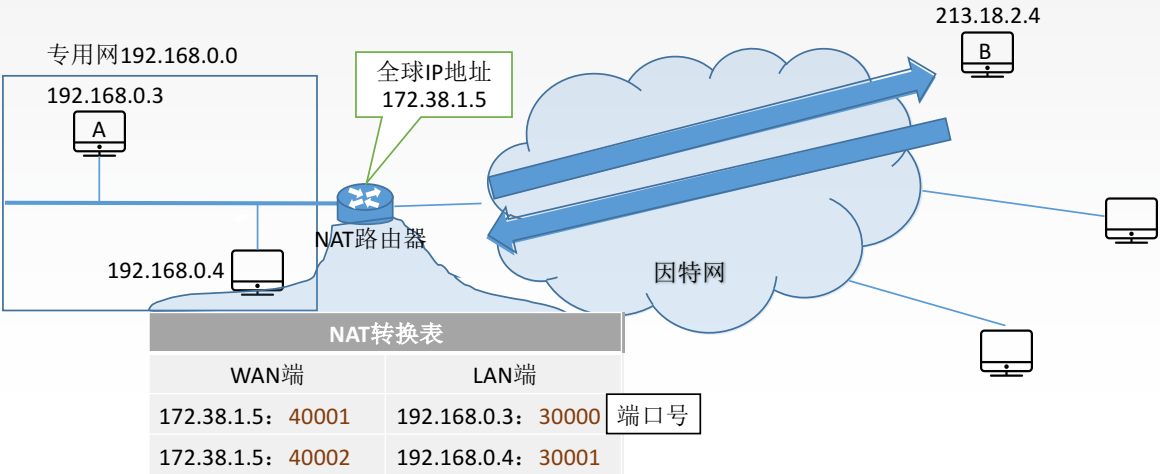
地址类别	地址范围	网段个数
A类	10.0.0.0~10.255.255.255	1
B类	172.16.0.0~172.31.255.255	16
C类	192.168.0.0~192.168.255.255	256

路由器对目的地址是私有IP地址的数据报一律不进行转发。

王道考研/CSKAOYAN.COM

网络地址转换NAT

网络地址转换NAT（Network Address Translation）：在专用网连接到因特网的路由器上安装NAT软件，安装了NAT软件的路由器叫NAT路由器，它至少有一个有效的外部全球IP地址。



王道考研/CSKAOYAN.COM

本节内容

子网划分
与子网掩码

王道考研/CSKAOYAN.COM

子网划分

分类的IP地址的弱点：

- 1.IP地址空间的利用率有时很低。
- 2.两级IP地址不够灵活。

	0	1	2	3	8	16	24	32
A类(1~126)	0	1	B 网络号		主机号			
B类(128~191)	1	0	2B 网络号		主机号			
C类(192~223)	1	1	0	3B 网络号		主机号		
D类(224~239)	1	1	1	0	多播地址			
E类(240~255)	1	1	1	1	保留为今后使用			

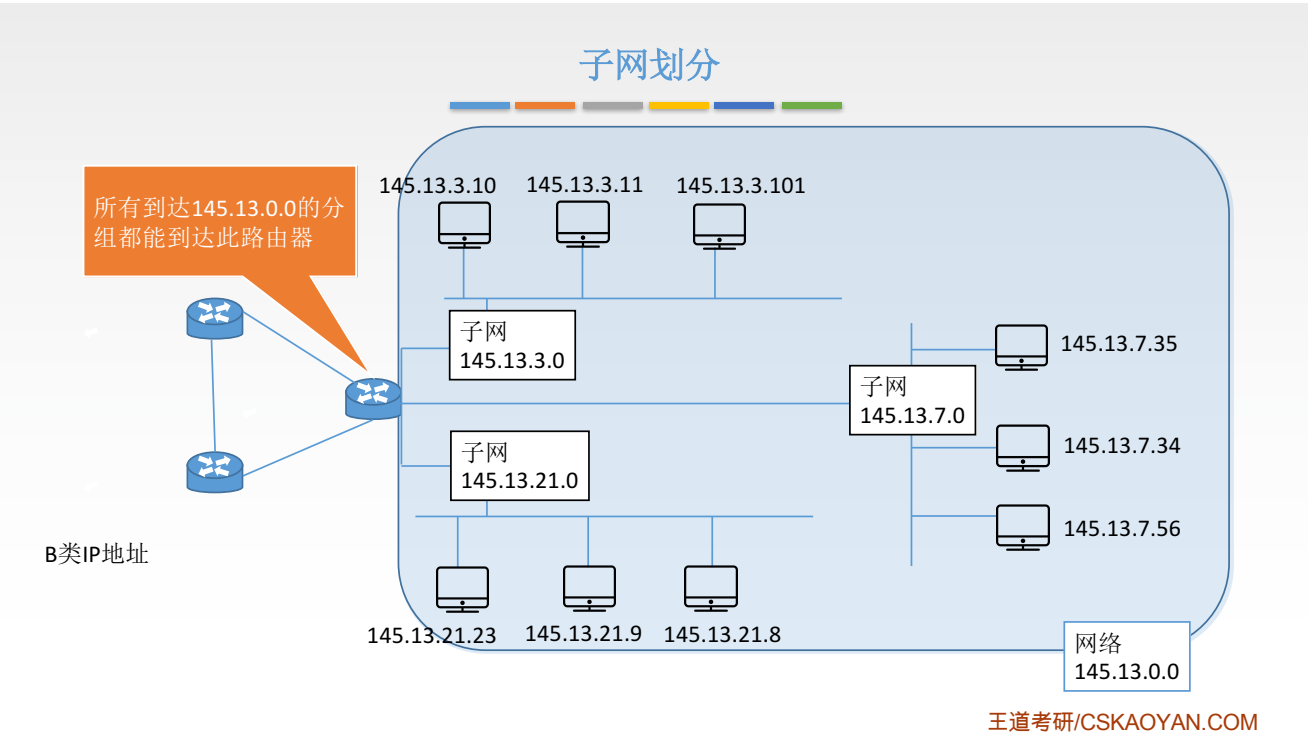
王道考研/CSKAOYAN.COM

子网划分



某单位划分子网后，对外仍表现为一个网络，即本单位外的网络看不见本单位内子网的划分。

王道考研/CSKAOYAN.COM



子网掩码

两级IP地址	145	13	3	10
两级IP地址的子网掩码	11111111	11111111	00000000	00000000
三级IP地址	145	13	3	10
三级IP地址的子网掩码	11111111	11111111	11111111	00000000
子网的网络地址	145	13	3	0

子网掩码与IP地址逐位相与，就得到子网网络地址。

王道考研/CSKAQYAN.COM

子网掩码习题

已知IP地址是141.14.72.24，子网掩码是255.255.192.0，求网络地址。 如果子网掩码是255.255.224.0，求网络地址。

10000000	128
11000000	192
11100000	224
11110000	240
11111000	248
11111100	252
11111110	254
11111111	255

王道考研/CSKAOYAN.COM

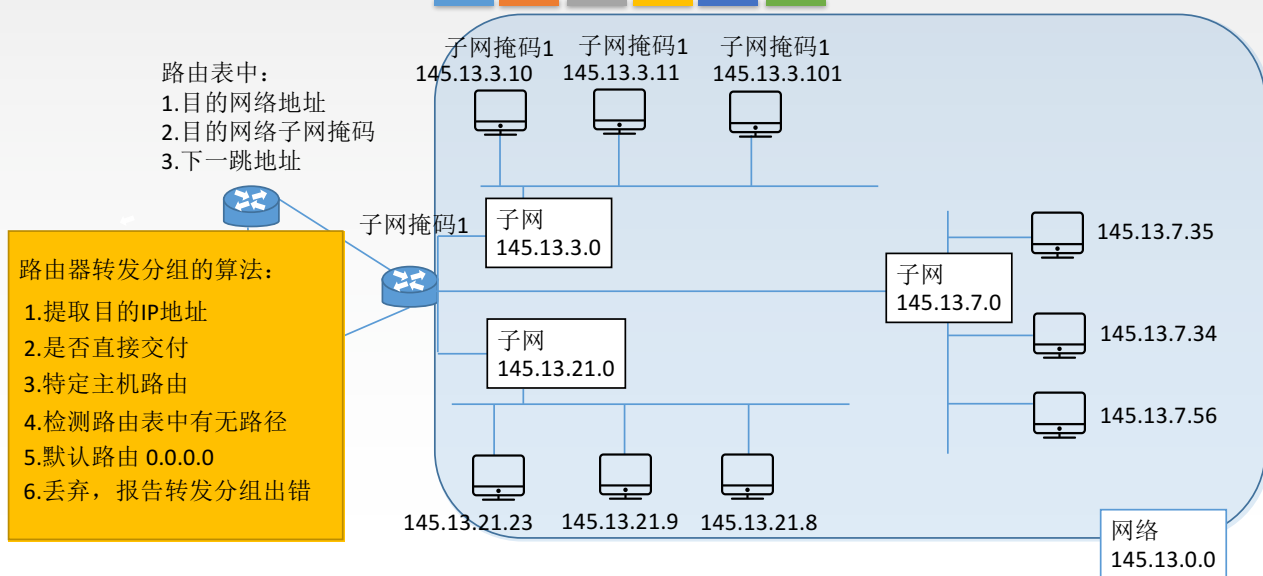
子网掩码习题

某主机的IP地址为180.80.77.55，子网掩码为255.255.252.0。若该主机向其所在子网发送广播分组，则目的地址可以是（ ）。

A. 180.80.76.0 B. 180.80.76.255 C. 180.80.77.255 D. 180.80.79.255

王道考研/CSKAOYAN.COM

使用子网时分组的转发



王道考研/CSKAOYAN.COM

本节内容

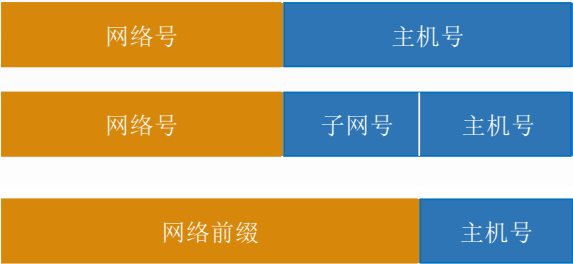
无分类编址CIDR

王道考研/CSKAOYAN.COM

无分类编址CIDR

B类地址很快将分配完毕！

路由表中的项目急剧增长！



无分类编址CIDR

无分类域间路由选择CIDR：

1.消除了传统的A类，B类和C类地址以及划分子网的概念。



CIDR记法：IP地址后加上“/”，然后写上网络前缀（可以任意长度）的位数。 e.g. 128.14.32.0/20

2.融合子网地址与子网掩码，方便子网划分。

CIDR把网络前缀都相同的连续的IP地址组成一个“CIDR地址块”。

128.14.35.7/20是某CIDR地址块中的一个地址

二进制：10000000 00001110 00100011 00000111

最小地址：10000000 00001110 00100000 00000000
128.14.32.0

最大地址：10000000 00001110 00101111 11111111
128.14.47.255

地址块：128.14.32.0/20 “/20地址块”

