

第3章 TCP/IP

主要内容:

- OSI参考模型

- TCP/IP参考模型

- ☀ ● 网际层协议——IP

- ☀ ● 传输层协议——TCP、UDP

- ☀ ● 应用层协议——HTTP、SMTP、FTP、**DHCP**...

- ☀ ● 网络测试

- { ipconfig命令
 - ping命令
 - tracert命令

3.1 OSI参考模型

存在的“复杂”问题：

- 发起通信的计算机如何激活通信线路
- 通信的一方如何知道对方与网络的连接是否正常
- 通信过程中如何选择路由
- 计算机如何将数据发送给对方
- 数据在传输过程中出现出错、丢失、重复等问题如何解决

.....

解决的办法：

- 采用分层的方法
- “分层”可将庞大而复杂的问题，转化为若干较小的局部问题，这些较小的局部问题比较易于研究和处理。


每一层的问题如何
解决呢？


协议



计算机网络的体系结构参考模型

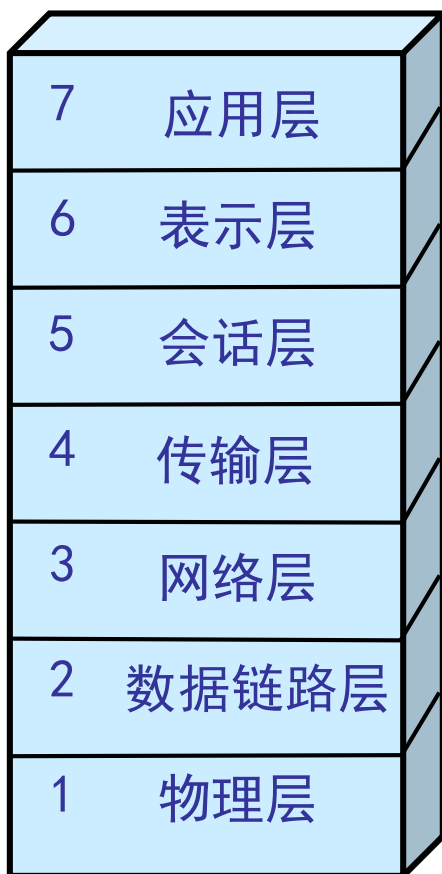
概念

- 计算机网络的**体系结构参考模型**：是计算机网络的各层及其协议的集合。
- 比较著名的网络体系结构模型：
 - 

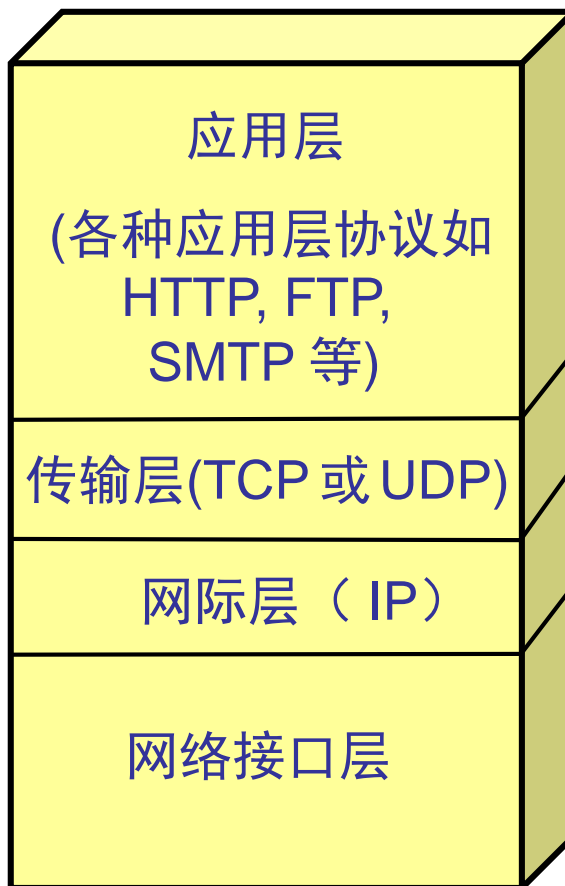
	OSI	国际标准化组织提出的
	TCP/IP	美国的互联网专家提出的

OSI 与 TCP/IP参考模型的比较

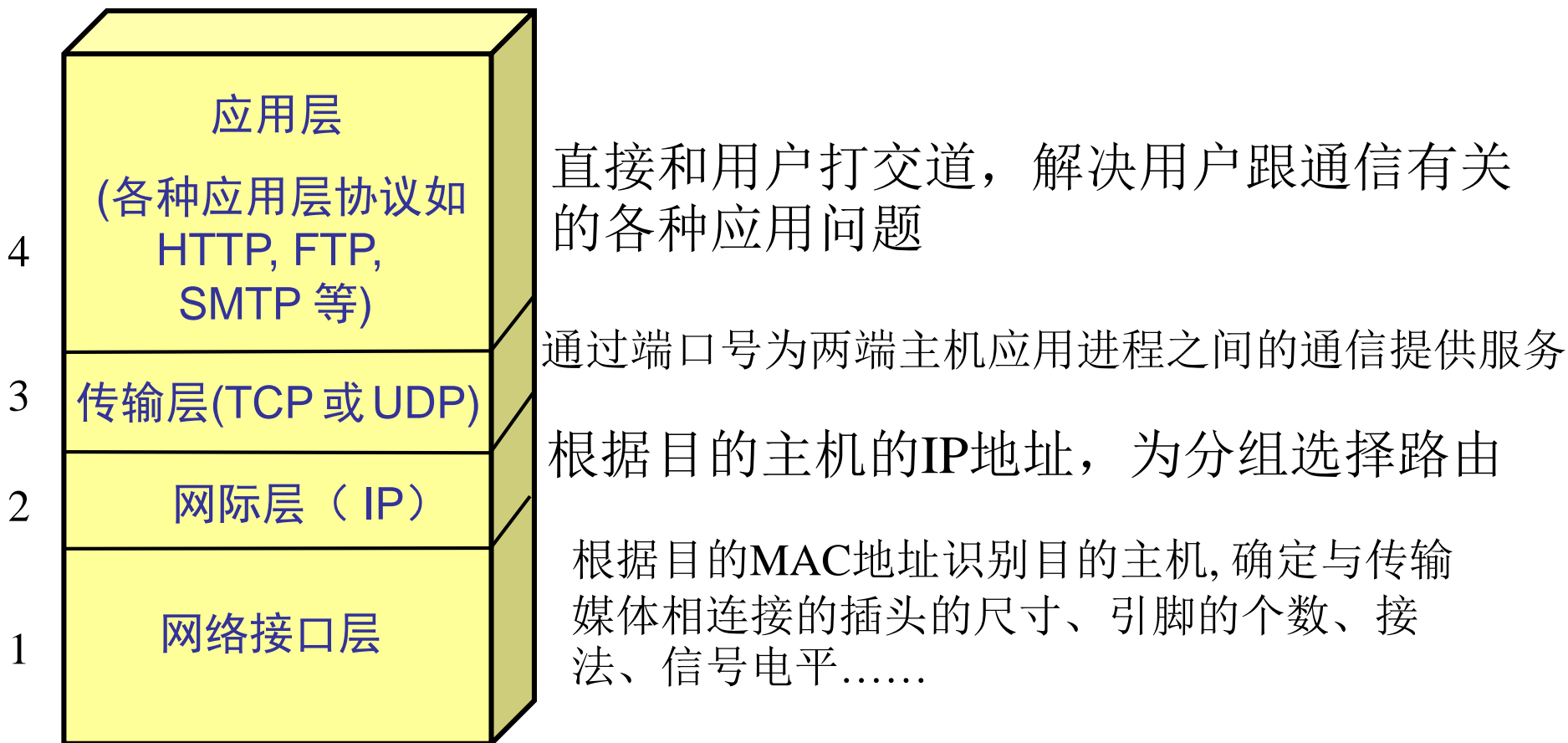
OSI 参考模型



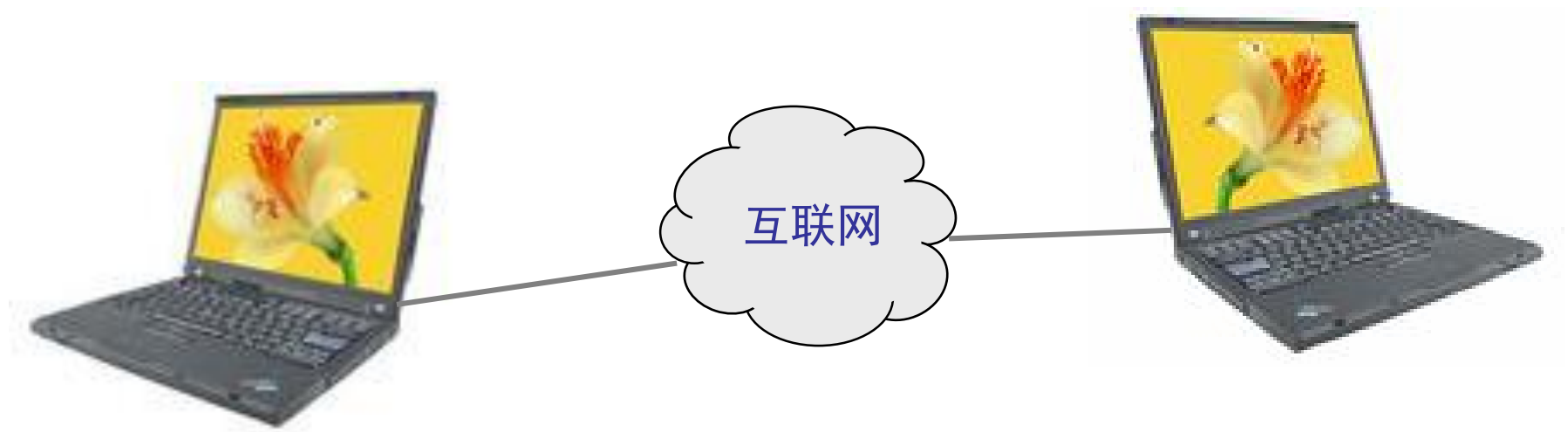
TCP/IP 参考模型



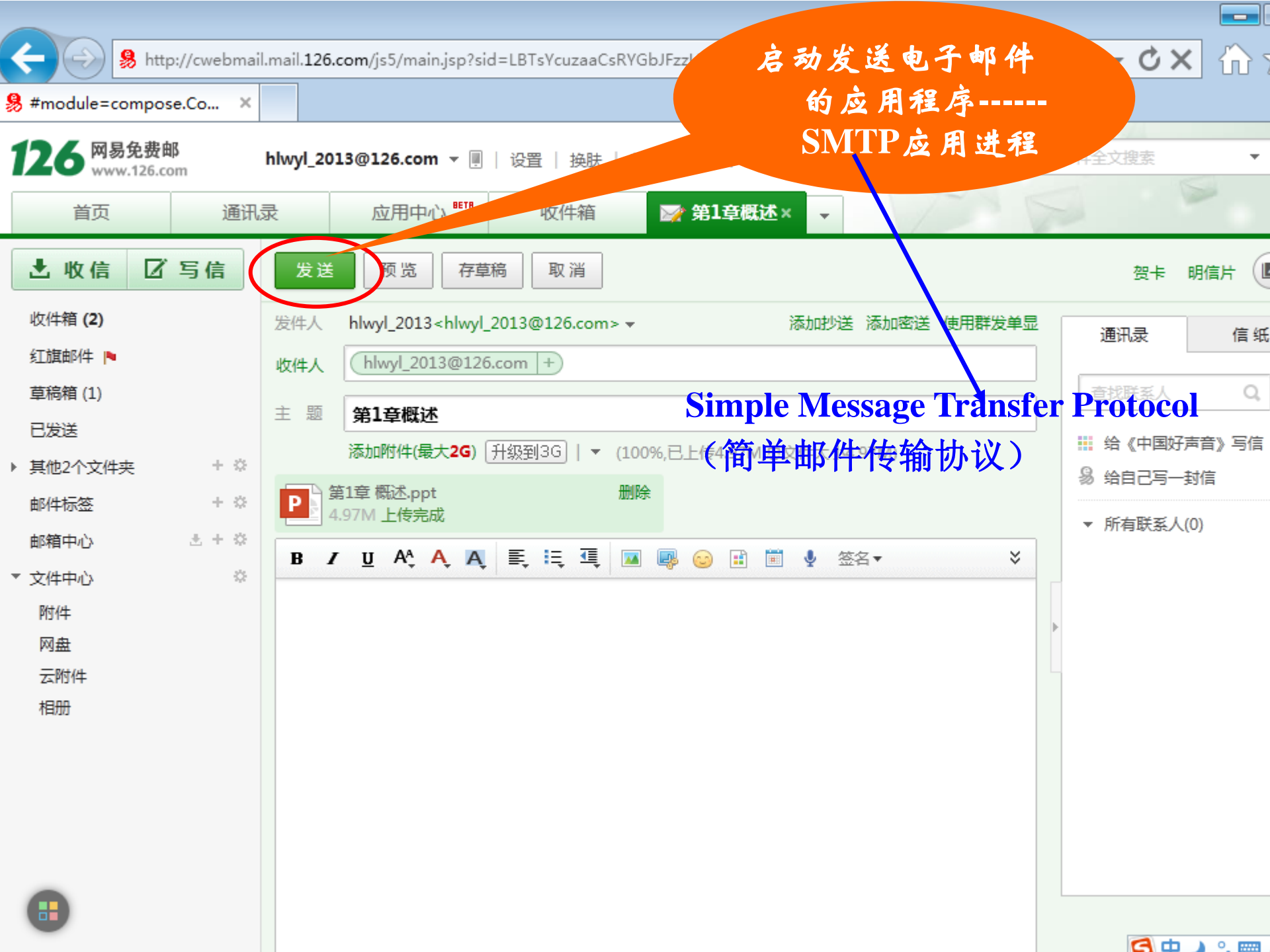
3.2 TCP/IP参考模型



[例]以TCP/IP模型为例说明两台主机之间的通信



- 新BMW 316i-邮箱专属
- 网易邮箱5.0版介绍



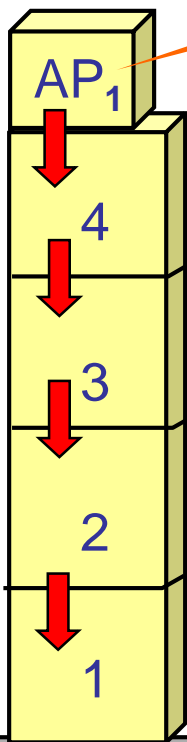
启动发送电子邮件
的应用程序-----
SMTP应用进程

Simple Message Transfer Protocol
(简单邮件传输协议)

应用进程
(application process)

两台主机之间的通信

计算机 1



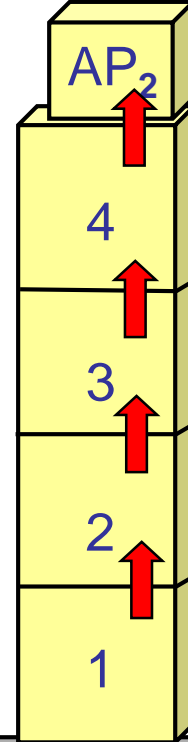
应用层

传输层

网际层

网络接口层

计算机 2



4

3

2

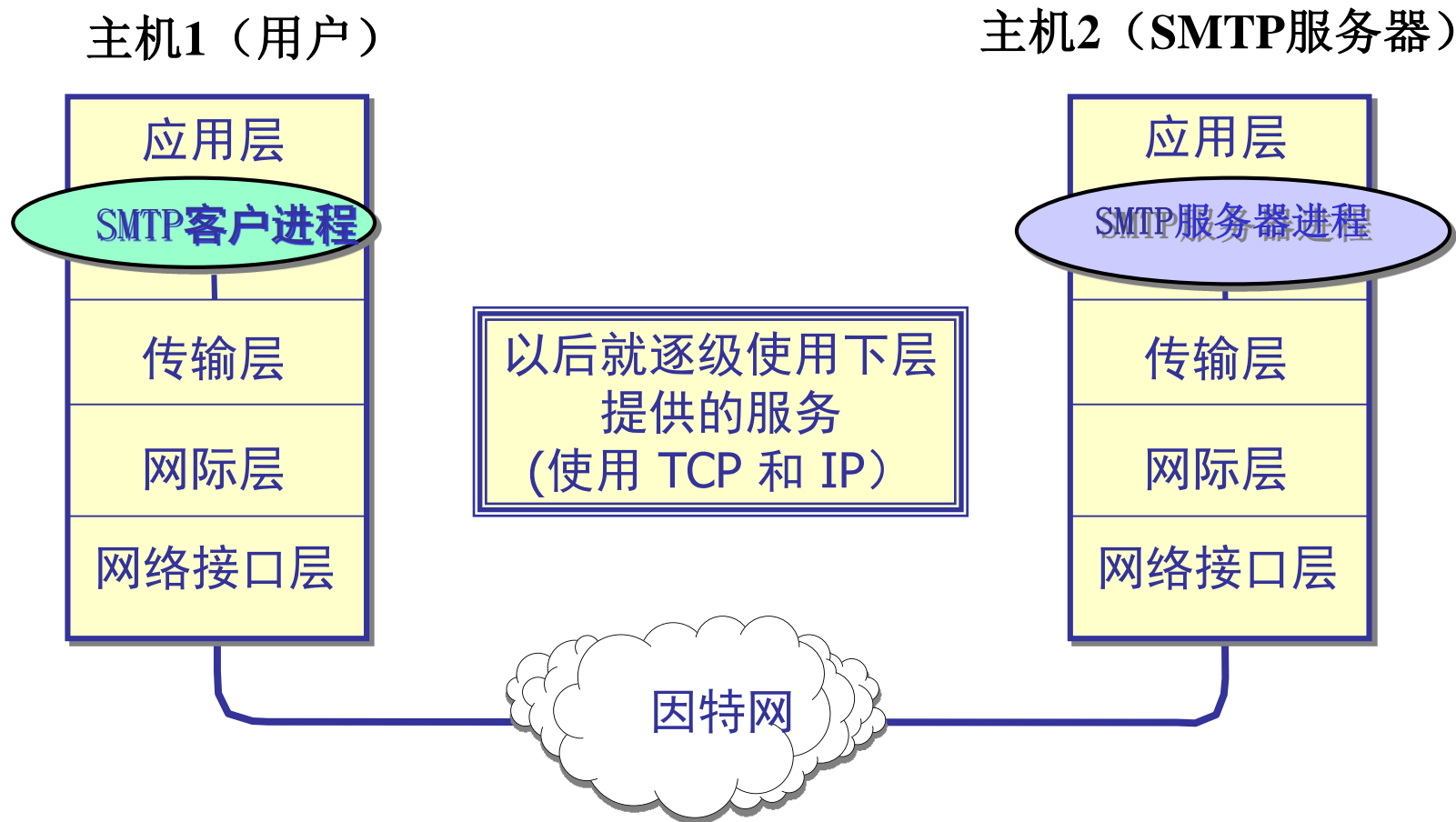
1



应用层：

- 直接和用户打交道，通过应用进程为用户解决跟通信有关的各种应用问题；
- 应用进程之间通信的协议：SMTP、HTTP、FTP、DHCP.....
- 把应用进程传过来的数据分段、加上首部封装成本层协议可识别的数据单元，并交给下一层。

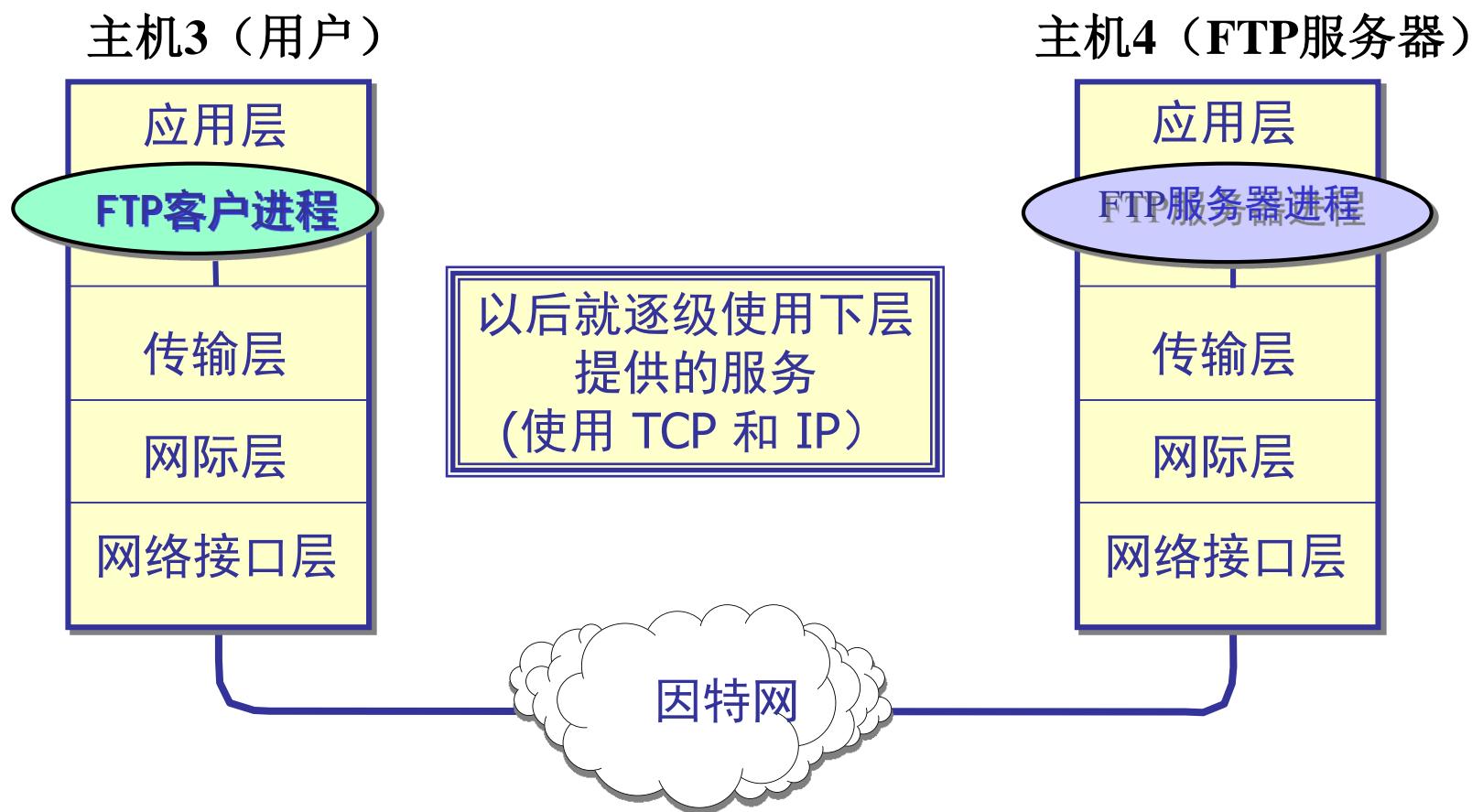
用户采用SMTP协议发送电子邮件



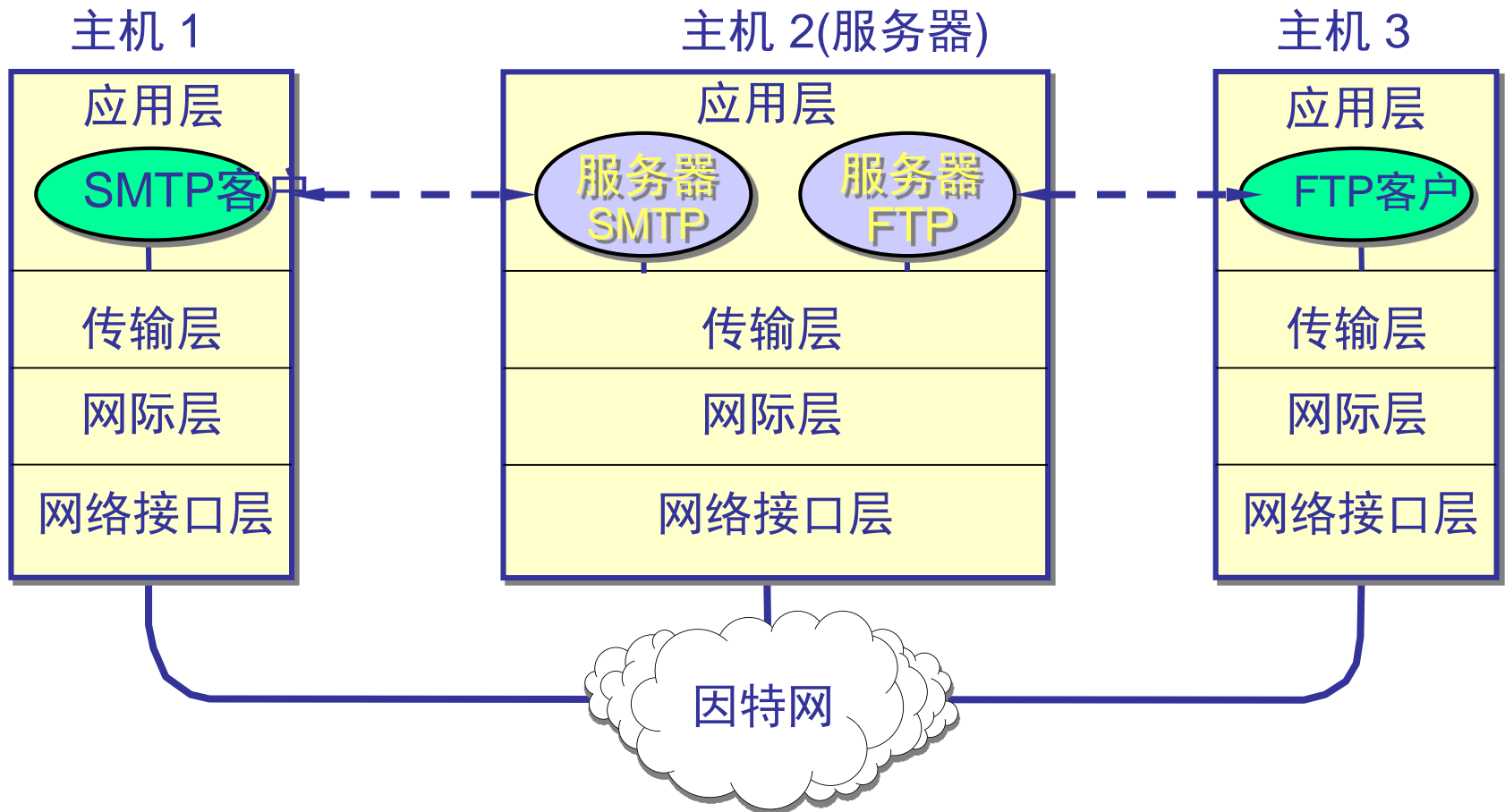
SMTP客户进程：发送你写好的电子邮件

SMTP服务器进程：接收你发来的电子邮件

用户采用FTP协议传输文件



功能强大的计算机可同时运行多个进程



如何保证进程之间的准确通信呢？

主机1

主机2

通信

- FTP客户进程-----FTP服务器进程

主机3

主机2

通信

- SMTP客户进程-----SMTP服务器进程

传输层:

服务器端应用
进程端口

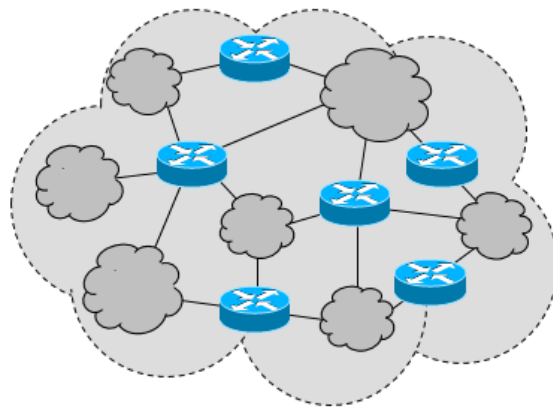
- 协议: TCP/UDP
- TCP/UDP协议通过**端口号（一对）**为一对应用进程之间的通信提供支持
- 服务器端应用进程使用固定的**熟知端口号**，**客户端**使用临时分配的**随机端口号**

应用进程	FTP	TELENET	SMTP	DNS	TFTP	HTTP	SNMP
熟知端口	21	23	25	53	69	80	161

- 把应用层传下来的数据加上首部（**端口号**）封装成本层协议可识别的数据单元（**报文段**），并交给下一层

网际（网络）层：

- 为分组选择合适的路由（根据分组首部中目的**IP地址**）
- 把传输层传下来的数据数据加上首部（**IP地址**）封装成本层协议可识别的数据单元（**分组**），并交给下一层

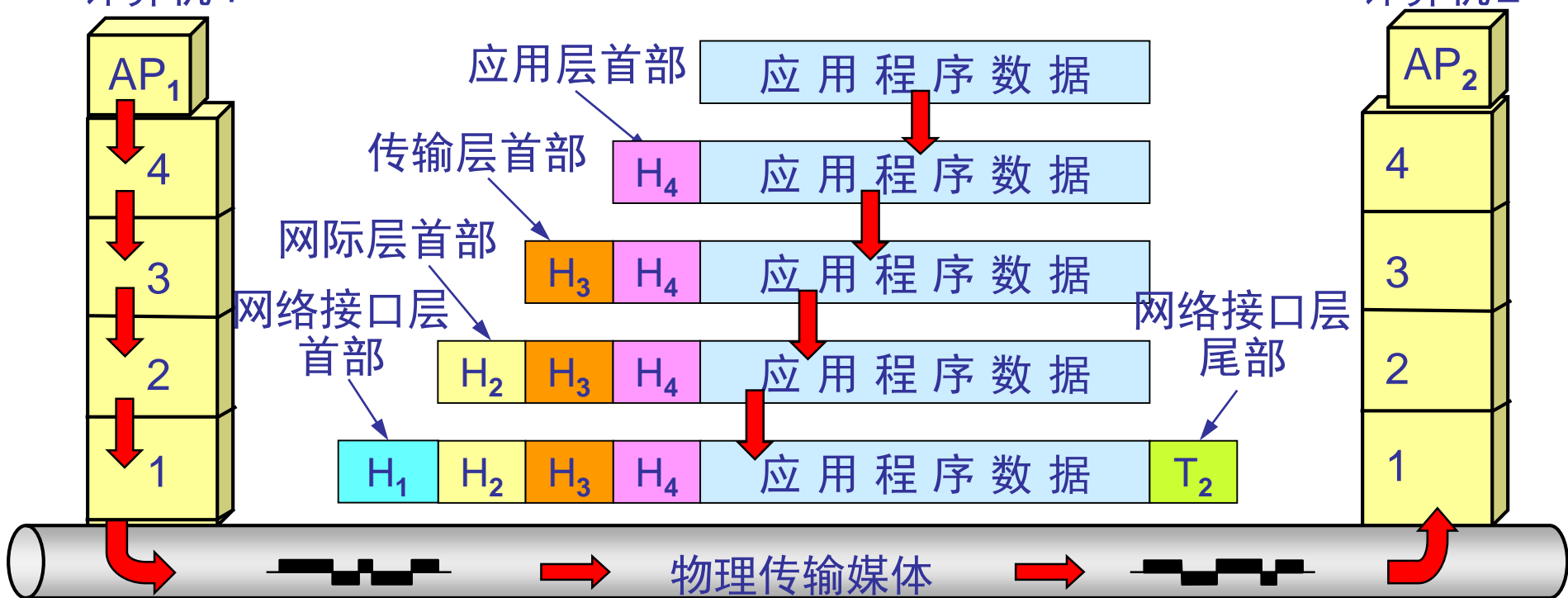


网络接口层:

- 识别目的主机（根据帧首部中包含的**主机的硬件地址、物理地址或MAC地址**）。
- 把网络层传下来的数据加上首部封装成本层协议可识别的数据单元（**帧**）。
- 利用下面的传输媒体，通过电信号或光信号进行传输。
- 确定与传输媒体相连接的插头的尺寸、形状、引脚的个数、接法、信号电平.....

