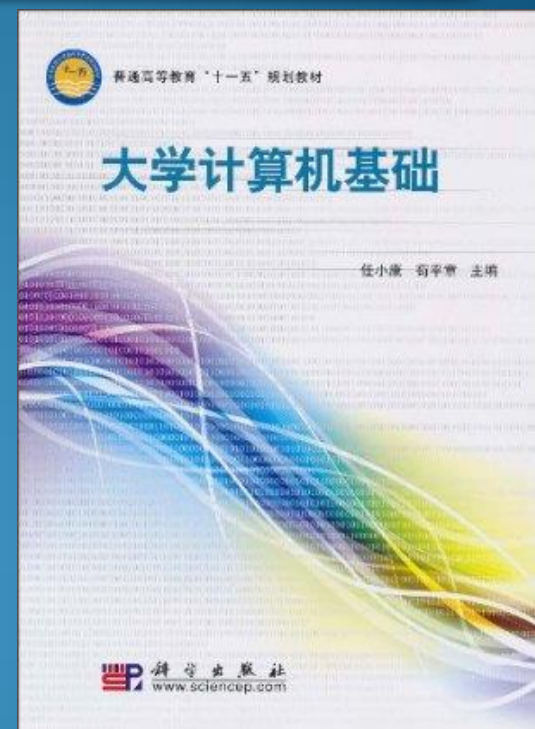


第7章

计算机网络技术基础



主要内容

7.1 计算机网络概述

7.2 计算机网络体系结构

7.3 IP地址与域名机制

7.4 网络互连设备与局域网技术

7.5 网络操作系统



7.1 计算机网络概述

7.1.1 计算机网络及其演变与发展

□ 计算机网络

将分布在不同地理位置、具有独立功能的计算机系统通过通信设备和线路连接起来，以功能完善的网络软件实现全网络中的**信息传递**和**资源共享**的信息系统。

◆ 目的：**互连、互通、互操作**

7.1.1 计算机网络的演变和发展

✚ 计算机网络的发展可分为四个阶段：

1. 面向终端的计算机通信网络

“计算机—终端”系统

2. 计算机—计算机网络

以通信子网为中心的主机互连

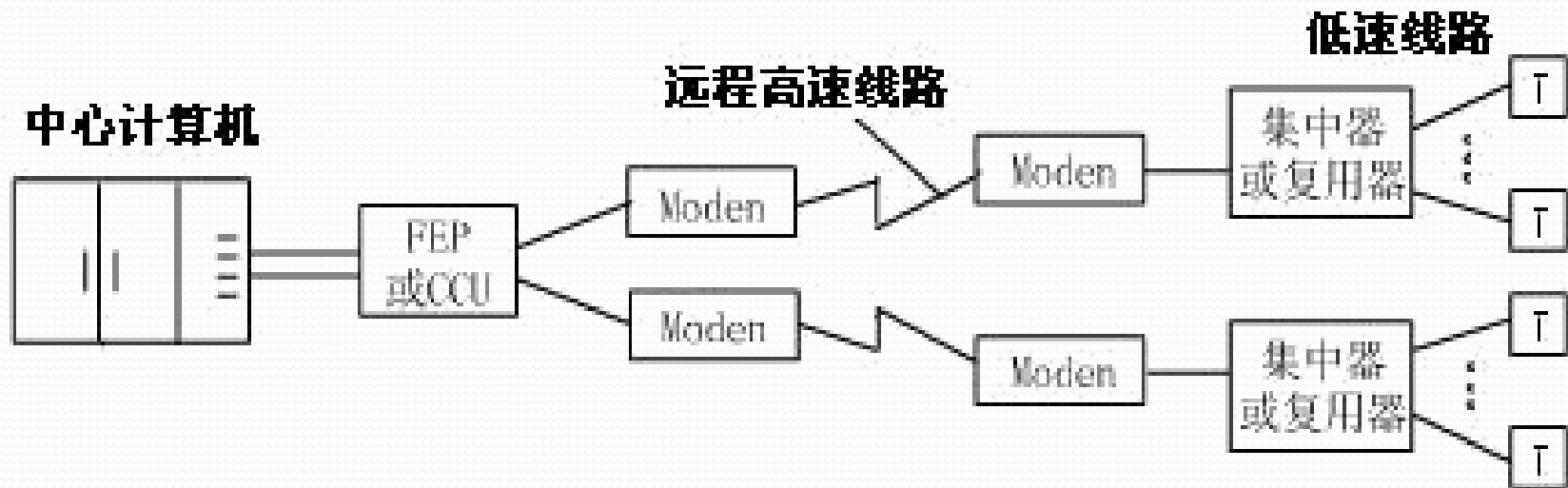
3. 开放式体系结构标准化网络

层次化结构，并对每层进行了精确定义

4. 网络互连与高速网络

1.面向终端的计算机通信网络

- 特征：终端(Terminal)共享主机(Host)的软硬件资源
 - 单台主机：执行计算和通信任务
 - 多台终端：执行用户交互
 - (终端集中器/终端服务器)
- 连接方式：本地或远程

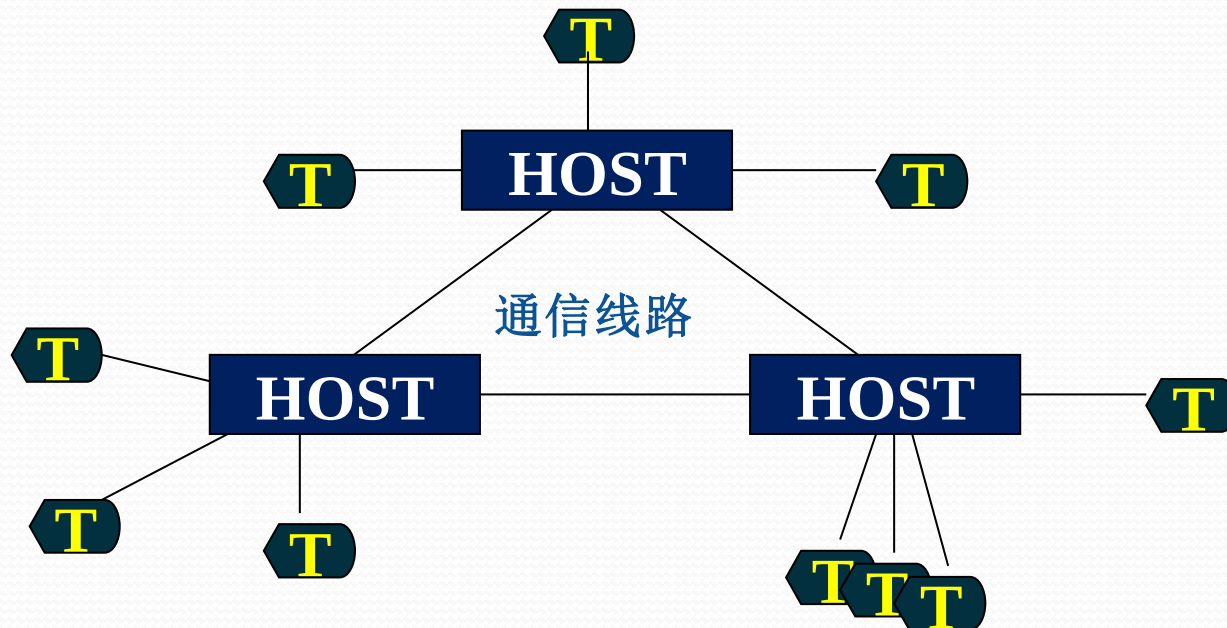


- 举例：飞机订票系统
 - HOST(航空公司总部)
 - Terminals(订票点)
 - 通信线路(电话线路)
- 缺点
 - 主机负荷重——数据处理+通信
 - 线路利用率低
 - 集中控制方式，可靠性低
- 改进
 - 终端集中器(近/远距)
 - 前端处理机（Front-End Processor, FEP），将通信任务从主机中分离出来