地址掩码（子网掩码）：

11111111 11111111 11110000 00000000

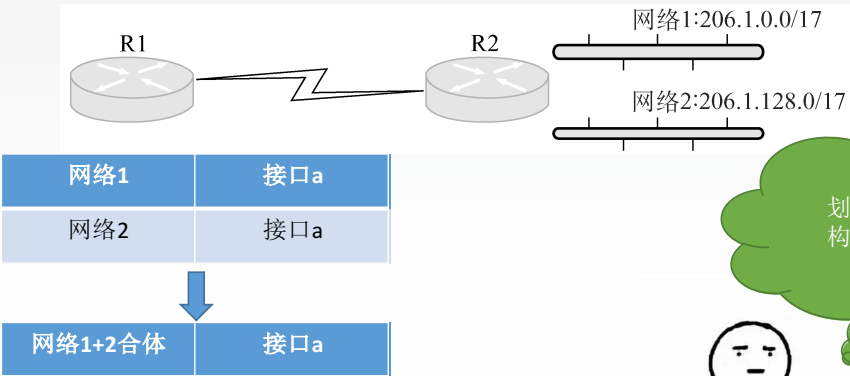
无分类编址CIDR

192.199.170.82/27

王道考研/CSKAOYAN.COM

构成超网

将多个子网聚合成一个较大的子网，叫做构成超网，或路由聚合。
方法：将网络前缀缩短（所有网络地址取交集）。



王道考研/CSKAOYAN.COM

构成超网

某路由表中有转发接口相同的4条路由表项，其目的网络地址分别为35.230.32.0/21、35.230.40.0/21、35.230.48.0/21、35.230.56.0/21，将该4条路由聚合后的目的网络地址为（ ）。

- A. 35.230.0.0/19
- B. 35.230.0.0/20
- C. 35.230.32.0/19
- D. 35.230.32.0/20

35.230.32.0/21	0 0 1 0 0 0 0 0
35.230.40.0/21	0 0 1 0 1 0 0 0
35.230.48.0/21	0 0 1 1 0 0 0 0
35.230.56.0/21	0 0 1 1 1 0 0 0

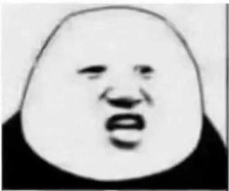
王道考研/CSKAOYAN.COM

最长前缀匹配

使用CIDR时，查找路由表可能得到几个匹配结果（跟网络掩码按位相与），应选择具有最长网络前缀的路由。前缀越长，地址块越小，路由越具体。

206.0.71.128/25

计算机系

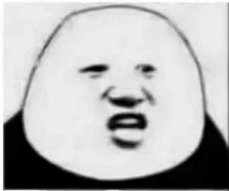


计算机，学着挺有意思的，就是头有点冷

206.0.68.0/22



物理系



物理，很好学的，就是头冷

目的地址为
206.0.71.130
的数据报

71: 01000111
130: 10000010

206.0.71.0/25

王道考研/CSKAOYAN.COM

最长前缀匹配

使用CIDR时，查找路由表可能得到几个匹配结果，应选择具有最长网络前缀的路由。前缀越长，地址块越小，路由越具体。

路由器R0的路由表见下表：若进入路由器R0的分组的目的地址为132.19.237.5，请问该分组应该被转发到哪一个下一跳路由器（ ）。

- A. R1 B. R2
C. R3 D. R4

目的网络	下一跳
132.0.0.0/8	R1
132.0.0.0/11	R2
132.19.232.0/22	R3
0.0.0.0/0	R4

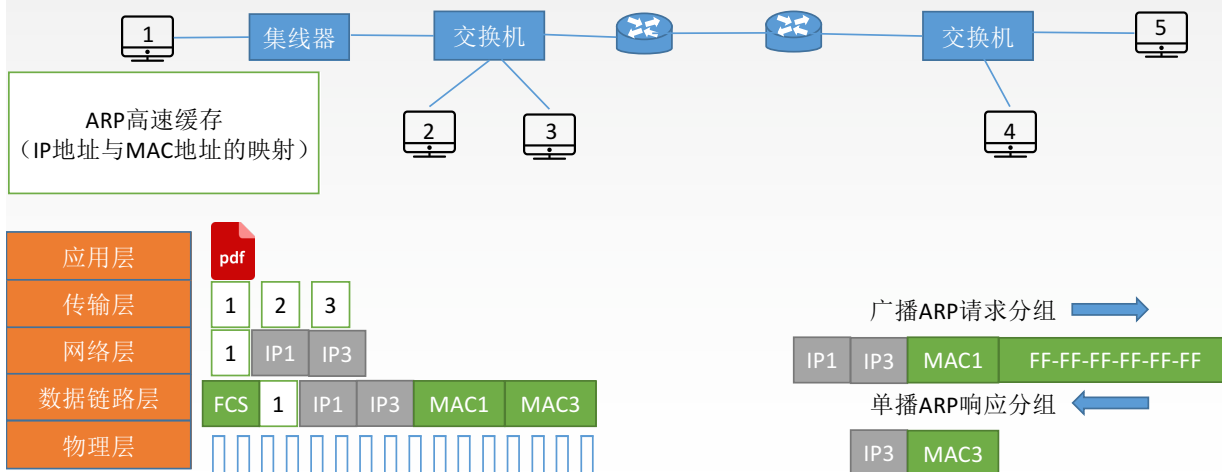
王道考研/CSKAOYAN.COM

本节内容

ARP协议

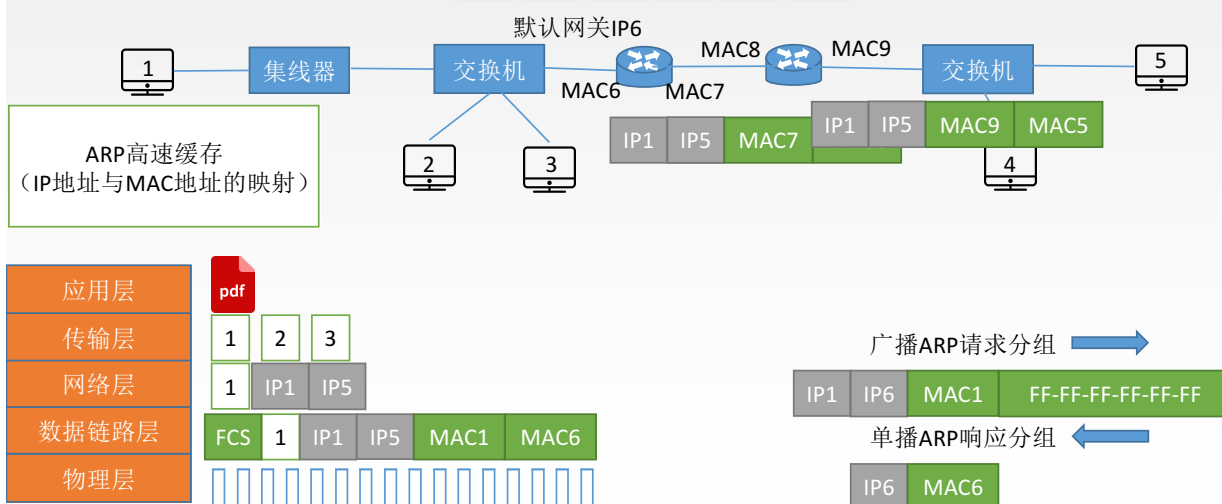
王道考研/CSKAOYAN.COM

发送数据的过程



王道考研/CSKAOYAN.COM

发送数据的过程



王道考研/CSKAOYAN.COM

ARP协议

由于在实际网络的链路上传送数据帧时，最终必须使用MAC地址。



ARP协议：完成主机或路由器IP地址到MAC地址的映射。解决下一跳走哪的问题

ARP协议使用过程：

检查**ARP高速缓存**，有对应表项则写入MAC帧，没有则用目的MAC地址为FF-FF-FF-FF-FF-FF的帧封装并**广播ARP请求分组**，同一局域网中所有主机都能收到该请求。目的主机收到请求后就会向源主机单播一个**ARP响应分组**，源主机收到后将此映射**写入ARP缓存**（10-20min更新一次）。

ARP协议4种典型情况：

- 1.主机A发给**本网络**上的主机B：用ARP找到主机B的硬件地址；
- 2.主机A发给**另一网络**上的主机B：用ARP找到本网络上一个路由器（网关）的硬件地址；
- 3.路由器发给**本网络**的主机A：用ARP找到主机A的硬件地址；
- 4.路由器发给**另一网络**的主机B：用ARP找到本网络上的一个路由器的硬件地址。

ARP协议自动进行

王道考研/CSKAOYAN.COM

ARP协议习题

主机发送IP数据报给主机B，经过了5个路由器，请问此过程总共使用了几次ARP协议？

ARP协议解决下一跳走哪的问题

王道考研/CSKAOYAN.COM

本节内容

DHCP协议

王道考研/CSKAOYAN.COM

主机如何获得IP地址?

静态配置



IP地址
子网掩码
默认网关

动态配置

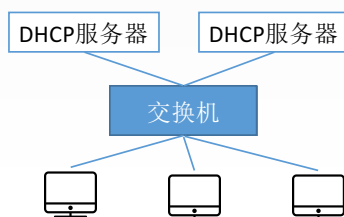


王道考研/CSKAOYAN.COM

DHCP协议

动态主机配置协议DHCP是**应用层**协议，使用**客户/服务器**方式，客户端和服务端通过**广播**方式进行交互，基于**UDP**。DHCP提供**即插即用**联网的机制，主机可以从服务器动态获取IP地址、子网掩码、默认网关、DNS服务器名称与IP地址，允许**地址重用**，支持**移动用户加入网络**，支持**在用地址续租**。

- 1.主机广播DHCP**发现**报文 “有没有DHCP服务器呀？” 试图找到网络中的服务器，服务器获得一个IP地址。
- 2.DHCP服务器广播DHCP**提供**报文 “有！”“有！”“有！” 服务器拟分配给主机一个IP地址及相关配置，先到先得。
- 3.主机广播DHCP**请求**报文 “我用你给我的IP地址啦？” 主机向服务器请求提供IP地址。
- 4.DHCP服务器广播DHCP**确认**报文 “用吧！” 正式将IP地址分配给主机。



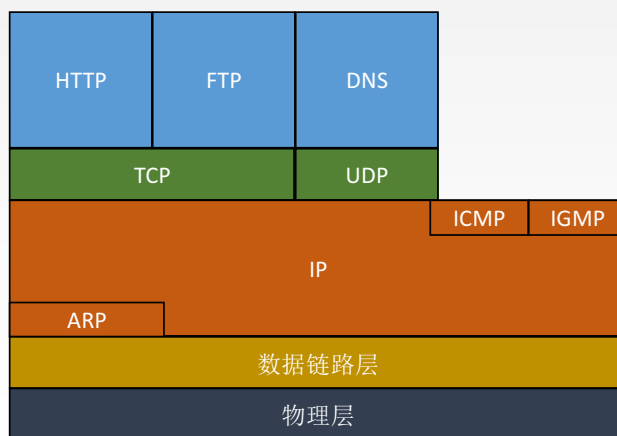
王道考研/CSKAOYAN.COM

本节内容

ICMP协议

王道考研/CSKAOYAN.COM

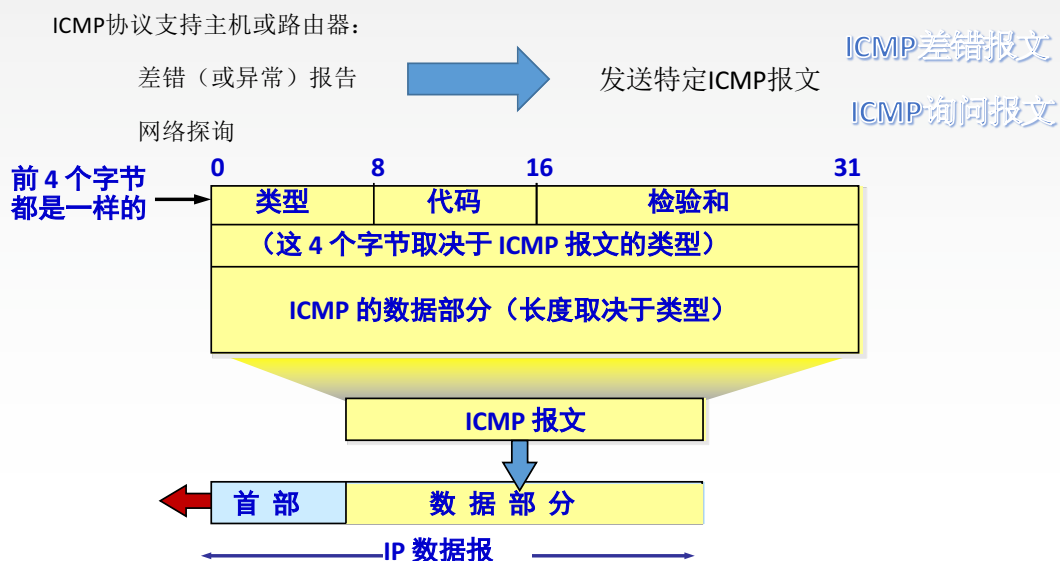
TCP/IP协议栈



为了更有效地转发IP数据报和提高交付成功的机会.....