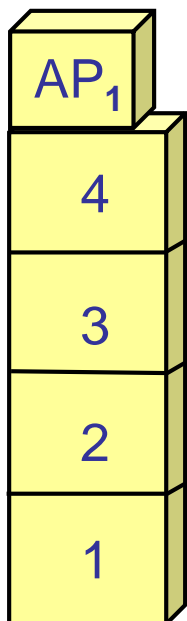
计算机 1 向计算机 2 发送数据

计算机 1 注意观察加入或剥去首部（尾部）的层次 计算机 2

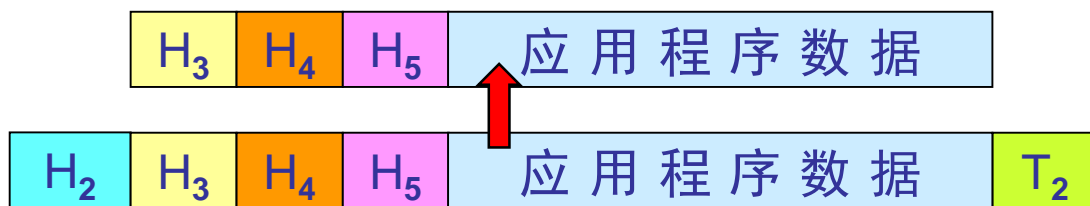


计算机 1 向计算机 2 发送数据

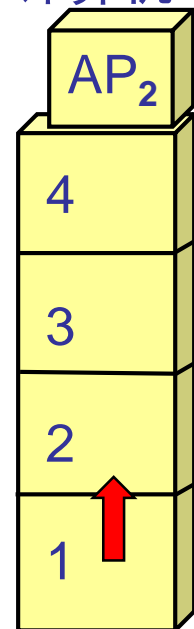
计算机 1



网络接口层剥去帧首部和尾部后
把数据部分交给网际层

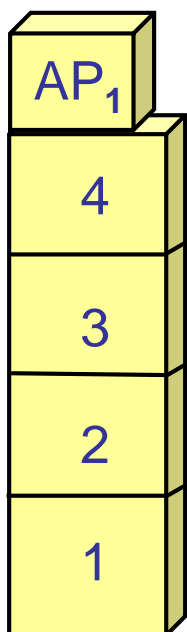


计算机 2

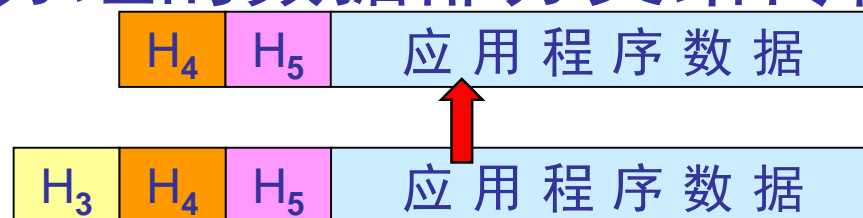


计算机 1 向计算机 2 发送数据

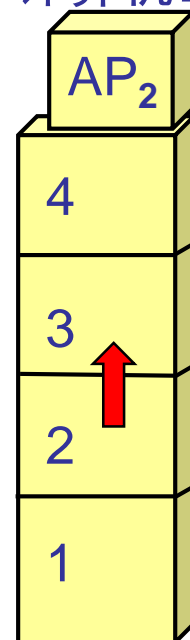
计算机 1



网际层剥去分组首部后
把分组的数据部分交给传输层

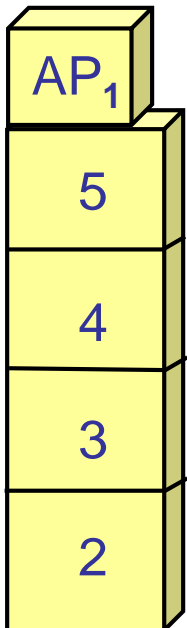


计算机 2

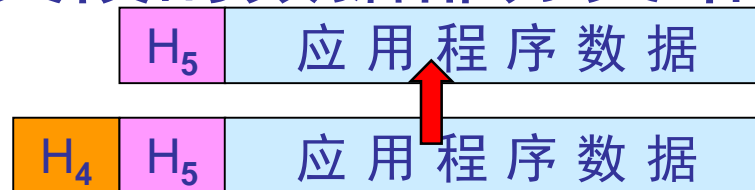


计算机 1 向计算机 2 发送数据

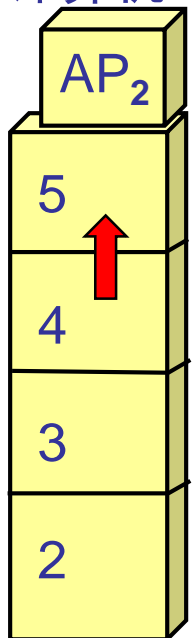
计算机 1



传输层剥去报文段首部后
把报文段的数据部分交给应用层

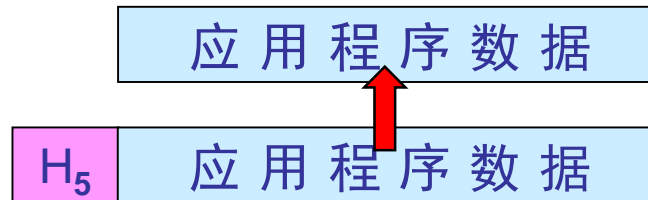
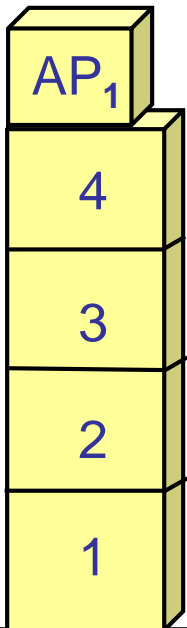


计算机 2

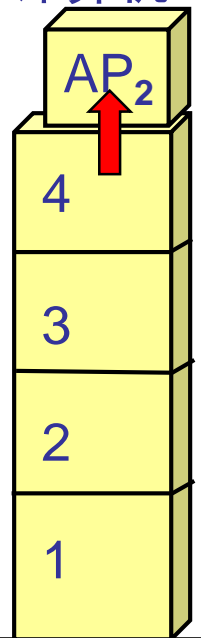


计算机 1 向计算机 2 发送数据

计算机 1



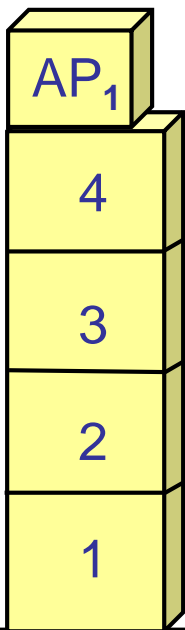
计算机 2



应用层剥去应用层 PDU 首部后
把应用程序数据交给应用进程

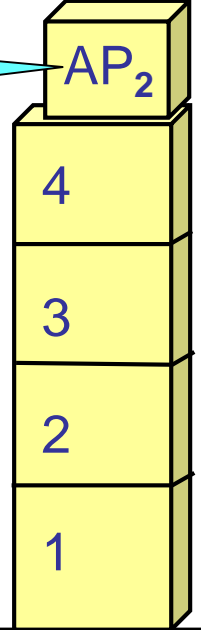
计算机 1 向计算机 2 发送数据

计算机 1



我收到了 AP_1 发来的
应用程序数据！

计算机 2

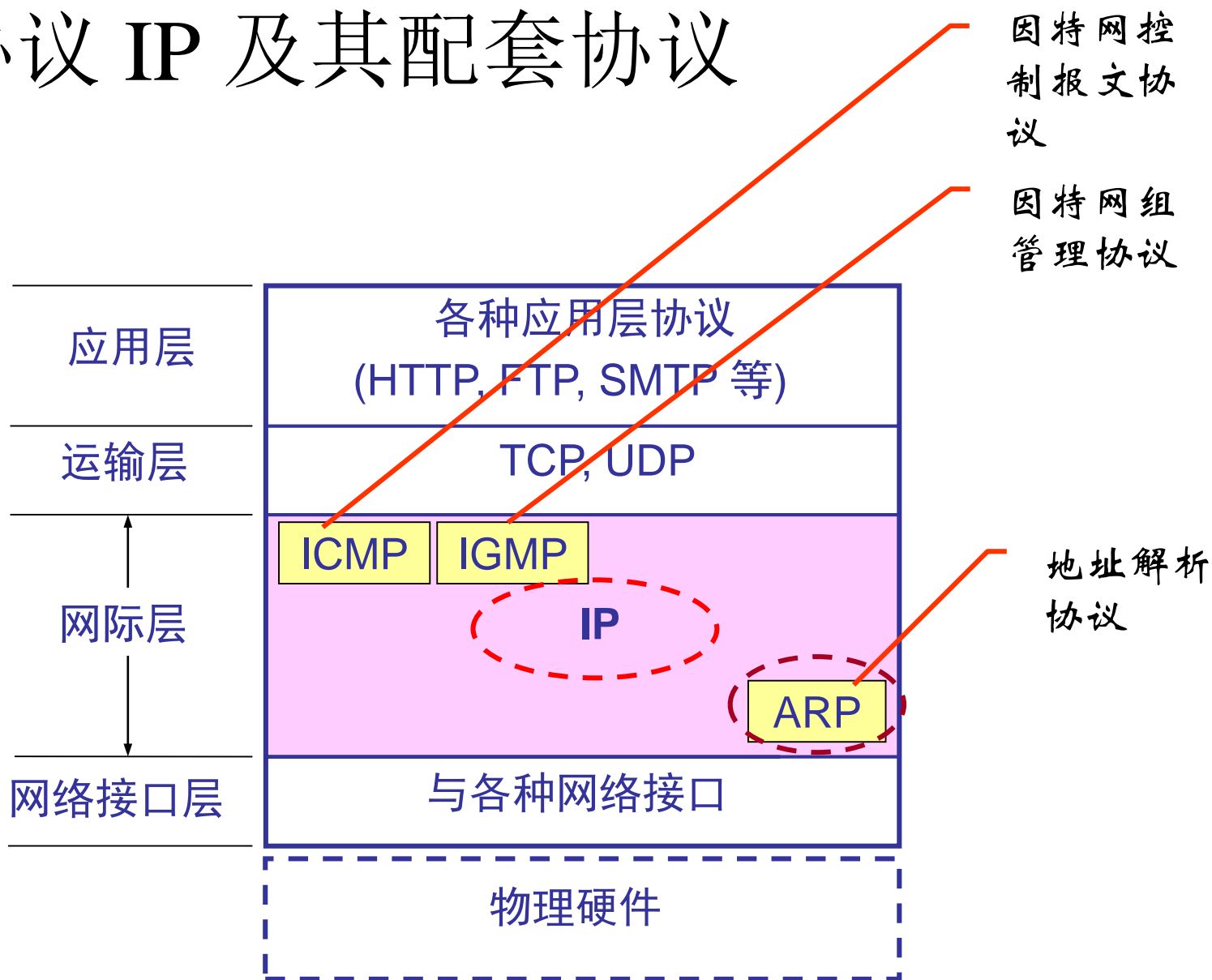


3.3 网际协议 IP

网际协议 IP 是 TCP/IP 体系中两个最主要的协议之一。与 IP 协议配套使用的还有三个协议：

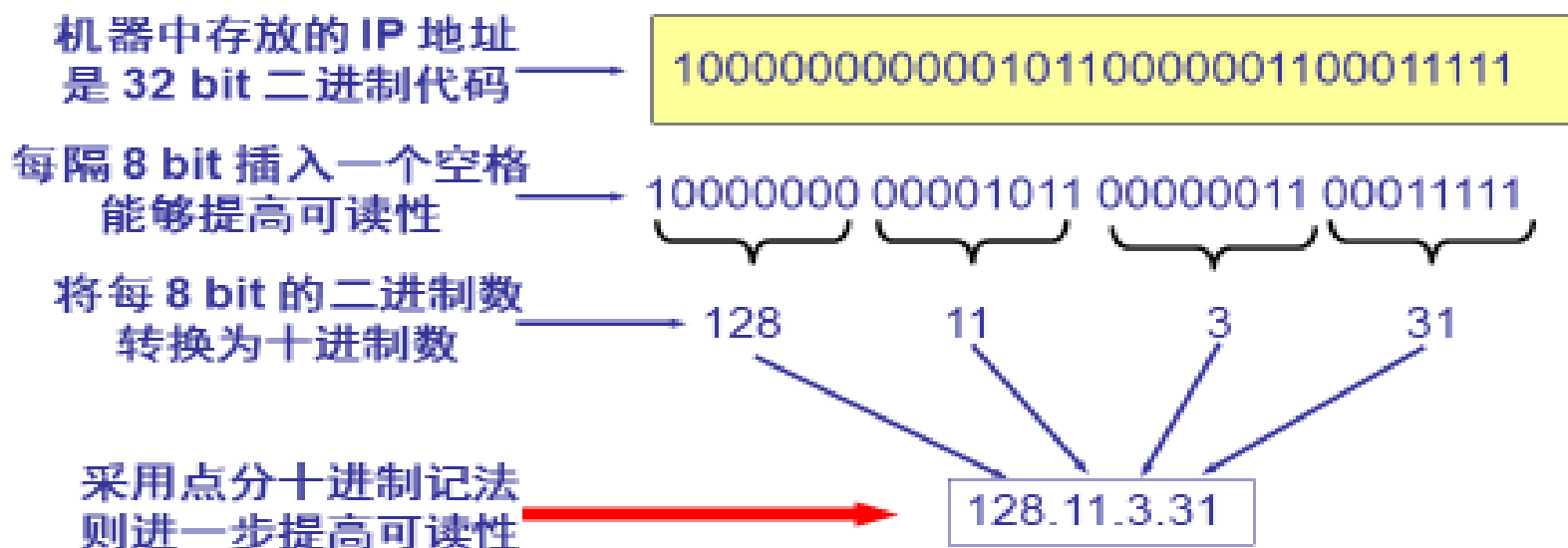
- 地址解析协议 ARP
(Address Resolution Protocol)
- 因特网控制报文协议 ICMP
(Internet Control Message Protocol)
- 因特网组管理协议 IGMP
(Internet Group Management Protocol)

网际协议 IP 及其配套协议

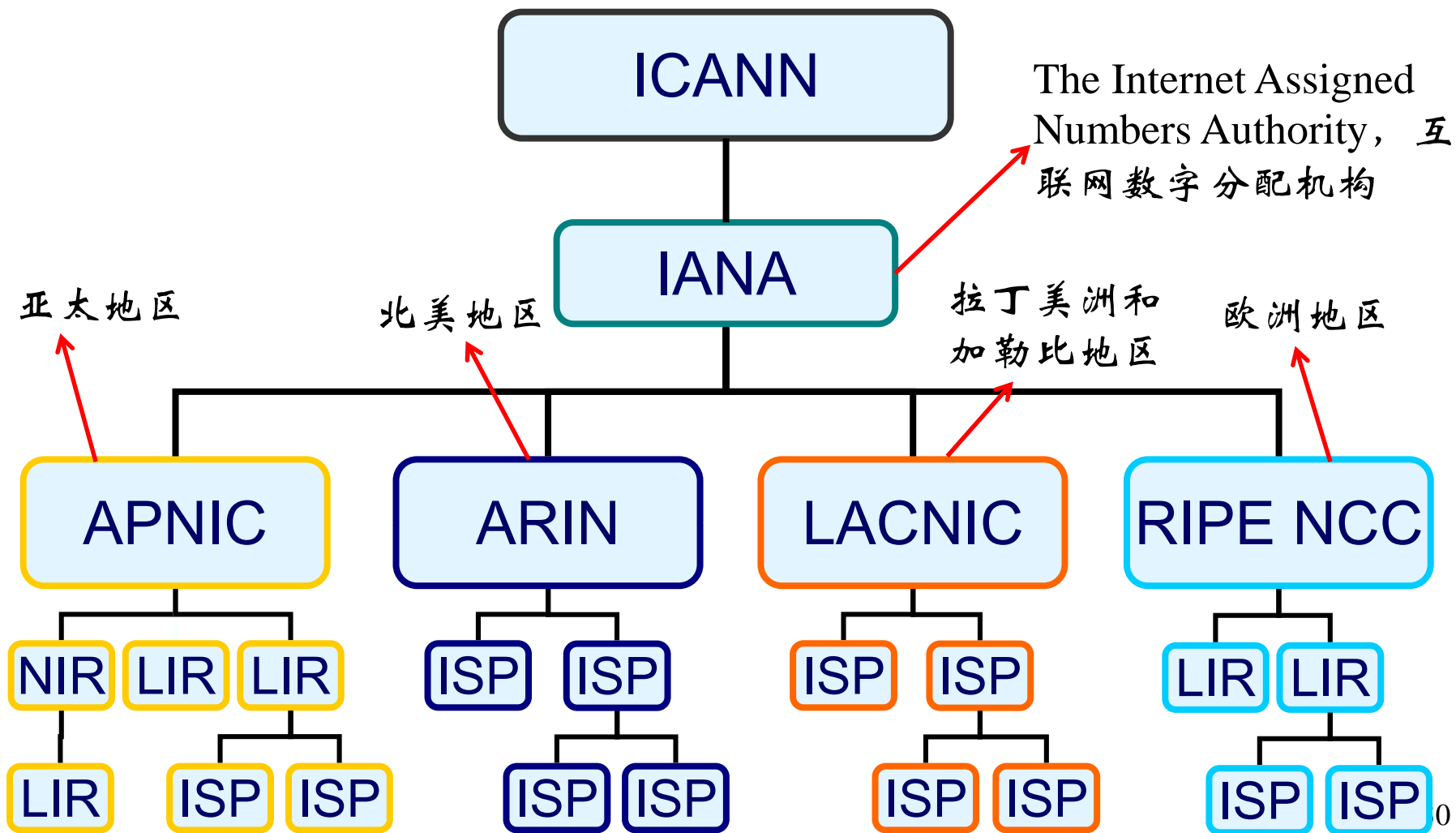


3.3.1 IP 地址

32bit IP地址的表示方法:



互联网注册管理机构体系



中国的单位用户怎样获得 IP 地址？

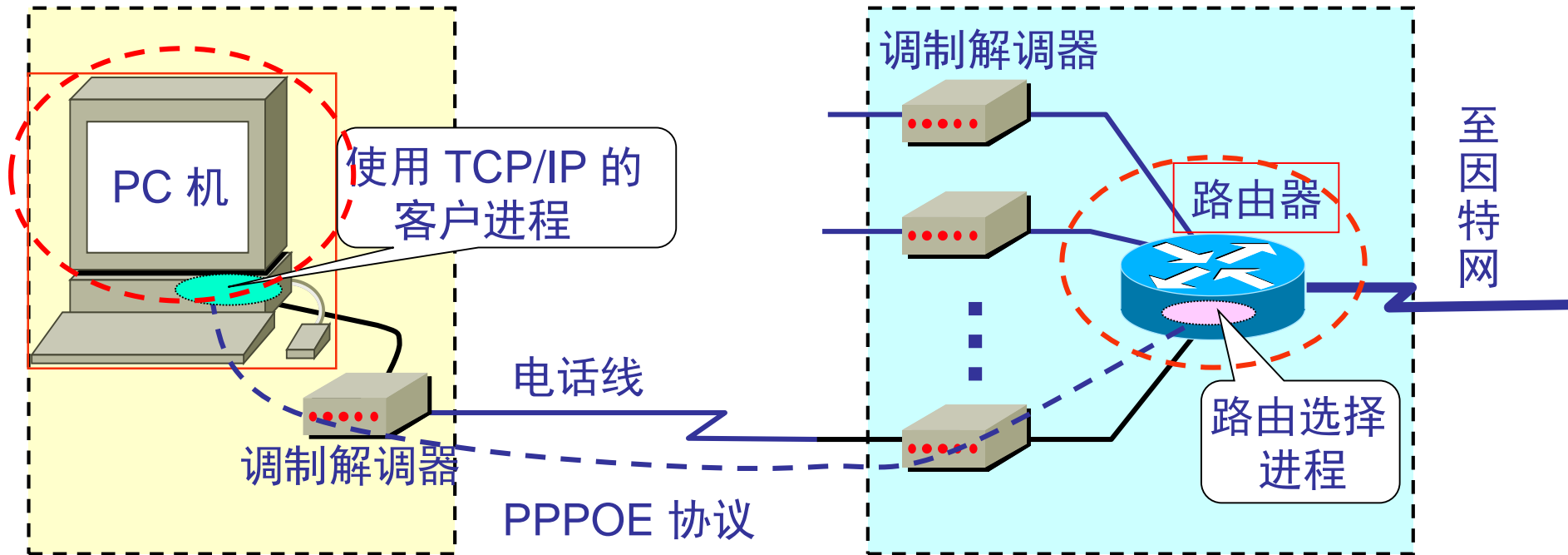
- 长期使用大量 IP 地址（例如，几千个）
 - 向中国互联网络信息中心 CNNIC 申请。
 - CNNIC 的网址：www.cnnic.cn
- 长期使用少量 IP 地址
 - 向就近的本地因特网服务提供者 ISP 申请。

ISP 向用户 PC 机提供临时 IP 地址

因特网服务提供者 ISP
(拥有批量的 IP 地址)

因特网服务提供者(ISP)

用户家庭



采用ADSL接入因特网的示意图



IP 地址的编址方法（IPv4中）

- **分类的 IP 地址**。这是最基本的编址方法，在 1981 年通过了**分类的 IP 地址**的编址标准。
- **子网的划分**。这是对最基本的编址方法的改进，其标准[RFC 950]在 1985 年通过。
- **构成超网（CIDR地址块）**。这是比较新的**无分类编址**方法。1993 年提出后很快就得到推广应用。

3.3.2 分类的 IP 地址

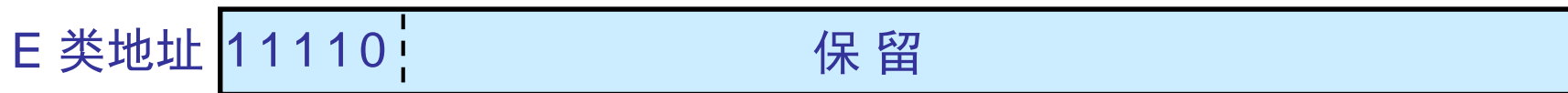
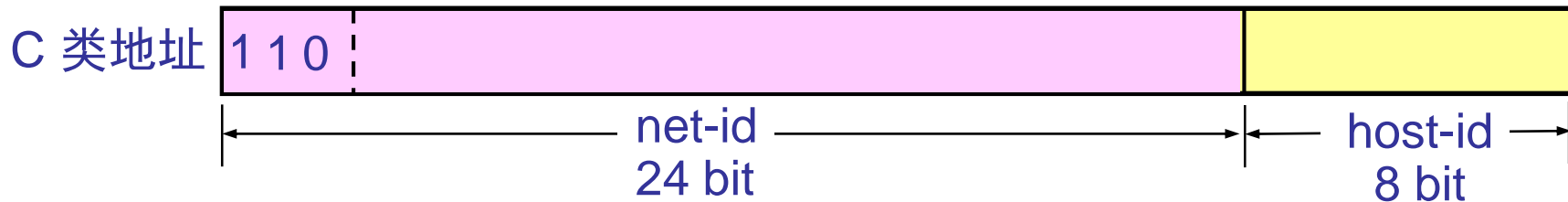
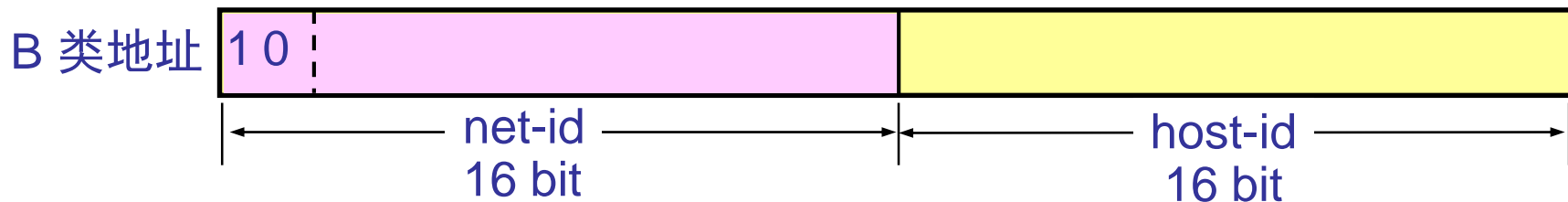
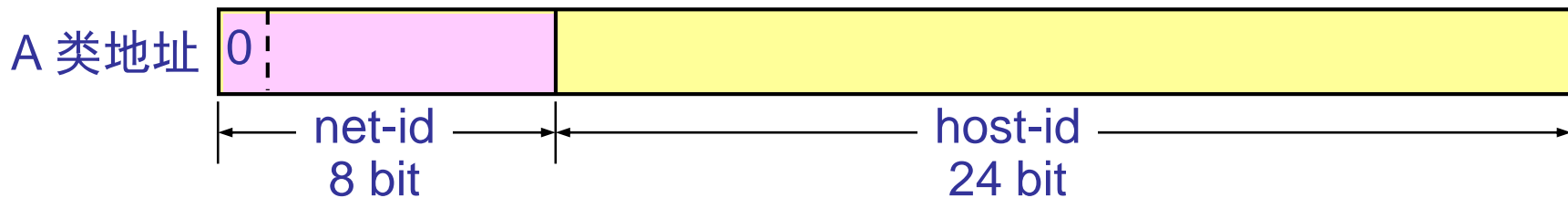
1、分类IP地址的表示方法

- 每一类IP地址都由两个固定长度的字段组成，其中一个字段是网络号 **net-id**，它标志主机（或路由器）所连接到的网络，而另一个字段则是主机号 **host-id**，它标志该主机（或路由器）。
- 两级的 IP 地址可以记为：

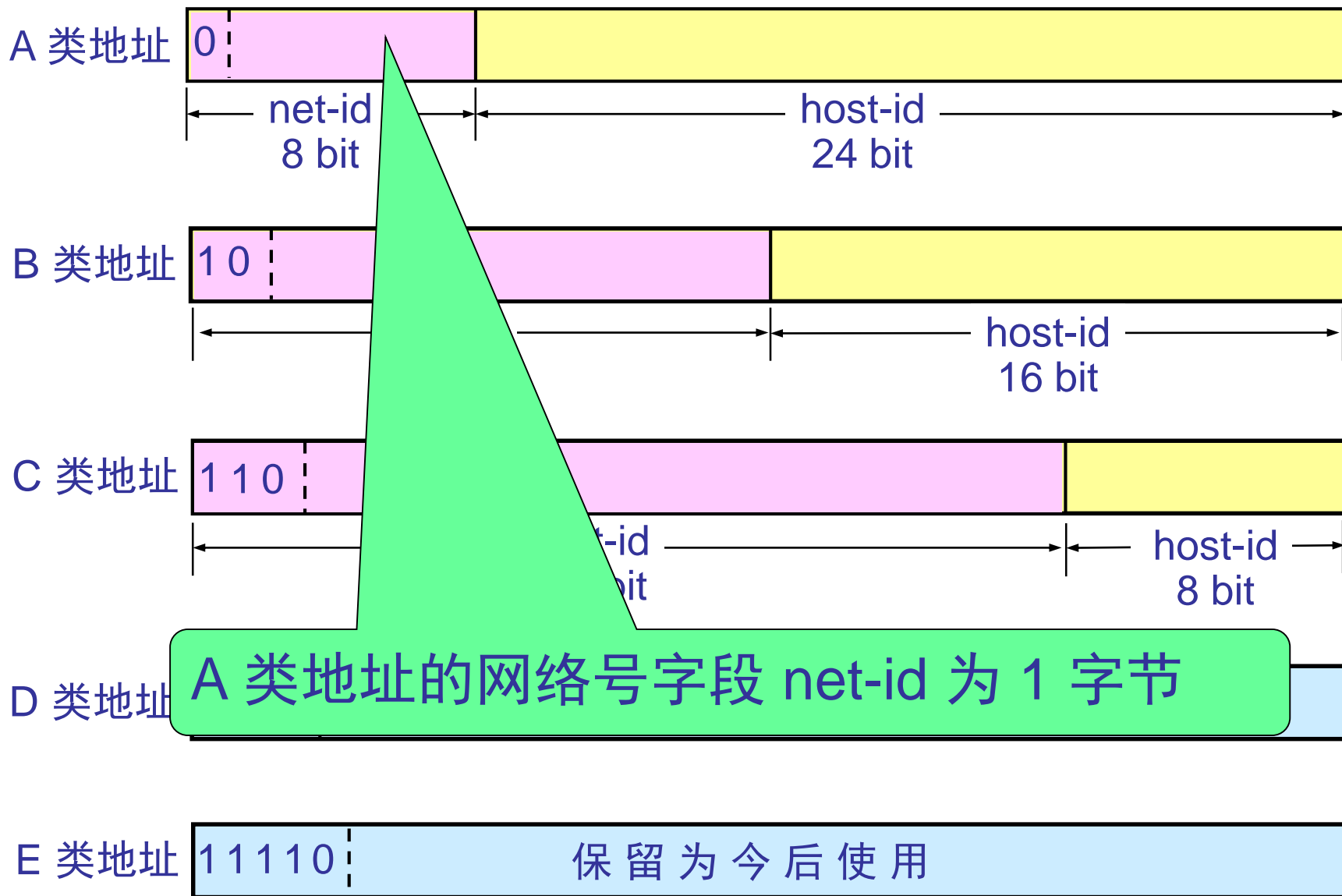
IP 地址 ::= { <网络号>, <主机号> } (6-1)

::= 代表 “**定义为**”

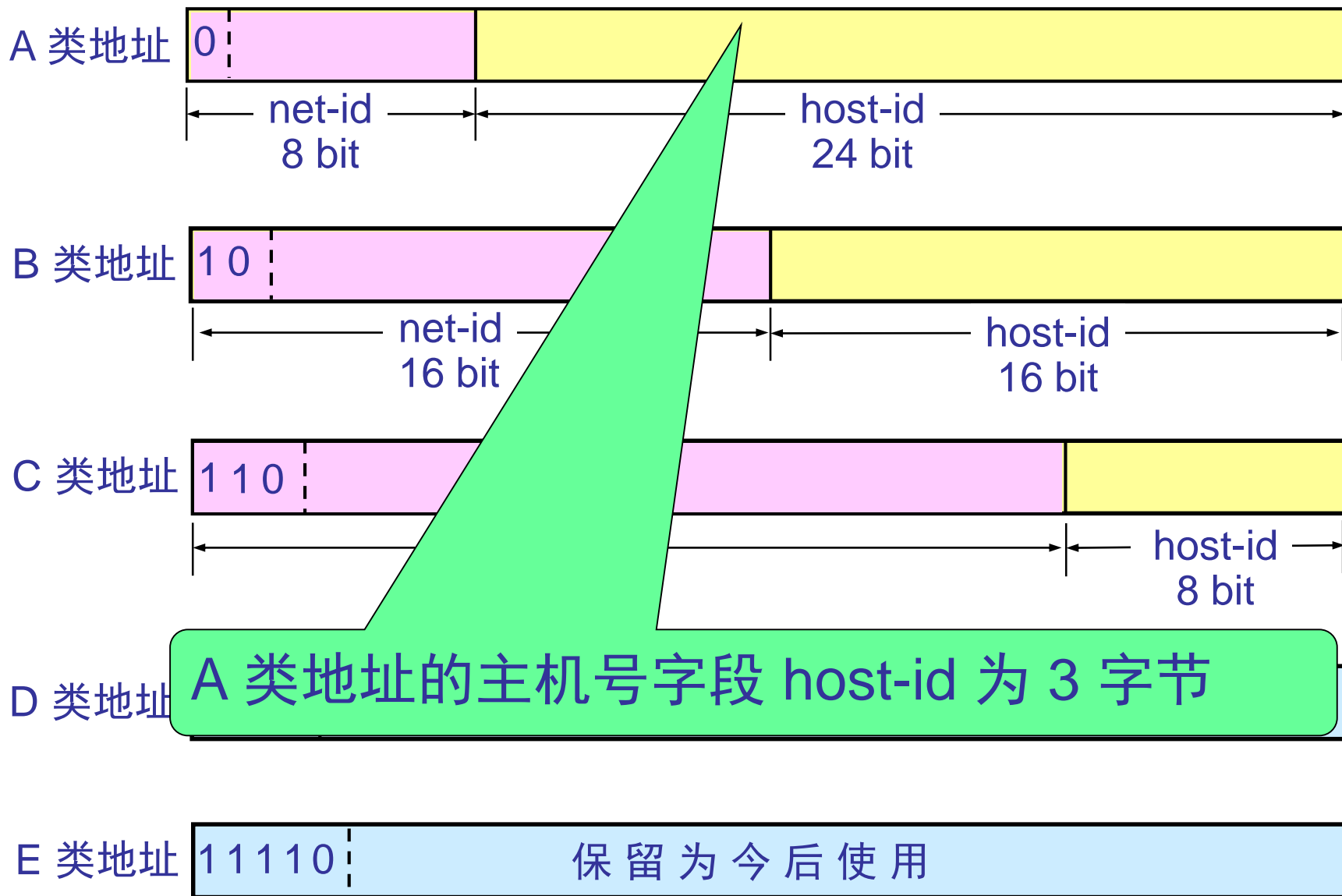
IP 地址的分类



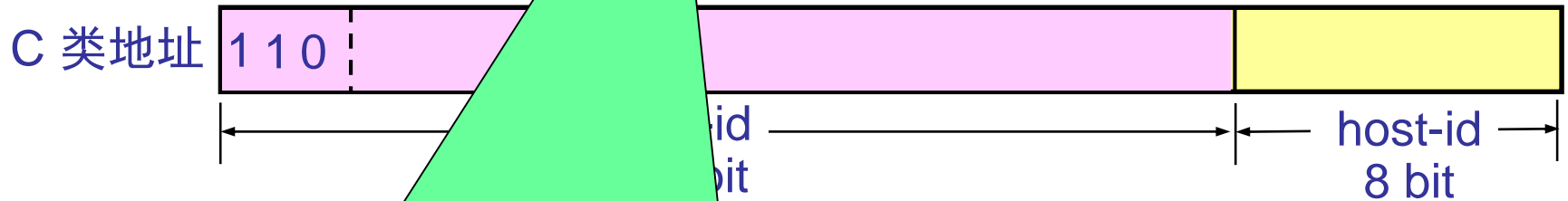
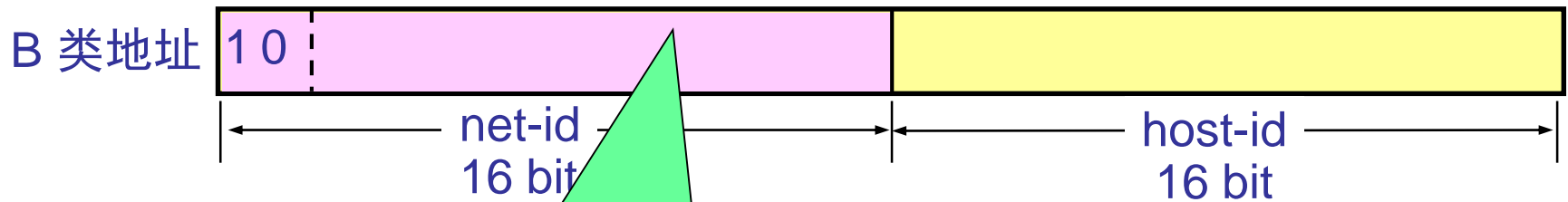
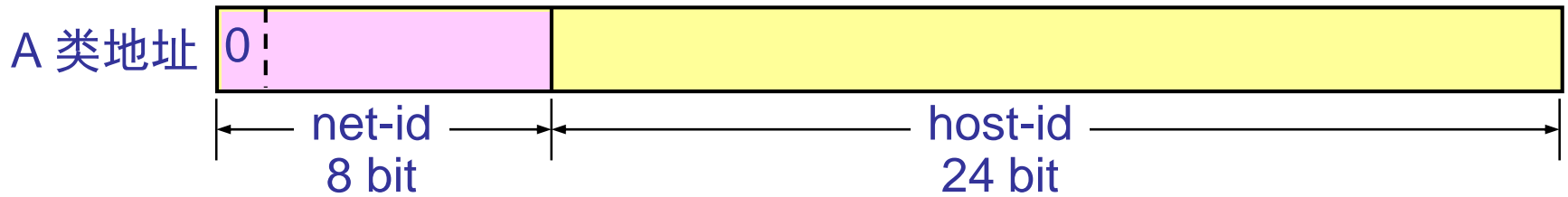
IP 地址中的网络号字段和主机号字段