2. 计算机—计算机网络

- 特征

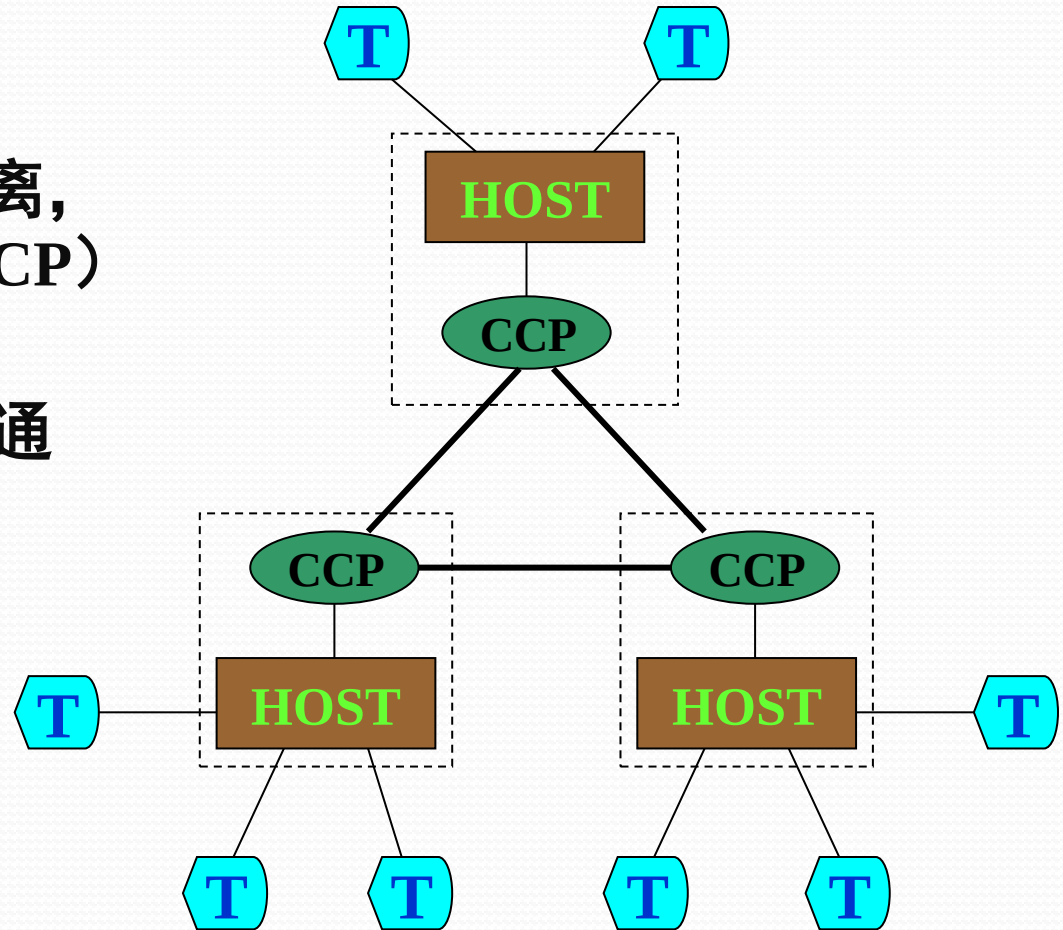
- 多个终端联机系统互联，形成了多主机互联网络
- 网络结构从“主机—终端”转变为“主机—主机”