王道考研/CSKAQYAN.COM

网际控制报文协议ICMP



王道考研/CSKAQYAN.COM

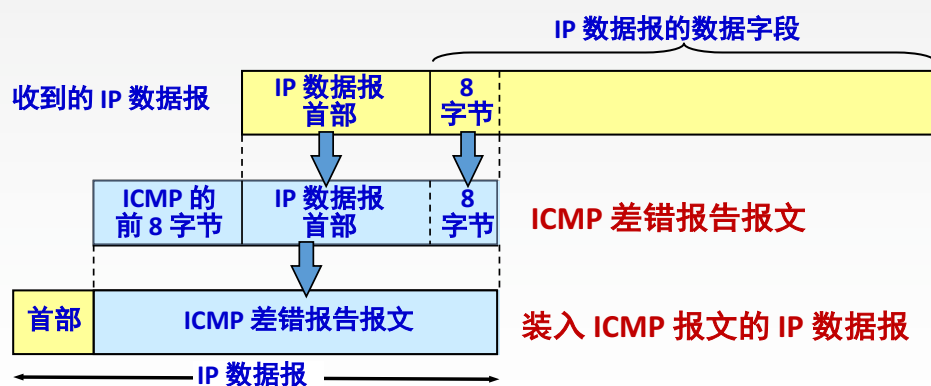
ICMP差错报告报文(5种)

- 1. 终点不可达:** 当路由器或主机不能交付数据报时就向源点发送终点不可达报文。
无法交付
- 2. 源点抑制:** 当路由器或主机由于拥塞而丢弃数据报时, 就向源点发送源点抑制报文。
拥塞丢数据
- 3. 时间超过:** 当路由器收到生存时间TTL=0的数据报时, 除丢弃该数据报外, 还要向源点发送时间超过报文。当终点在预先规定的时间内不能收到一个数据报的全部数据报片时, 就把已收到的数据报片都丢弃, 并向源点发送时间超过报文。
TTL=0
- 4. 参数问题:** 当路由器或目的主机收到的数据报的首部中有的字段的值不正确时, 就丢弃该数据报, 并向源点发送参数问题报文。
首部字段有问题
- 5. 改变路由(重定向):** 路由器把改变路由报文发送给主机, 让主机知道下次应将数据报发送给另外的路由器(可通过更好的路由)。
值得更好的路由



王道考研/CSKAQYAN.COM

ICMP差错报告报文数据字段



王道考研/CSKAQYAN.COM

不应发送ICMP差错报文的情况



- 1.对**ICMP差错报告报文**不再发送ICMP差错报告报文。
- 2.对第一个分片的数据报片的所有**后续数据报片**都不发送ICMP差错报告报文。
- 3.对具有**组播地址**的数据报都不发送ICMP差错报告报文。
- 4.对具有**特殊地址**（如127.0.0.0或0.0.0.0）的数据报不发送ICMP差错报告报文。

王道考研/CSKAOYAN.COM

ICMP询问报文



- 1.回送请求和回答报文 主机或路由器向特定目的主机发出的询问，收到此报文的主机必须给源主机或路由器发送**ICMP回送回答报文**。**测试目的站是否可达以及了解其相关状态。**
- 2.时间戳请求和回答报文 请某个主机或路由器回答当前的日期和时间。**用来进行时钟同步和测量时间。**
- 3.掩码请求和回答报文
- 4.路由记录请求和通告报文

王道考研/CSKAOYAN.COM

ICMP的应用



PING

测试两个主机之间的连通性，使用了**ICMP回送请求和回答报文**。

Traceroute

跟踪一个分组从源点到终点的路径，使用了**ICMP时间超过差错报告报文**。

王道考研/CSKAOYAN.COM

本节内容

IPv6

王道考研/CSKAOYAN.COM

为什么有IPv6？

32位IPv4地址空间已分配殆尽...

CIDR **NAT** 治标不治本

IPv6 从根本上解决地址耗尽问题

改进首部格式

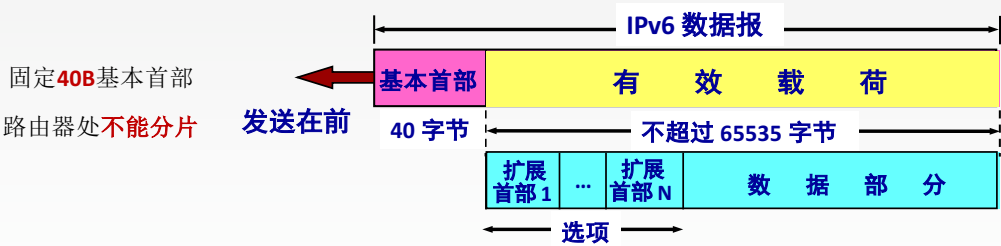
快速处理/转发数据报

支持QoS

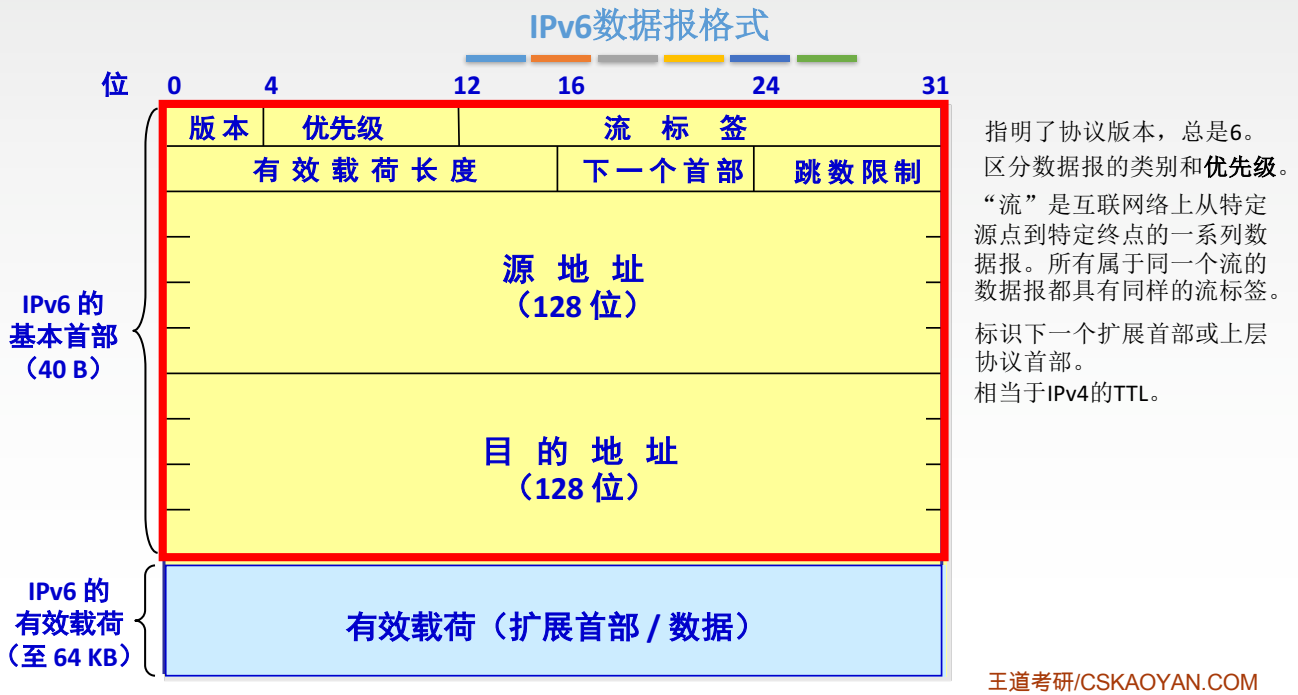
QoS（Quality of Service，服务质量）指一个网络能够利用各种基础技术，为指定的网络通信提供更好的服务能力，是网络的一种安全机制，是用来解决网络延迟和阻塞等问题的一种技术。

王道考研/CSKAOYAN.COM

IPv6数据报格式



王道考研/CSKAOYAN.COM



IPv6和IPv4

- 1.IPv6将地址从32位（4B）扩大到**128位（16B）**，更大的地址空间。
- 2.IPv6将IPv4的**校验和字段彻底移除**，以减少每跳的处理时间。
- 3.IPv6将IPv4的可选字段移出首部，变成了**扩展首部**，成为灵活的首部格式，路由器通常不对扩展首部进行检查，大大提高了路由器的处理效率。
- 4.IPv6支持**即插即用**（即自动配置），不需要DHCP协议。
- 5.IPv6首部长度必须是**8B的整数倍**，IPv4首部是4B的整数倍。
- 6.IPv6**只能在主机处分片**，IPv4可以在路由器和主机处分片。
- 7.ICMPv6：附加报文类型“分组过大”。
- 8.IPv6支持资源的预分配，支持实时视像等要求，保证一定的带宽和时延的应用。
- 9.IPv6取消了协议字段，改成下一个首部字段。
- 10.IPv6取消了总长度字段，改用有效载荷长度字段。
- 11.IPv6取消了服务类型字段。

IPv6地址表示形式

一般形式 冒号十六进制记法: 4BF5:AA12:0216:FEBC:BA5F:039A:BE9A:2170

压缩形式 4BF5:0000:0000:0000:BA5F:039A:000A:2176

4BF5:0:0:0:BA5F:39A:A:2176。

零压缩: 一连串连续的0可以被一对冒号取代。

FF05:0:0:0:0:0:0:B3

↓
FF05::B3

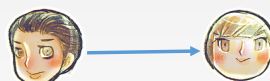
双冒号表示法在一个地址中仅可出现一次。

王道考研/CSKAOYAN.COM

IPv6基本地址类型

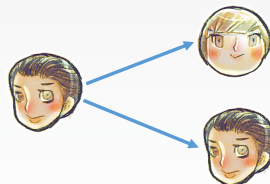
单播

一对一通信 可做源地址+目的地址



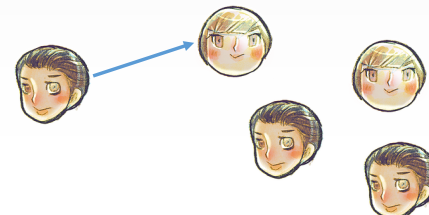
多播

一对多通信 可做目的地址



任播

一对多中的一个通信 可做目的地址



王道考研/CSKAOYAN.COM

IPv6向IPv4过渡的策略

双栈协议

双协议栈技术就是指在一台设备上**同时启用IPv4协议栈和IPv6协议栈**。这样的话，这台设备既能和IPv4网络通信，又能和IPv6网络通信。如果这台设备是一个**路由器**，那么这台路由器的不同接口上，分别配置了IPv4地址和IPv6地址，并很可能分别连接了IPv4网络和IPv6网络。如果这台设备是一个**计算机**，那么它将同时拥有IPv4地址和IPv6地址，并具备同时处理这两个协议地址的功能。