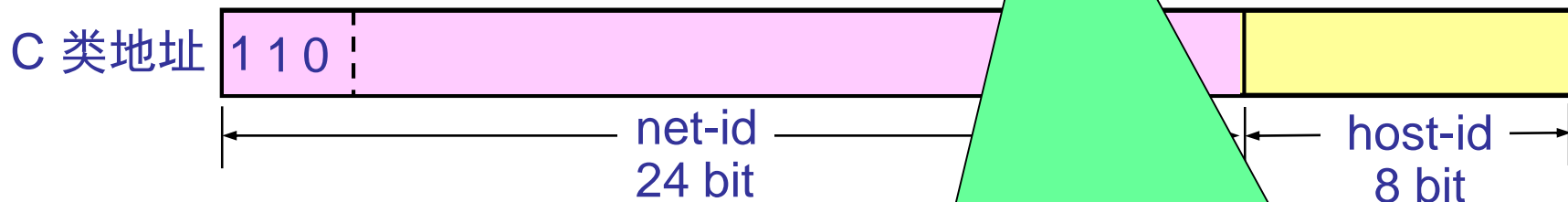
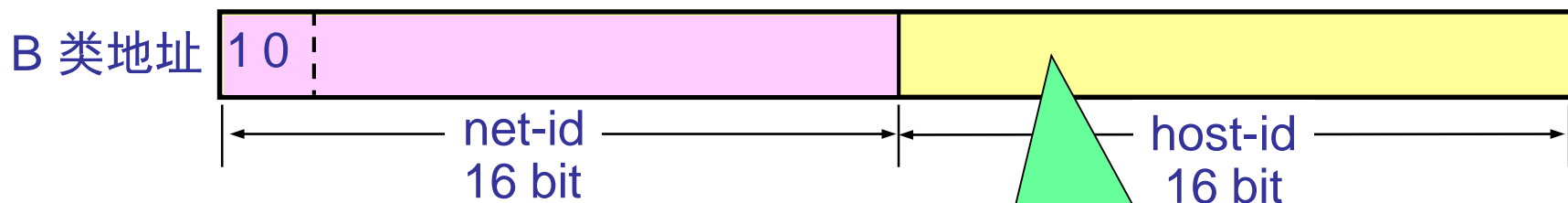
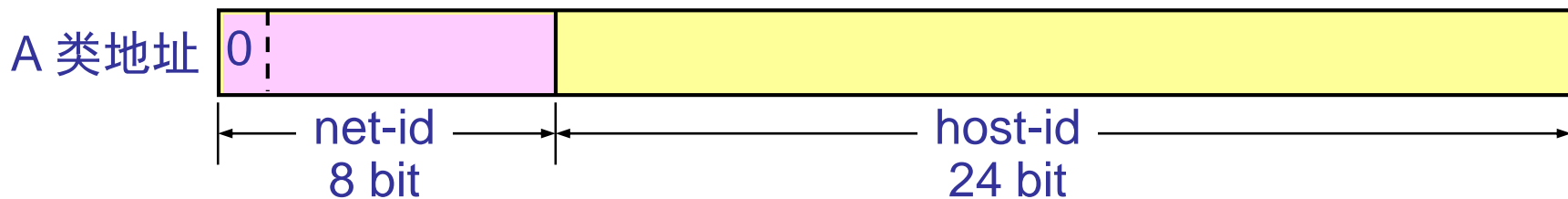
IP 地址中的网络号字段和主机号字段



IP 地址中的网络号字段和主机号字段



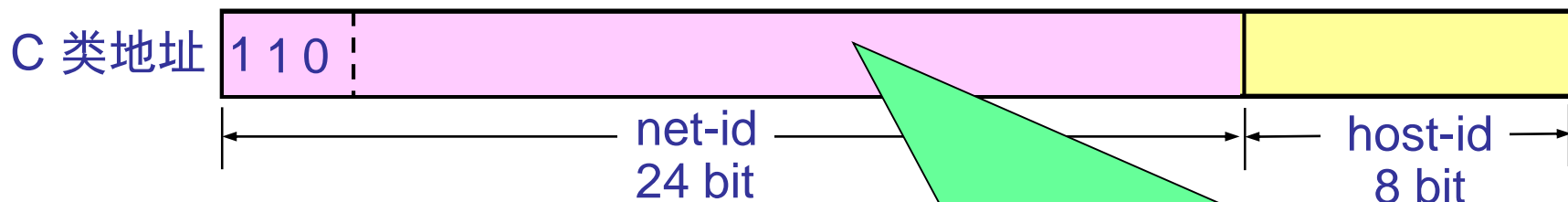
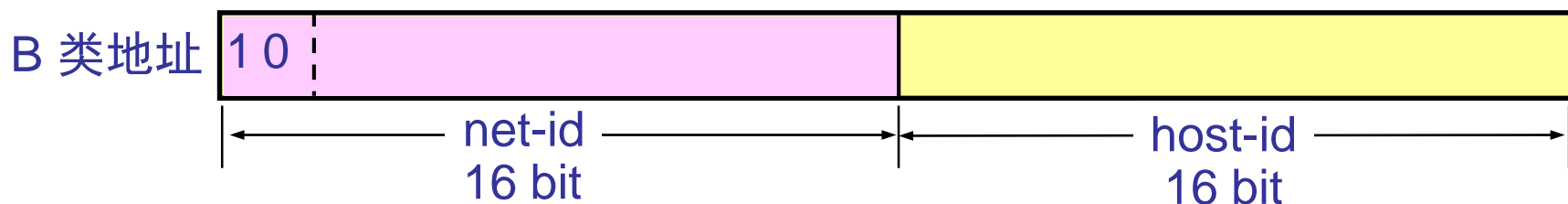
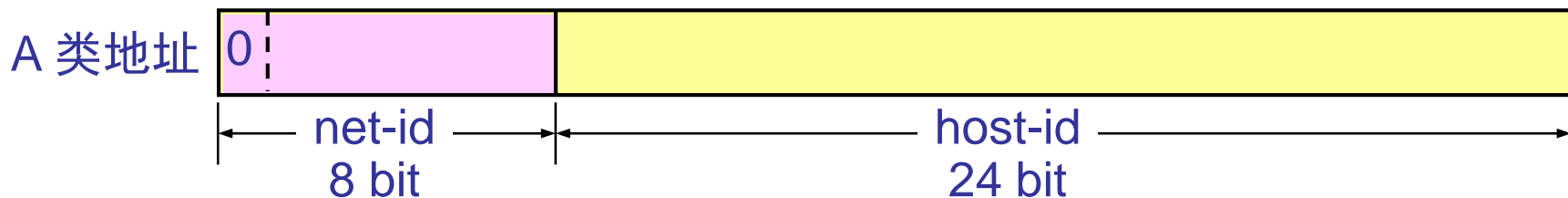
IP 地址中的网络号字段和主机号字段



B 类地址的主机号字段 host-id 为 2 字节



IP 地址中的网络号字段和主机号字段



D 类地址

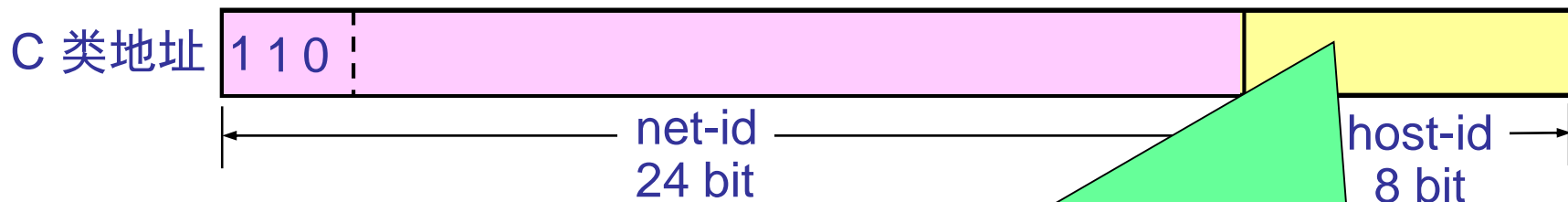
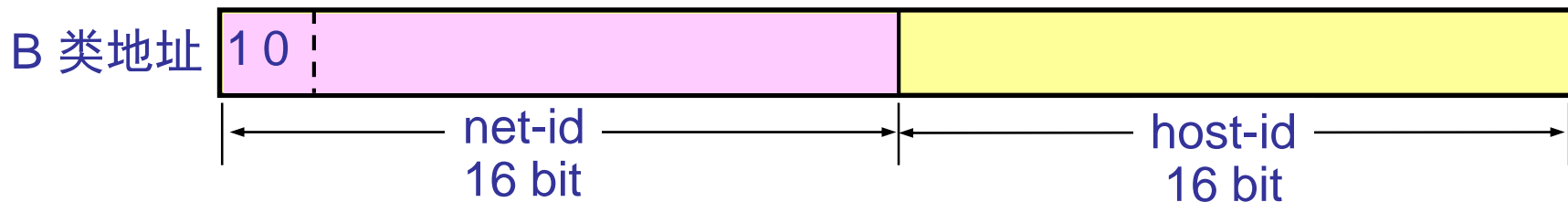
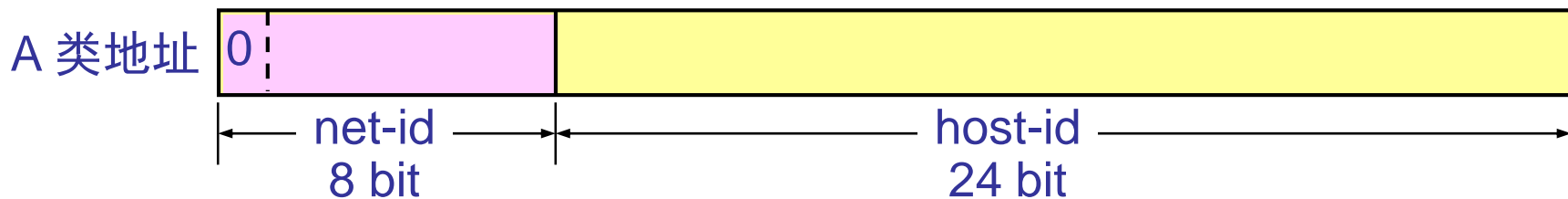
C 类地址的网络号字段 net-id 为 3 字节

E 类地址

1 1 1 1 0

保留为今后使用

IP 地址中的网络号字段和主机号字段

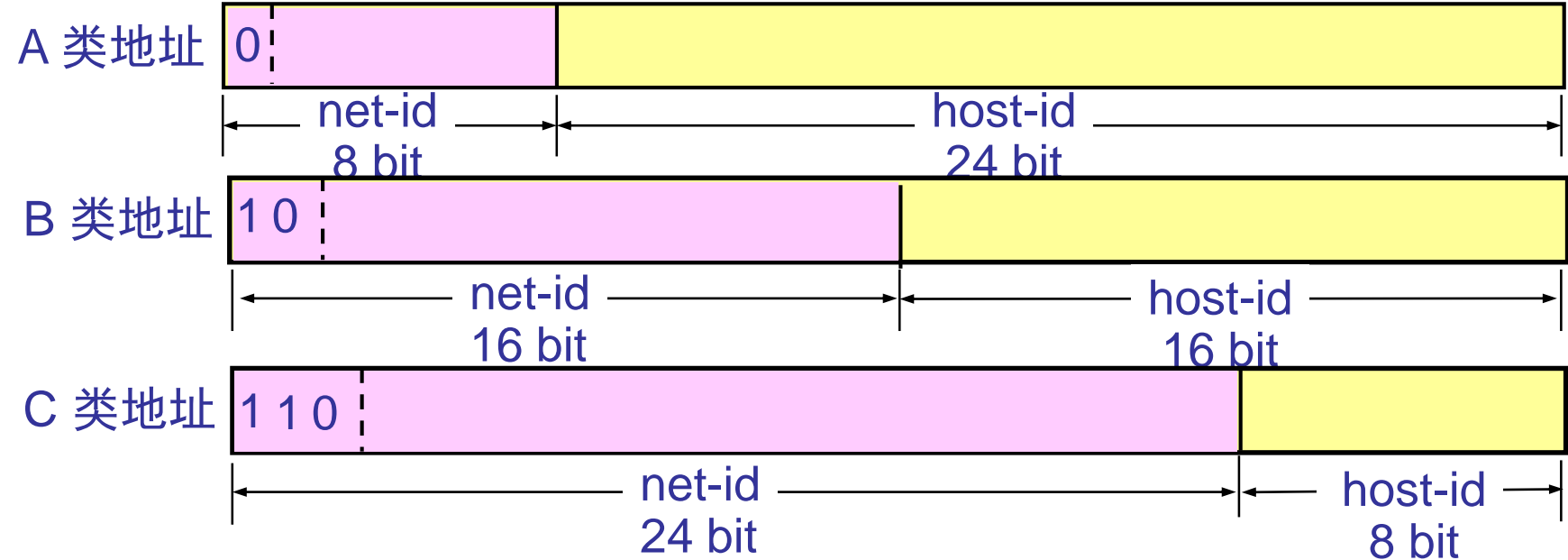


D 类地址

C 类地址的主机号字段 host-id 为 1 字节



2. 常用的三种类别的 IP 地址



IP 地址的指派范围

网络类别	最多可指派的网络数	第一个可用的网络号	最后一个可用的网络号	每个网络中最大的主机数
A	126 ($2^7 - 2$)	1	126	16,777,214 ($2^{24} - 2$)
B	16,383 ($2^{14} - 1$)	128.1	191.255	65,534 ($2^{16} - 2$)
C	2,097,151 ($2^{21} - 1$)	192.0.1	223.255.255	254 ($2^8 - 2$)

试辨别以下IP地址的类别？

(1) 128.36.199.3

(2) 21.12.240.17

(3) 183.194.76.253

(4) 192.12.69.248

(5) 89.3.0.1

(6) 200.3.6.2

试辨别以下特殊的IP地址？

(1) 128.1.0.0

(2) 21.0.0.0

(3) 211.32.5.0

特殊的IP地址

类别	网络号	主机号	说明	使用情况
特殊的源地址	全0	全0	本机	源地址
	全0	host-id	本网络上的特定主机	源地址
回环地址	127	非全0或全1的任何数	回环测试用	目的地址
广播地址	全1	全1	只在 本网络广播 （受限），路由器不转发	目的地址
	net-id	全1	向 net-id指定的特定网络 进行广播	目的地址

C:\Users\Administrator>ping 127.0.0.0

正在 Ping 127.0.0.0 具有 32 字节的数据:

一般故障。
一般故障。
一般故障。
一般故障。

127.0.0.0 的 Ping 统计信息:

数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 0, 丢失 = 4 (100% 丢失),

C:\Users\Administrator>

C:\Users\Administrator>ping 127.0.0.1

正在 Ping 127.0.0.1 具有 32 字节的数据:

来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

127.0.0.1 的 Ping 统计信息:

数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),

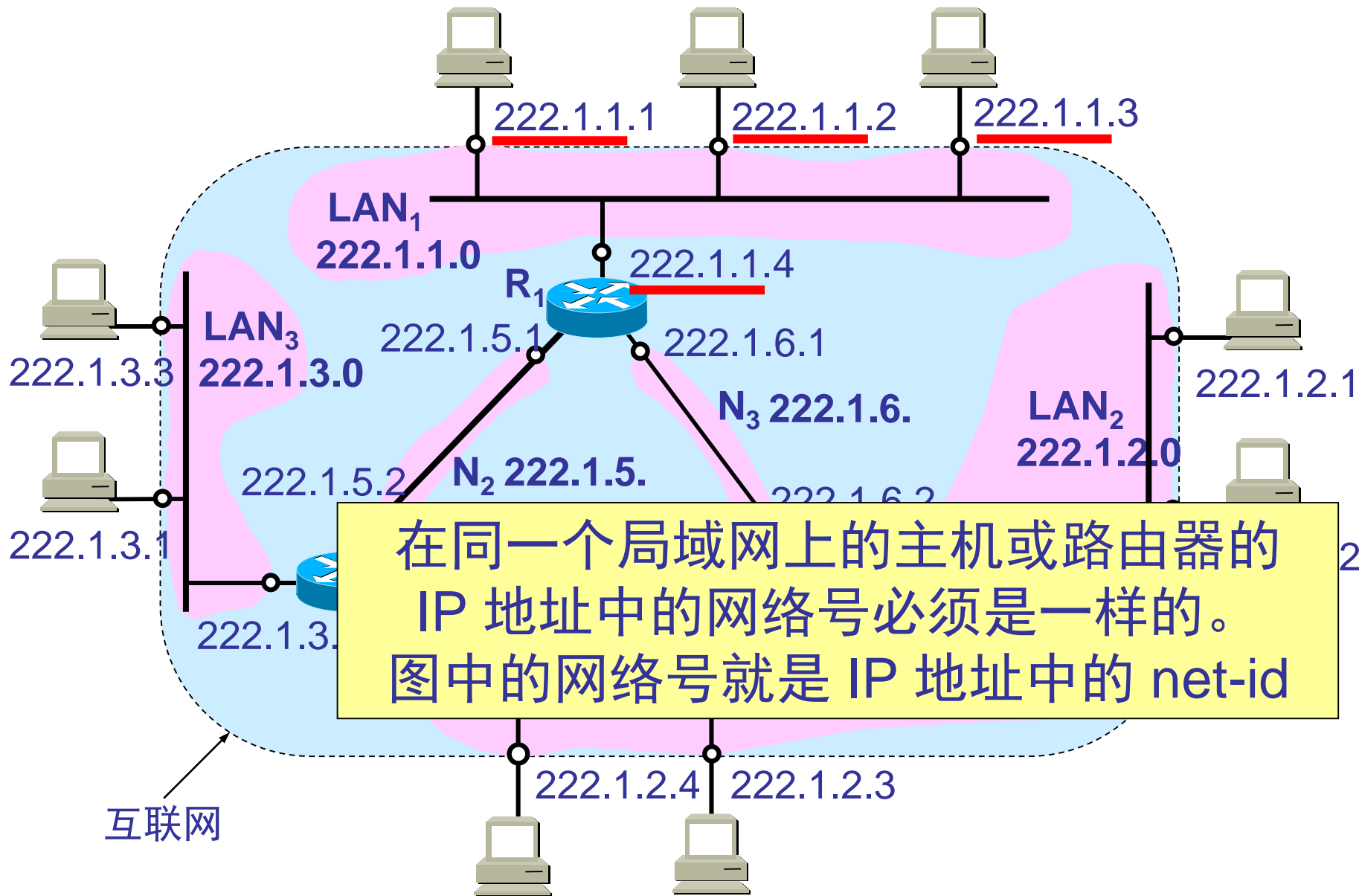
往返行程的估计时间(以毫秒为单位):

IP 地址的一些重要特点

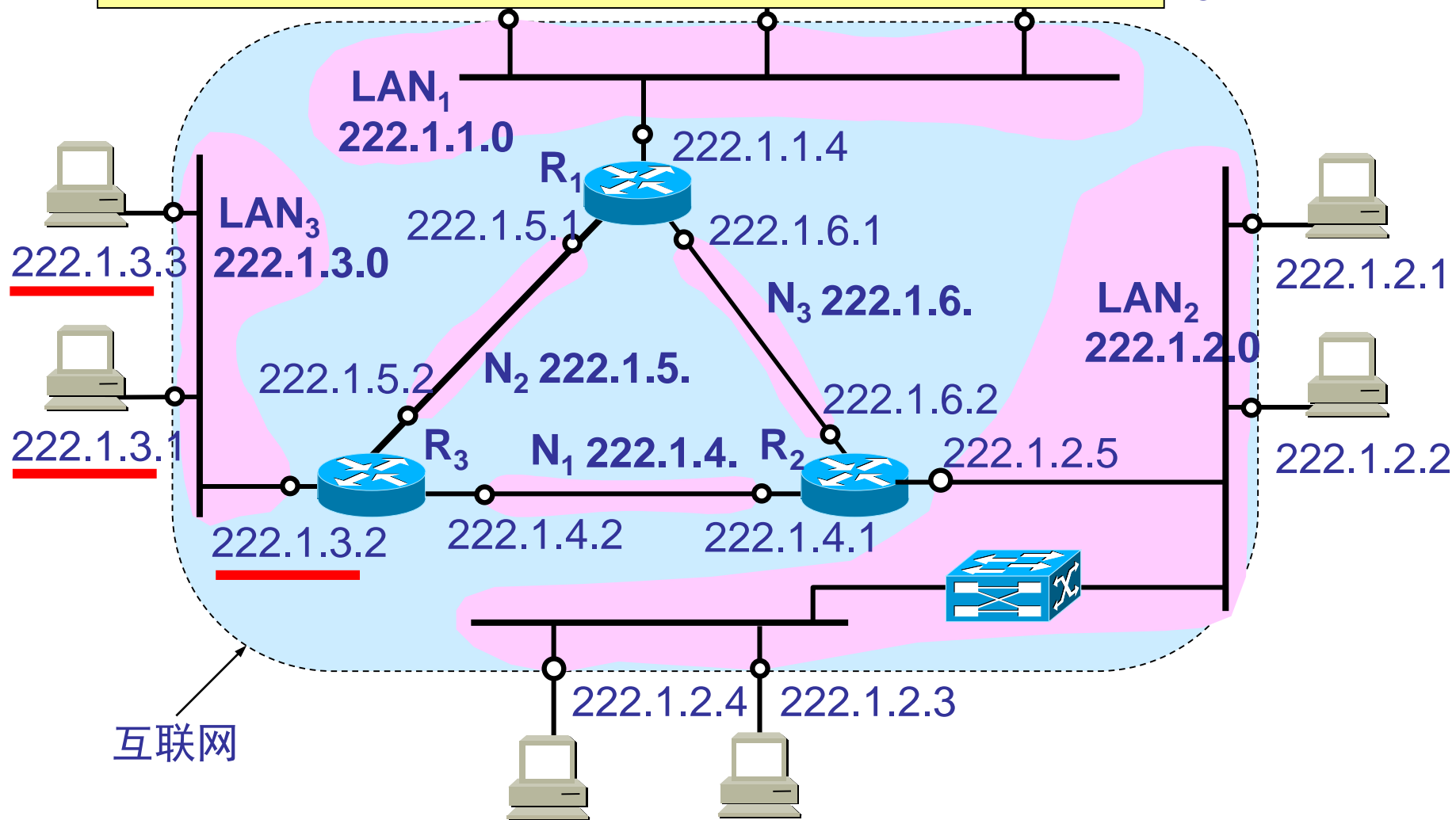
- (1) 在因特网上，**IP 地址标志“一个主机（或路由器）和一条链路的接口”**。
- 通常，一个主机具有一个IP地址，路由器至少连接两个网络，因此**一个路由器至少应当有两个不同的 IP 地址**，其网络号 net-id 必须是不同的。

- (2) 用集线器(HUB)、二层交换机连接起来的若干个局域网仍**为一个网络**，因此这些局域网都具有**相同的网络号 net-id**。
- (3) 所有分配到网络号 net-id 的网络，都是**平等**的，不管范围很小的局域网，还是覆盖很大地理范围的广域网。