主机—主机网络的演变

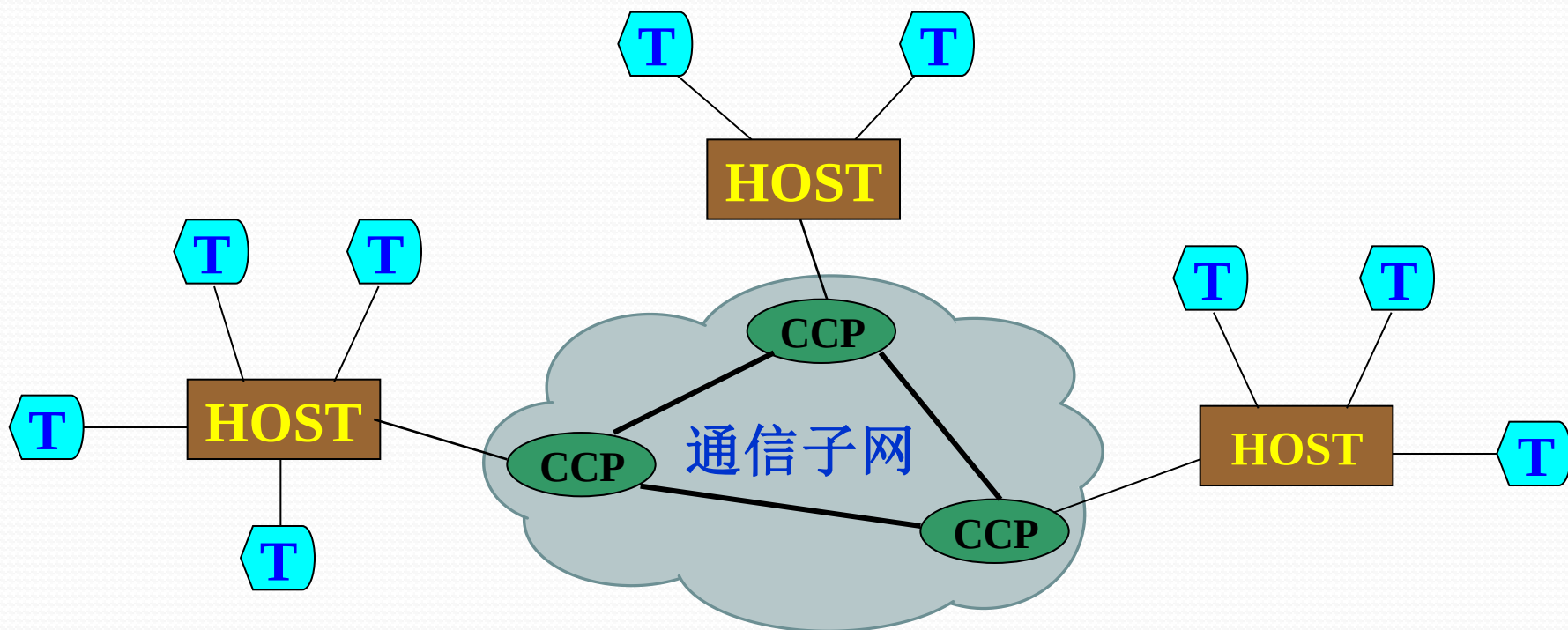
●演变阶段1

- 通信任务从主机中分离，由通信控制处理机（CCP）完成
- CCP：处理主机之间通信任务的专用计算机

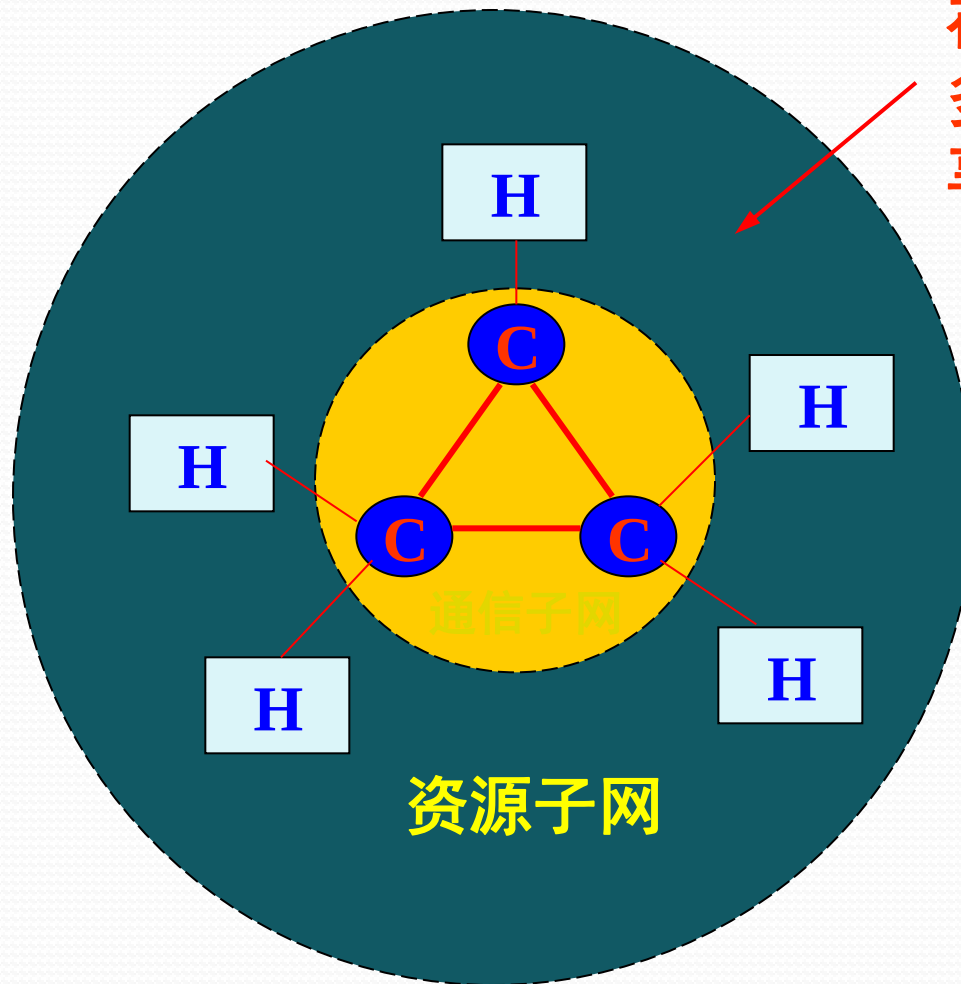


- 两层网络概念的出现

- 由CCP组成的传输网络——**通信子网**，提供信息传输服务
- 建立在通信子网基础上的主机集合——**资源子网**，提供计算资源



两层网络的概念结构



在通信子网上可有
多个资源子网，共
享通信子网的服务

➤ 演变阶段2

➤ 通信子网规模逐渐扩大

➤ 私有→社会公用

➤ 公用数据通信网

➤ PSTN

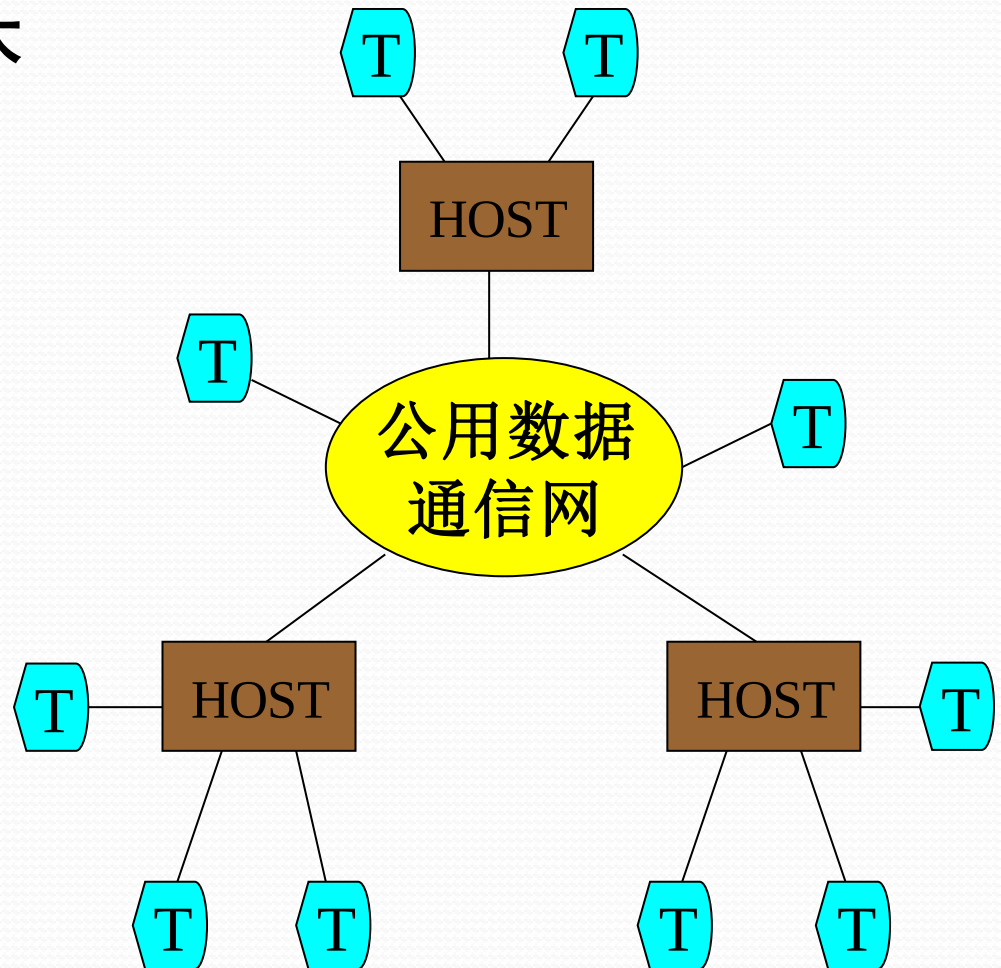
➤ X.25

➤ 优点

➤ 降低用户系统建设成本

➤ 提高通信线路利用率

➤ 兼容性好



● 举例

- 因特网的前身——ARPANET
 - 美苏冷战时期由美国军方建立的实验性网络
 - 最初4个节点→70's的60多个节点
 - 地域跨越美洲、欧洲
 - 具有现代网络的许多特征，例如：
 - 分组交换
 - 分层次的网络体系
 - 较为完善的通信协议