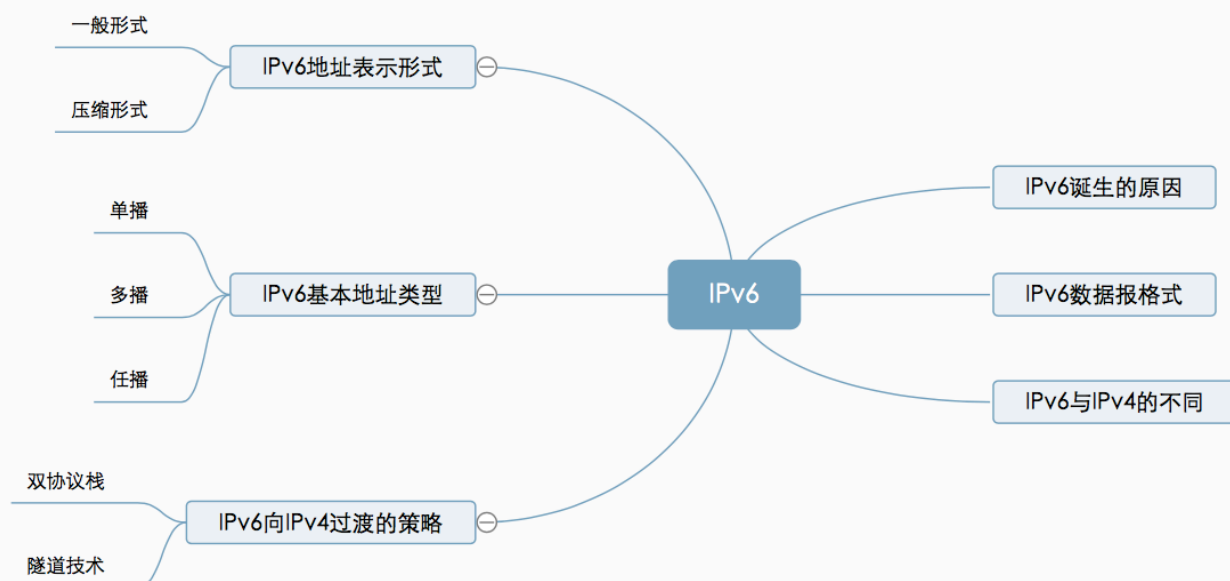
隧道技术

通过使用互联网的基础设施在网络之间传递数据的方式。使用隧道传递的数据（或负载）可以是不同协议的数据帧或包。隧道协议将其它协议的数据帧或包**重新封装**然后通过隧道发送。



王道考研/CSKAQYAN.COM

脑图时刻



本节内容

路由算法及路由协议

王道考研/CSKAOYAN.COM

路由算法



R1的路由表/转发表

目的网络IP地址	子网掩码	下一跳IP地址	接口

最佳路由：“最佳”只能是相对于某一种特定要求下得出的较为合理的选择而已。

王道考研/CSKAOYAN.COM

路由算法的分类



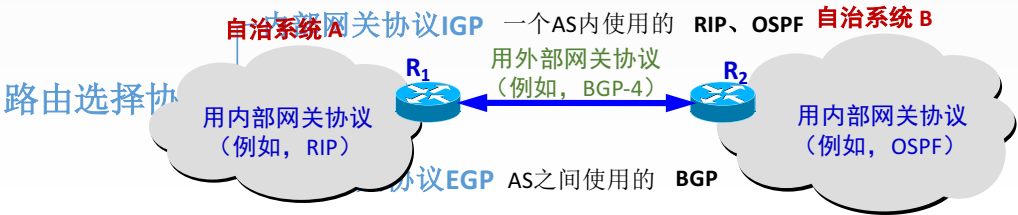
王道考研/CSKAOYAN.COM

分层次的路由选择协议

- (1) 因特网规模很大
- (2) 许多单位不想让外界知道自己的路由选择协议，但还想连入因特网



自治系统AS：在单一的技术管理下的一组路由器，而这些路由器使用一种AS内部的路由选择协议和共同的度量以确定分组在该AS内的路由，同时还使用一种AS之间的路由协议以确定在AS之间的路由。
一个AS内的所有网络都属于一个行政单位来管辖，一个自治系统的所有路由器在本自治系统内都必须连通。



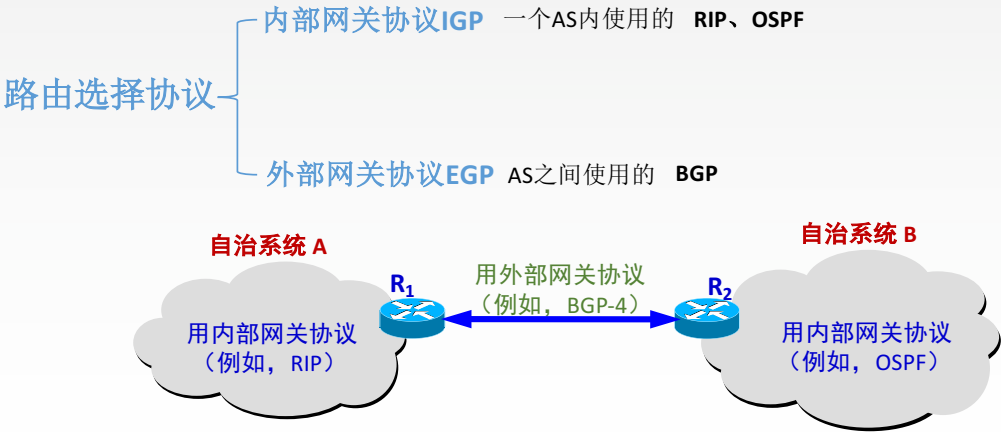
王道考研/CSKAOYAN.COM

本节内容

RIP协议及距离向量算法

王道考研/CSKAOYAN.COM

路由选择协议分类回顾



王道考研/CSKAOYAN.COM

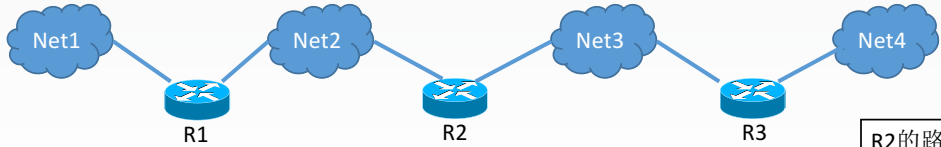
RIP协议

RIP是一种分布式的基于**距离向量**的路由选择协议，是因特网的协议标准，最大优点是**简单**。

RIP协议要求网络中每一个路由器都维护**从它自己到其他每一个目的网络的唯一最佳距离记录**（即一组距离）。

距离：通常为“跳数”，即从源端口到目的端口所经过的路由器个数，经过一个路由器跳数+1。特别的，从一路由器到直接连接的网络距离为1。RIP允许一条路由最多只能包含15个路由器，因此距离为**16表示网络不可达**。

➡ RIP协议只适用于**小互联网**。



和哪些路由器交换信息？

在什么时候交换信息？

交换什么信息？

交换

R2的路由表

目的网络	距离	下一跳路由器
Net2	1	直接交付
Net1	2	R1
Net4	2	R3

王道考研/CSKAOYAN.COM

RIP协议和谁交换？多久交换一次？交换什么？

1. 仅和**相邻路由器**交换信息。

2. 路由器交换的信息是**自己的路由表**。



“我到Net1网络的（最短）距离是5跳，下一跳应该走R1路由器……”

3. **每30秒**交换一次路由信息，然后路由器根据新信息更新路由表。若超过**180s**没收到邻居路由器的通告，则判定邻居没了，并更新自己路由表。

路由器刚开始工作时，只知道直接连接的网络的距离（距离为1），接着每一个路由器也只和数目非常有限的相邻路由器交换并更新路由信息。

经过若干次更新后，所有路由器最终都会知道到达本自治系统任何一个网络的最短距离和下一跳路由器的地址，即“**收敛**”。



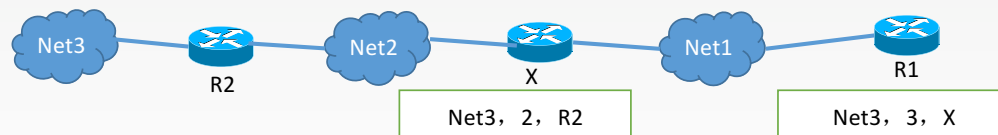
路由表怎么更新的？

王道考研/CSKAOYAN.COM

距离向量算法

1.修改相邻路由器发来的RIP报文中所有表项

对地址为X的相邻路由器发来的RIP报文，修改此报文中的所有项目：把“下一跳”字段中的地址改为X，并把所有的“距离”字段+1。



2.对修改后的RIP报文中的每一个项目，进行以下步骤：

(1) R1路由表中若没有Net3，则把该项目填入R1路由表

(2) R1路由表中若有Net3，则查看下一跳路由器地址：

若下一跳是X，则用收到的项目替换源路由表中的项目；

若下一跳不是X，原来距离比从X走的距离远则更新，否则不作处理。

3.若180s还没收到相邻路由器X的更新路由表，则把X记为不可达的路由器，即把距离设置为16。

4.返回

王道考研/CSKAQYAN.COM

距离向量算法练习1

已知路由器R6的路由表，现收到相邻路由器R4发来的路由更新信息，试更新路由器R1的路由表：

R6的路由表

目的网络	距离	下一跳路由器
Net2	3	R4
Net3	4	R5
...	...	...

R4发来的路由更新信息

目的网络	距离	下一跳路由器
Net1	3	R1
Net2	4	R2
Net3	1	直接交付

解：

R4发来的路由更新信息-修改版

目的网络	距离	下一跳路由器
Net1	4	R4
Net2	5	R4
Net3	2	R4

R6更新后的路由表

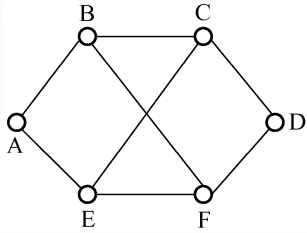
目的网络	距离	下一跳路由器
Net1	4	R4
Net2	5	R4
Net3	2	R4
...	...	...