互联网中的 IP 地址



1.3



在同一个局域网上的主机或路由器的
IP 地址中的网络号必须是一样的。
图中的网络号就是 IP 地址中的 net-id

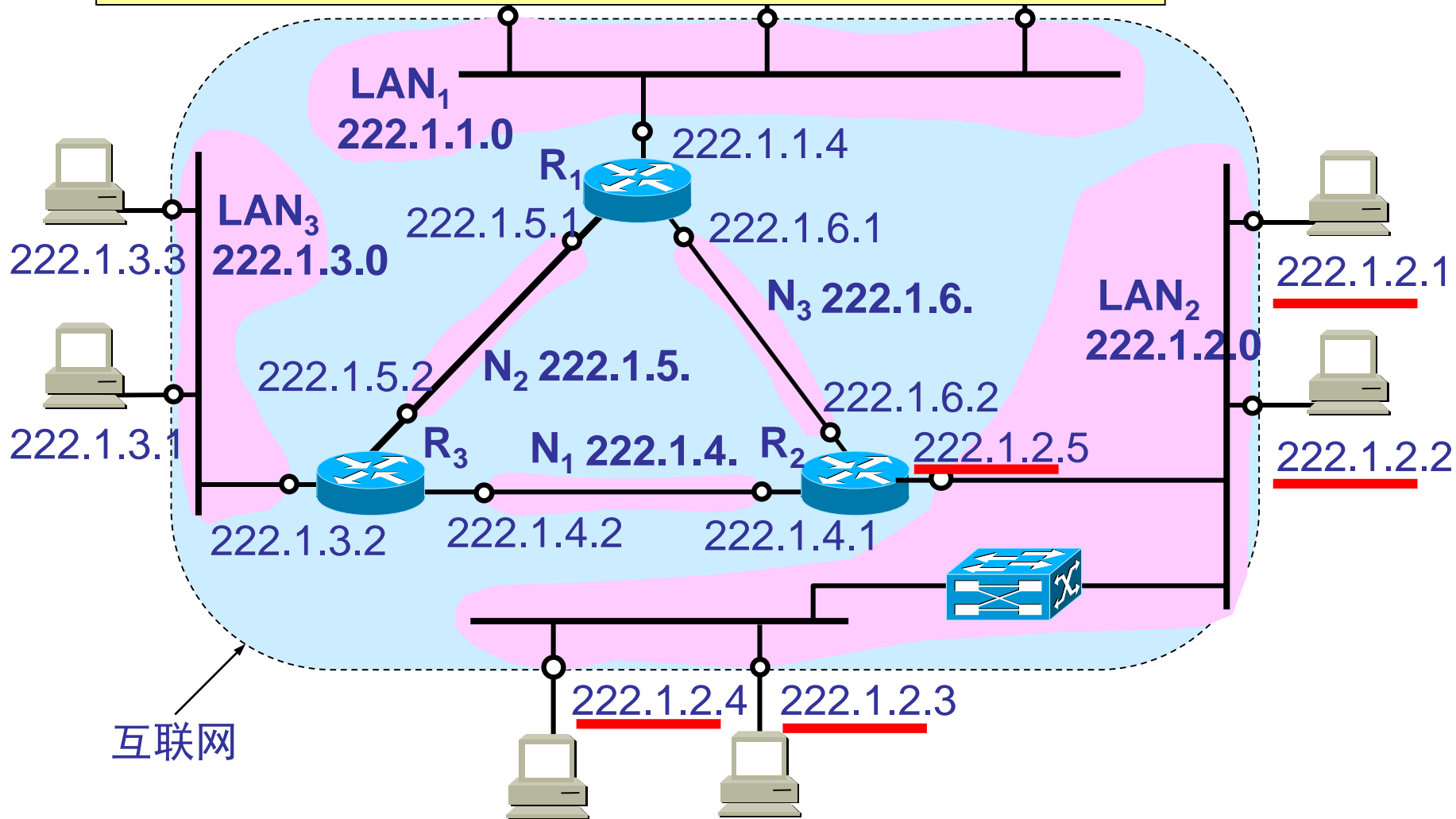
图例



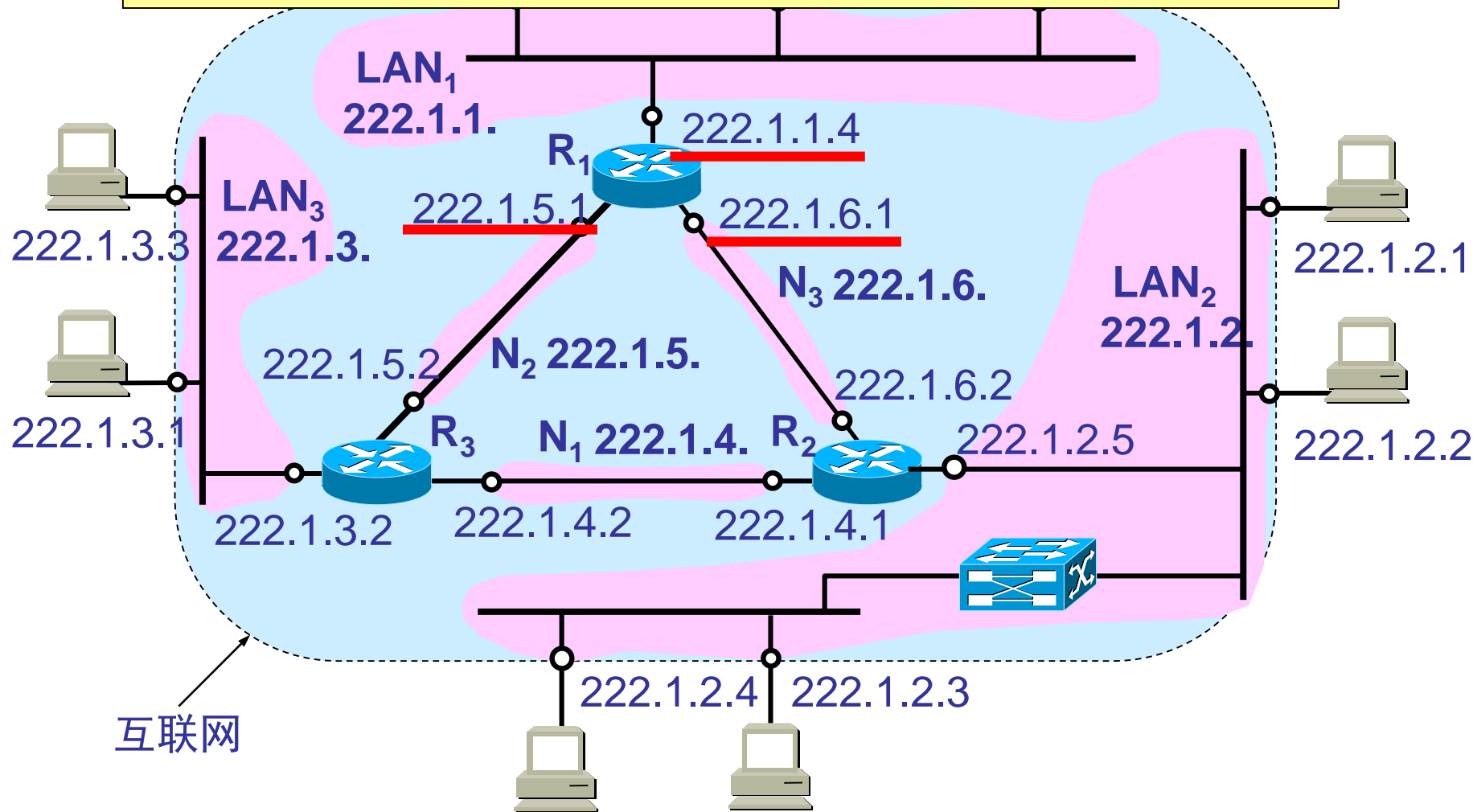
--交换机



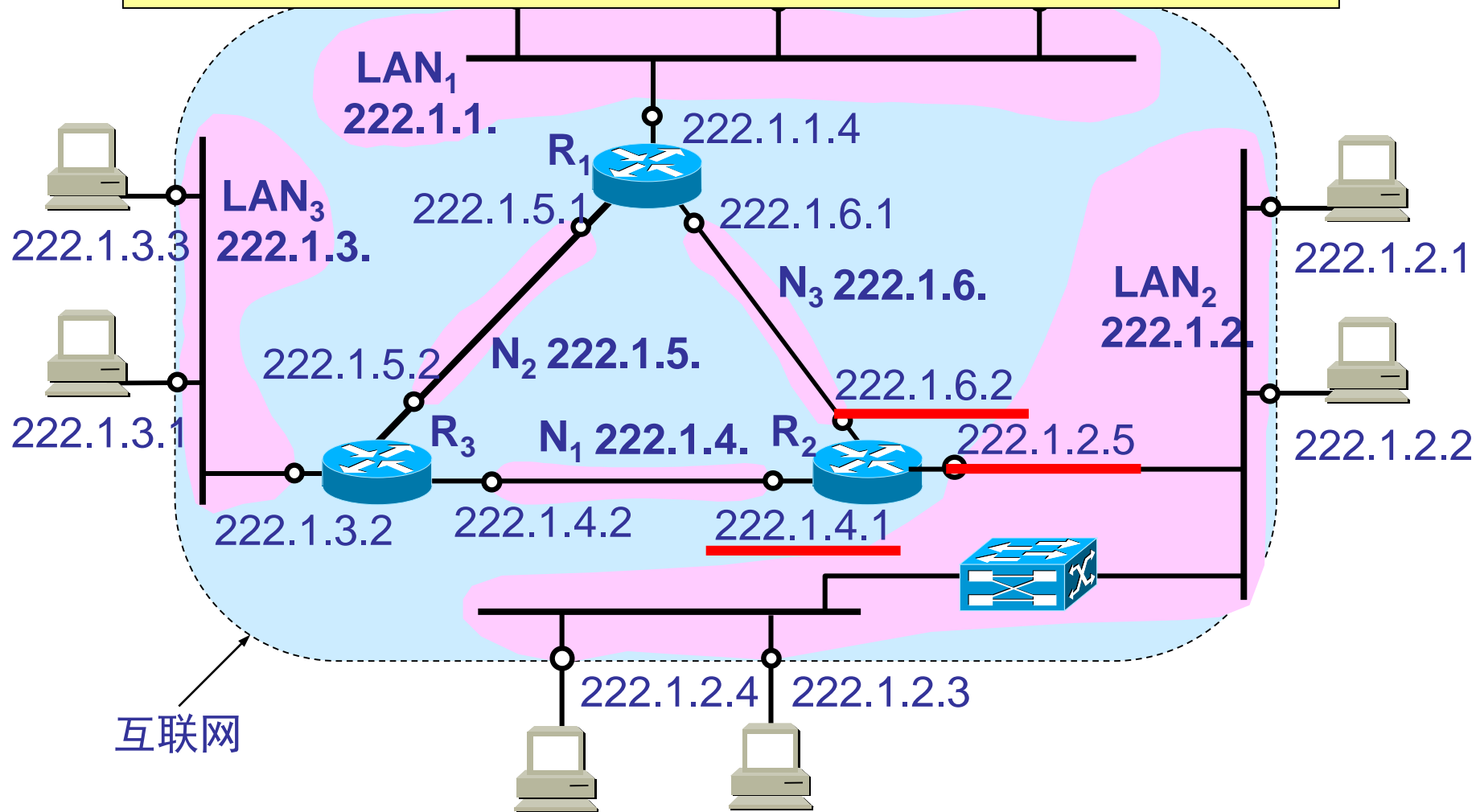
--路由器



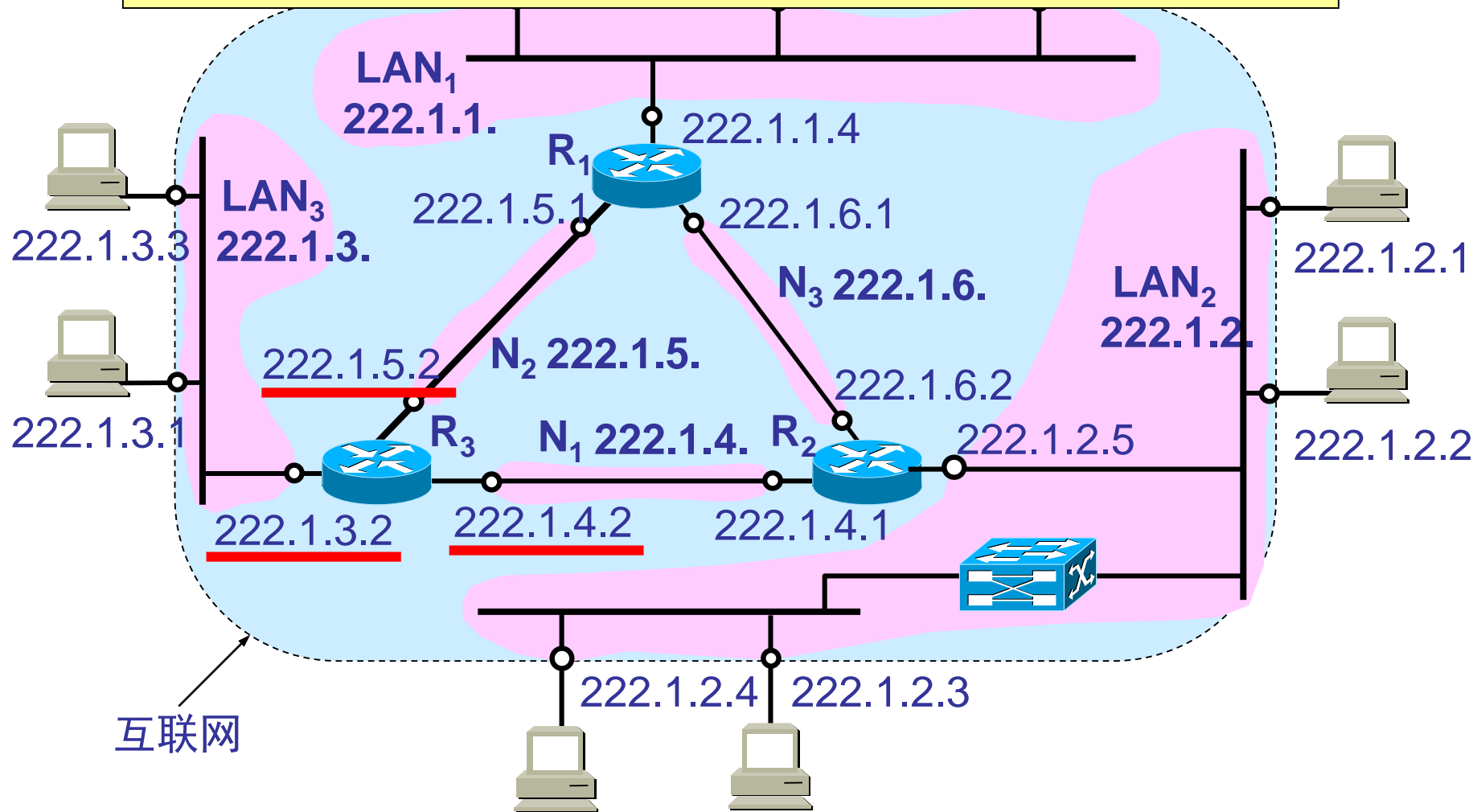
路由器总是具有两个或两个以上的 IP 地址。
路由器的每一个接口都有一个
不同网络号的 IP 地址。



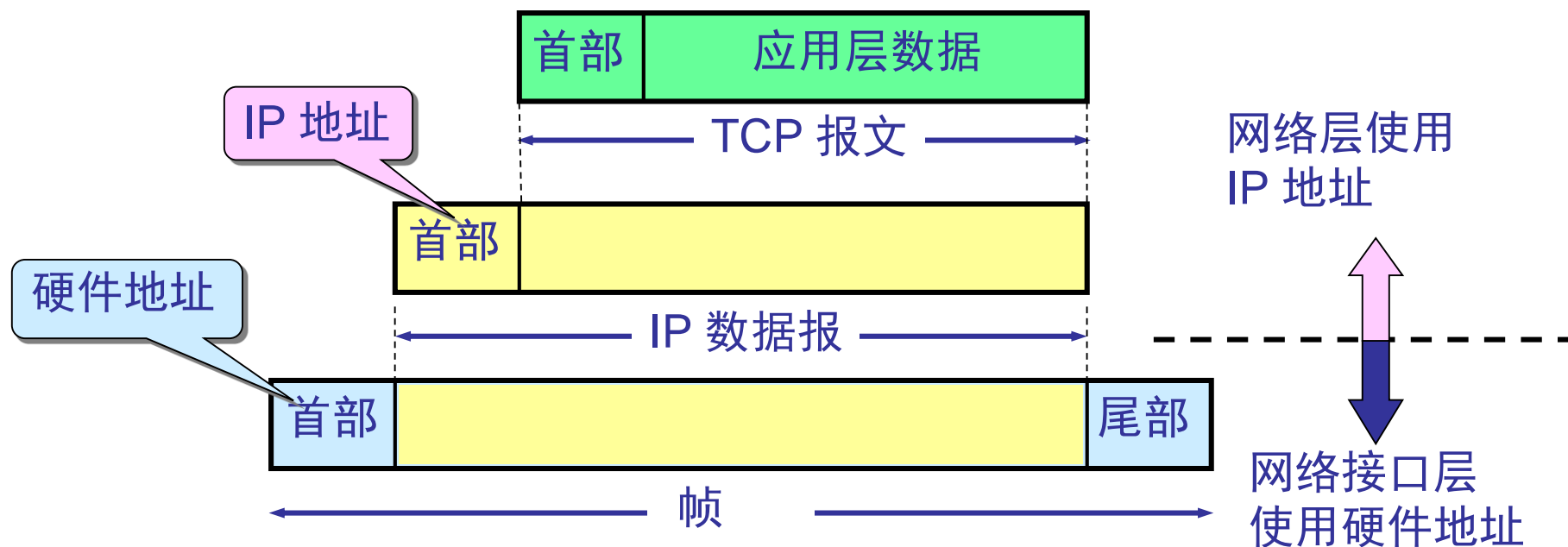
路由器总是具有两个或两个以上的 IP 地址。
路由器的每一个接口都有一个
不同网络号的 IP 地址。



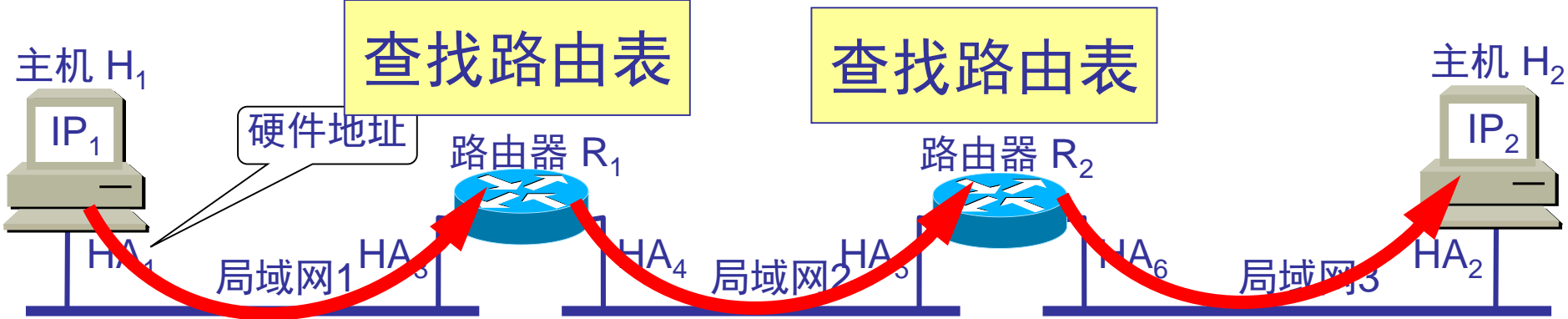
路由器总是具有两个或两个以上的 IP 地址。
路由器的每一个接口都有一个
不同网络号的 IP 地址。



3.3.3 IP 地址与硬件地址



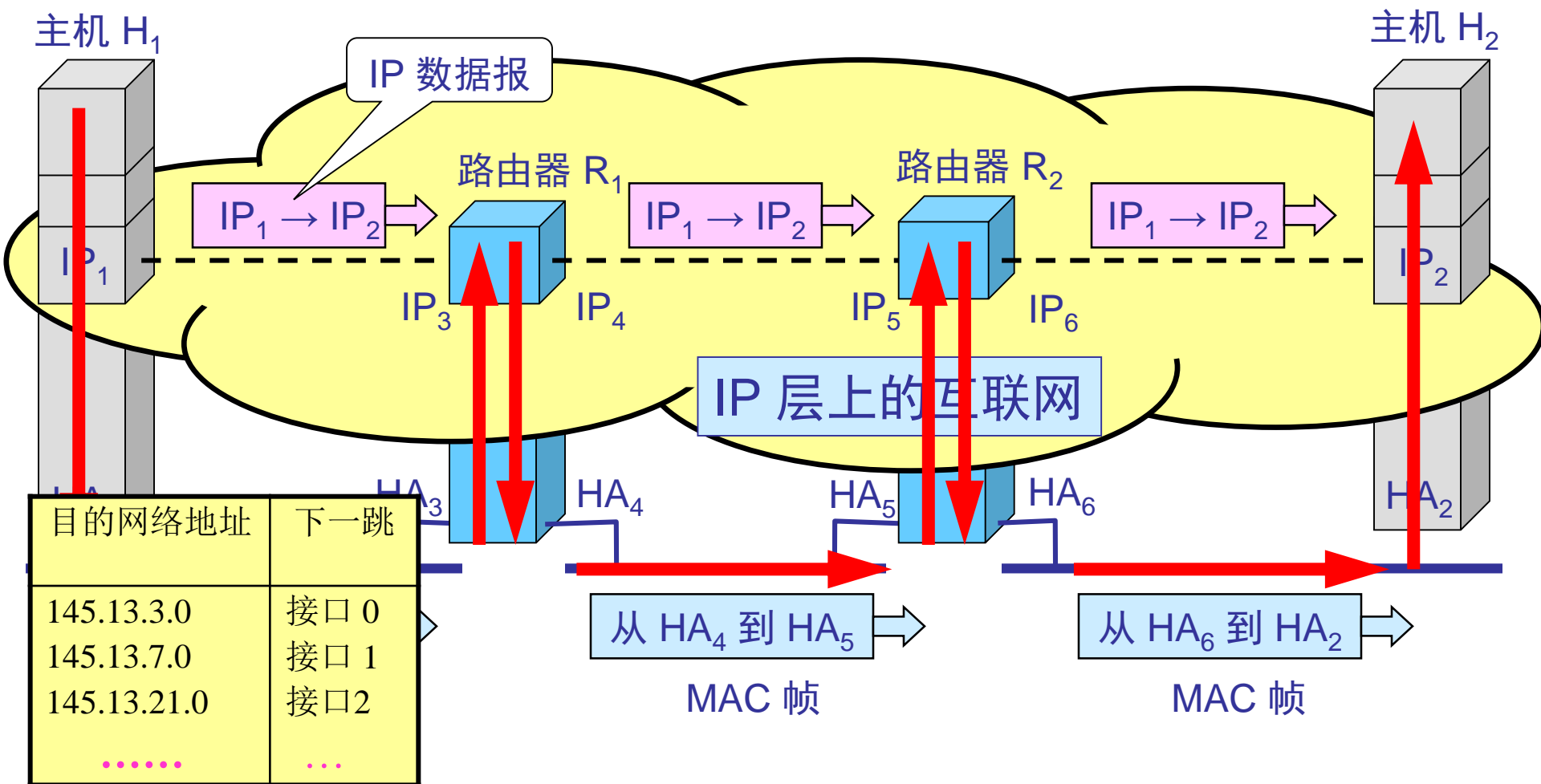
- **IP 地址**是网络层使用的地址，网络层在IP数据报（分组）首部封装的目的IP地址，被路由器使用查找路由表，为IP数据报**选择路由**。
- **硬件地址**（MAC地址或物理地址），是网络接口层使用的地址，网络接口层在帧的首部封装的目的MAC地址，是在**通信时真正使用的地址**。



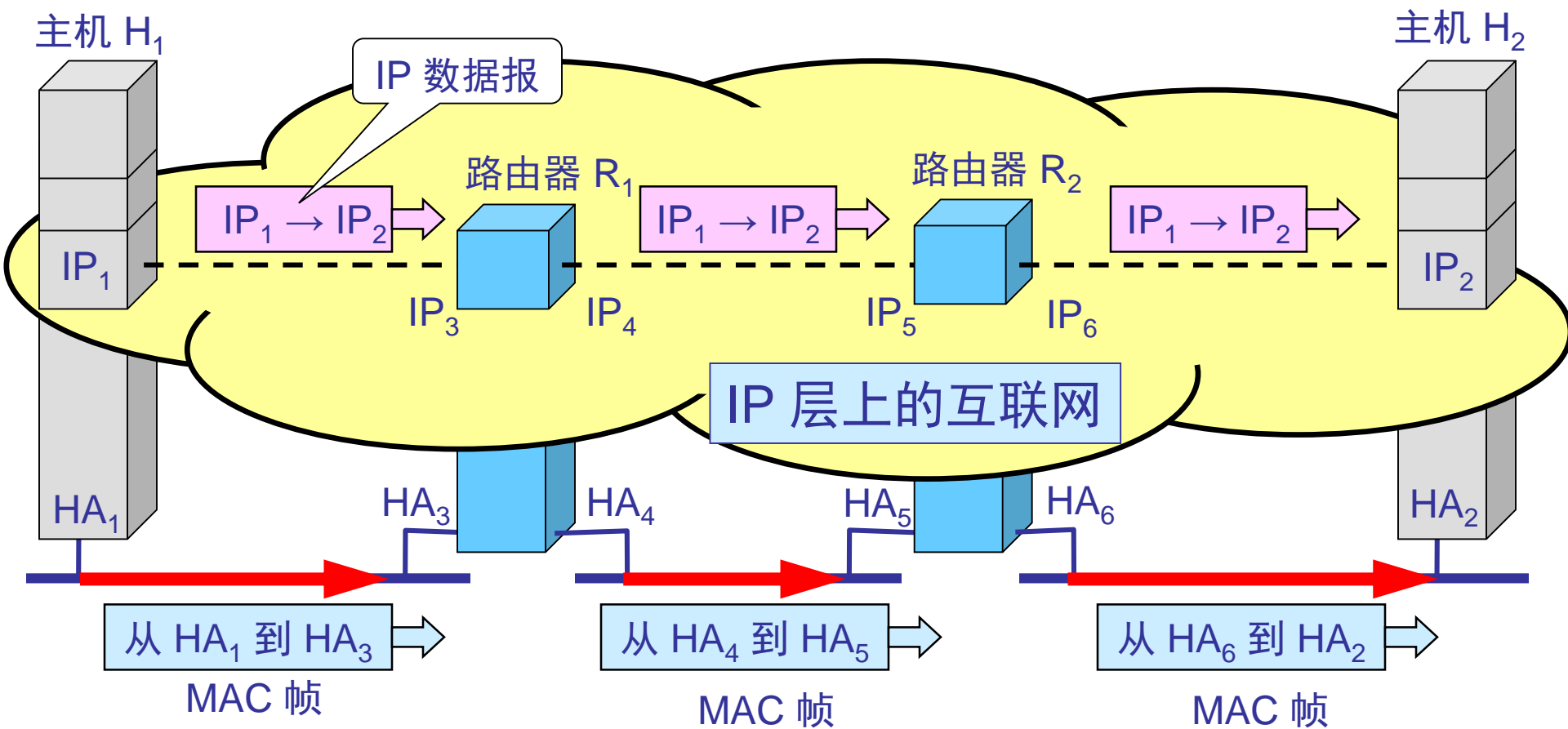
通信的路径

$H_1 \rightarrow$ 经过 R_1 转发 \rightarrow 再经过 R_2 转发 $\rightarrow H_2$

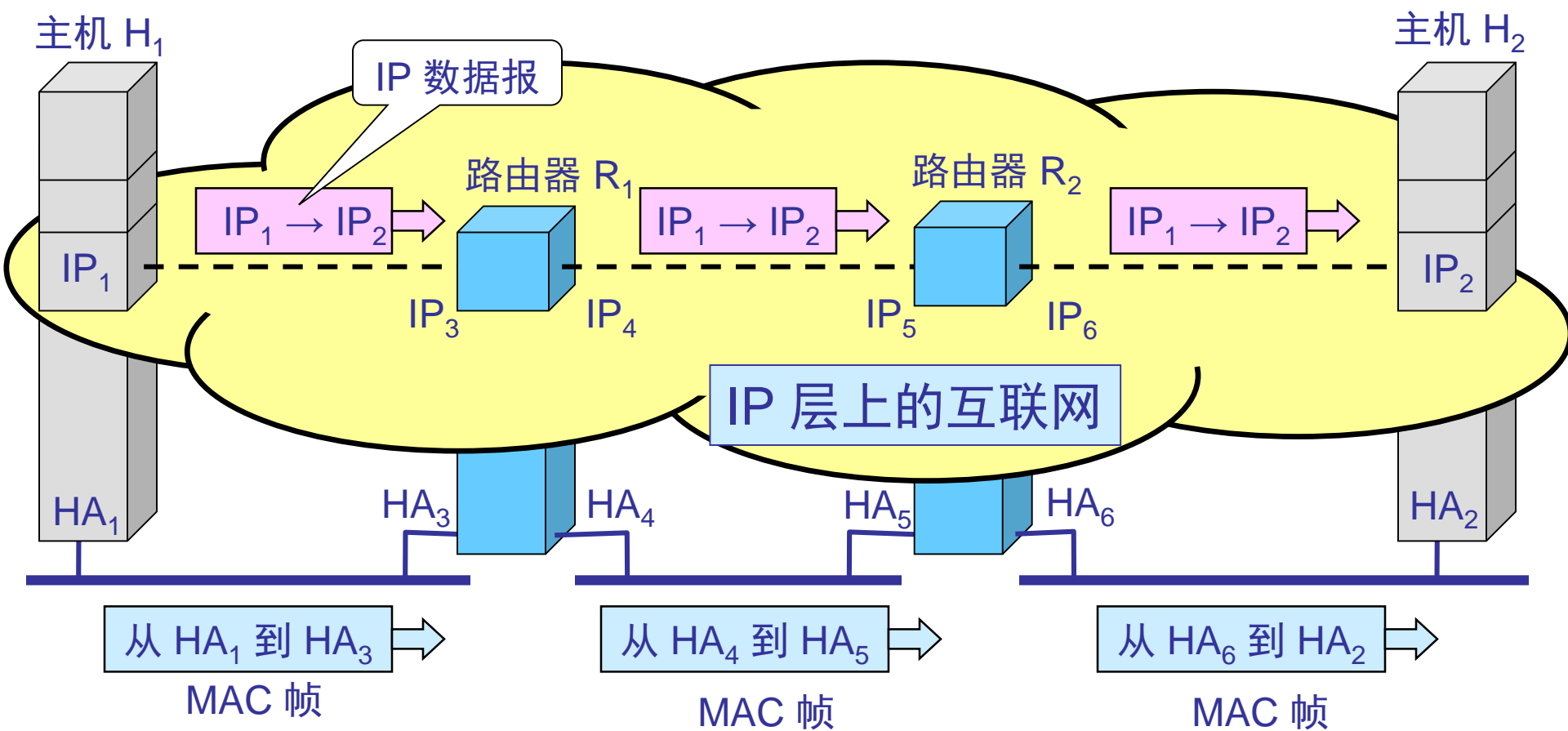
从协议栈的层次上看数据的流动



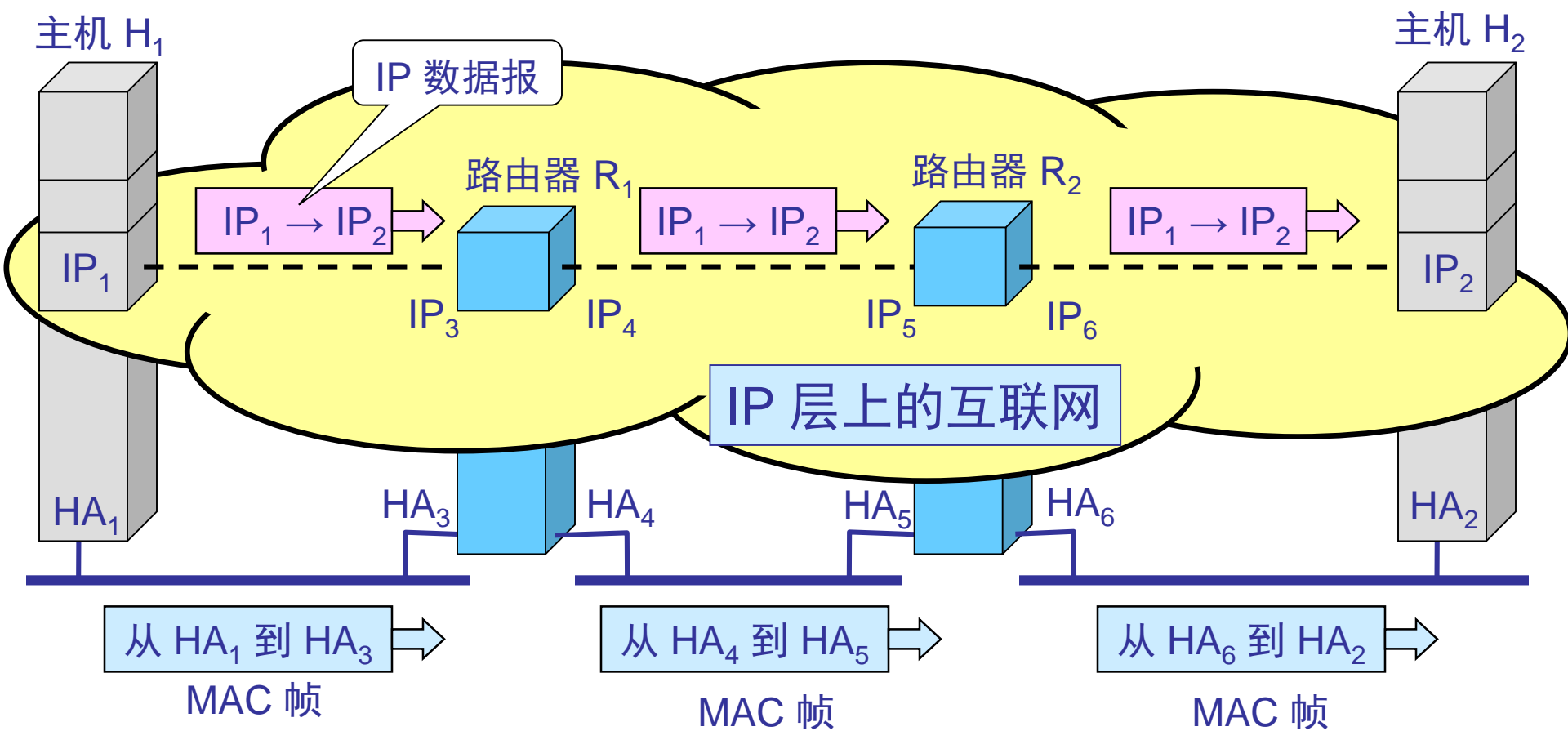
在链路上看 MAC 帧的流动

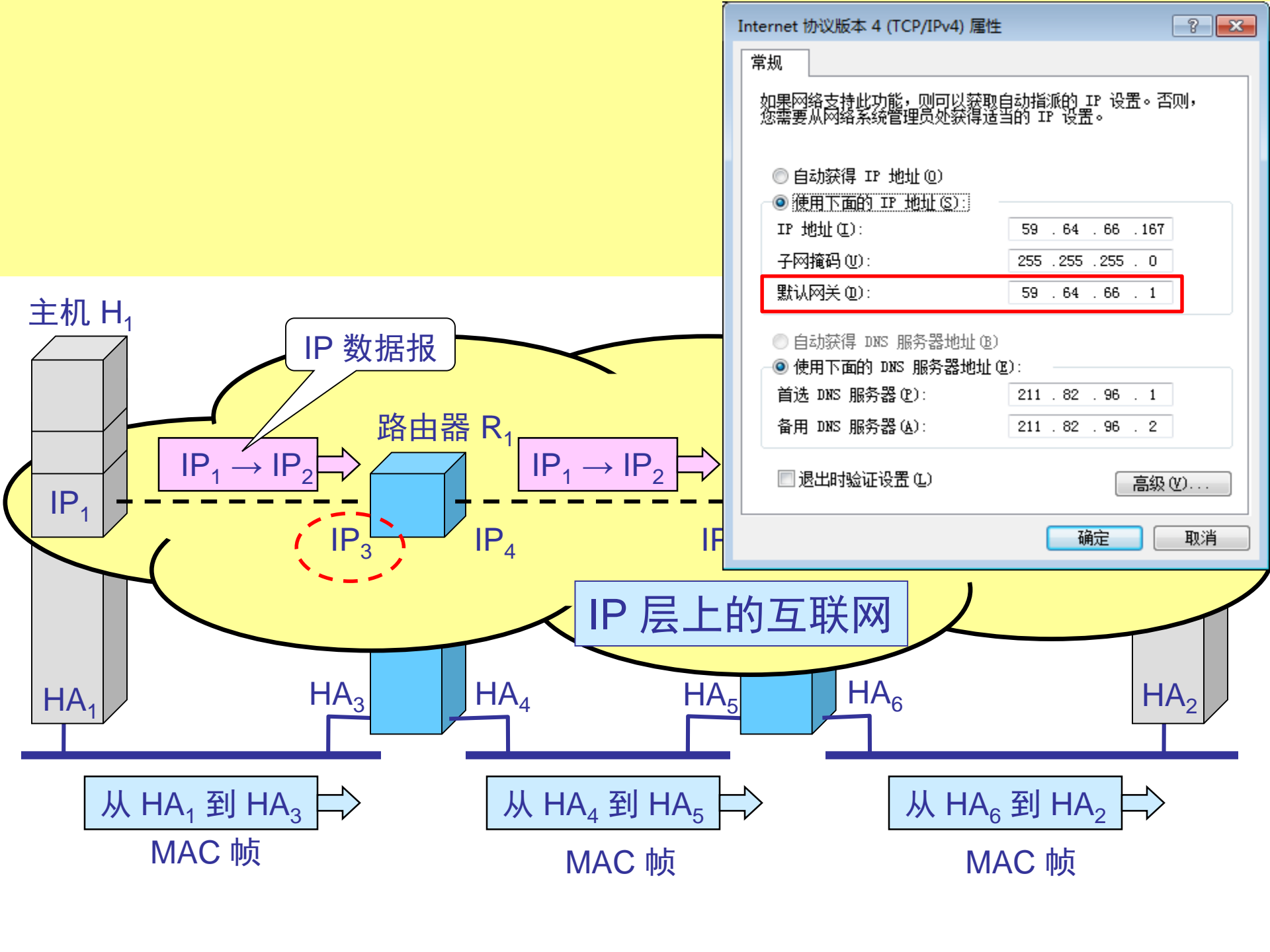


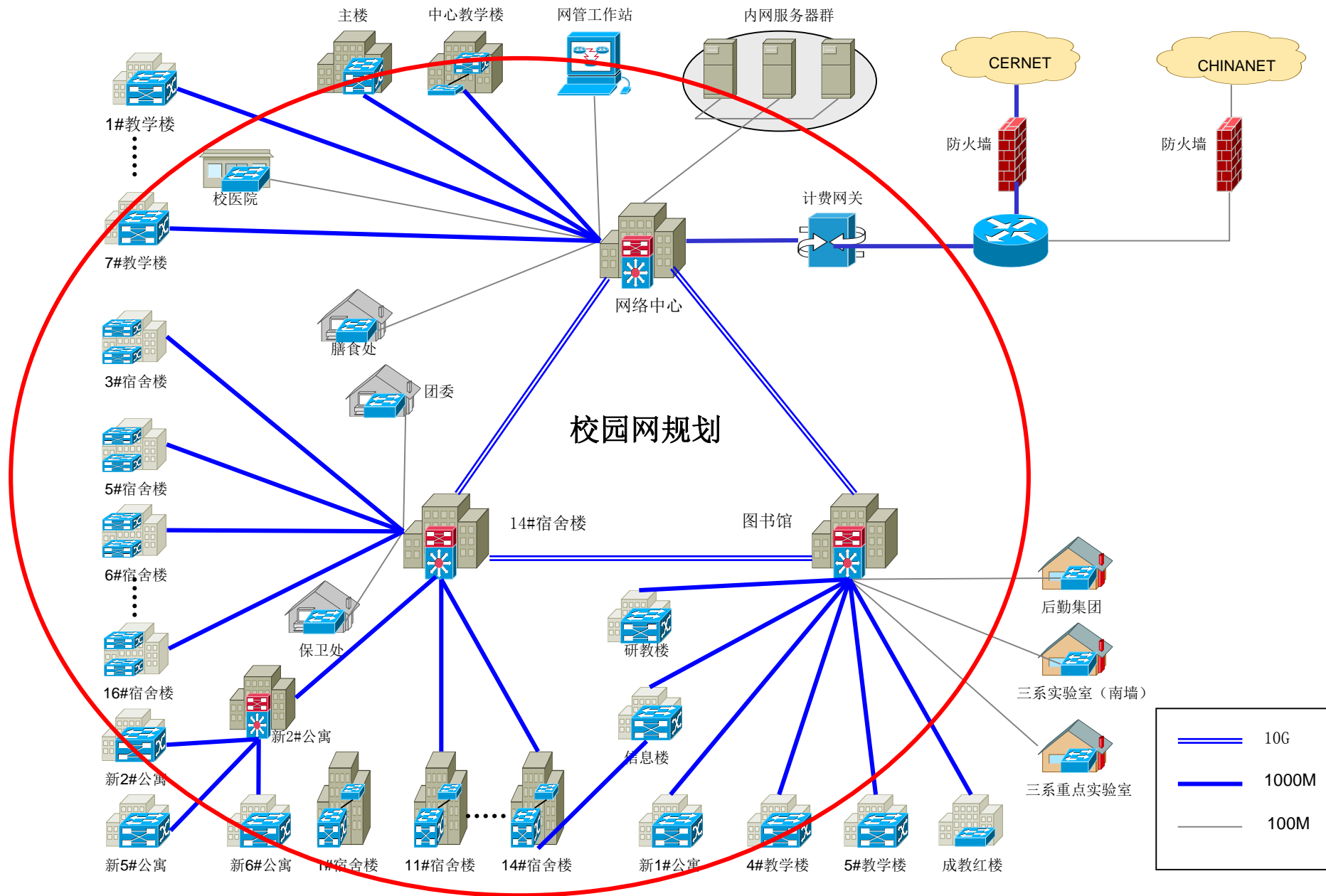
图中的 $IP_1 \rightarrow IP_2$ 表示从源地址 IP_1 到目的地址 IP_2 两个路由器的 IP 地址并不出现在 IP 数据报的首部中