3. 开放式体系结构标准化网络

- 为什么需要标准化？
 - 不同网络设备之间的兼容性和互操作性是推动网络体系结构的标准化的原动力
 - 而兼容性和互操作性的最终目的仍是资源共享
- 标准化的时机？
 - 先制定标准再开发还是先开发再制定标准？
 - 各厂商、研究机构、大学在网络技术、方法、理论等方面的研究日趋成熟是基础

□网络体系结构标准化过程的演变

➤ 厂商标准：IBM-SNA，DEC-DNA等

- ❏ 缺点：适用范围：兼容性？

 - ✓ 技术垄断：竞争？

 - ✓ 标准不统一：用户利益？

➤ 国际标准（ISO OSI/RM）

- ❏ Open System Interconnection/Recommended Model(开放系统互联参考模型，简称OSI参考模型)

- ❏ OSI参考模型是一种概念上的网络模型，规定了网络体系结构的框架：7个层次

- ❏ 只说明了做什么（WHAT TO DO）而未规定怎样做（HOW TO DO）

- ❏ 太复杂，几乎没有与之完全符合的网络

➤ 事实上的标准：TCP/IP(因特网的骨干协议)

- ❏ 从体系结构上看，它是OSI参考模型的简化（4层）

4.网络互连与高速网络--Internet

1993年美国提出的国家信息基础设施**NII**计划。

1994年，又提出建立全球信息基础结构**GII**的倡议，建议将各国的**NII**互边起来，组成世界范围的信息基础结构。

7.1.2 计算机网络功能与组成

1. 计算机网络的功能

计算机网络的主要功能是实现数据传递和资源共享。

(1) 数据通信

(2) 资源共享

(3) 分布式处理

(4) 提高计算机系统可靠性和可用性

2. 计算机网络系统的组成 (物理构成)

- 网络硬件
 - 网络节点
 - 端节点：计算机
 - 中间节点：交换机、集中器、复用器、路由器、中继器
 - 通信链路：信息传输的通道
 - 物理：传输介质
 - 逻辑：信道
 - 类比——CATV的电缆和频道之间的关系
- 网络软件
 - 通信软件（网络协议软件）
 - 网络操作系统
 - 网络管理/安全控制软件、网络应用软件

2. 计算机网络系统的组成(逻辑构成)

- 通信子网
 - DCE、传输媒体、通信设备等
- 资源子网
 - 主机和终端
 - 通信软件（网络协议软件）
 - 网络操作系统
 - 网络管理/安全控制软件、网络应用软件
 - 网络数据库

7.1.3 计算机网络的分类

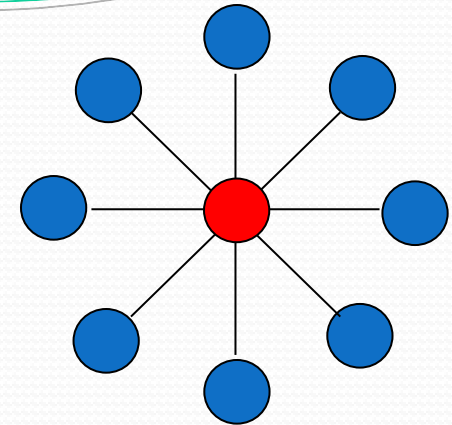
■ 按网络作用范围分类

- 局域网(*Local Area Network* , LAN)
 - 范围: 小, $<20\text{KM}$
 - 传输技术: 基带, 10-10000Mbps, 延迟低, 出错率低 (10^{-11})
 - 拓扑结构: 总线, 环
- 广域网(*Wide Area Network* , WAN)
 - 范围: 大, $>100\text{KM}$
 - 传输技术: 宽带, 延迟大, 出错率高
 - 拓扑结构: 不规则, 点到点
- 城域网(*Metropolitan Area Network* , MAN)
 - 范围: 中等, $<100\text{KM}$
 - 传输技术: 宽带/基带
 - 拓扑结构: 总线

■按拓扑结构分类

●星形结构网络

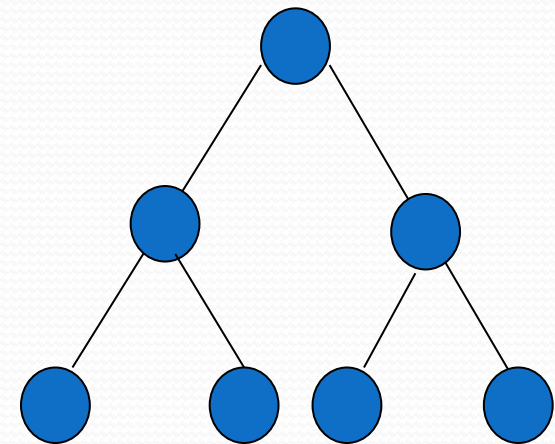
有一个中心节点，其它节点与其构成点到点连接



星形拓扑

●树形结构网络

一个根结点、多个中间分支节点和叶子节点构成

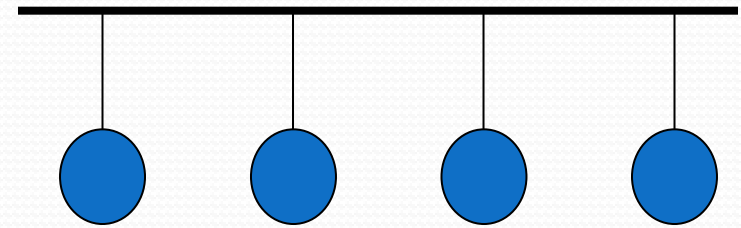


树形拓扑

■按拓扑结构（续）

• 总线型结构网络

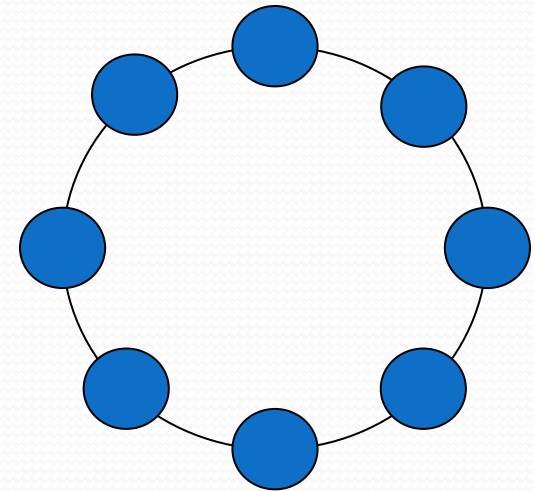
- 所有节点挂接到一条总线上，广播式信道
- 需要有介质访问控制规程以防止冲突



总线形拓扑

• 环形结构网络

- 所有节点连接成一个闭合的环，结点之间为点到点连接

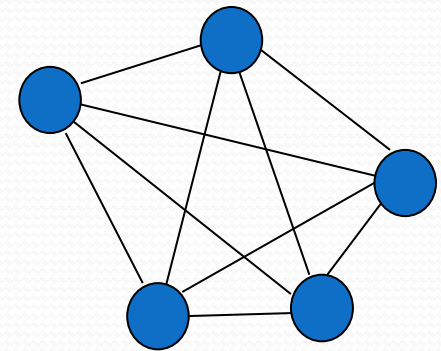


环形拓扑

■按拓扑结构分类（续）

- 全连接网络

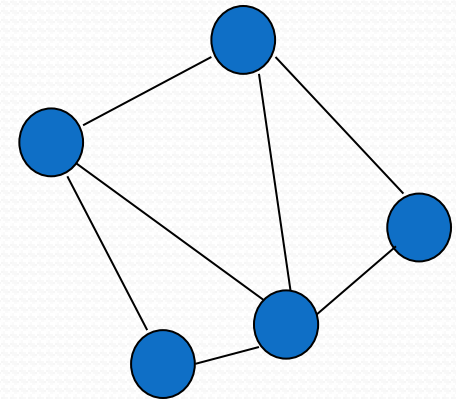
- 点到点全连接，连接数随节点数的增长迅速增长（ $N(N-1)/2$ ），使建造成本大大提高，只适用于节点数很少的广域网中