王道考研/CSKAQYAN.COM

距离向量算法练习2

考虑如图所示的子网, 该子网使用了距离-向量算法, 下面的向量刚刚到达路由器C: 来自B的向量为(5, 0, 8, 12, 6, 2); 来自D的向量为(16, 12, 6, 0, 9, 10); 来自E的向量为(7, 6, 3, 9, 0, 4)。经过测量, C到B、D和E的延迟分别为6, 3和5, 那么C到达所有结点的最短路径是()。

A. (5, 6, 0, 9, 6, 2) B. (11, 6, 0, 3, 5, 8)
C. (5, 11, 0, 12, 8, 9) D. (11, 8, 0, 7, 4, 9)



C到B: (11, 6, 14, 18, 12, 8)

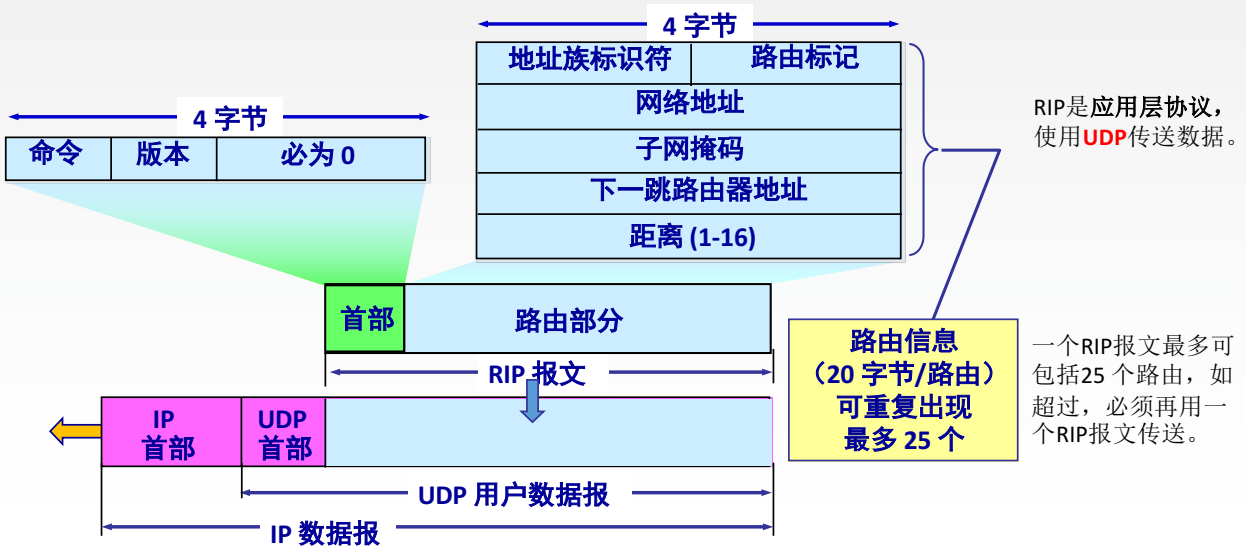
C到D: (19, 15, 9, 3, 12, 13)

C到E: (12, 11, 8, 14, 5, 9)

(11, 6, 0, 3, 5, 8)

王道考研/CSKAOYAN.COM

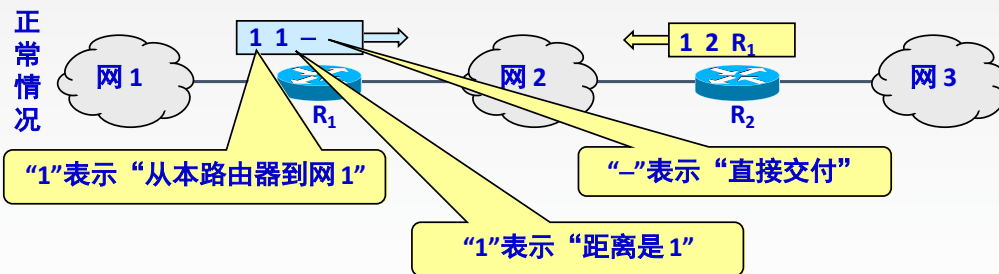
RIP协议的报文格式



王道考研/CSKAOYAN.COM

RIP协议好消息传得快, 坏消息传得慢

RIP的特点: 当网络出现故障时, 要经过比较长的时间 (例如数分钟) 才能将此信息传送到所有的路由器, “慢收敛”。

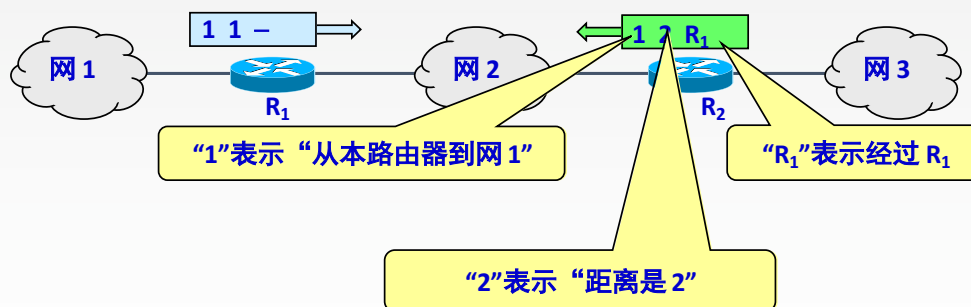


R₁ 说: “我到网1的距离是1, 是直接交付。”

王道考研/CSKAQYAN.COM

RIP协议好消息传得快, 坏消息传得慢

RIP的特点: 当网络出现故障时, 要经过比较长的时间 (例如数分钟) 才能将此信息传送到所有的路由器, “慢收敛”。



R₂ 说: “我到网1的距离是2, 是经过 R₁。”

王道考研/CSKAQYAN.COM

RIP协议好消息传得快, 坏消息传得慢

RIP的特点: 当网络出现故障时, 要经过比较长的时间(例如数分钟)才能将此信息传送到所有的路由器, “慢收敛”。

正常情况



网1出了故障



R₁说: “我到网1的距离是16(表示无法到达), 是直接交付。”

但R₂在收到R₁的更新报文之前, 还发送原来的报文, 因为这时R₂并不知道R₁出了故障。

王道考研/CSKAQYAN.COM

RIP协议好消息传得快, 坏消息传得慢

RIP的特点: 当网络出现故障时, 要经过比较长的时间(例如数分钟)才能将此信息传送到所有的路由器, “慢收敛”。

正常情况



网1出了故障



R₁收到R₂的更新报文后, 误认为可经过R₂到达网1, 于是更新自己的路由表, 说: “我到网1的距离是3, 下一跳经过R₂”。然后将此更新信息发送给R₂。

王道考研/CSKAQYAN.COM

RIP协议好消息传得快，坏消息传得慢

RIP的特点: 当网络出现故障时, 要经过比较长的时间 (例如数分钟) 才能将此信息传送到所有的路由器, “慢收敛”。

正常情况



网1出了故障



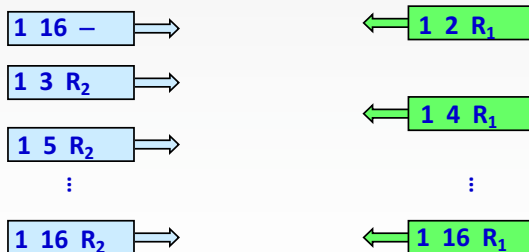
R₂ 以后又更新自己的路由表为 “1, 4, R₁”, 表明 “我到网 1 距离是 4, 下一跳经过 R₁”。

王道考研/CSKAQYAN.COM

RIP协议好消息传得快，坏消息传得慢



网1出了故障



这样不断更新下去, 直到 R₁ 和 R₂ 到网 1 的距离都增大到 16 时, R₁ 和 R₂ 才知道网 1 是不可达的。

王道考研/CSKAQYAN.COM

脑图时刻



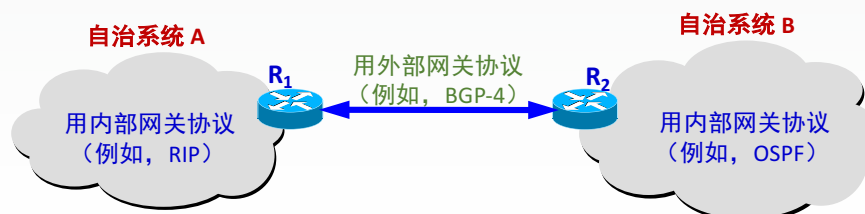
王道考研/CSKAOYAN.COM

本节内容

OSPF协议及链路状态算法

王道考研/CSKAOYAN.COM

路由选择协议分类回顾



王道考研/CSKAOYAN.COM

OSPF协议

开放最短路径优先OSPF协议: “开放”表明OSPF协议不是受某一家厂商控制, 而是公开发表的; “最短路径优先”是因为使用了Dijkstra提出的最短路径算法SPF。

OSPF最主要的特征就是使用分布式的链路状态协议。

OSPF的特点:

- | | |
|-------|--|
| 和谁交换? | 1.使用洪泛法向自治系统内 所有路由器 发送信息, 即路由器通过输出端口向所有相邻的路由器发送信息, 而每一个相邻路由器又再次将此信息发往其所有的相邻路由器。 广播 |
| 交换什么? | 2.发送的信息就是与本路由器 相邻的所有路由器的链路状态 (本路由器和哪些路由器相邻, 以及该链路的度量/代价——费用、距离、时延、带宽等)。 |
| 多久交换? | 3.只有当 链路状态发生变化时 , 路由器才向所有路由器洪泛发送此信息。 |

最后, 所有路由器都能建立一个**链路状态数据库**, 即**全网拓扑图**。

王道考研/CSKAOYAN.COM

链路状态路由算法

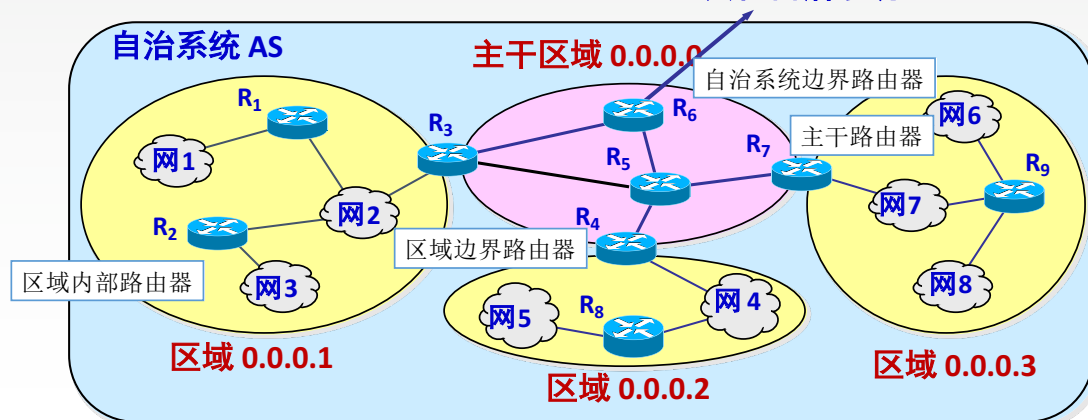
- 1.每个路由器发现它的邻居结点【HELLO问候分组】，并了解邻居节点的网络地址。
 - 2.设置到它的每个邻居的成本度量metric。
 - 3.构造【DD数据库描述分组】，向邻站给出自己的链路状态数据库中的所有链路状态项目的摘要信息。
 - 4.如果DD分组中的摘要自己都有，则邻站不做处理；如果没有的或者是更新的，则发送【LSR链路状态请求分组】请求自己没有的和比自己更新的信息。
 - 5.收到邻站的LSR分组后，发送【LSU链路状态更新分组】进行更新。
 - 6.更新完毕后，邻站返回一个【LSAck链路状态确认分组】进行确认。
- 只要一个路由器的链路状态发生变化：
- 5.泛洪发送【LSU链路状态更新分组】进行更新。
 - 6.更新完毕后，其他站返回一个【LSAck链路状态确认分组】进行确认。
 - 7.使用Dijkstra根据自己的链路状态数据库构造到其他节点间的最短路径。