路由器只根据目的主机的 IP 地址的网络号进行路由选择







3.3.4 地址解析协议 ARP

掌握

- 地址解析协议 ARP:

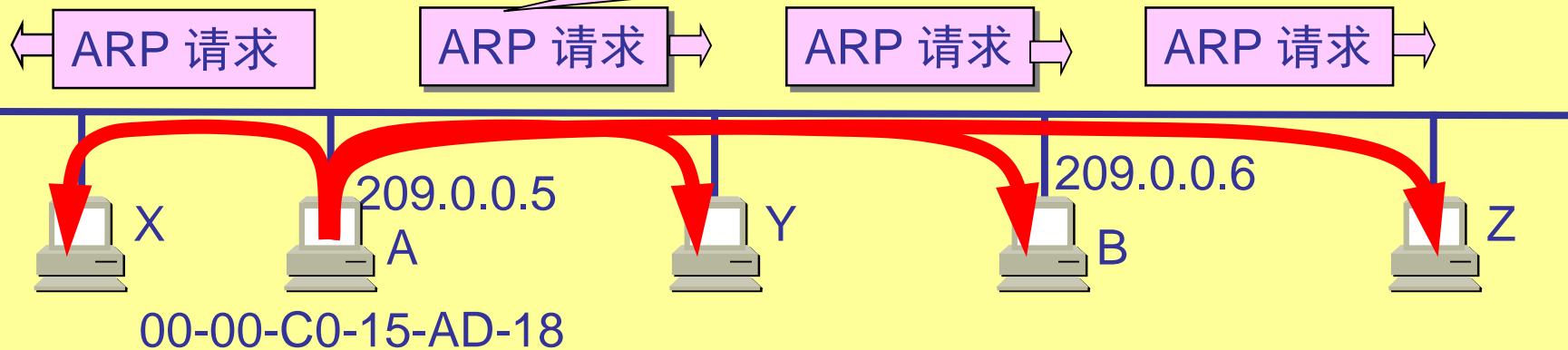
已知主机（路由器的接口）的IP 地址获得对应的硬件地址（MAC地址）。

ARP协议是如何根据主机（路由器）的IP 地址获得对应的MAC地址？

- 每一个主机（路由器）都设有一个 ARP 高速缓存，里面有**所在的局域网上的**各主机和路由器的 **IP 地址到硬件地址的映射表**；
- 当主机 A 欲向本局域网上的某个主机 B 发送 分组（IP 数据报）时，就先在其 ARP 高速缓存中查看有无主机 B 的 IP 地址。**如有，就可查出其对应的硬件地址**，再将此硬件地址写入 MAC 帧，然后通过局域网将该 MAC 帧发往此硬件地址；
- 若**没有**，则向本局域网**广播一个ARP分组**；

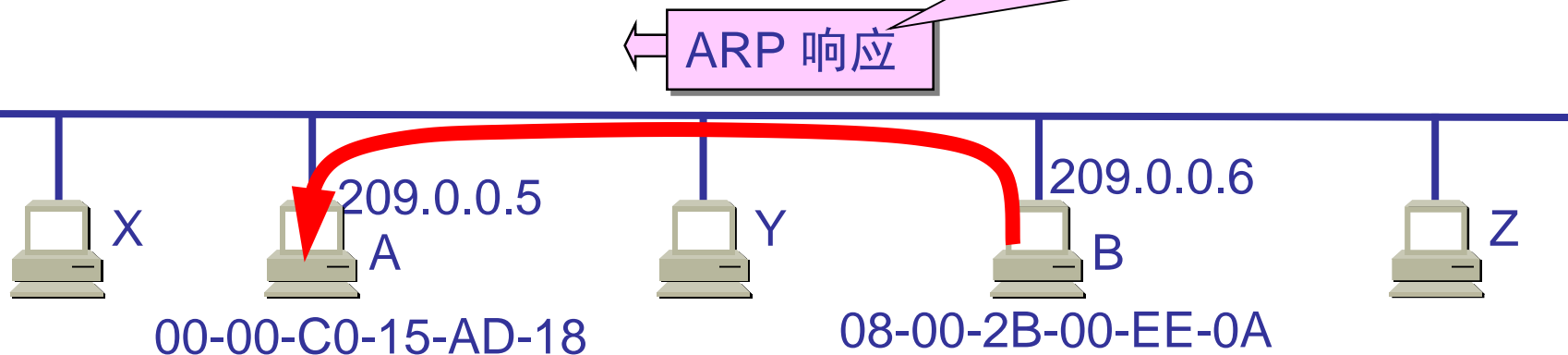
主机 A 广播发送
ARP 请求分组

我是 209.0.0.5，硬件地址是 00-00-C0-15-AD-18
我想知道主机 209.0.0.6 的硬件地址



主机 B 向 A 发送
ARP 响应分组

我是 209.0.0.6
硬件地址是 08-00-2B-00-EE-0A



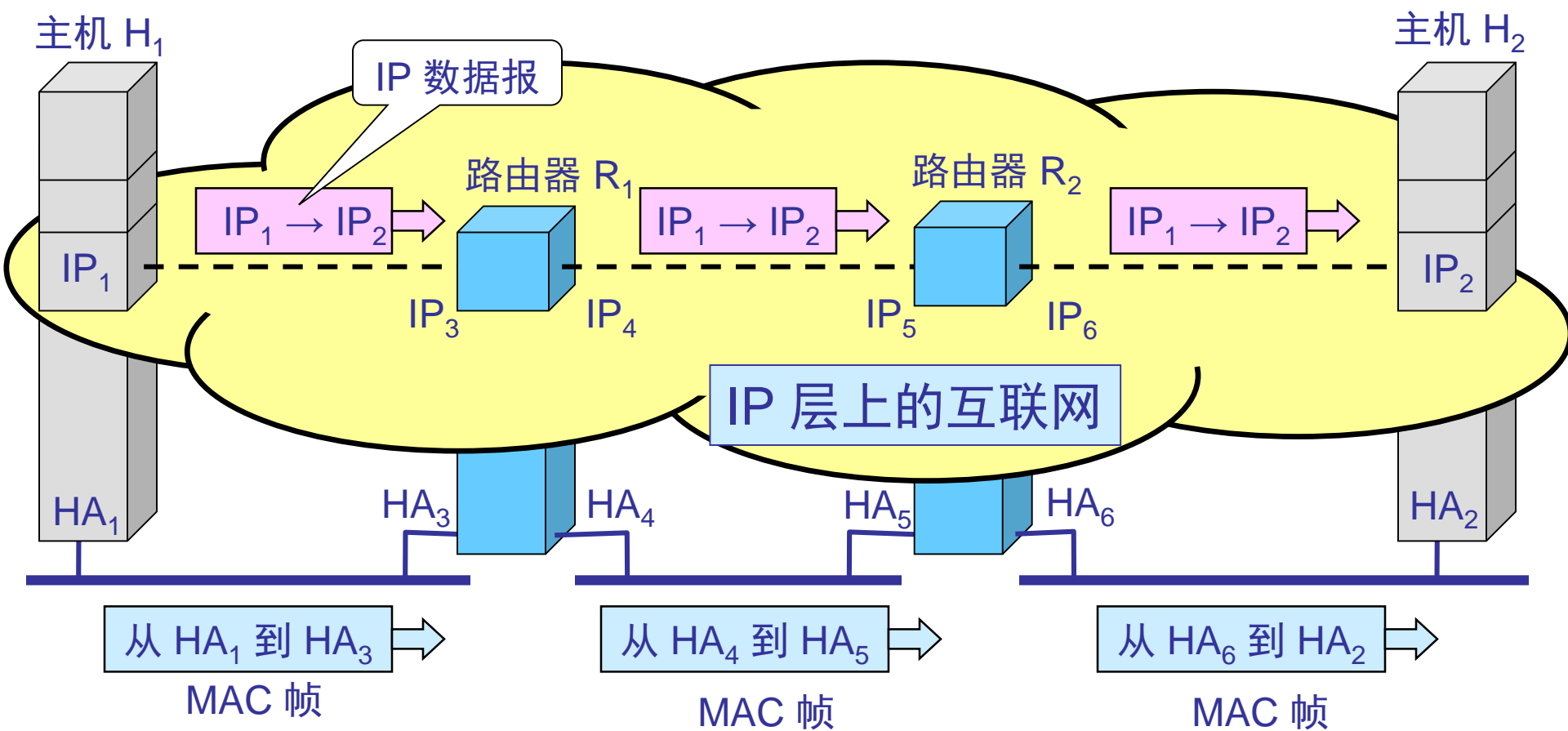
特别提示：

- **ARP 是解决同一个局域网上的主机或路由器的 IP 地址和硬件地址的映射问题。**

如果主机或路由器要和本网络上的另一个已知 IP 地址的主机或路由器进行通信，ARP 协议就会自动地将该 IP 地址解析为所需要的硬件地址。

- **如果所要找的主机和源主机不在同一个局域网，那么就要通过 ARP 找到一个位于本局域网上的某个路由器的硬件地址，然后把分组发送给这个路由器，让这个路由器把分组转发给下一个网络。**

路由器只根据目的主机的 IP 地址的网络号进行路由选择

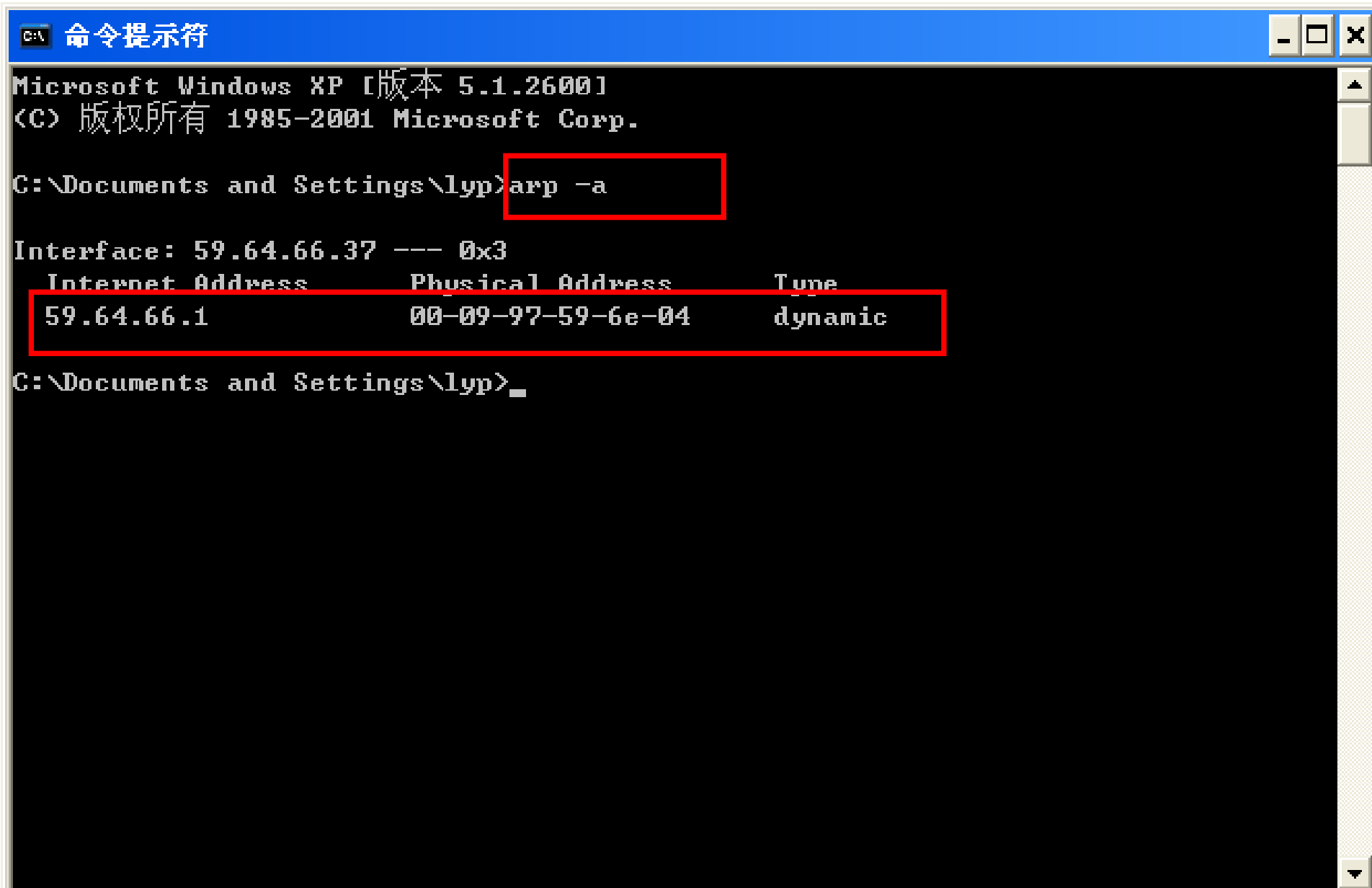


如何查看主机的ARP缓存？



arp 命令

1、arp -a



```
C:\>命令提示符

Microsoft Windows XP [版本 5.1.2600]
(C) 版权所有 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\lyp>arp -a

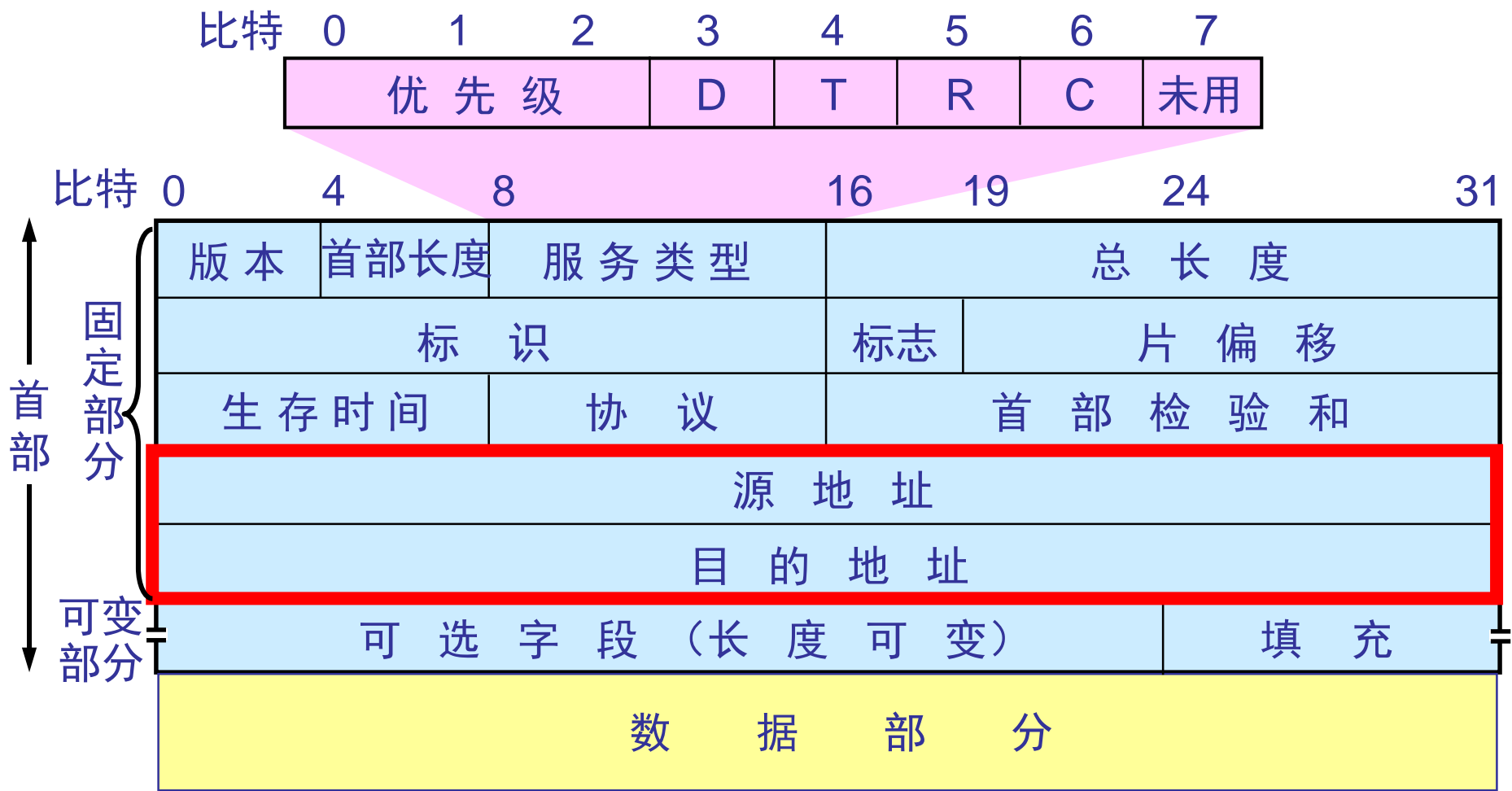
Interface: 59.64.66.37 --- 0x3
Internet Address      Physical Address      Type
59.64.66.1            00-09-97-59-6e-04     dynamic

C:\Documents and Settings\lyp>
```

Internet Address	Physical Address	Type
59.64.66.1	00-09-97-59-6e-04	dynamic

3.3.5 IP 数据报（分组）的格式

- 一个 IP 数据报由首部和数据两部分组成。
- 首部的前一部分是**固定长度**，共 **20 字节**，是所有 IP 数据报必须具有的。
- 在首部的固定部分的后面是一些可选字段，其**长度是可变的**。

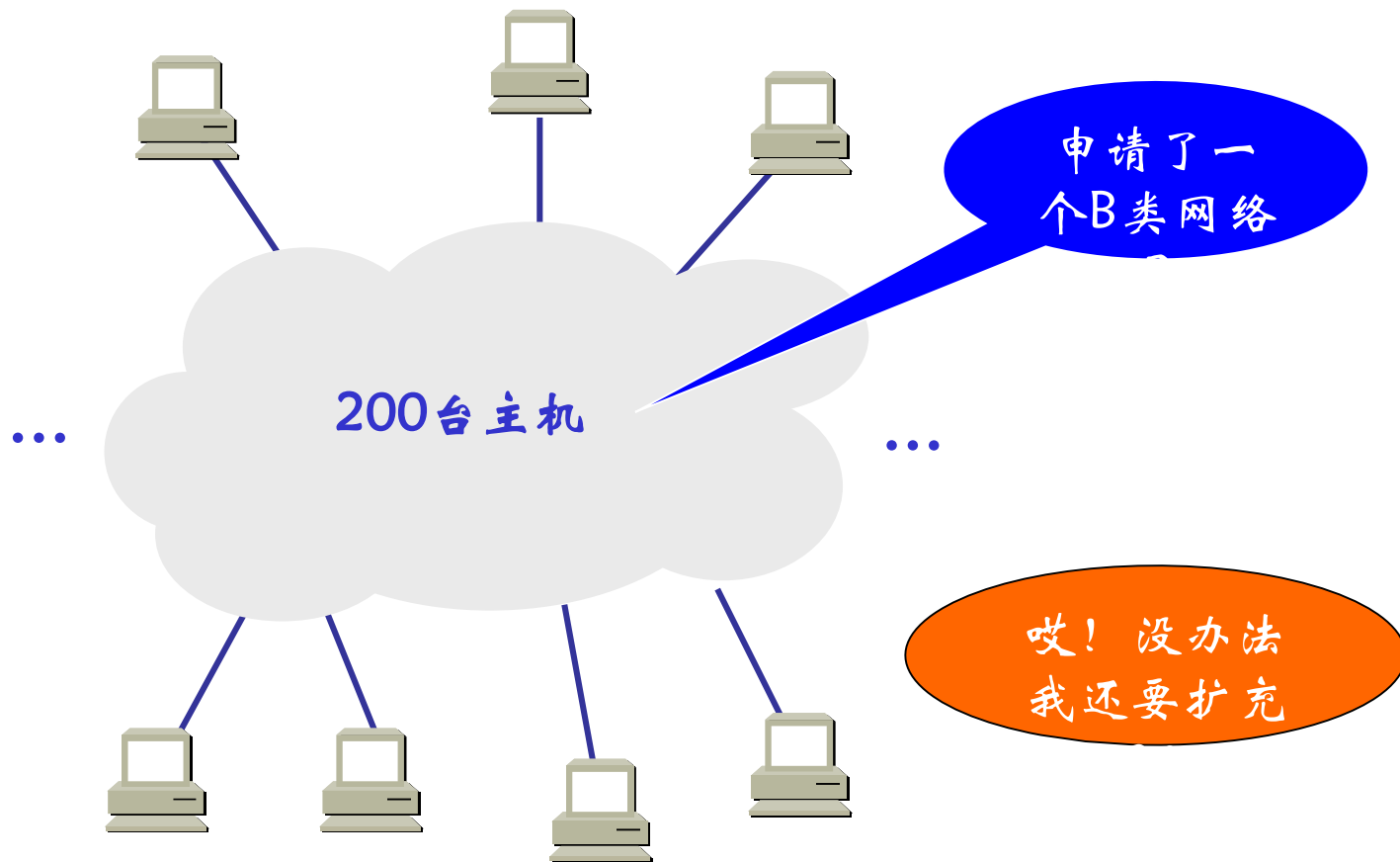


源地址和目的地址都各占 4 字节(32bit)

在 ARPANET 的早期，两级的
分类IP 地址的设计确实不够
合理。主要体现：
IP 地址空间的利用率有时很低。

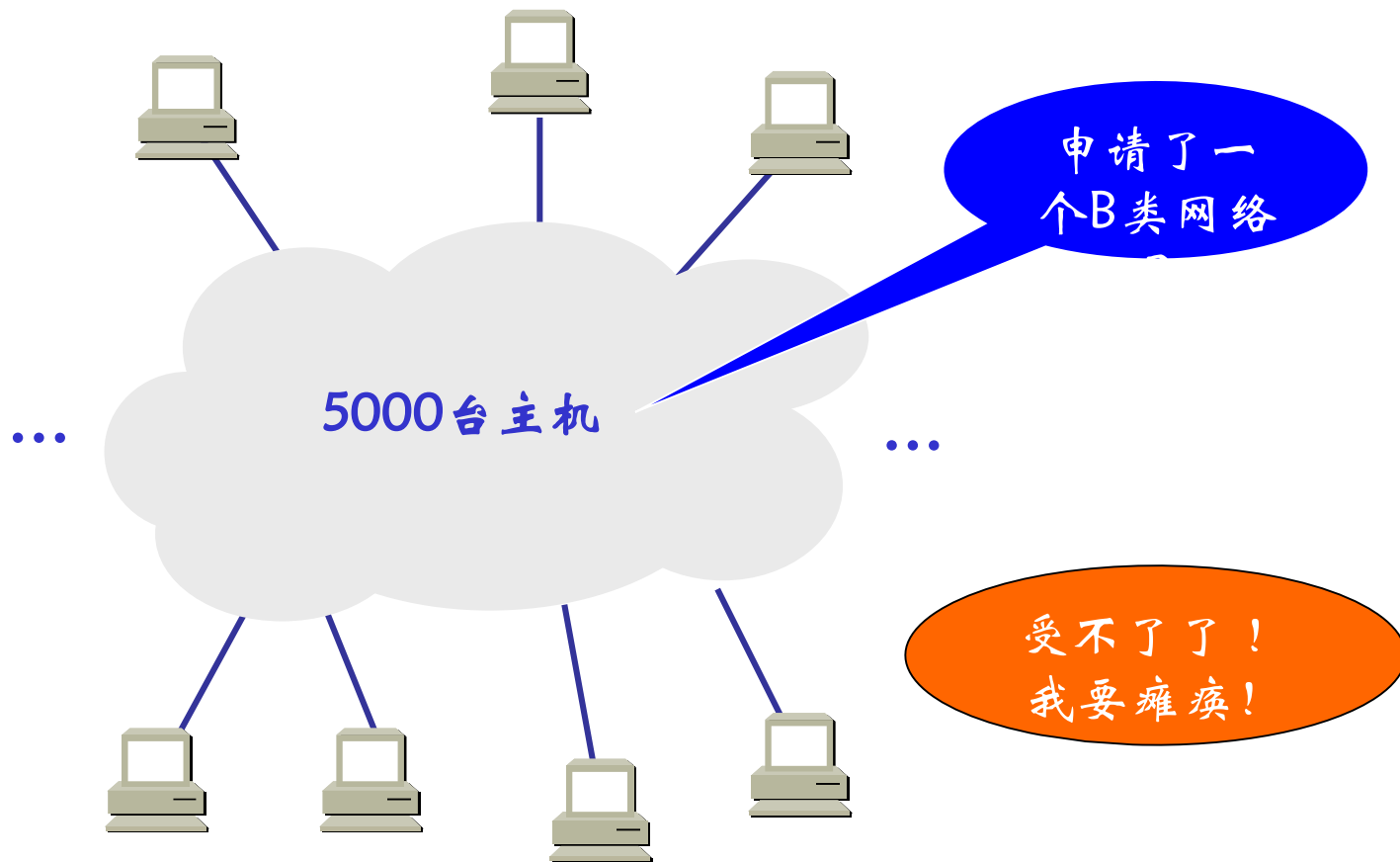
(1) IP 地址空间的利用率有时很低

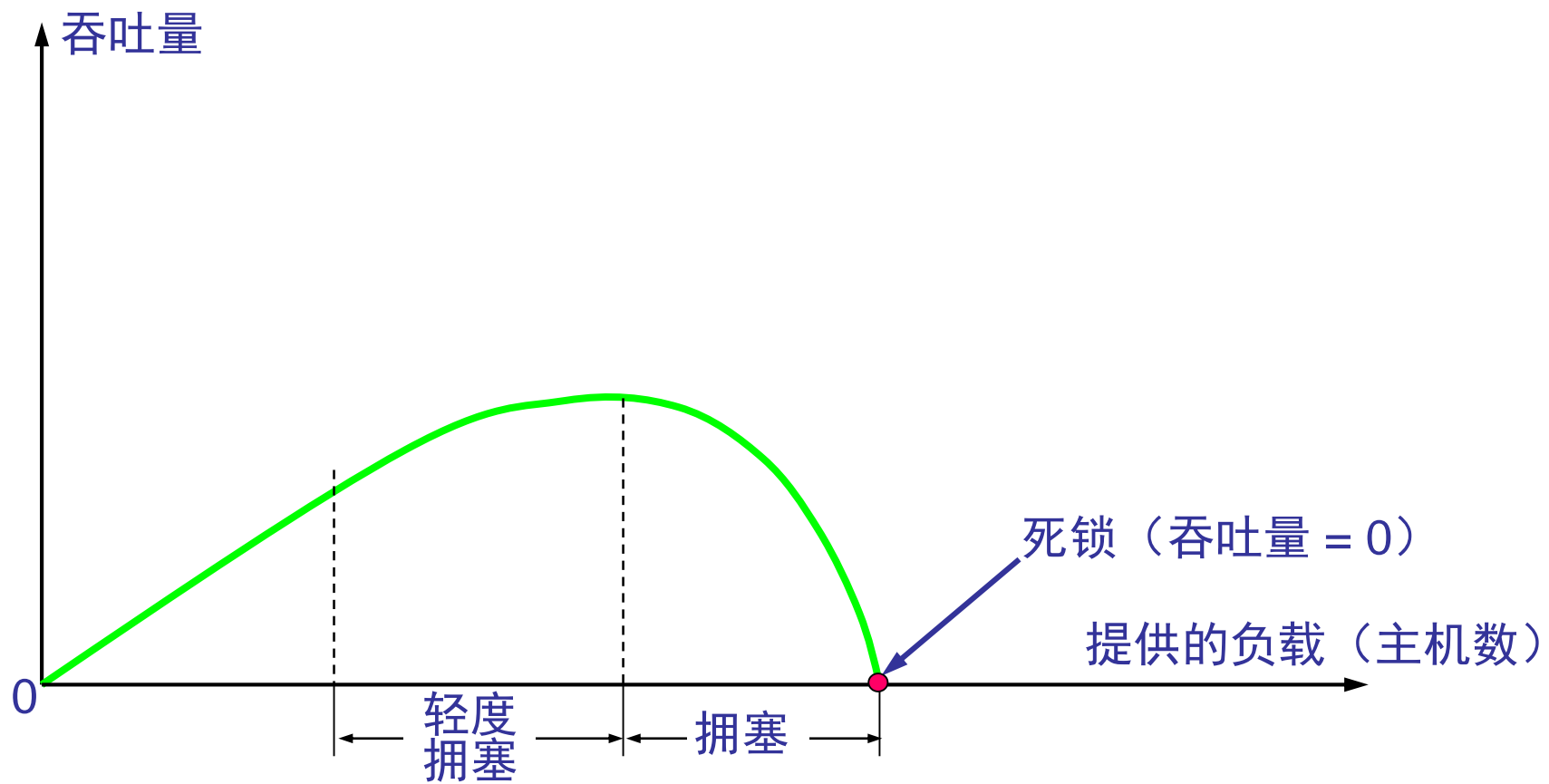
a.

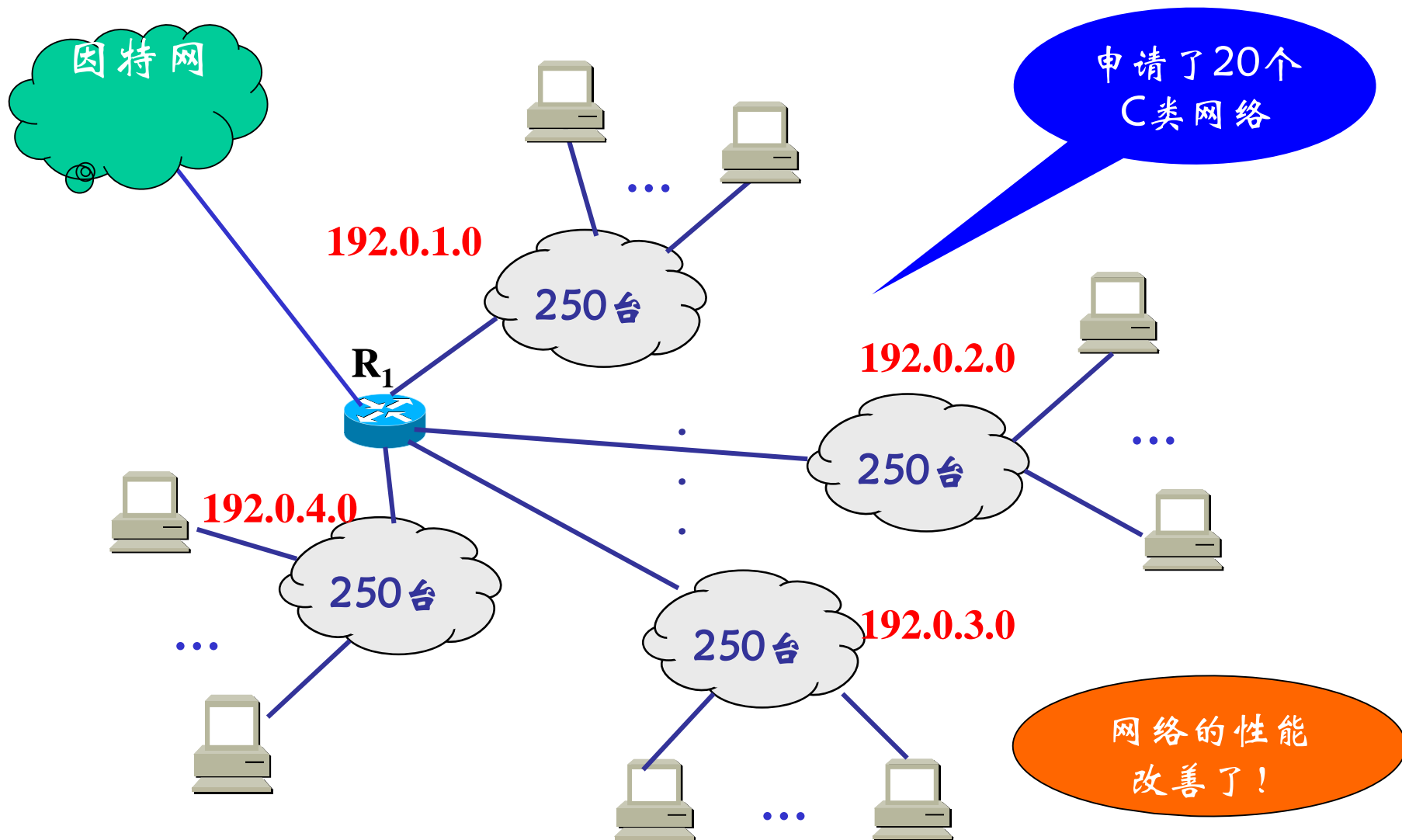


(1) IP 地址空间的利用率有时很低

b.