全连接拓扑

- 不规则（网状）结构网络

- 点到点部分连接，多用于广域网，由于连接的不完全性，需要有交换节点



不规则拓扑

■ 按通信传播方式分类

- 点对点传输方式的网络 (*Point-to-Point Networks*) :

由一对对机器间的多条传输链路构成。

- 信源与信宿之间的通信需经过一台和多台中间设备进行传输。
- 网状、环形、树形、星形

- 广播方式网络 (*Broadcast Networks*) :

一台计算机发送的信息可被网络上所有的计算机接收。

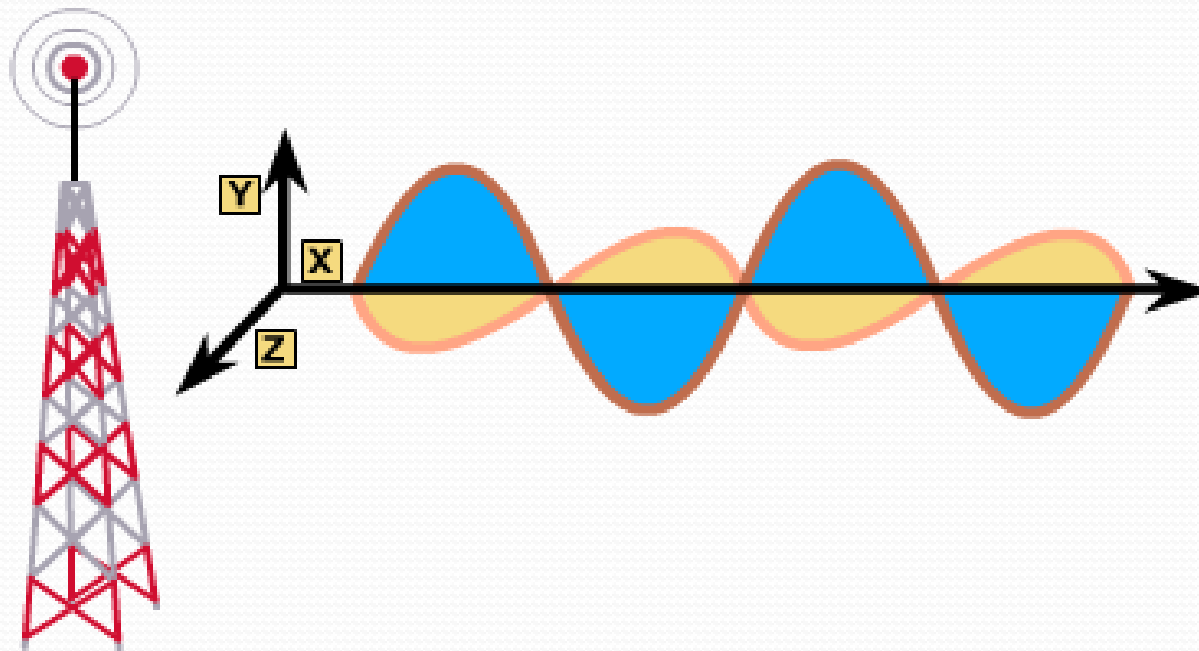
- 总线形、无线（微波、卫星）

- 局域网络通常使用广播方式，广域网络通常使用点对点方式(也有例外)。

- 组播式网络 (*Multicasting Networks*)

7.1.4 传输媒体

1. 无线传输媒体：微波、激光、卫星、红外线等

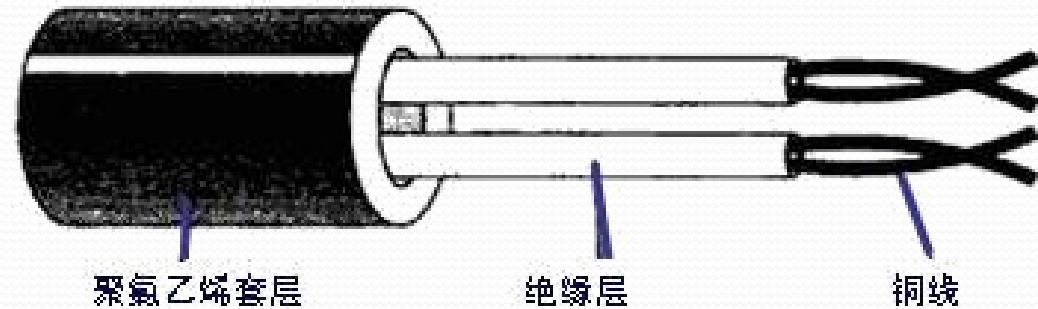
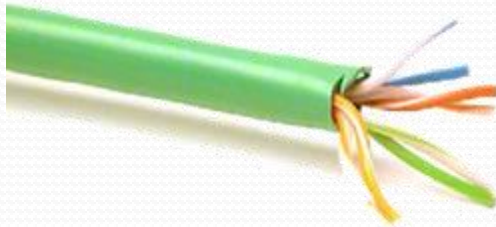


2.有线传输媒体：双绞线、同轴电缆、光纤

双绞线

双绞线按其是否有屏蔽，可分为屏蔽双绞线(STP, Shielded Twisted Pair)和非屏蔽双绞线(UTP, Unshielded Twisted Pair)

非屏蔽双绞线 UTP



UTP: 两
端均用
RJ45水
晶头连接

3类 (Category3 or Cat3)

4类 (Category4 or Cat4)

5类 (Category5 or Cat5) : 默认带宽100Mbps

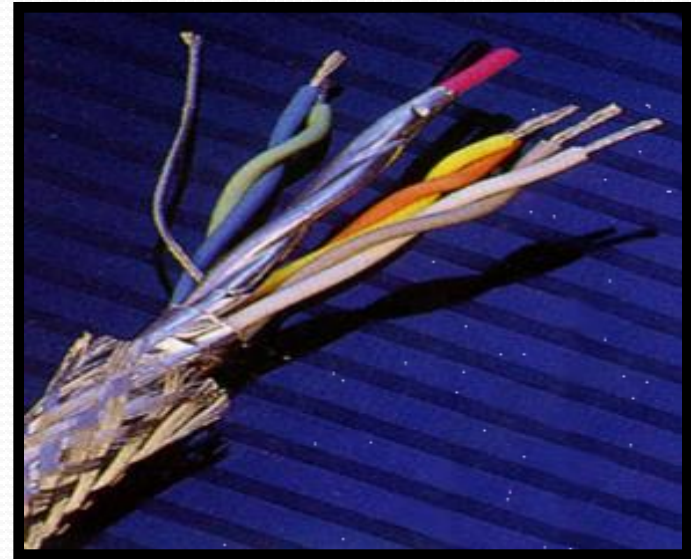
超5类 (Enhanced Category5 or 5E) : 155Mbps, 可支持1Gbps