王道考研/CSKAOYAN.COM

OSPF的区域

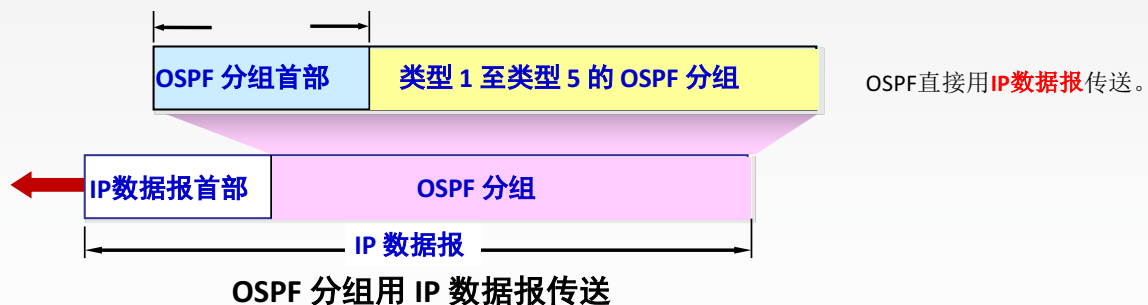
为了使 OSPF 能够用于规模很大的网络，OSPF 将一个自治系统再划分为若干个更小的范围，叫做区域。每一个区域都有一个 32 位的区域标识符（用点分十进制表示）。区域也不能太大，在一个区域内的路由器最好不超过 200 个。

至其他自治系统



王道考研/CSKAOYAN.COM

OSPF分组



王道考研/CSKAOYAN.COM

OSPF其他特点

- 1.每隔**30min**，要刷新一次数据库中的链路状态。
- 2.由于一个路由器的链路状态只涉及到与相邻路由器的连通状态，因而与整个互联网的规模并无直接关系。因此当**互联网规模很大**时，OSPF 协议要比距离向量协议 RIP 好得多。
- 3.OSPF不存在坏消息传的慢的问题，它的**收敛速度很快**。

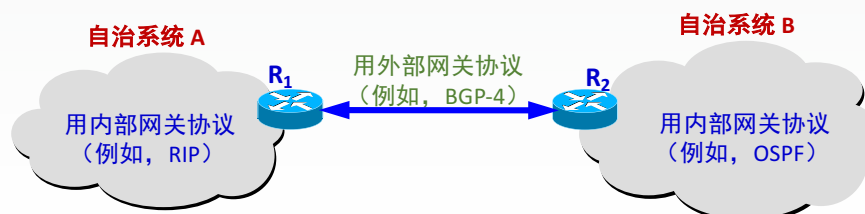
王道考研/CSKAOYAN.COM

本节内容

BGP协议

王道考研/CSKAOYAN.COM

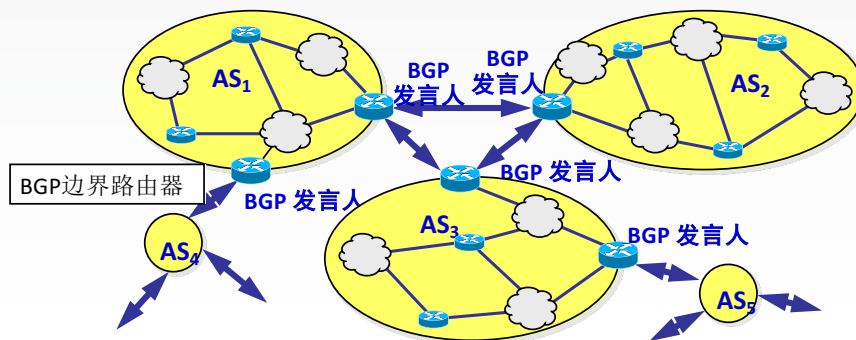
路由选择协议分类回顾



王道考研/CSKAOYAN.COM

BGP协议

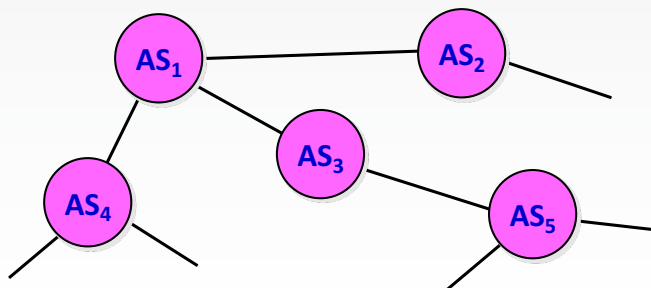
- | | |
|-------|----------------------------------|
| 和谁交换? | 与其他AS的邻站BGP发言人交换信息。 |
| 交换什么? | 交换的网络可达性的信息, 即要到达某个网络所要经过的一系列AS。 |
| 多久交换? | 发生变化时更新有变化的部分。 |



王道考研/CSKAQYAN.COM

BGP协议交换信息的过程

BGP 所交换的网络可达性的信息就是要**到达某个网络所要经过的一系列 AS**。当 BGP 发言人互相交换了网络可达性的信息后, 各 BGP 发言人就根据所采用的策略从收到的路由信息中找出到达各 AS 的较好路由。

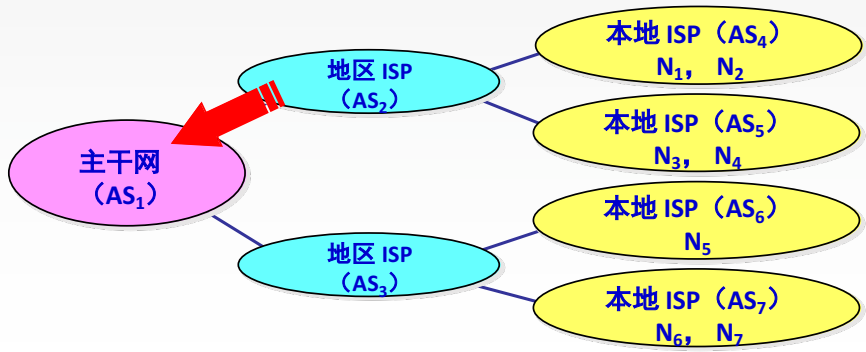


王道考研/CSKAQYAN.COM

BGP协议交换信息的过程

BGP发言人交换路径向量：

自治系统 AS_2 的 BGP 发言人通知主干网 AS_1 的 BGP 发言人：“要到达网络 N_1 、 N_2 、 N_3 和 N_4 可经过 AS_2 。”

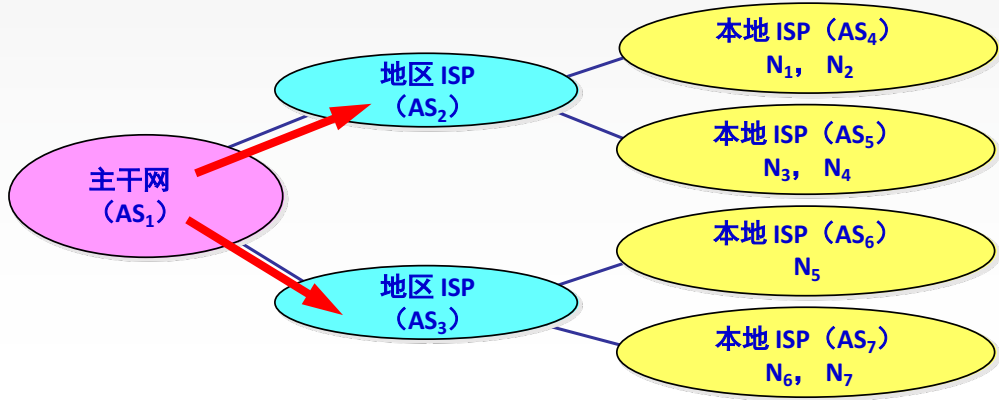


王道考研/CSKAQYAN.COM

BGP协议交换信息的过程

BGP发言人交换路径向量：

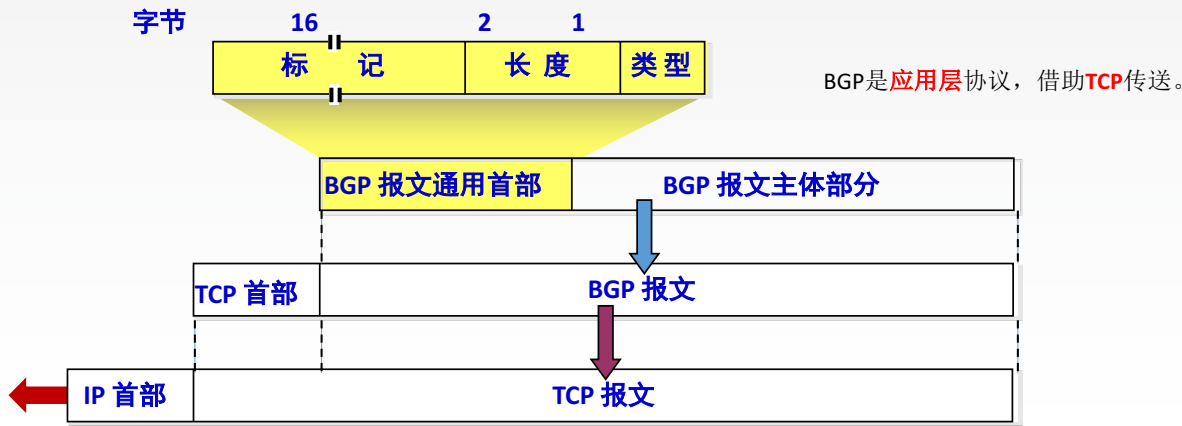
主干网还可发出通知：“要到达网络 N_5 、 N_6 和 N_7 可沿路径 (AS_1, AS_3) 。”



王道考研/CSKAQYAN.COM

BGP协议报文格式

一个 BGP 发言人与其他自治系统中的 BGP 发言人要交换路由信息，就要先建立 TCP 连接，即通过 TCP 传送，然后在此连接上交换 BGP 报文以建立 BGP 会话(session)，利用 BGP 会话交换路由信息。



王道考研/CSKAQYAN.COM

BGP协议特点

BGP 支持 CIDR，因此 BGP 的路由表也就应当包括目的网络前缀、下一跳路由器，以及到达该目的网络所要经过的各个自治系统序列。

在 BGP 刚刚运行时，BGP 的邻站是交换整个的 BGP 路由表。但以后只需要在发生变化时更新有变化的部分。这样做对节省网络带宽和减少路由器的处理开销都有好处。

王道考研/CSKAQYAN.COM

BGP-4的四种报文

- 1.OPEN（打开）报文：**用来与相邻的另一个BGP发言人建立关系，并认证发送方。
- 2.UPDATE（更新）报文：**通告新路径或撤销原路径。
- 3.KEEPALIVE（保活）报文：**在无UPDATE时，周期性证实邻站的连通性；也作为OPEN的确认。
- 4.NOTIFICATION（通知）报文：**报告先前报文的差错；也被用于关闭连接。

王道考研/CSKAOYAN.COM

三种路由协议比较

RIP是一种分布式的基于距离向量的内部网关路由选择协议，通过广播**UDP**报文来交换路由信息。

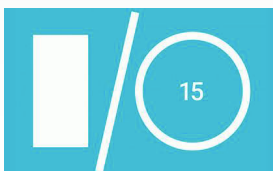
OSPF是一个内部网关协议，要交换的信息量较大，应使报文的长度尽量短，所以不使用传输层协议（如**UDP**或**TCP**），而是直接采用**IP**。