(2) 给每一个物理网络分配一个网络号会使路由表变得太大因而使网络性能变坏

因特网上的任一路由器R

目的网络地址	下一跳
192.0.1.0	R1
192.0.2.0	R1
192.0.3.0	R1
192.0.4.0	R1
...	...

思考：是否有一种方法，既改善了网络的性能，又使本单位对外仍显示为同一个网络。

思考：是否有一种方法，既改善了网络的性能，使本单位对外仍显示为同一个网络？



答：划分子网



IP 地址的编址方法（IPv4中）

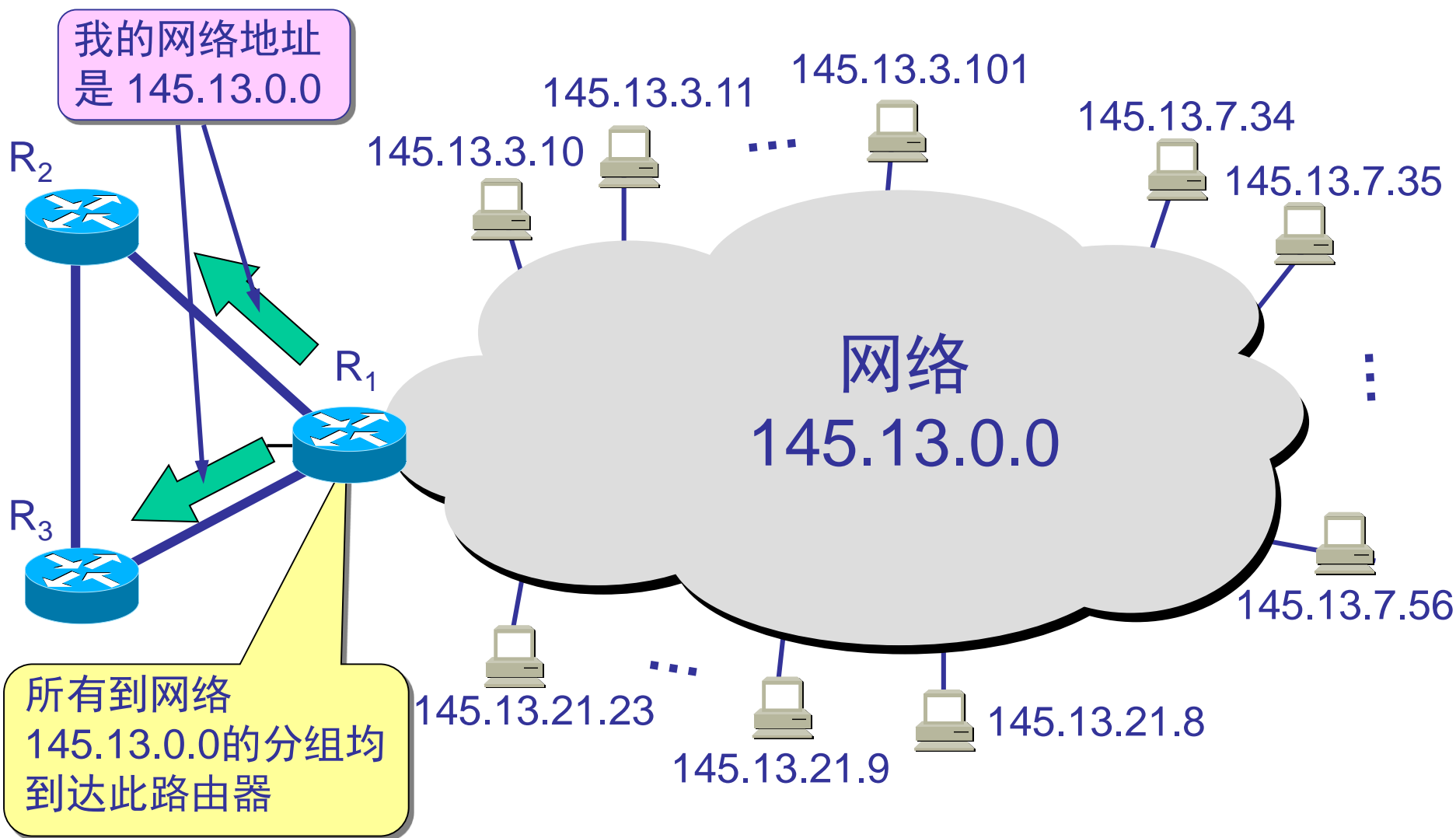
- **分类的 IP 地址**。这是最基本的编址方法，在 1981 年通过了**分类的 IP 地址**的编址标准。
- **子网的划分**。这是对最基本的编址方法的改进，其标准[RFC 950]在 1985 年通过。
- **构成超网（CIDR地址块）**。这是比较新的无分类编址方法。1993 年提出后很快就得到推广应用。

3.4 划分子网

思路：

一个单位申请到一个A类、B类或C类网络地址，在其内部可划分为若干个子网。划分子网纯属一个**单位内部的事情**。这个单位对外仍然表现为没有划分子网的网络。

一个单位拥有一个 B 类网络145.13.0.0



划分子网的基本思路（续）

- 凡是从其他网络发送给本单位某个主机的分组，仍然根据分组首部中IP地址的**网络号 net-id**，转发给**本单位与外网相连的路由器**。

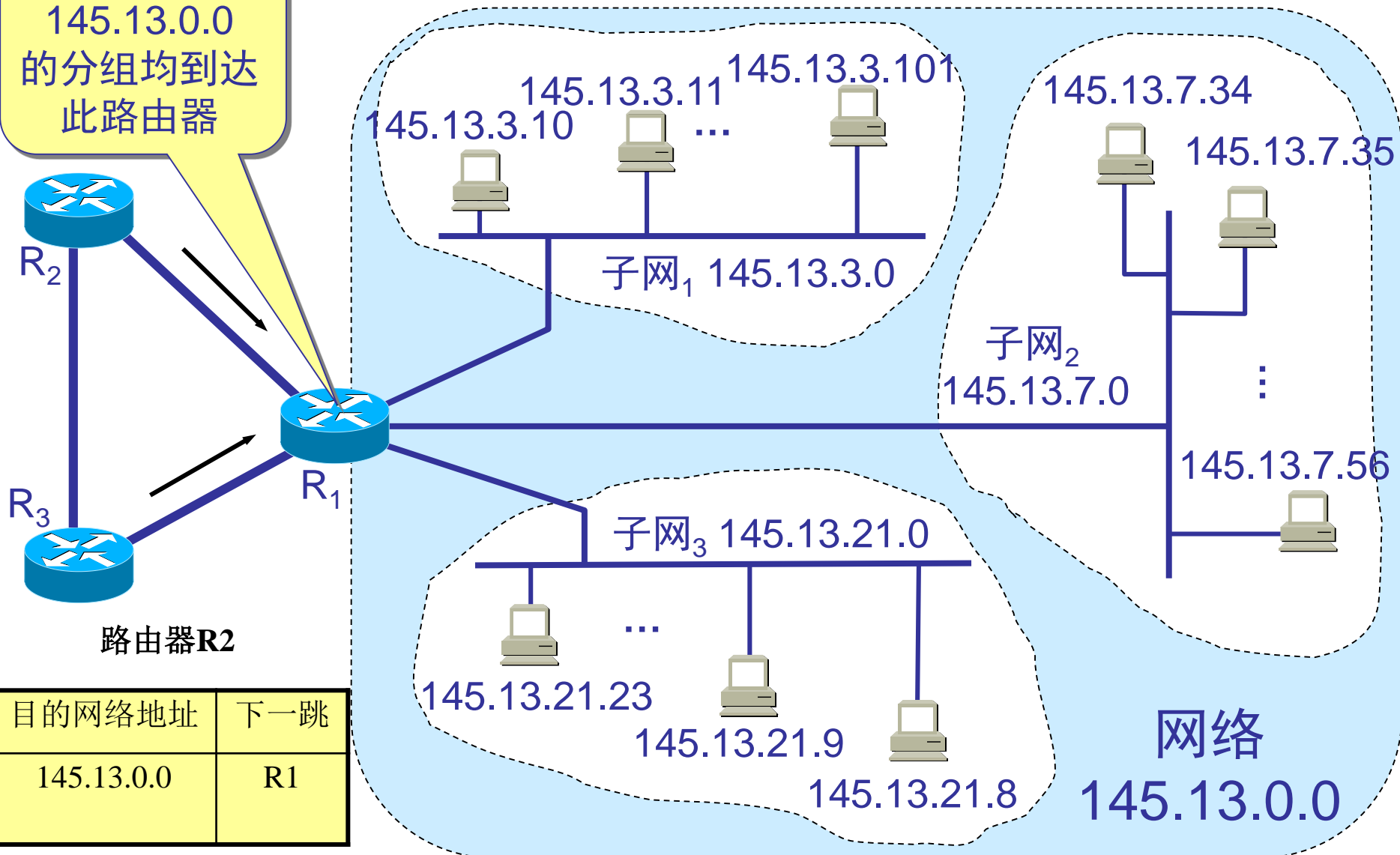
路由器

目的网络地址	下一跳
145.13.0.0	R1

- 然后**此路由器**再将收到 IP 分组，转发到**目的子网**。
- 目的子网再将 分组直接**交付给目标主机**。

划分为三个子网后对外仍是一个网络

所有到达网络
145.13.0.0
的分组均到达
此路由器



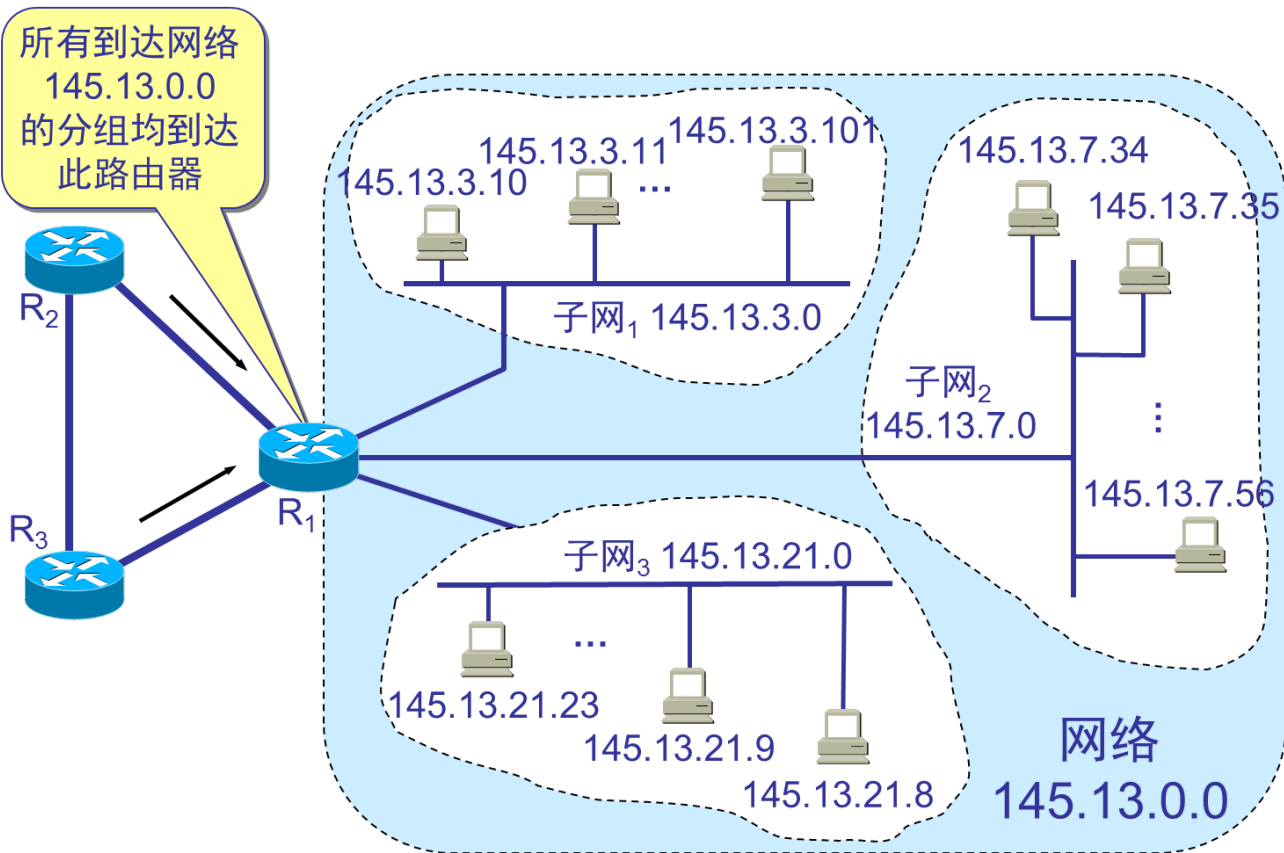
划分子网的方法:

- 是网络号不变，从主机号**划分**若干个比特作为**子网号** subnet-id，而主机号 host-id 也就相应减少了若干个比特。

IP地址 ::= {<网络号>, <子网号>, <主机号>}

- 两级的 IP 地址变成**三级的 IP 地址**，在 IP 地址中又增加了一个“子网号字段”。

新问题：假定有一个分组发给子网1中的主机（IP：145.13.3.10），到达了路由器R1，路由器R1如何根据分组首部中的目的IP地址，把它转发到相应的子网呢？

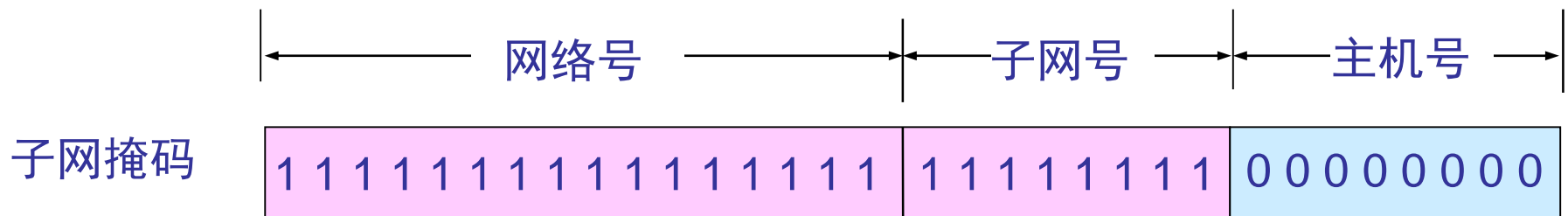


使用子网掩码

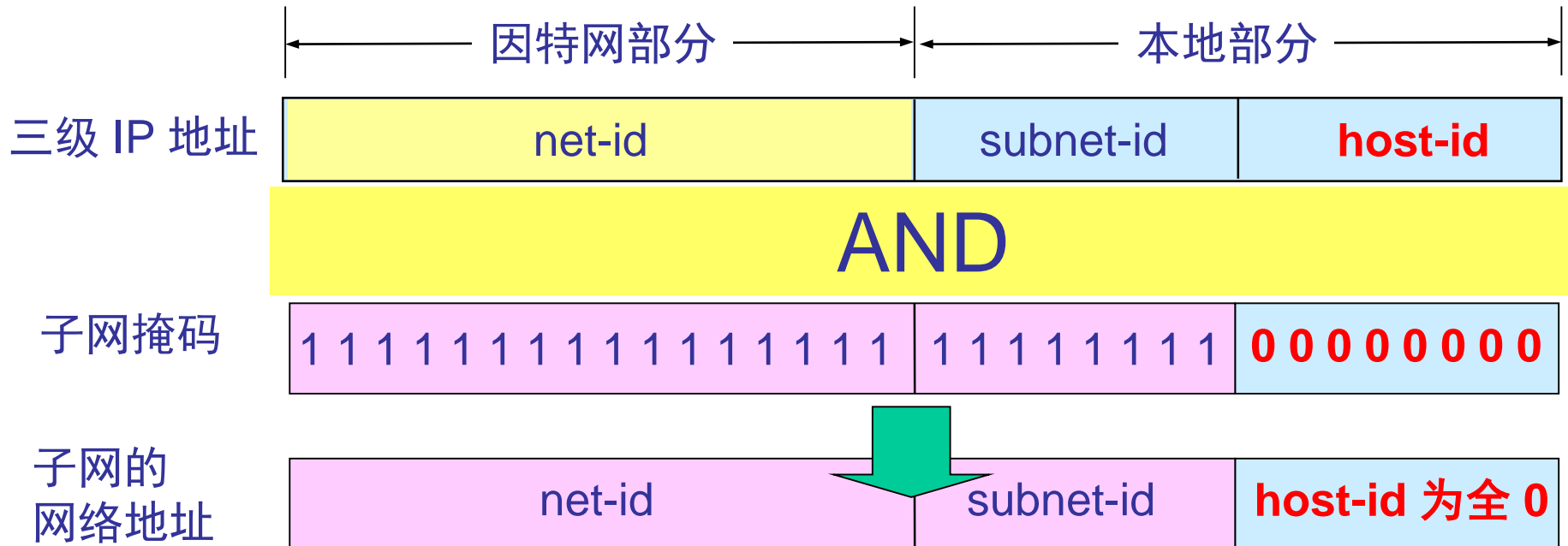
2. 子网掩码

- 子网掩码是一个子网的重要属性
- 每一个子网，都要配置一个子网掩码
- 子网掩码是32bit的二进制数
- 由一串1和跟随的一串0组成
- 规定：子网掩码中的1对应于子网中主机IP地址的网络号和子网号字段，0对应于主机号字段

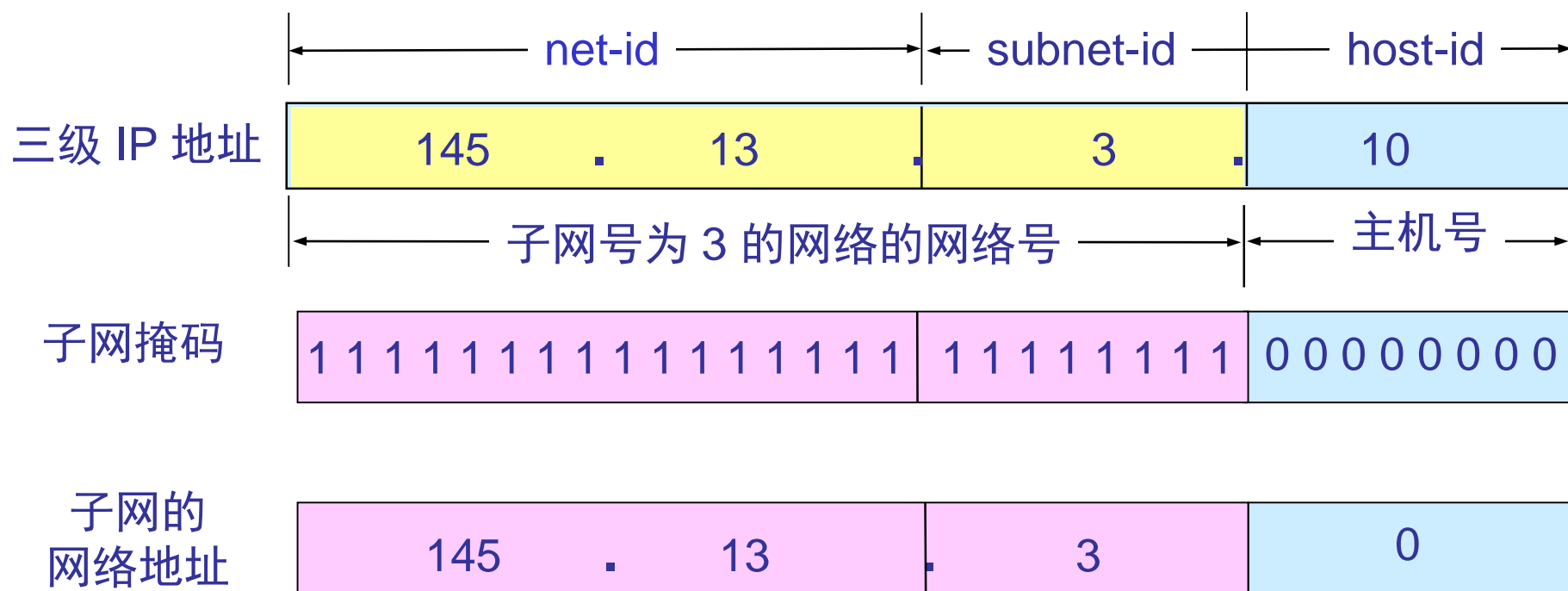
三级IP 地址和子网掩码



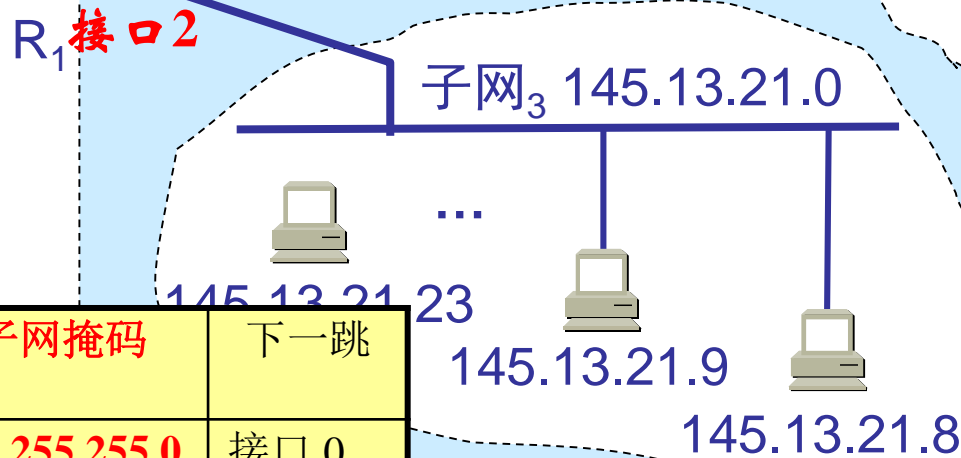
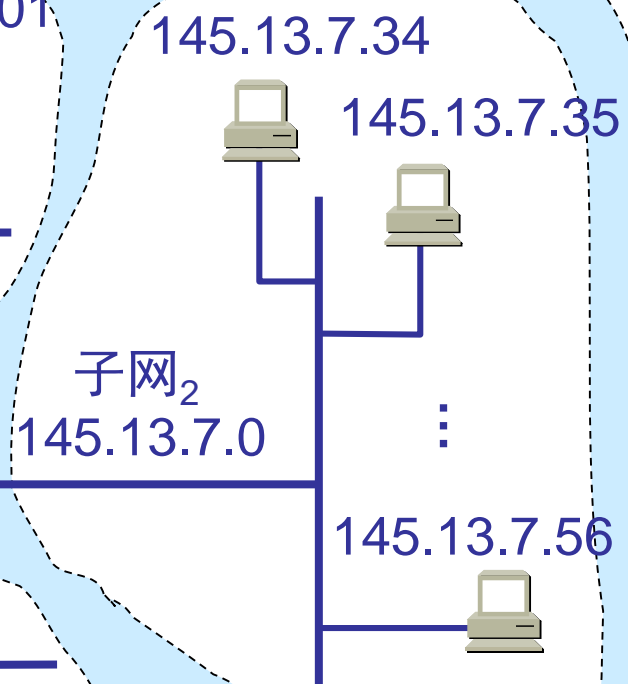
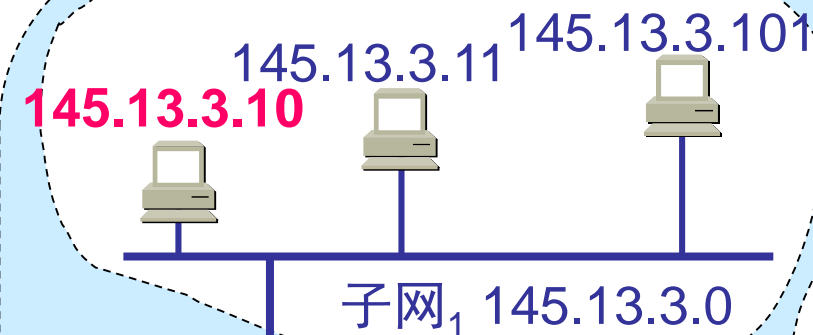
(IP 地址) AND (子网掩码) = 子网地址



[例]



所有到达网络
145.13.0.0
的分组均到达
此路由器



网络
145.13.0.0

目的网络地址

子网掩码

下一跳

145.13.3.0
145.13.7.0
145.13.21.0
.....

255.255.255.0
255.255.255.0
255.255.255.0
.....

接口 0
接口 1
接口 2
...

因特网的标准规定：

- 所有的网络都**必须使用子网掩码**，在路由器的路由表中也必须有子网掩码这一项；
- 如果一个网络**没有划分子网**，该网络的子网掩码**使用默认的子网掩码**。

A 类、B 类和 C 类 网络的默认子网掩码

A 类 地 址	网络地址	net-id		host-id 为全 0															
	默认子网掩码 255.0.0.0	1 1 1 1 1 1 1 1		0 0															
B 类 地 址	网络地址	net-id								host-id 为全 0									
	默认子网掩码 255.255.0.0	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																	
C 类 地 址	网络地址	net-id												host-id 为全 0					
	默认子网掩码 255.255.255.0	1 0 0 0 0 0 0 0 0																	

Internet 协议版本 4 (TCP/IPv4) 属性



常规

如果网络支持此功能，则可以获取自动指派的 IP 设置。否则，您需要从网络系统管理员处获得适当的 IP 设置。

☐ 自动获得 IP 地址 (Q)

☒ 使用下面的 IP 地址 (S):

IP 地址 (I):

59 . 64 . 66 . 167

子网掩码 (U):

255 . 255 . 255 . 0

默认网关 (D):

59 . 64 . 66 . 1

☐ 自动获得 DNS 服务器地址 (B)

☒ 使用下面的 DNS 服务器地址 (E):

首选 DNS 服务器 (P):

211 . 82 . 96 . 1

备用 DNS 服务器 (A):

211 . 82 . 96 . 2

☐ 退出时验证设置 (L)

高级 (V)...

确定

取消

申请到1个A、B或C类网络如何划分子网呢？



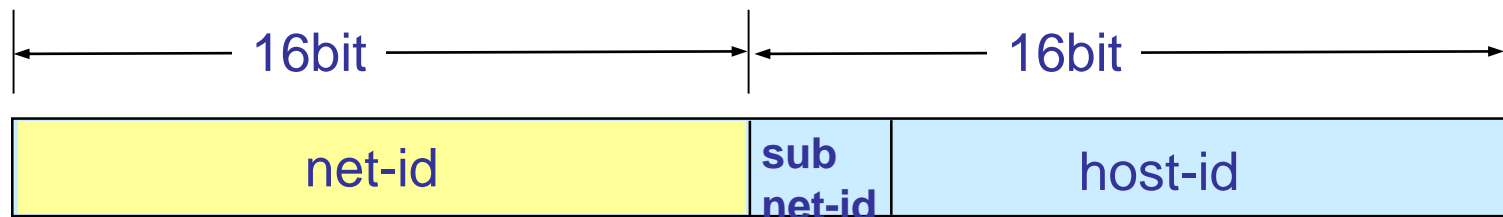
表1 B类网络的子网划分选择（使用固定长度子网）

子网号的位数	子网掩码	子网数	每个子网的主机数
2	255.255.192.0	2	16382
3	255.255.224.0	6	8190
4	255.255.240.0	14	4094
5	255.255.248.0	30	2046
6	255.255.252.0	62	1022
7	255.255.254.0	126	510
8	255.255.255.0	254	254
9	255.255.255.128	510	126
10	255.255.255.192	1022	62
11	255.255.255.224	2046	30
12	255.255.255.240	4094	14
13	255.255.255.248	8190	6
14	255.255.255.252	16382	2

B类地址的子网划分

1、子网号占2bit:

B类地址



子网掩码

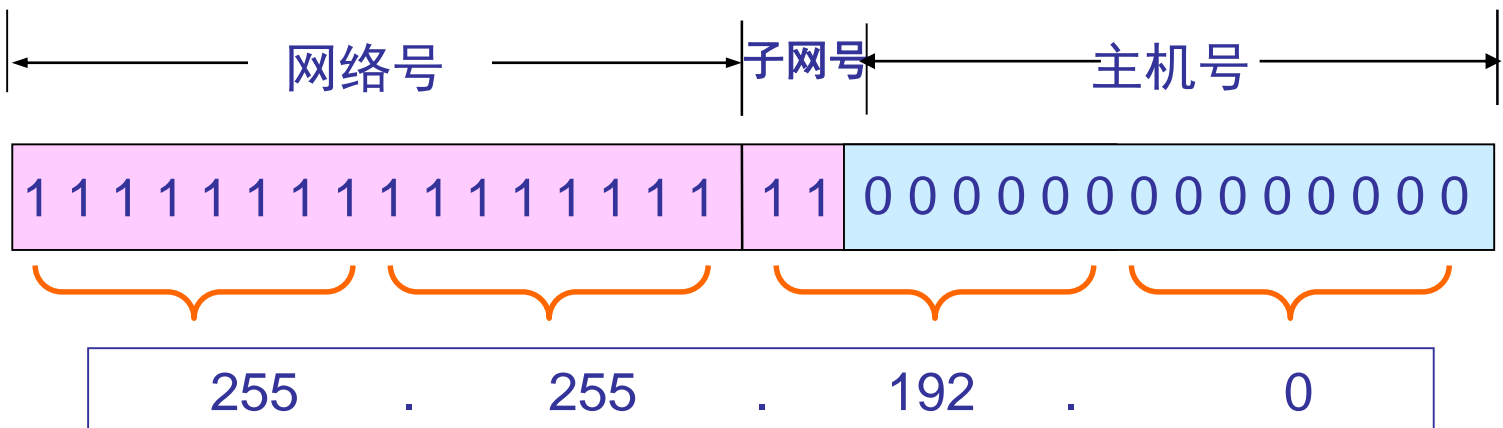


表1 B类网络的子网划分选择（使用固定长度子网）

子网号的位数	子网掩码	子网数	每个子网的主机数
2	255.255.192.0	2	16382
3	255.255.224.0	6	8190
4	255.255.240.0	14	4094
5	255.255.248.0	30	2046
6	255.255.252.0	62	1022
7	255.255.254.0	126	510
8	255.255.255.0	254	254
9	255.255.255.128	510	126
10	255.255.255.192	1022	62
11	255.255.255.224	2046	30
12	255.255.255.240	4094	14
13	255.255.255.248	8190	6
14	255.255.255.252	16382	2

【例】 已知 主机的IP 地址是 141.14.72.24，子网掩码是 255.255.192.0。试求该主机所在子网的子网地址。

(a) 点分十进制表示的 IP 地址

141	.	14	.	72	.	24
-----	---	----	---	----	---	----

(b) IP 地址的第 3 字节是二进制

141	.	14	.	01001000	.	24
-----	---	----	---	----------	---	----

(c) 子网掩码是 255.255.192.0

11111111	11111111	11000000	00000000
----------	----------	----------	----------

(d) IP 地址与子网掩码逐位相与

141	.	14	.	01000000	.	0
-----	---	----	---	----------	---	---






(e) 子网地址（点分十进制表示）

141	.	14	.	64	.	0
-----	---	----	---	----	---	---

[例]某单位为管理方便，拟将网络 195.3.1.0 划分为 5 个子网，每个子网中的计算机数不超过 15 台，请规划该子网，并写出子网掩码和每个子网的子网地址。

分析：子网号占3bit，主机号占5bit：

1、子网地址：

195. 3. 1. 001XXXXX		195. 3. 1. 32
195. 3. 1. 010XXXXX		195. 3. 1. 64
195. 3. 1. 011XXXXX		195. 3. 1. 96
195. 3. 1. 100XXXXX		195. 3. 1. 128
195. 3. 1. 101XXXXX		195. 3. 1. 160

2、子网掩码：255.255.255.224

【课堂练习】

- 1、一个网络的掩码为255.255.255.248，该网络能连接多少台主机？
- 2、一个A类网络和一个B类网络的子网号分别是16bit和8bit，这两个网络的子网掩码有何不同？
- 3、一个B类网络的子网掩码为255.255.240.0，在其中每一个子网上连接的主机数最多是多少台？
- 4、某个IP地址的十六进制表示是C2.2F.14.81,其点分十进制表示是多少？这个地址是哪类IP地址？

- 划分子网在一定程度上缓解了因特网在发展中遇到的困难。
- 但对有些问题无很好的解决办法

1992 年因特网面临三个必须尽早解决的问题：

- B 类地址在 1992 年已分配了近一半，眼看很快就将全部分配完毕！
- 因特网主干网上的路由表中的项目数急剧增长（从几千个增长到几万个）。
- 整个 IPv4 的地址空间最终将全部耗尽。

怎么办呢？



采用无分类编址方法



IP 地址的编址方法（IPv4中）

- **分类的 IP 地址**。这是最基本的编址方法，在 1981 年通过了**分类的 IP 地址**的编址标准。
- **子网的划分**。这是对最基本的编址方法的改进，其标准[RFC 950]在 1985 年通过。
- **构成超网（CIDR地址块）**。这是比较新的无分类编址方法。1993 年提出后很快就得到推广应用。