6类 (Category6 or Cat6) : 设计带宽250Mbps

7类 (Category7 or Cat7) : 设计带宽600Mbps

屏蔽双绞线STP

- 以铝箔屏蔽以减少干扰和串音



同轴电缆

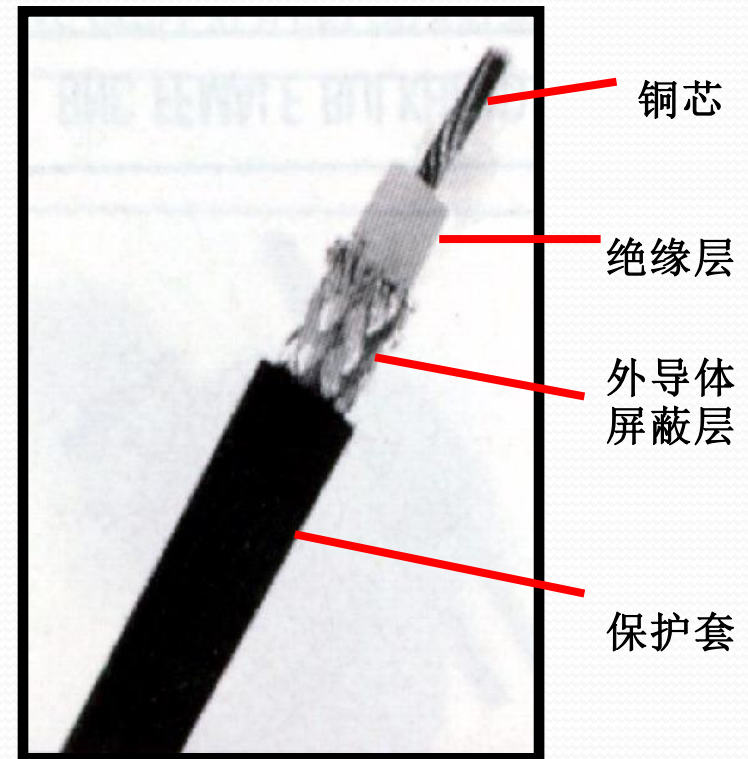
结构：由内向外分别是中心实体，绝缘层，金属网屏蔽层，黑色保护套。其频率特性比双绞线好，能进行高速率传输。

●基带同轴电缆

一条电缆只用于一个信道， 50Ω ，用于数字传输。

●宽带同轴电缆

一条电缆同时传输不同频率的多路模拟信号， 75Ω ，用于模拟传输， $300\text{—}450\text{MHz}$ ， 100km ，需要放大器。



➤ 细缆

BNC桶型接头：用于连接两段细同轴电缆，如图所示。



BNC连接器及插头



终端匹配器

光纤 *Optical Fiber*

☞ 一种传输光束的细微而柔韧的媒体，用非常透明的石英玻璃拉成细丝，由纤芯和包层构成双层通信圆柱体。纤芯用来传导光波，包层有较低的折射率。

☞ 光纤的光源有**发光二极管**和**激光二极管**两种。

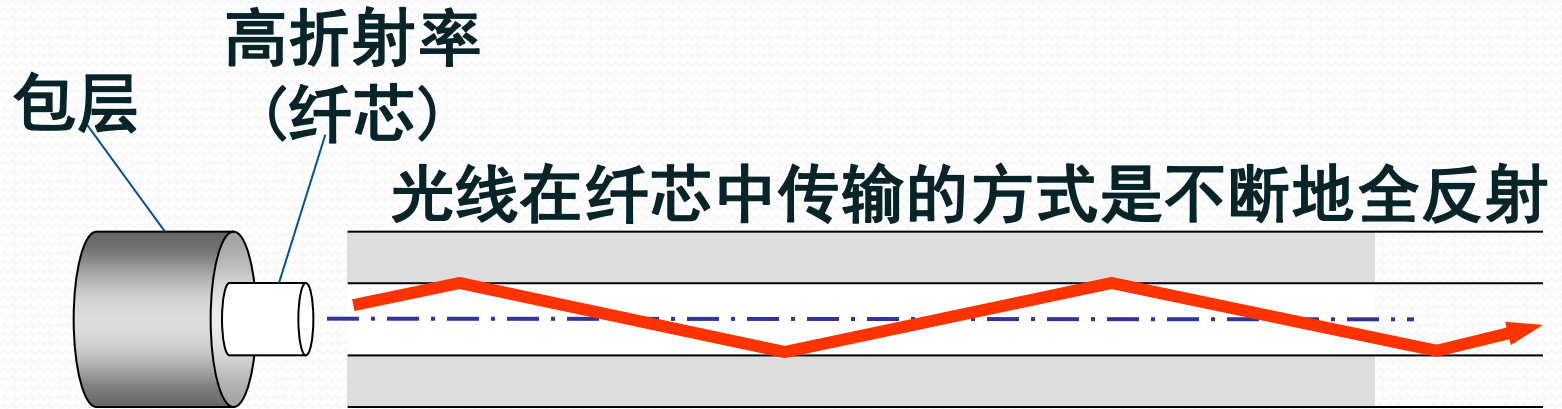
☞ **多模光纤(MMF)**:在给定的工作波长上，能以多个模式同时传输的光纤，包层根据光的不同折射率控制不同模的速度，传输性能较差。

☞ **单模光纤(SMF)**:在给定的工作波长上只能以单一模式传输。传输频带宽，容量大。

光纤 *Optical Fiber*

📁 光纤的性能由模、材料、芯和外尺寸决定。常用的光纤有：8.3um芯/125um外层，单模；62.5um芯/125um外层，多模；50um芯/125um外层，多模；100um芯/140um外层，多模。

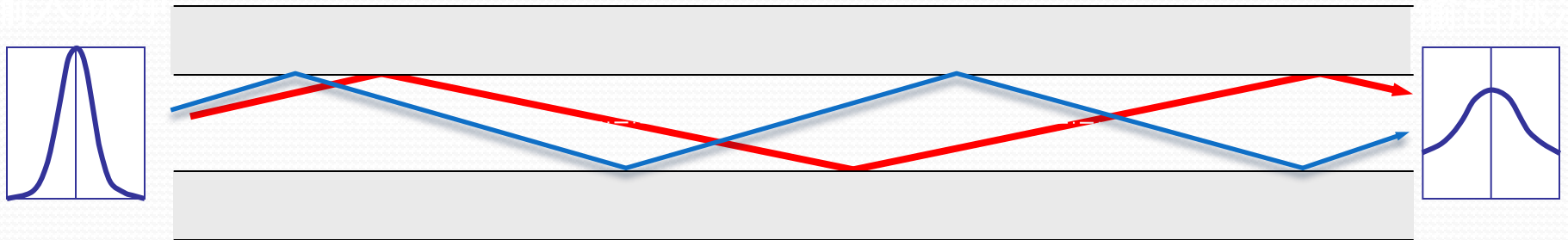
📁 使用较多的是62.5um芯/125um外层的MMF和8.3um芯/125um外层的SMF。