BGP是一个外部网关协议，在不同的自治系统之间交换路由信息，由于网络环境复杂，需要保证可靠传输，所以采用**TCP**。

RU



OI



BT



王道考研/CSKAOYAN.COM

三种路由协议比较

协议	RIP	OSPF	BGP	
类型	内部	内部	外部	
路由算法	距离-向量	链路状态	路径-向量	
传递协议	UDP	IP	TCP	
路径选择	跳数最少	代价最低	较好，非最佳	
交换结点	和本结点相邻的路由器	网络中的所有路由器	和本结点相邻的路由器	
交换内容	当前本路由器知道的全部信息，即自己的路由表	与本路由器相邻的所有路由器的链路状态	首次	整个路由表
			非首次	有变化的部分

王道考研/CSKAOYAN.COM

本节内容

IP组播

王道考研/CSKAOYAN.COM

IP数据报的三种传输方式

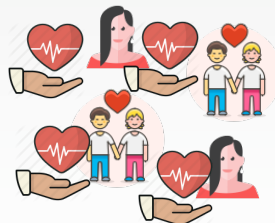
单播

单播用于发送数据包到单个目的地,且每发送一份单播报文都使用一个单播IP地址作为目的地址。是一种**点对点**传输方式。



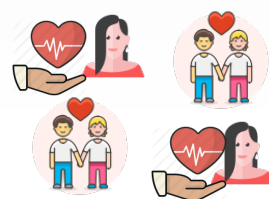
广播

广播是指发送数据包到同一广播域或子网内的所有设备的一种数据传输方式,是一种**点对多点**传输方式。



组播 (多播)

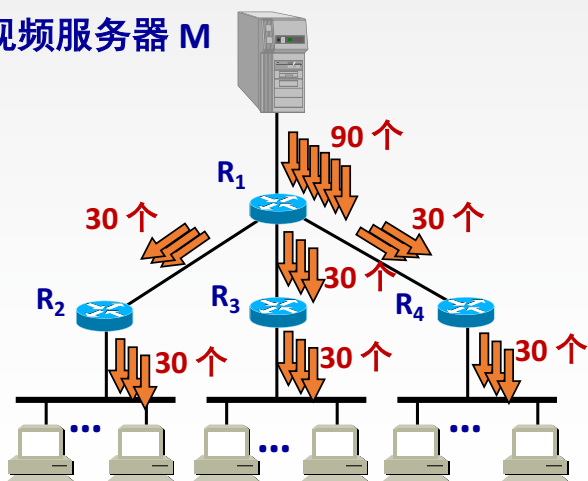
当网络中的某些用户需要特定数据时,组播数据发送者仅发送一次数据,借助组播路由协议为组播数据包建立组播分发树,被传递的数据到达距离用户端尽可能近的节点后才开始复制和分发,是一种**点对多点**传输方式。



王道考研/CSKAQYAN.COM

IP数据报的三种传输方式

视频服务器 M



共有 90 个主机接收视频节目

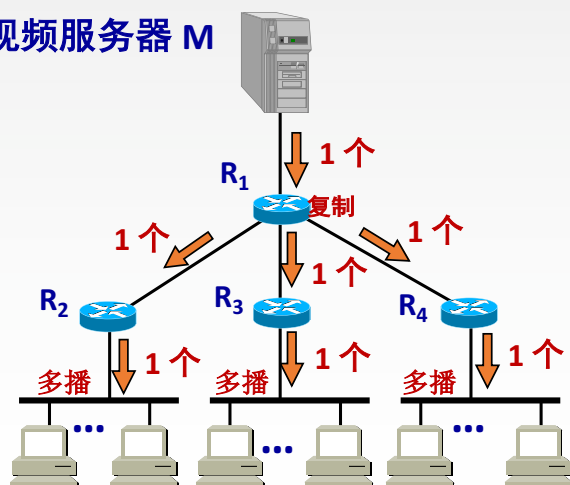
单播

在发送者和每一接收者之间需要**单独**的数据信道。

王道考研/CSKAQYAN.COM

IP数据报的三种传输方式

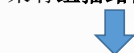
视频服务器 M



多播组成员共有 90 个

多播

组播提高了数据传送效率。减少了主干网出现拥塞的可能性。组播组中的主机可以是在同一个物理网络，也可以来自不同的物理网络（如果有组播路由器的支持）。



运行组播协议的路由器

王道考研/CSKAQYAN.COM

IP组播地址

IP组播地址让源设备能够将分组发送给一组设备。属于多播组的设备将被分配一个组播组IP地址（一群共同需求主机的相同标识）。

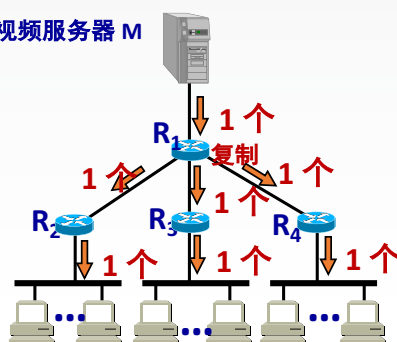
组播地址范围为224.0.0.0~239.255.255.255（D类地址），一个D类地址表示一个组播组。只能用作分组的**目标地址**。源地址总是为**单播地址**。

- 1.组播数据报也是“尽最大努力交付”，不提供可靠交付，应用于UDP。
- 2.对组播数据报不产生ICMP差错报文。
- 3.并非所有D类地址都可以作为组播地址。

因特网范围内组播

硬件组播

视频服务器 M



多播组成员共有 90 个

多播

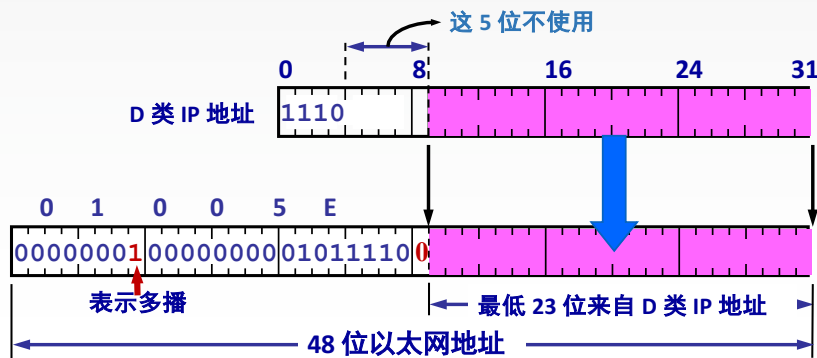
王道考研/CSKAQYAN.COM

硬件组播

同单播地址一样, 组播IP地址也需要相应的组播MAC地址在本地网络中实际传送帧。组播MAC地址以十六进制值01-00-5E打头, 余下的6个十六进制位是根据IP组播地址的最后23位转换得到的。

TCP/IP 协议使用的以太网多播地址的范围是:

从01-00-5E-00-00-00到01-00-5E-7F-FF-FF。



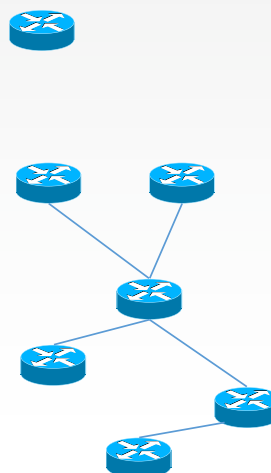
收到多播数据报的主机, 还要在 IP 层利用软件进行过滤, 把不是本主机要接收的数据报丢弃。

王道考研/CSKAQYAN.COM

IGMP协议与组播路由选择协议

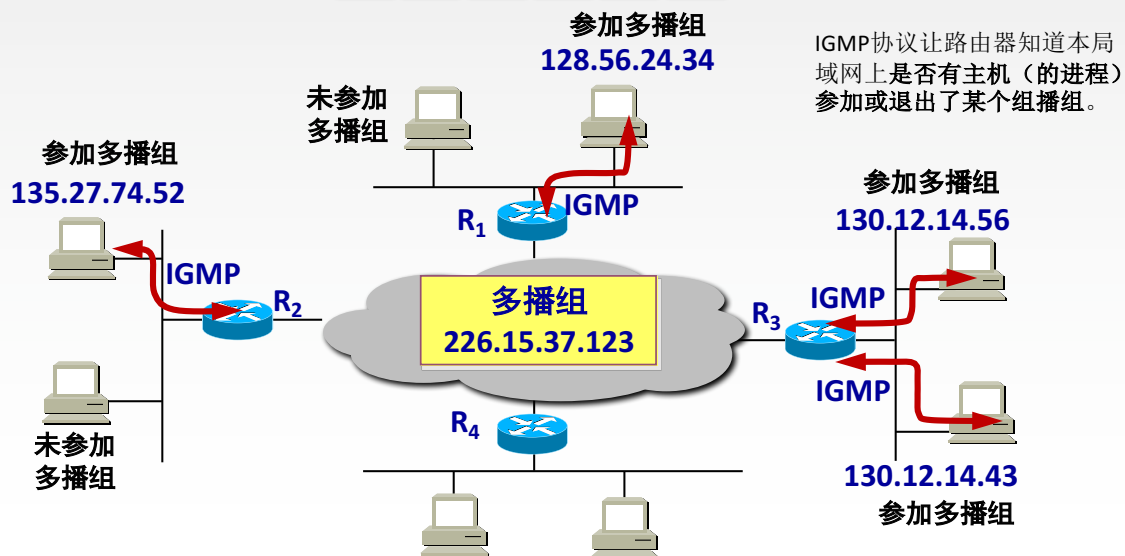
IGMP协议

组播路由选择协议



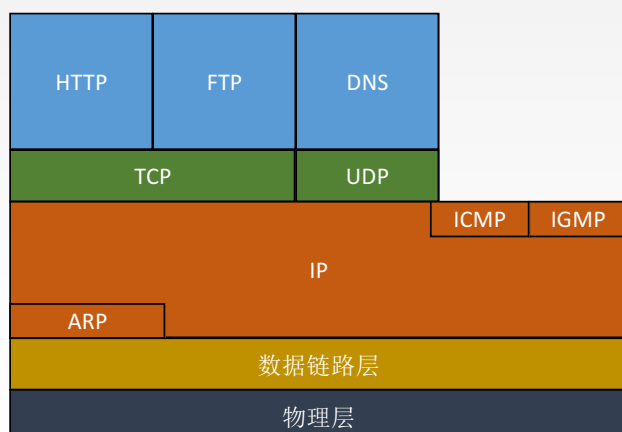
王道考研/CSKAQYAN.COM

网际组管理协议IGMP



王道考研/CSKAQYAN.COM

网际组管理协议IGMP



ICMP和IGMP都使用IP数据报传递报文。

王道考研/CSKAQYAN.COM

IGMP工作的两个阶段

ROUND 1:

某主机要加入组播组时，该主机向组播组的组播地址发送一个IGMP报文，声明自己要称为该组的成员。
本地组播路由器收到IGMP报文后，要利用组播路由选择协议把这组成员关系发给因特网上的其他组播路由器。

ROUND 2:

本地组播路由器周期性探询本地局域网上的主机，以便知道这些主机是否还是组播组的成员。
只要有一个主机对某个组响应，那么组播路由器就认为这个组是活跃的；如果经过几次探询后没有一个主机响应，组播路由器就认为本网络上的没有此组播组的主机，因此就不再把这组的成员关系发给其他的组播路由器。