3.5 无分类编址（构造超网）

- 无分类编址——CIDR（读音是“sider”）
CIDR---Classless Inter-Domain Routing
CIDR的正式名字是**无分类域间路由选择**
（又称为无分类编址）
- 1993年形成CIDR的RFC文档

目前IPV4
中采用的
IP地址编
址方法

1、无分类编址（**CIDR**）最主要的特点

- **CIDR** 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** 使用各种长度的“**网络前缀**”来代替划分子网阶段中的**网络号和子网号**。
- **IP** 地址从三级编址（划分子网）又回到了两级编址。

2、无分类编址的IP地址的记法是：

IP地址 ::= {<网络前缀>, <主机号>}/网络前缀所占比特数

即使用“**斜线记法**”，即在IP地址后面加上一个斜线“/”，然后写上网络前缀所占的比特数。

【例】128.14.46.34/20

无分类编
址阶段IP
地址的表
达方式

- 在无分类编址阶段，将网络前缀都相同的连续的 IP 地址空间称为“**CIDR 地址块**”。

3、CIDR 地址块的表示方法

(1) 128.14.32.0~ 128.14.47.255 (/20)

地址块起始
IP地址

地址块最大
IP地址

网络前缀占
用的bit数

(2) 128.14.32.0 /20

(3) /20

(4) 采用二进制的表达方式表示地址块

【例】 对于10.0.0.0/10地址块， 表示为

00001010 00*

网络前缀

表示 IP 地址中的主机号，
可以是任意值

IP 地址分配通知

深圳市明宣科技有限公司：

经过审核，CNNIC 现将以下 IPv4 地址空间分配给贵单位：

203.99.80.0 - 203.99.95.255 (/20)

地址使用费交至：2007 年 3 月 16 日



注意事项：

1. 贵公司向客户分配的地址是不可携带的(non-portable)，当客户断开与贵公司的连接时，贵公司负责收回分配给该客户的地址。
2. 如果技术上可行，新分配的地址应该尽可能的与贵公司的其他地址完成聚类操作，以减少路由负担。
3. 当贵公司为客户分配地址时，贵公司必须遵守分配窗口（Assignment window）的政策，贵公司现在的分配窗口大小是/29（8 个地址）。如果贵公司给客户分配的地址量大于 8 个，贵公司需要向 CNNIC 提交第二意见表，CNNIC 同意后，贵公司才可以给客户发放 IP 地址。

思考：128.14.32.0~ 128.14.47.255
(/20)地址块中包含多少个IP地址，
地址掩码是多少？



128.14.32.0~ 128.14.47.255

(/20)

最小地址

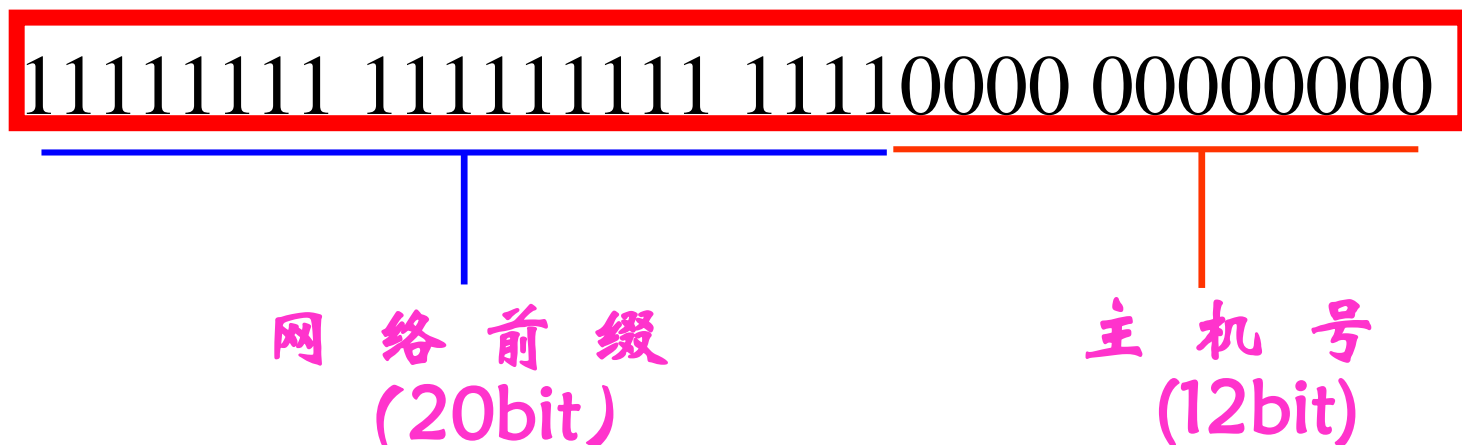
所有地址
的 20 bit
前缀都是
一样的

10000000	00001110	00100000	00000000
10000000	00001110	00100000	00000001
10000000	00001110	00100000	00000010
10000000	00001110	00100000	00000011
10000000	00001110	00100000	00000100
10000000	00001110	00100000	00000101
...		...	
10000000	00001110	00101111	11111011
10000000	00001110	00101111	11111100
10000000	00001110	00101111	11111101
10000000	00001110	00101111	11111110
10000000	00001110	00101111	11111111

最大地址

该地址块包含 2^{12} 个IP地址，其中可分配的IP地址数是 $2^{12} - 2$

该地址块的地址掩码(由一连串的1和一连串的0构成):



该地址块的地址掩码是 255.255.240.0。

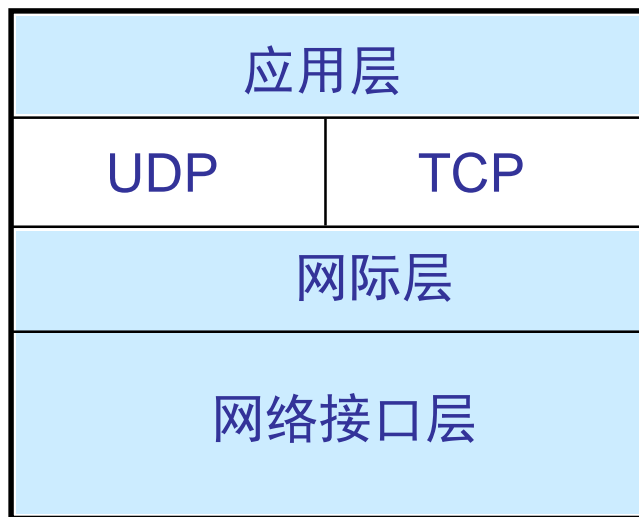
常用的CIDR地址块

CIDR前缀长度	地址掩码	包含的地址数	包含的分的网络数
/13	255.248.0.0	512K	8个B类或2048个C类
/14	255.252.0.0	256K	4个B类或1024个C类
/15	255.254.0.0	128K	2个B类或512个C类
/16	255.255.0.0	64K	1个B类或256个C类
/17	255.255.128.0	32K	128个C类
/18	255.255.192.0	16K	64个C类
/19	255.255.224.0	8K	32个C类
/20	255.255.240.0	4K	16个C类
/21	255.255.248.0	2K	8个C类
/22	255.255.252.0	1K	4个C类
/23	255.255.254.0	512	2个C类
/24	255.255.255.0	256	1个C类
/25	255.255.255.128	128	1/2个C类
/26	255.255.255.192	64	1/4个C类
/27	255.255.255.224	32	1/8个C类

3.6传输层协议

- 用户数据报协议 **UDP**
- 传输控制协议 **TCP**

传输层



使用UDP和TCP协议的各种应用和应用层协议

应 用	应用层协议	传输层协议
域名转换	DNS	UDP
简单文件传送	TFTP	UDP
路由选择协议	RIP	UDP
IP地址分配	DHCP	UDP
网络管理	SNMP	UDP
远程文件共享	NFS	UDP
IP电话	专用协议(RTP)	UDP
流式多媒体通信	专用协议(RTSP)	UDP
多播	IGMP	UDP
电子邮件	SMTP	TCP
远程终端接入	TELNET	TCP
万维网	HTTP	TCP
文件传输	FTP	TCP

实时性

可靠性

- TCP 封装的数据单元称为 **TCP 报文段**
- UDP 封装的数据单元称为 **UDP 用户数据报**。

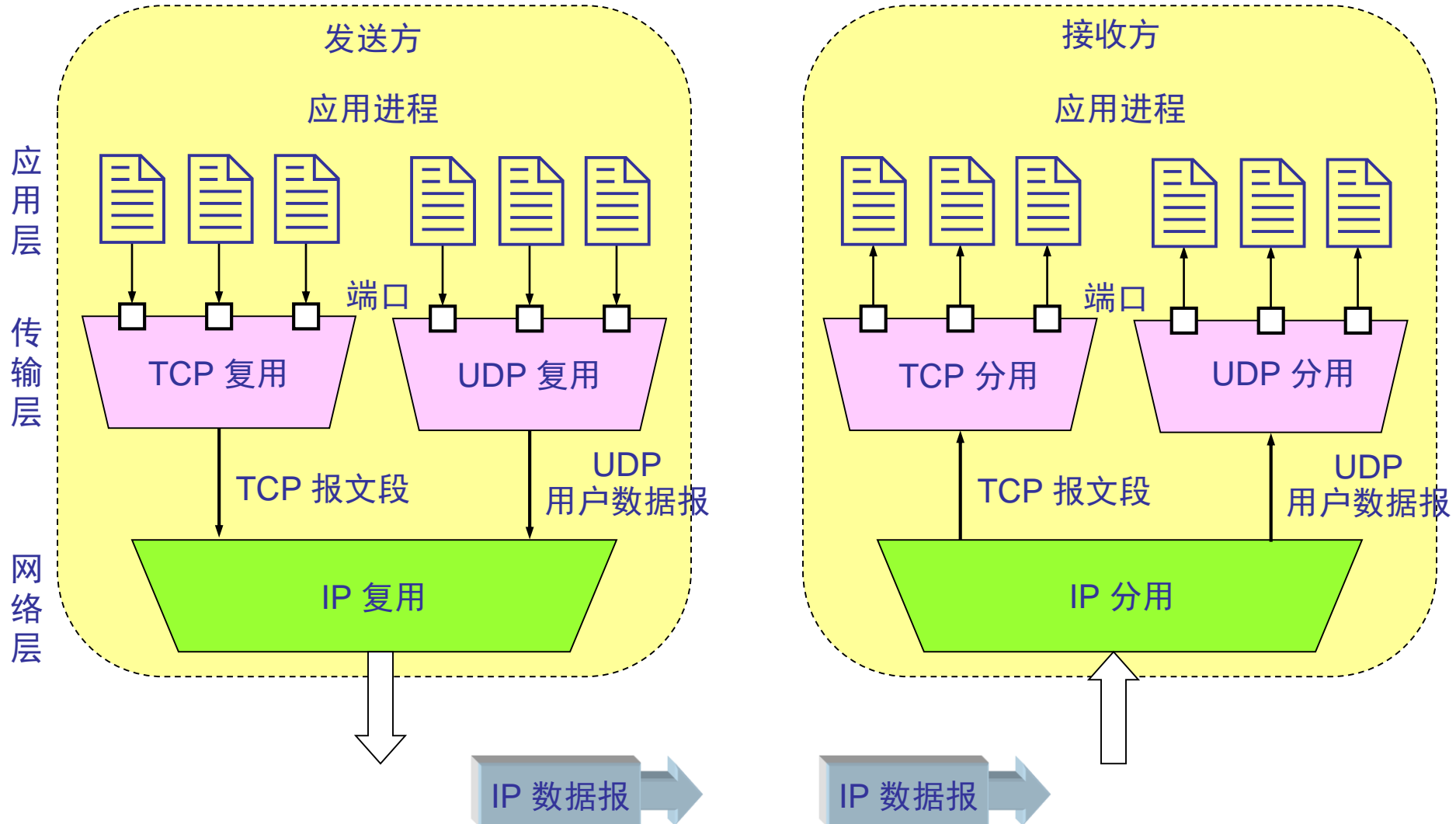
- 无论是TCP 还是UDP 都要利用端口来实现一对应用进程之间的通信

3.6.1 端口

- 端口的作用：
标识应用层的应用进程。

(1) 发送端，应用层将应用进程传递过来的数据通过端口向下交付给传输层
(2) 接收端，传输层根据目的端口号将数据交付给应用层相应的进程。

端口在进程之间的通信中所起的作用



如何来标识端口？

- 端口用一个16 bit 端口号进行标识。

端口范围：0~65535

端口的分类

- 服务器端使用的端口号

- 1、熟知端口号（固定），其数值为 0~1023，由 IANA 负责分配

查询 <http://www.iana.org>

- 2、登记端口号，其数值为 1024~49151，未获得熟知端口号的应用进程，在 IANA 登记

- 客户端使用的端口号（临时）

临时端口号，其数值为 49152~65535，用来随时分配给请求通信的客户进程，由运行客户进程的本机操作系统临时分配的。

常用的服务器端使用的熟知端口

应用进程	FTP	TELENET	SMTP	DNS	TFTP	HTTP	SNMP
熟知端口	21	23	25	53	69	80	161

3.6.2 用户数据报协议 UDP

1. UDP 的特点:

- UDP是无连接的，即发送数据之前不需要建立连接
- UDP承诺尽最大努力交付，不保证可靠交付

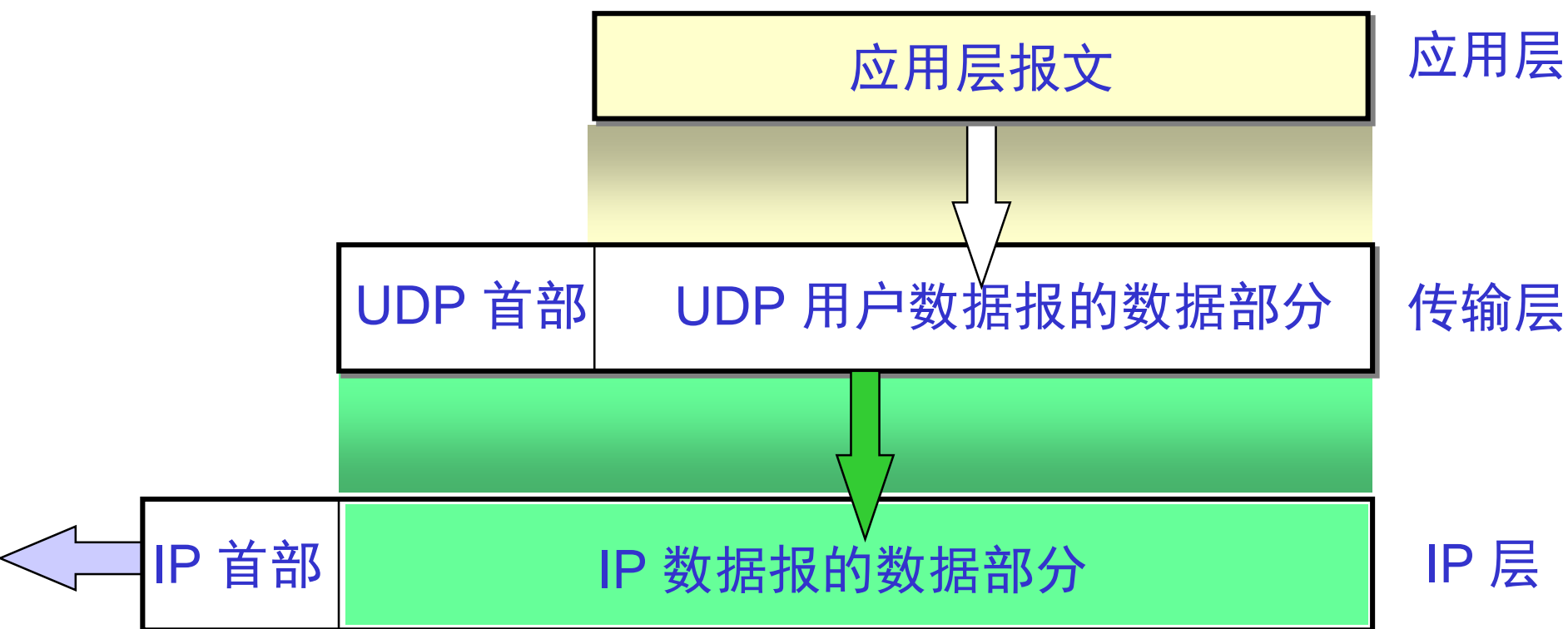
UDP实现比较简单

UDP 不需要复杂的机制和过多的额外开销保证可靠传输

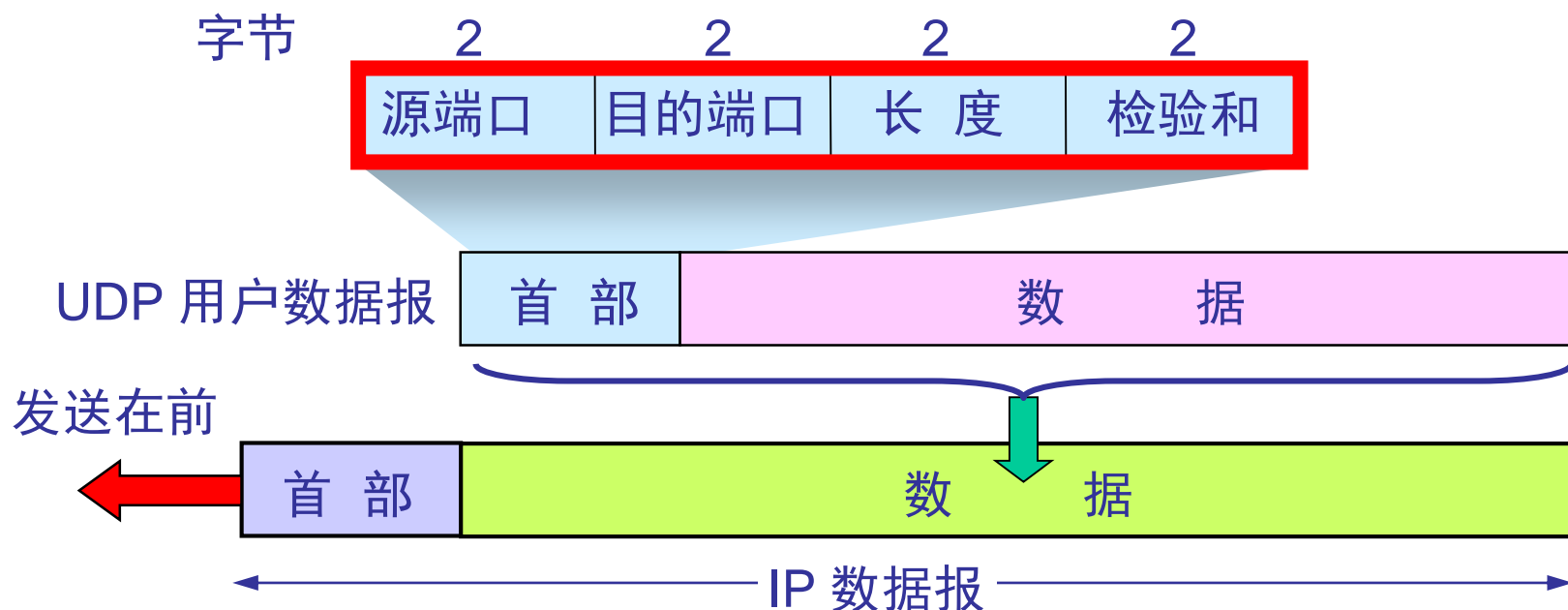
UDP 用户数据报只有8个字节的首部开销

- 适用场合：某些实时性要求比较高的应用场合。（IP电话、实时视频会议）

2. UDP 用户数据报的首部格式



用户数据报 UDP 有两个字段：数据字段和首部
字段。首部字段有 8 个字节，由 4 个字段组成，
每个字段都是两个字节。



[例题]

- 一个UDP 用户数据报的首部的十六进制表示是： **C632 0045 001C E217**
 - (1) 试求源端口号、目的端口、用户数据报的总长度、数据部分长度。
 - (2) 这个数据报是从客户端发给服务器端，还是服务器端发给客户的？
 - (3) 服务器端使用**UDP** 的这个服务器进程是什么？

解：

源端口	目的端口	总长度	校验和
C632	0045	001C	E217

(1) 源端口号： $C \times 16^3 + 6 \times 16^2 + 3 \times 16^1 + 2 \times 16^0 = 50738$

目的端口号： $4 \times 16^1 + 5 \times 16^0 = 69$

用户数据报的总长度： $1 \times 16^1 + C \times 16^0 = 28$

数据部分长度： $28 - 8 = 20$

(2) 从客户端发给服务器端；

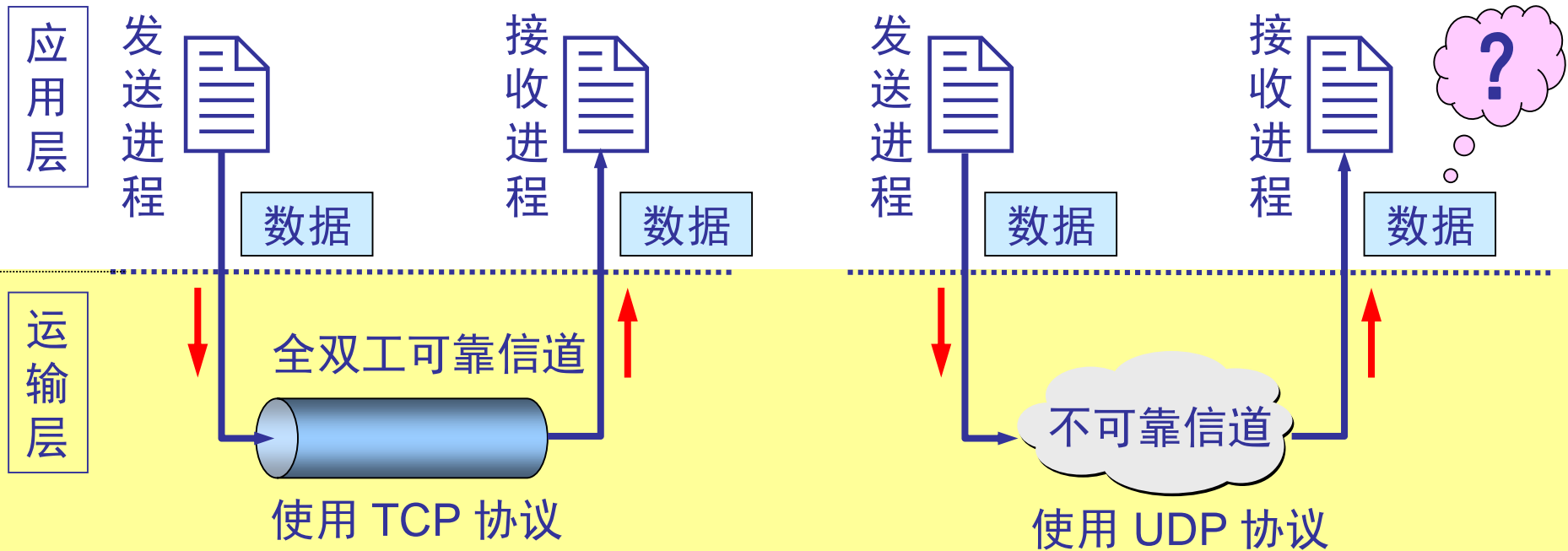
(3) TFTP；

3.6.3 传输控制协议 TCP

TCP 主要的特点：

- TCP 是**面向连接**的传输层协议。
- TCP 提供**全双工、可靠的数据**交付服务。
- 适用场合：某些可靠性要求比较高的应用场合（电子邮件、万维网、文件传输....）。

传输层向上提供可靠的和不可靠的逻辑通信信道



TCP面向连接的可靠数据传输，由以下机制来保证：

☀ ● 带序号的确认机制

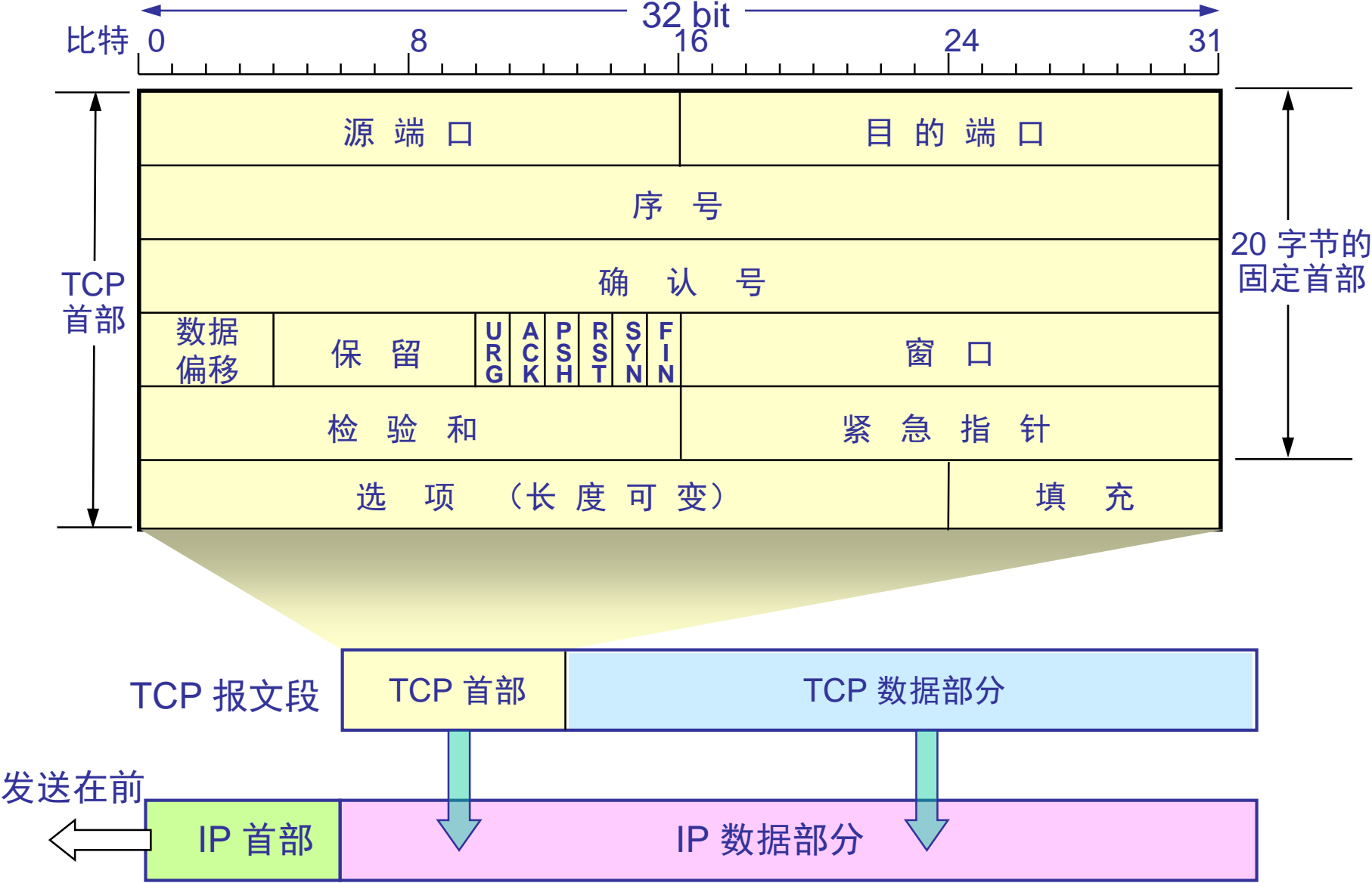
● 流量控制机制

● 拥塞控制机制

● 超时重传机制

● 连接管理机制

(一) TCP报文段的首部





源端口和目的端口字段——各占 2 字节。端口是运输层与应用层的服务接口。运输层的复用和分用功能都要通过端口才能实现。



序号字段——占 4 字节。TCP 连接中传送的数据流中的每一个字节都编上一个序号。序号字段的值则指的是本报文段所发送的数据的第一个字节的序号。

发送方

接收方



应用进程



应用进程

21
20
19

字节流

把字节写入
发送缓存

TCP

18 17 16 15 14

加上 TCP 首部
构成 TCP 报文段

13 12 11 H

10 9 H

发送 TCP 报文段

8 7 6 H

TCP 连接

H

表示 TCP 报文段的首部

x

表示序号为 x 的数据字节

从接收缓存
读取字节

TCP

5 4

0
1
2
3

字节流



确认号字段——占 4 字节，是期望收到对方的下一个报文段的数据的第一个字节的序号。

发送方

接收方



应用进程



应用进程

21
20
19

字节流

把字节写入
发送缓存

TCP

18 17 16 15 14

加上 TCP 首部
构成 TCP 报文段

13 12 11 H

10 9 H

发送 TCP 报文段

8 7 6 H

TCP 连接

H

表示 TCP 报文段的首部

x

表示序号为 x 的数据字节

从接收缓存
读取字节

TCP

5 4

0
1
2
3

字节流

例题：

主机A向主机B连续发送了2个TCP报文段，其序号分别是60和90。试问：

- (1) 第一个报文段携带了多少字节的数据？ **30字节**
- (2) 主机B收到第一个报文段后发回的确认中的确认号应当是多少？ **90**
- (3) 如果B收到第二个报文段后发回的确认中的确认号是180，试问A发送的第二个报文段中的数据有多少个字节？ **90**

练习1:

主机A向主机B连续发送了2个TCP报文段，其序号分别是120和160。试问：

- (1) 第一个报文段携带了多少字节的数据？ **40字节**
- (2) 主机B收到第一个报文段后发回的确认中的确认号应当是多少？ **160**
- (3) 如果B收到第二个报文段后发回的确认中的确认号是200，试问A发送的第二个报文段中的数据有多少个字节？ **40**

练习2:

主机甲与主机乙之间已建立一个TCP连接，主机甲向主机乙发送了3个连续的TCP报文段，分别包含100字节、200字节和300字节的数据，第3个报文段的序号为700。问：

- (1) 第一个报文段的序号是多少？
- (2) 若主机乙正确接收到这三个报文段，主机乙发送给主机甲的确认序号是多少？

解：

(1) TCP段首部中的序号字段是指本报文段所发送的数据的第一个字节的序号。

第三个报文段的序号为700，则第二个报文段的序号为 $700-200=500$ ；

第一个报文段的序号是 $500-100=400$ ；

(2) 确认号是期待收到对方下一个报文段的第一个字节的序号。现在主机乙期待收到第四个报文段，故发给甲的确认号是 $700+300=1000$ 。



数据偏移——占 4 bit，它指出 TCP 报文段的数据起始处距离 TCP 报文段的起始处有多远。“数据偏移”的单位不是字节而是 32 bit 字（4 字节为计算单位）。

TCP面向连接的可靠数据传输，由以下机制来保证：

- 带序号的确认机制
- 流量控制机制
- 拥塞控制机制
- 超时重传机制
- 连接管理机制

主要内容:

- OSI参考模型

- TCP/IP参考模型

- ☀ ● 网际层协议——IP

- ☀ ● 传输层协议——TCP、UDP

- ☀ ● 应用层协议——HTTP、SMTP、FTP、**DHCP**...