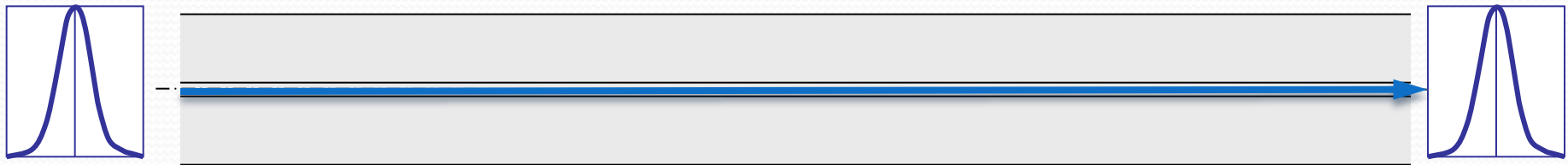
- 光通过一种介质进入另一种介质时，会发生折射(弯曲)。折射量取决于两种介质的特性(折射率)。如果入射角大于某一临界值，光线将完全反射回二氧化硅，而不会漏射入空气中。因此，光的入射角等于或大于临界值时，光线将完全被限制在光纤中，而无损耗地传播若干Km。

多模光纤与单模光纤

多模光纤



单模光纤



7.2 计算机网络体系结构

◆将一个复杂系统分解为若干个容易处理的子系统，“分而治之”这种结构化设计方法是工程设计中常见的手段。

◆计算机网络涉及到计算机和通信等多方面的知识和技术，它的设计和实现是一个复杂的系统工程。采用分层的思想来解决这类复杂的问题，是一个有效的系统工程方法。

7.2 计算机网络体系结构

- ◆分层的思想是将计算机网络设计和实现涉及到的功能按照一定的相关性进行分类作为一层。每层的功能可交于有关的专家进行设计和实现。
- ◆相邻层设计一个层间接口，用于解决层间的协作。
- ◆每层只关心本层的内容和解决的方法和技术，不用了解其他层的问题和实现方法。
- ◆一台机器上的第n层与另一台机器上的第n层进行对话的规则就是第n层协议（protocol）。

7.2.1 计算机网络体系结构概念

- 网络协议(*network protocol*): 同层对等实体间数据交换时遵守的一组规则。计算机网络中用于规定信息格式、信息内容和信息传输顺序等方面的一组规则。
- 网络协议由语法、语义和同步三个要素组成。
 - 语义: 做什么(*what to do*), 用于解释比特流的每一部分的意义;
 - 语法: 怎么做(*how to do*), 是用户数据与控制信息的结构与格式, 以及数据出现的顺序的意义;
 - 同步(定时): 何时做(*when to do*), 事件实现顺序的详细说明。

7.2.1 计算机网络体系结构概念

□ 计算机网络体系结构是计算机网络各层协议及其层间接口规约的集合。目的是使计算机网络系统能够在统一的原则和规约下进行设计、实现、使用和发展。

□ 计算机网络标准分为事实标准和法定标准。事实标准由厂家制定，未经有关标准化组织审定通过，但由于广泛使用形成了事实标准。法定标准是有关标准化组织审定通过的标准。

□ 国际标准化组织ISO经过多年努力，于1984年提出了“开放系统互连基本参考模型”(OSI/RM)。但OSI/RM并没有得到市场的认可，而非国际标准TCP/IP现在却获得了最广泛的应用。TCP/IP常被称为事实上的国际标准。