组播路由器知道的成员关系只是所连接的局域网中有无组播组的成员。

王道考研/CSKAOYAN.COM

组播路由选择协议



组播路由选择协议目的是找出以源主机为根节点的组播转发树。

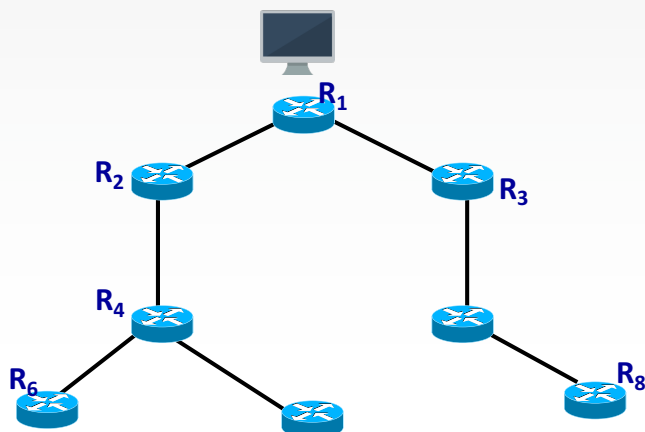
王道考研/CSKAOYAN.COM

组播路由选择协议

组播路由协议目的是找出以源主机为根节点的**组播转发树**。

构造树可以避免在路由器之间兜圈子。

对不同的多播组对应于不同的多播转发树；同一个多播组，对不同的源点也会有不同的多播转发树。



王道考研/CSKAOYAN.COM

组播路由选择协议

组播路由选择协议常使用的三种算法：

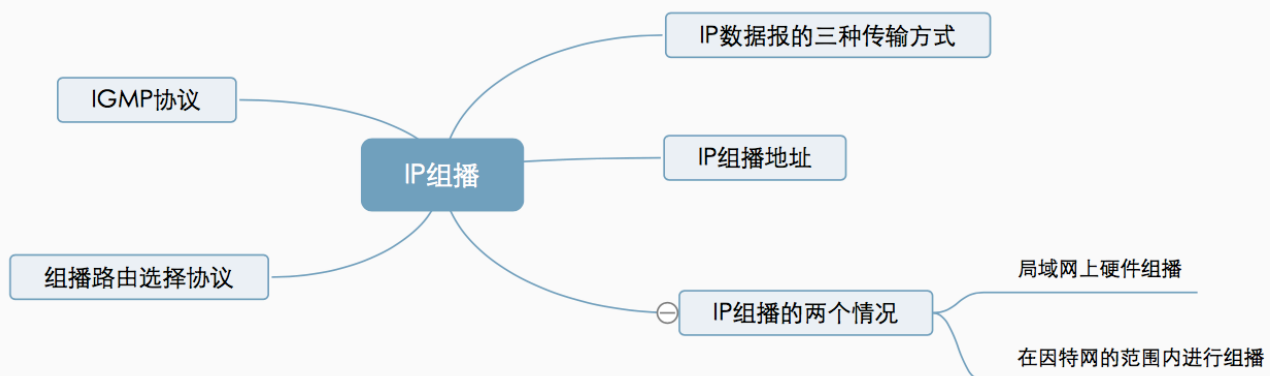
基于链路状态的路由选择

基于距离-向量的路由选择

协议无关的组播（稀疏/密集）

王道考研/CSKAOYAN.COM

脑图时刻



王道考研/CSKAOYAN.COM

本节内容

移动IP

王道考研/CSKAOYAN.COM

移动IP



王道考研/CSKAOYAN.COM

移动IP

相关概念 通信过程

王道考研/CSKAOYAN.COM

移动IP相关概念

移动IP技术是移动结点(计算机/服务器等)以**固定的网络IP地址**, 实现跨越不同网段的**漫游**功能, 并保证了基于网络IP的网络权限在漫游过程中不发生改变。

移动结点 具有永久IP地址的移动设备。

归属代理(本地代理) 一个移动结点的永久“居所”称为**归属网络**, 在归属网络中代表移动节点执行移动管理功能的实体叫做归属代理。

永久地址(归属地址/主地址) 移动站点在归属网络中的原始地址。

外部代理(外地代理) 在**外部网络**中帮助移动节点完成移动管理功能的实体称为外部代理。

转交地址(辅地址) 可以是外部代理的地址或动态配置的一个地址。

王道考研/CSKAOYAN.COM

移动IP

归属代理: 村子

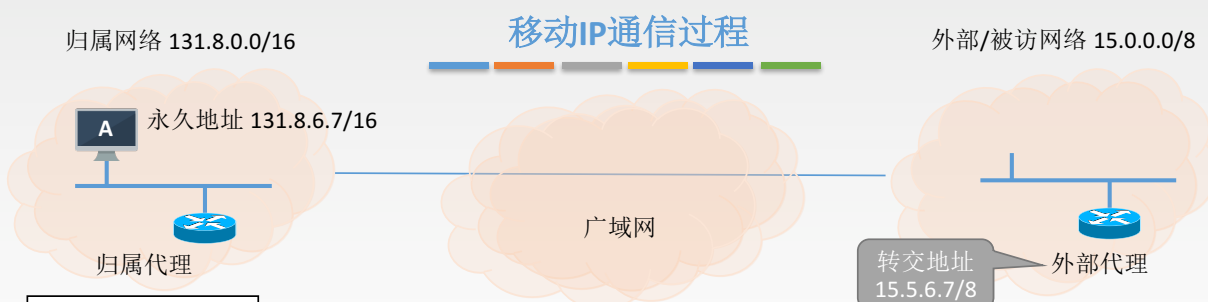


移动节点: 爷爷
永久地址: 爷爷的id

外部代理: 盘丝洞
转交地址: 盘丝洞id



王道考研/CSKAOYAN.COM



A刚进入外部网络：

1. 获得外部代理的转交地址(外部代理广播报文)。
2. 移动节点通过外部代理发送注册报文给归属代理（包含永久地址&转交地址）。
3. 归属代理接收请求，并将移动节点的永久地址和转交地址绑定（以后到达该归属代理的数据报且要发往移动节点的数据报将被封装并以隧道方式发给转交地址），并返回一注册响应报文。
4. 外部代理接收注册响应，并转发给移动节点。

A移动到了下一个网络：

1. 在新外部代理登记注册一个转交地址。
2. 新外部代理给本地代理发送新的转交地址（覆盖旧的）。
3. 通信

A回到了归属网络：

1. A向本地代理注销转交地址。
2. 按原始方式通信。

王道考研/CSKAOYAN.COM

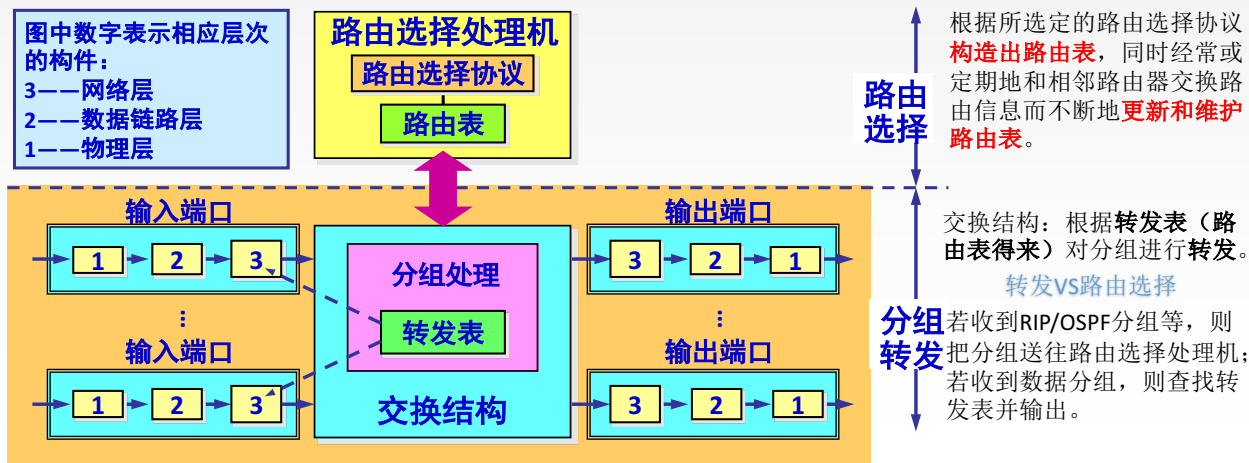
本节内容

网络层设备

王道考研/CSKAOYAN.COM

路由器

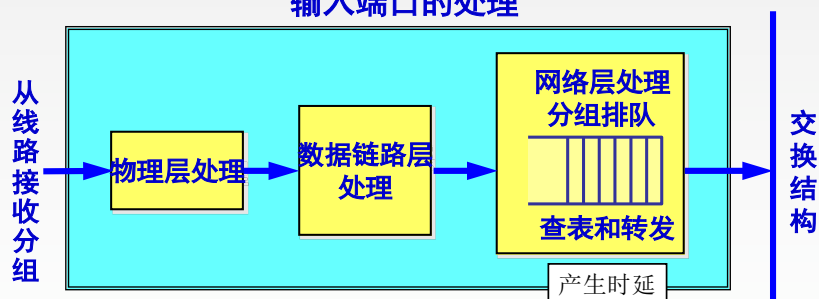
路由器是一种具有多个输入端口和多个输出端口的专用计算机，其任务是转发分组。



王道考研/CSKAOYAN.COM

输入端口对线路上收到的分组的处理

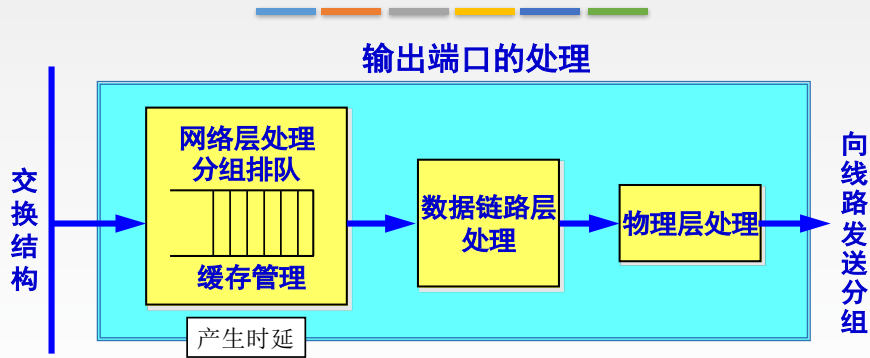
输入端口的处理



输入端口中的查找和转发功能在路由器的交换功能中是最重要的。

王道考研/CSKAOYAN.COM

输出端口将交换结构传送来的分组发送到线路



若路由器处理分组的速率赶不上分组进入队列的速率，则队列的存储空间最终必定减少到零，这就使后面再进入队列的分组由于没有存储空间而只能被丢弃。

路由器中的输入或输出队列产生溢出是造成分组丢失的重要原因。

王道考研/CSKAOYAN.COM

三层设备的区别

路由器 可以互联两个不同网络层协议的网段。

网桥 可以互联两个物理层和链路层不同的网段。

集线器 不能互联两个物理层不同的网段。

	能否隔离冲突域	能否隔离广播域
物理层设备【傻瓜】 (中继器、集线器)	×	×
链路层设备【路人】 (网桥、交换机)	√	×
网络层设备【大佬】 (路由器)	√	√

王道考研/CSKAOYAN.COM

路由表与路由转发

路由表根据**路由选择算法**得出的，主要用途是路由选择，总用软件来实现。

	路由表			
	目的网络IP地址	子网掩码	下一跳IP地址	接口
默认路由	0.0.0.0	0.0.0.0		



转发表

转发表由**路由表**得来，可以用软件实现，也可以用特殊的硬件来实现。转发表必须包含完成转发功能所必需的信息，在转发表的每一行必须包含从要到达的目的网络到输出端口和某些**MAC**地址信息的映射。