- ☀ ● 网络测试

- { ipconfig命令
 - ping命令
 - tracert命令

3.7应用层协议

- 域名系统（DNS）
 - 超文本传输协议（HTTP）
 - 电子邮件传输协议(SMTP、POP3/IMAP)
 - 文件传输协议(FTP)
 - 动态主机配置协议（DHCP）
-

3.7.1动态主机配置

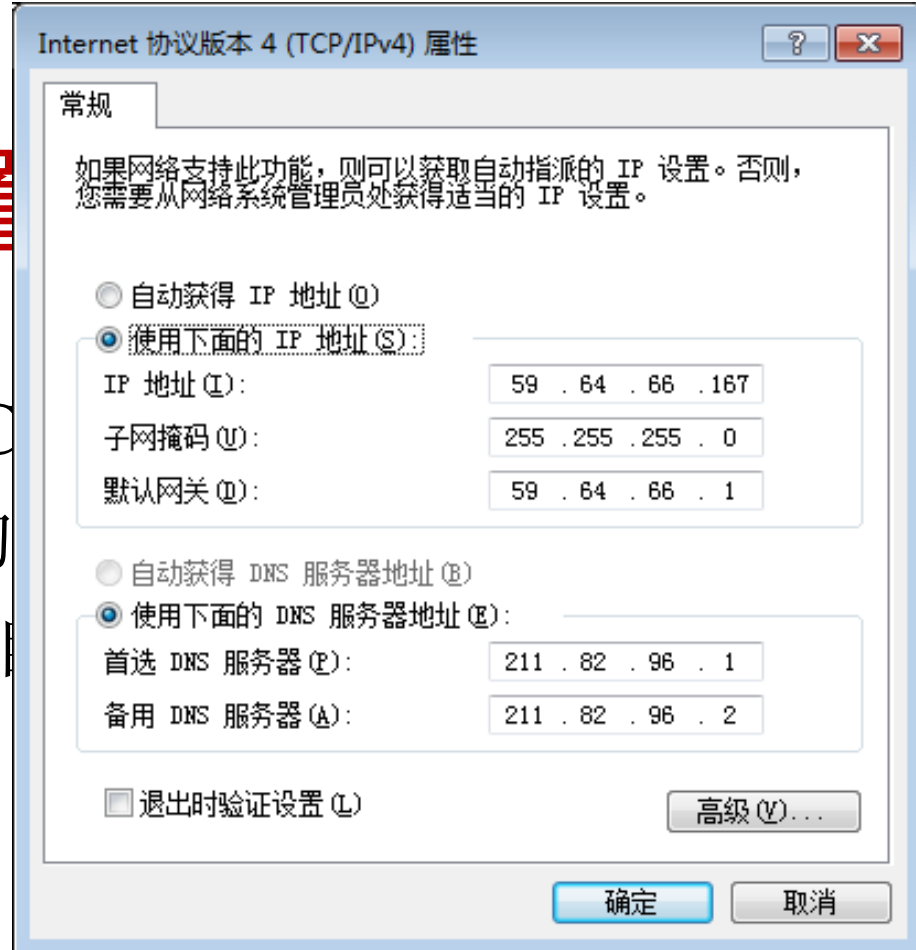
- DHCP-----Dynamic Host C
- 是IETF为实现IP地址等的
- DHCP服务器可为客户机

IP地址

子网掩码

缺省网关

DNS服务器的IP地址
等TCP/IP参数。



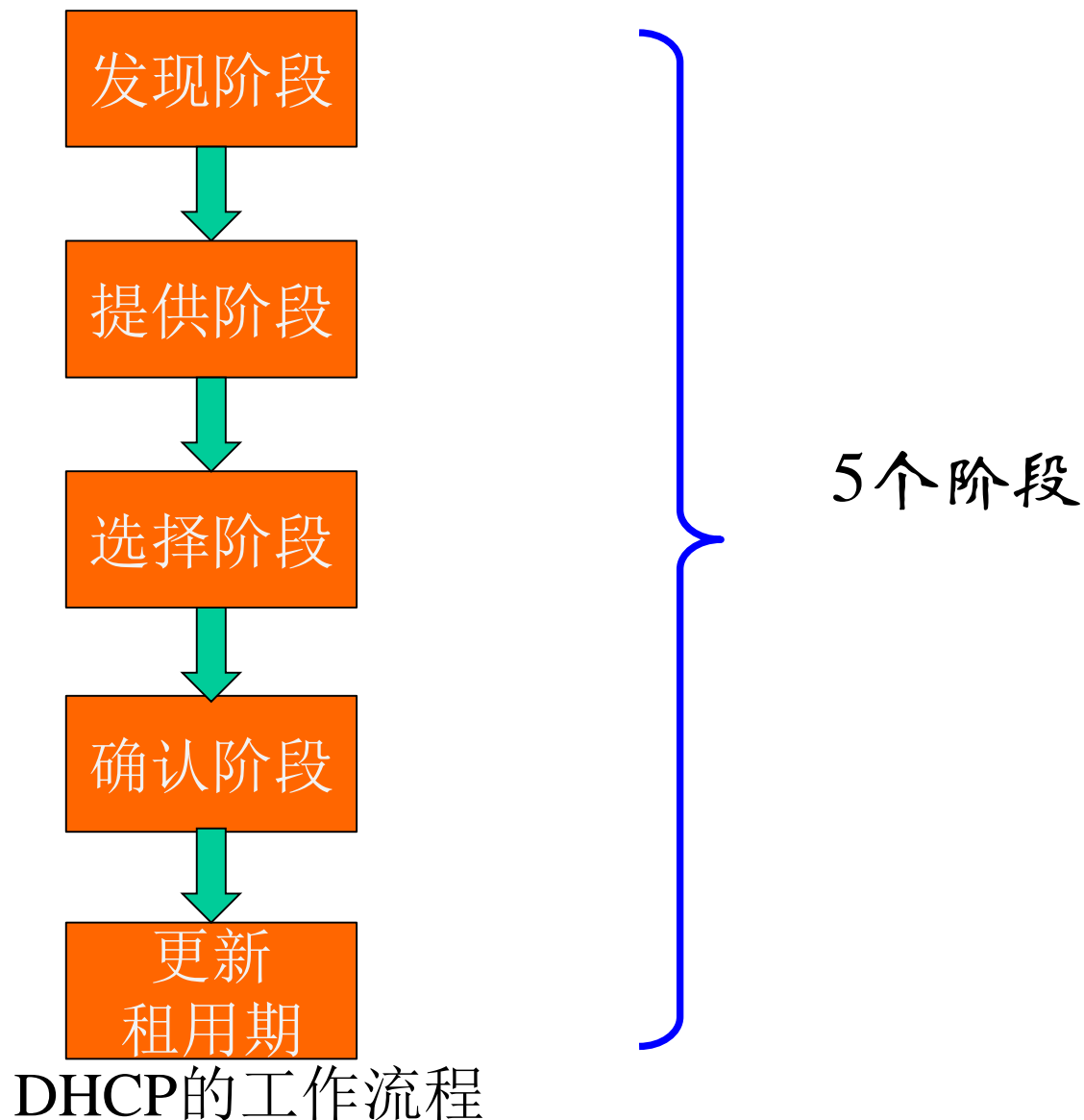
网络管理变得高效

DHCP服务器的优点

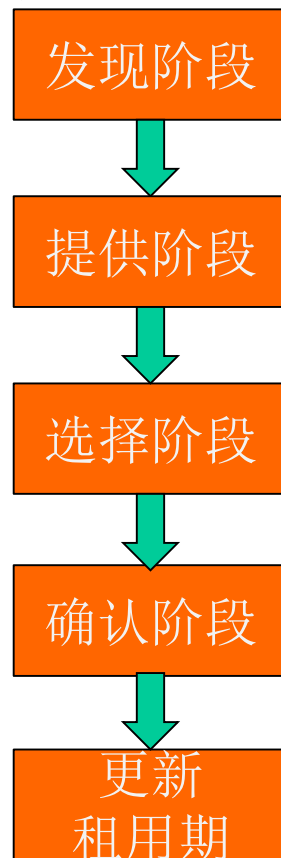
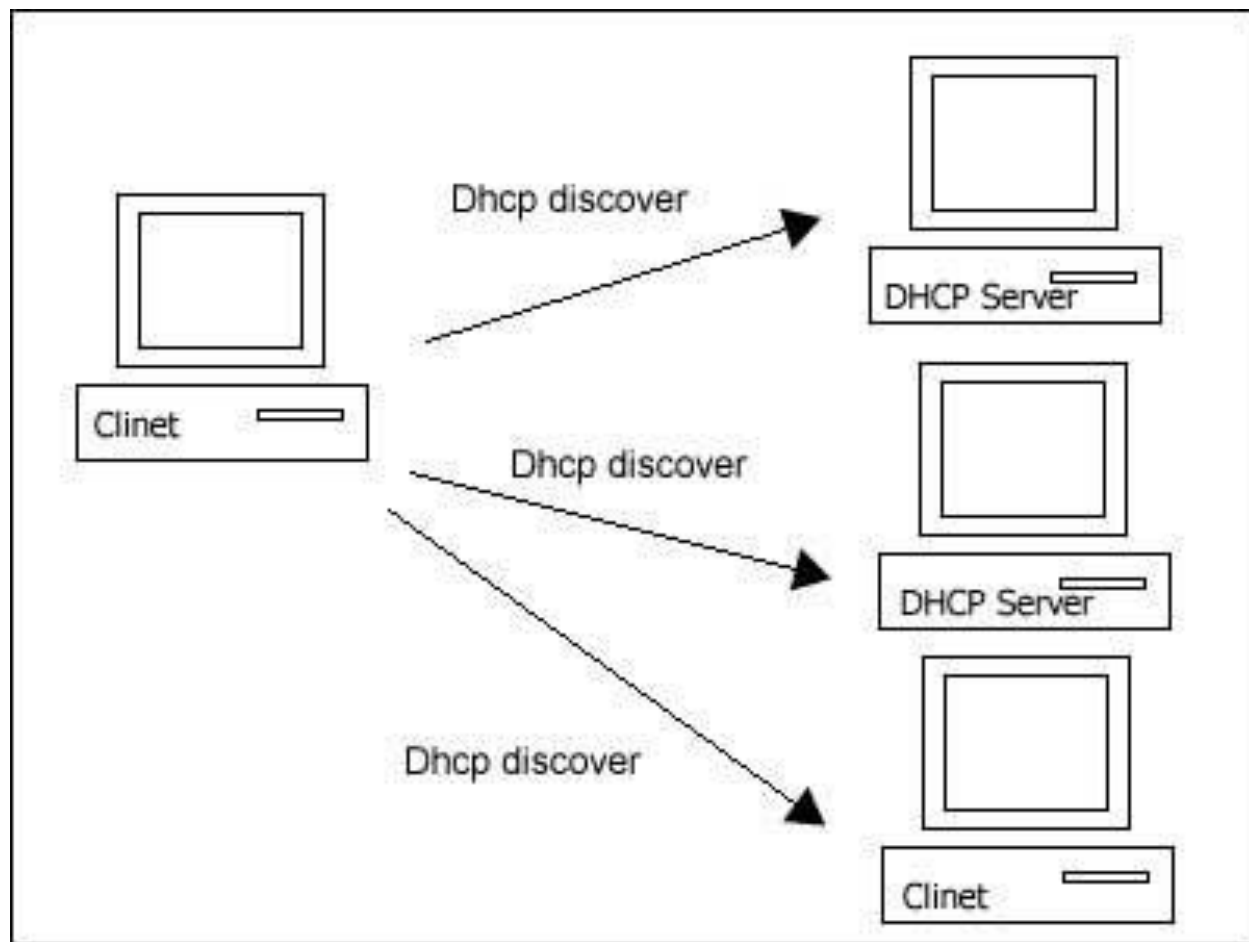
- 简化网管员为主机分配IP地址的工作
- 可确保分配的IP地址不重复
- 只在客户机需要时分配，提高了IP地址的使用率

DHCP服务器是如何实现给主机动态的分配IP地址的呢？

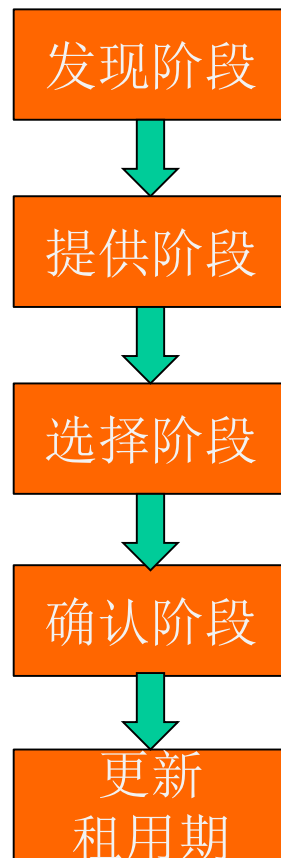
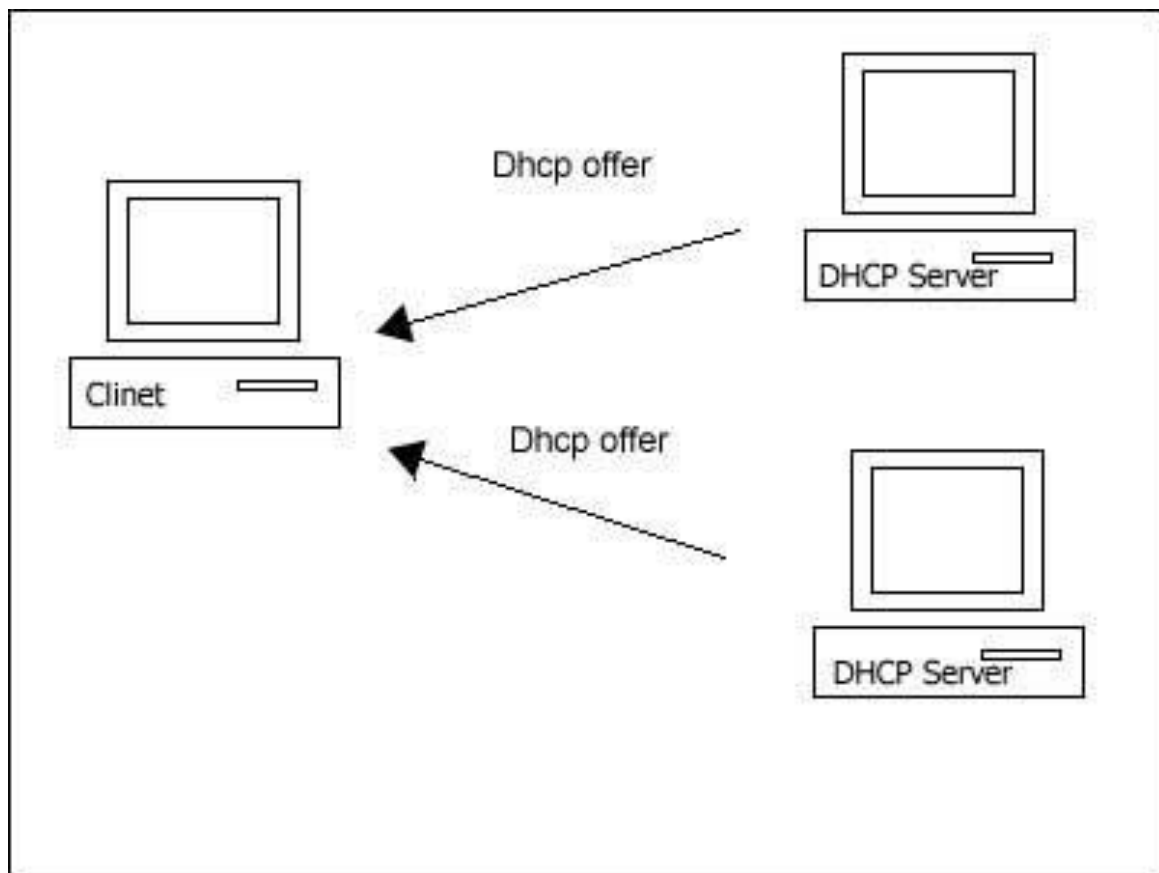
通过DHCP服务器和客户端主机之间的通信实现的



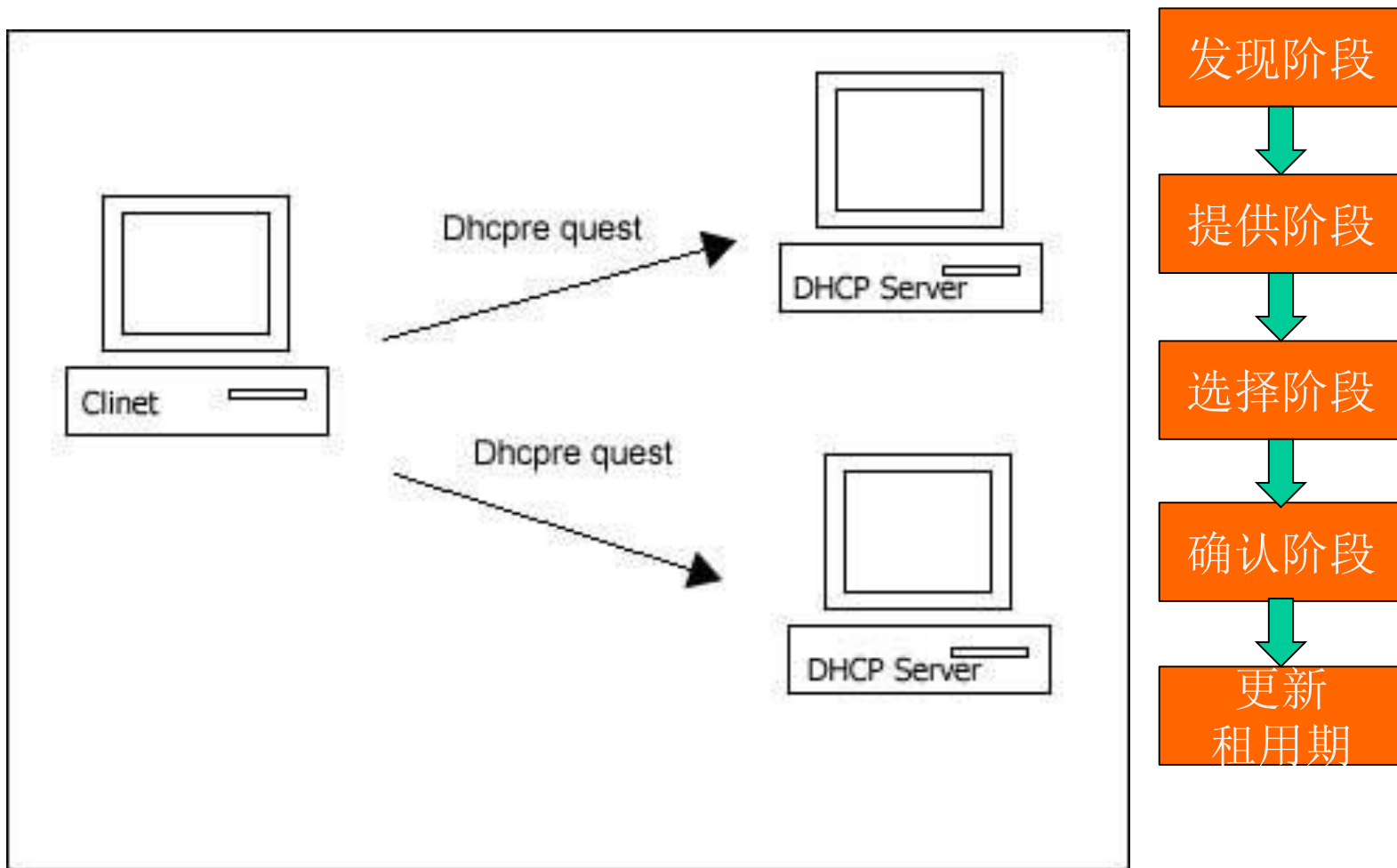
1.发现阶段，即DHCP客户机发现DHCP服务器的阶段。
(目的IP地址255.255.255.255，源IP地址是0.0.0.0)



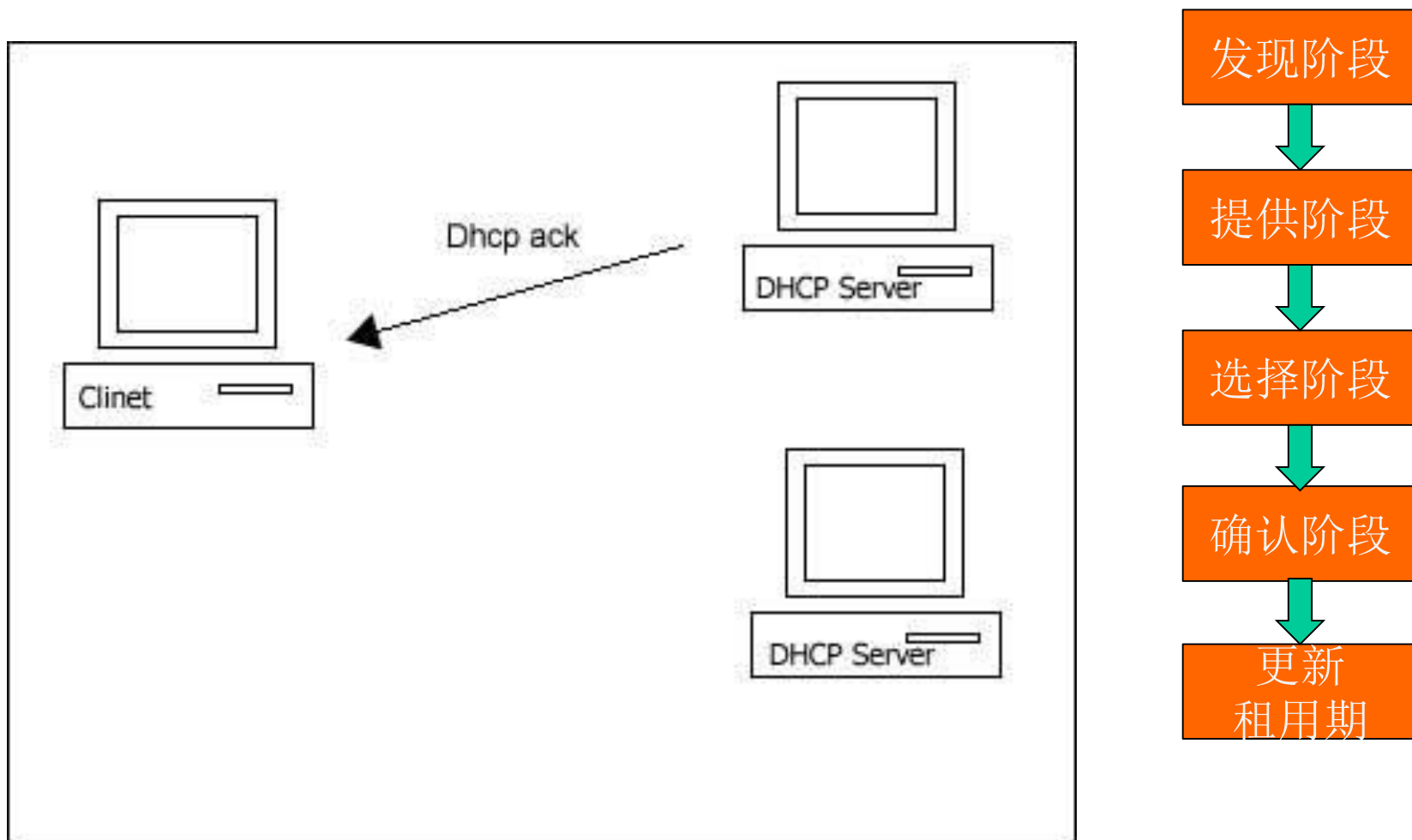
2.提供阶段，即DHCP服务器将它所提供的**IP地址的摘要信息**发送给客户机。



3.选择阶段，即DHCP客户机选择某一台DHCP服务器为它提供IP地址。（广播的方式）



4.确认阶段，即被选中的**DHCP服务器**向客户端发送确认报文段，分配**IP地址**、**子网掩码**、**网关**、**DNS服务器的IP地址**等详细信息。



5. 更新租用期

租用期过了一半，客户端主机向DHCP服务器发送**请求报文**要求更新租用期。

```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\Administrator>ipconfig/all

Windows IP 配置

主机名                : PC-201211061145
主 DNS 后缀           :
节点类型               : 混合
IP 路由已启用         : 否
WINS 代理已启用       : 否

无线局域网适配器 无线网络连接:

连接特定的 DNS 后缀   :
描述                  : Intel(R) Wireless WiFi Link 4965AG
物理地址              : 00-21-5C-35-48-BF
DHCP 已启用           : 是
自动配置已启用        : 是
本地连接 IPv6 地址     : fe80::1448:4d00:773e:15f4%13(首选)
IPv4 地址             : 10.2.1.214(首选)
子网掩码              : 255.255.248.0
获得租约的时间        : 2013年9月29日 15:01:39
租约过期的时间        : 2013年9月29日 19:01:39
默认网关              : 10.2.0.1
DHCP 服务器           : 6.6.6.6
DHCPv6 IAID           : 218112348
```

重新登录怎么办呢？



发现阶段



提供阶段



选择阶段



确认阶段



更新
租用期

- 客户机每次重新登录网络时，就不需要从第1步（发送DHCPdiscover发现报文）开始了；
- 从第3步开始：
 - 直接向上次给它提供IP地址的DHCP服务器发送DHCPrequest请求报文，告诉它上次分配给它的IP地址。
 - 当DHCP服务器收到请求报文后，它会尝试让客户机继续使用原来的IP地址，并回答一个DHCPack确认报文。
 - 如果此IP地址已分配给其它客户机使用，则DHCP服务器给客户机回送一个DHCPnack否认报文。
 - 客户机收到此DHCPnack否认报文后，它就必须从第1步发现阶段开始，重新申请IP地址。



3.8网络层测试

常用的网络测试命令：

- ipconfig
- ping
- tracert （traceroute）

1、ipconfig

- 功能：显示网络接口的配置信息，如IP地址、子网掩码、网关、物理地址、DNS。

- 用法：

- ipconfig

- ipconfig/all

- ipconfig/release

- ipconfig/renew

- ipconfig /flushdns

C:\Users\Administrator>ipconfig

Windows IP 配置

无线局域网适配器 无线网络连接:

连接特定的 DNS 后缀 :
本地连接 IPv6 地址 : fe80::1448:4d00:773e:15f4%13
IPv4 地址 : 192.168.1.2
子网掩码 : 255.255.255.0
默认网关 : 192.168.1.1

以太网适配器 本地连接:

媒体状态 : 媒体已断开
连接特定的 DNS 后缀 :

以太网适配器 VMware Network Adapter VMnet1:

连接特定的 DNS 后缀 :
本地连接 IPv6 地址 : fe80::1189:32cb:ab28:ce99%15
IPv4 地址 : 192.168.45.1
子网掩码 : 255.255.255.0

C:\Users\Administrator ipconfig/all

无线局域网适配器 无线网络连接:

```
连接特定的 DNS 后缀 . . . . . :  
描述 . . . . . : Intel(R) Wireless WiFi Link 4965AG  
物理地址. . . . . : 00-21-5C-35-48-BF  
DHCP 已启用 . . . . . : 是  
自动配置已启用 . . . . . : 是  
本地链接 IPv6 地址 . . . . . : fe80::1448:4d00:773e:15f4%13(首选)  
IPv4 地址 . . . . . : 192.168.1.2(首选)  
子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0  
获得租约的时间 . . . . . : 2013年9月29日 9:21:56  
租约过期的时间 . . . . . : 2013年9月30日 9:21:55  
默认网关 . . . . . : 192.168.1.1  
DHCP 服务器 . . . . . : 192.168.1.1  
DHCPv6 IAID . . . . . : 218112348  
DHCPv6 客户端 DUID . . . . . : 00-01-00-01-18-2A-40-9B-00-1D-72-94-74-38  
DNS 服务器 . . . . . : 211.82.96.1  
                        211.82.96.2  
TCP/IP 上的 NetBIOS . . . . . : 已启用
```

以太网适配器 本地连接:

```
媒体状态 . . . . . : 媒体已断开
```

C:\Users\123>ipconfig/release

Windows IP 配置

不能在 本地连接 上执行任何操作，它已断开媒体连接。

无线局域网适配器 无线网络连接:

连接特定的 DNS 后缀	:	
本地连接 IPv6 地址	:	fe80::95e8:30f5:4a75:18f1%12
默认网关	:	

以太网适配器 本地连接:

媒体状态	:	媒体已断开
连接特定的 DNS 后缀	:	

以太网适配器 VMware Network Adapter VMnet1:

连接特定的 DNS 后缀	:	
本地连接 IPv6 地址	:	fe80::44ea:78b5:917e:f1a7%14
IPv4 地址	:	192.168.17.1
子网掩码	:	255.255.255.0
默认网关	:	

```
C:\Users\Administrator>ipconfig/renew
```

Windows IP 配置

不能在 本地连接 上执行任何操作，它已断开媒体连接。

无线局域网适配器 无线网络连接:

```
连接特定的 DNS 后缀 . . . . . :  
本地连接 IPv6 地址 . . . . . : fe80::1448:4d00:773e:15f4%13  
IPv4 地址 . . . . . : 192.168.1.2  
子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0  
默认网关 . . . . . : 192.168.1.1
```

以太网适配器 本地连接:

```
媒体状态 . . . . . : 媒体已断开  
连接特定的 DNS 后缀 . . . . . :
```

以太网适配器 VMware Network Adapter VMnet1:

```
连接特定的 DNS 后缀 . . . . . :  
本地连接 IPv6 地址 . . . . . : fe80::1189:32cb:ab28:ce99%15  
IPv4 地址 . . . . . : 192.168.45.1
```

```
C:\Users\LYP>ipconfig/flushdns
```

```
Windows IP 配置
```

```
已成功刷新 DNS 解析缓存。
```

```
C:\Users\LYP>_
```

2、PING -----Packet InterNet Groper

● 功能：

- (1) 测试本地主机的网络配置是否正确（本地回环测试）
- (2) 测试本地网络的连通性（测试本地主机到网关是否连通）
- (3) 测试到远程网络的连通性（测试本地主机与远程主机是否连通）

● 用法：

PING 目标主机的域名（或IP地址）

- (1) PING localhost/本机IP地址/127.0.0.1（本地回环测试）
- (2) PING 网关的IP地址（PING 网关）
- (3) PING 远程主机的域名/IP地址（PING 远程主机）

C:\ 管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe



Microsoft Windows [版本 6.1.7601]

版权所有 (c) 2009 Microsoft Corporation。保留所有权利。

本地回环测试

C:\Users\Administrator>ping localhost

正在 Ping PC-201211061145 [127.0.0.1] 具有 32 字节的数据:

来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

127.0.0.1 的 Ping 统计信息:

数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),

往返行程的估计时间(以毫秒为单位):

最短 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms

C:\Users\Administrator>

C:\ 管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe



Microsoft Windows [版本 6.1.7601]

版权所有 (c) 2009 Microsoft Corporation。保留所有权利。

C:\Users\Administrator>ping 127.0.0.1

本地回环测试

正在 Ping 127.0.0.1 具有 32 字节的数据:

来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

127.0.0.1 的 Ping 统计信息:

数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),

往返行程的估计时间(以毫秒为单位):

最短 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms

C:\Users\Administrator>

C:\Windows\system32\cmd.exe



本地回环测试

C:\Users\Administrator>ping 192.168.1.2

正在 Ping 192.168.1.2 具有 32 字节的数据:

来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

192.168.1.2 的 Ping 统计信息:

数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),

往返行程的估计时间(以毫秒为单位):

最短 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms

C:\Users\Administrator>

C:\Windows\system32\cmd.exe

网关

C:\Users\Administrator>ping 192.168.1.1

正在 Ping 192.168.1.1 具有 32 字节的数据:

来自 192.168.1.1 的回复: 字节=32 时间=3ms TTL=64

来自 192.168.1.1 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=64

来自 192.168.1.1 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=64

来自 192.168.1.1 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=64

192.168.1.1 的 Ping 统计信息:

数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),

往返行程的估计时间(以毫秒为单位):

最短 = 1ms, 最长 = 3ms, 平均 = 1ms

C:\Users\Administrator>

C:\Users\Administrator>ping www.baidu.com

正在 Ping www.a.shifen.com [119.75.218.77] 具有 32 字节的数据:

来自 119.75.218.77 的回复: 字节=32 时间=19ms TTL=53

来自 119.75.218.77 的回复: 字节=32 时间=18ms TTL=53

请求超时。

来自 119.75.218.77 的回复: 字节=32 时间=18ms TTL=53

119.75.218.77 的 Ping 统计信息:

数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 3, 丢失 = 1 (25% 丢失),

往返行程的估计时间(以毫秒为单位):

最短 = 18ms, 最长 = 19ms, 平均 = 18ms

C:\Users\Administrator>

远程主机的IP地址

C:\Users\Administrator>ping 119.75.218.77

正在 Ping 119.75.218.77 具有 32 字节的数据:

来自 119.75.218.77 的回复: 字节=32 时间=19ms TTL=53

来自 119.75.218.77 的回复: 字节=32 时间=18ms TTL=53

来自 119.75.218.77 的回复: 字节=32 时间=18ms TTL=53

来自 119.75.218.77 的回复: 字节=32 时间=21ms TTL=53

119.75.218.77 的 Ping 统计信息:

数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),

往返行程的估计时间(以毫秒为单位):

最短 = 18ms, 最长 = 21ms, 平均 = 19ms

C:\Users\Administrator>

3、Tracert

- 功能：跟踪源端主机到目标主机的路径（**经过哪些路由器,IP是什么?**）。
- 方法：
tracert 目标主机域名（或IP地址）

管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe

Microsoft Windows [版本 6.1.7601]

版权所有 (c) 2009 Microsoft Corporation。保留所有权利。

C:\Users\Administrator>tracert mail.sina.com.cn

新浪邮件服务
器的域名

通过最多 30 个跃点跟踪

到 mail.sina.com.cn [123.126.42.251] 的路由:

1	1 ms	1 ms	1 ms	192.168.1.1
2	14 ms	18 ms	15 ms	114.249.56.1
3	20 ms	16 ms	20 ms	61.148.160.129
4	22 ms	17 ms	19 ms	124.65.59.13
5	21 ms	18 ms	17 ms	124.65.58.182
6	19 ms	18 ms	18 ms	123.125.248.34
7	16 ms	18 ms	19 ms	123.126.42.251

跟踪完成。

C:\Users\Administrator>

新浪邮件服务
器的IP地址

C:\Users\Administrator>tracert 123.126.42.251

通过最多 30 个跃点跟踪到 123.126.42.251 的路由

1	1 ms	1 ms	1 ms	192.168.1.1
2	16 ms	18 ms	14 ms	114.249.56.1
3	20 ms	17 ms	18 ms	61.148.160.129
4	17 ms	18 ms	23 ms	124.65.59.13
5	19 ms	18 ms	21 ms	124.65.58.182
6	15 ms	19 ms	37 ms	123.125.248.34
7	18 ms	20 ms	16 ms	123.126.42.251

跟踪完成。

C:\Users\Administrator>

【 本章小结 】

※网际层协议（IP（IP地址）、ARP）

※传输层协议（端口、TCP、UDP）

※应用层协议（DHCP）

※网络层测试（熟练掌握ipconfig、ping、tracert）

作业：

P149 3、5、7、10

补充1题：一个UDP 用户数据报的首部的十六进制表示是： C584 00A1 002C F217。

- （1）试求源端口号、目的端口、用户数据报的总长度、数据部分长度。**
- （2）这个数据报是从客户端发给服务器端，还是服务器端发给客户的？**
- （3）服务器端使用UDP 的这个服务器进程是什么？**