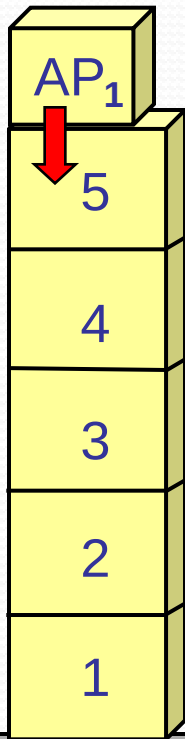
7.2.1 计算机网络的体系结构概念

下面以一个五层模型为例，说明数据在两台计算机之间的通信过程。

应用层
传输层
网络层
数据链路层
物理层

主机1向主机2发送数据

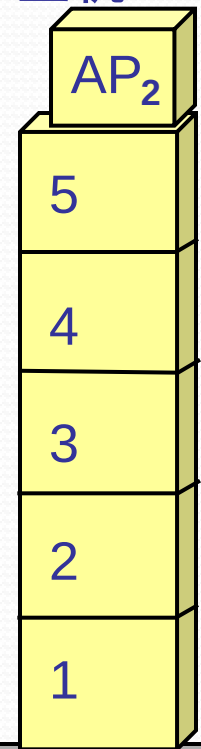
主机1



应用进程数据先传送到应用层

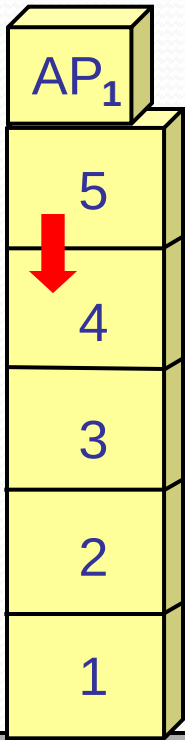
加上应用层首部，成为应用层 PDU

主机2



主机 1 向主机 2 发送数据

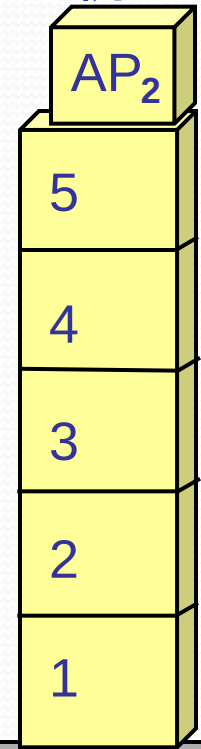
主机 1



应用层 PDU 再传送到运输层

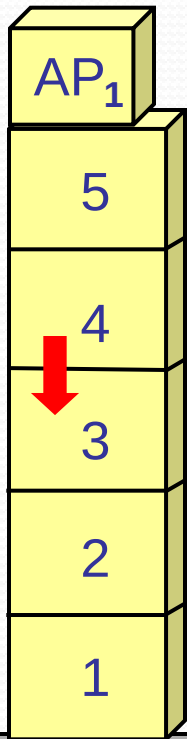
加上运输层首部，成为运输层报文

主机 2



主机 1 向主机 2 发送数据

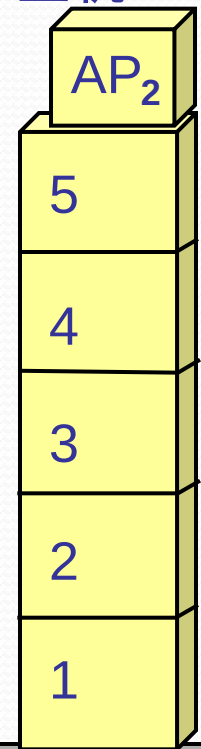
主机 1



运输层报文再传送到网络层

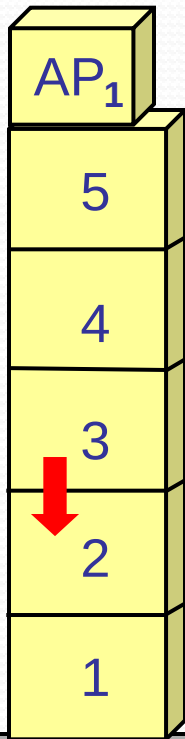
加上网络层首部，成为 IP 数据报（或分组）

主机 2



主机 1 向主机 2 发送数据

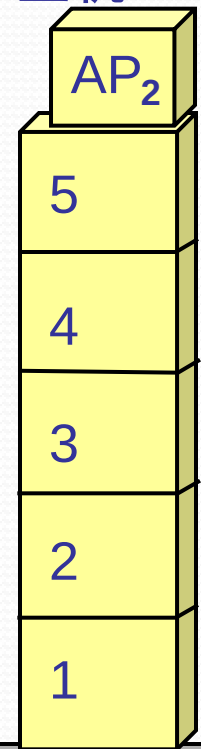
主机 1



IP 数据报再传送到数据链路层

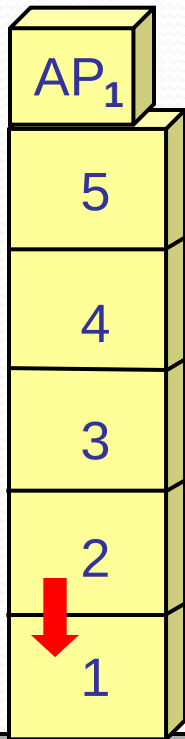
加上链路层首部和尾部，成为数据链路层帧

主机 2



主机 1 向主机 2 发送数据

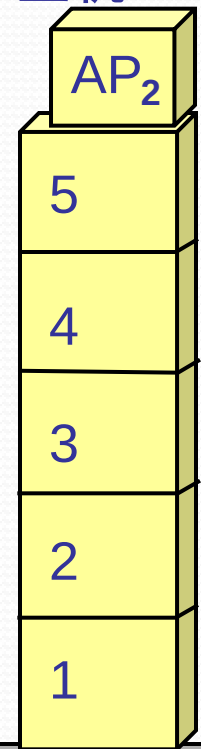
主机 1



数据链路层帧再传送到物理层

最下面的物理层把比特流传送到物理媒体

主机 2

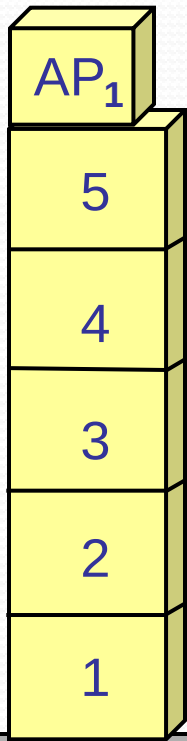


主机 1 向主机 2 发送数据

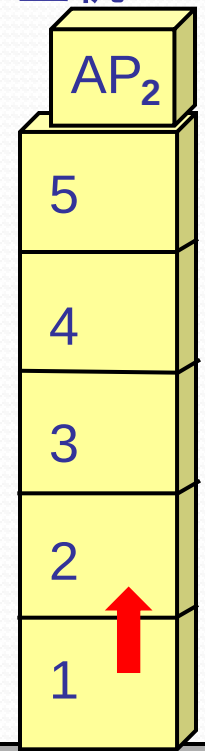


主机 1 向主机 2 发送数据

主机 1



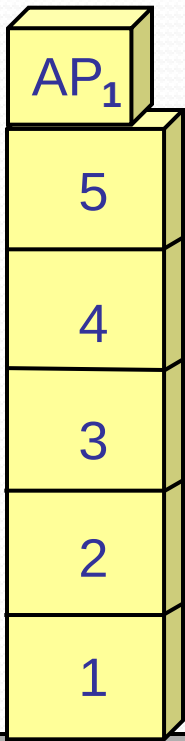
主机 2



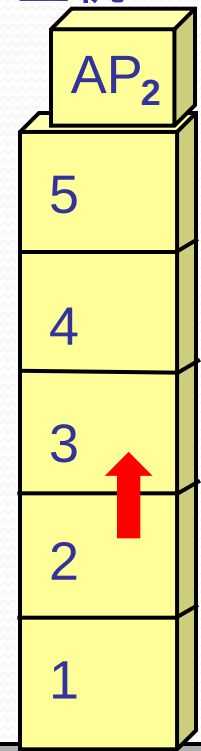
物理层接收到比特流，上交给数据链路层

主机 1 向主机 2 发送数据

主机 1



主机 2

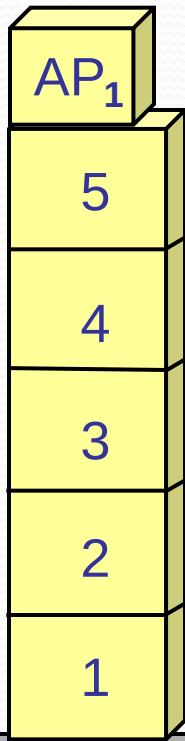


数据链路层剥去帧首部和帧尾部
取出数据部分，上交给网络层

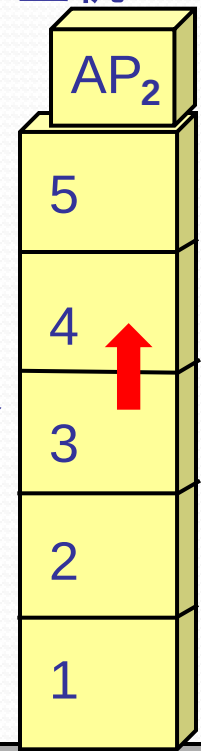


主机 1 向主机 2 发送数据

主机 1



主机 2

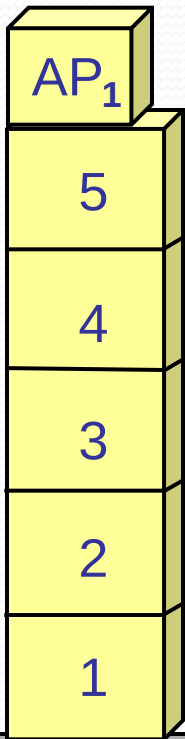


网络层剥去首部，取出数据部分
上交给运输层

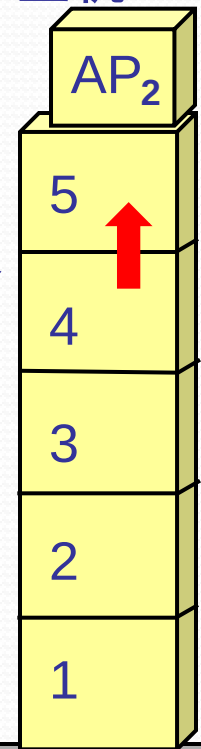


主机 1 向主机 2 发送数据

主机 1



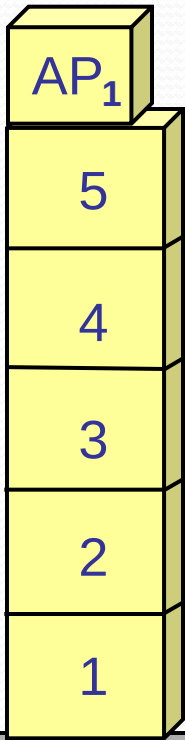
主机 2



运输层剥去首部，取出数据部分
上交给应用层

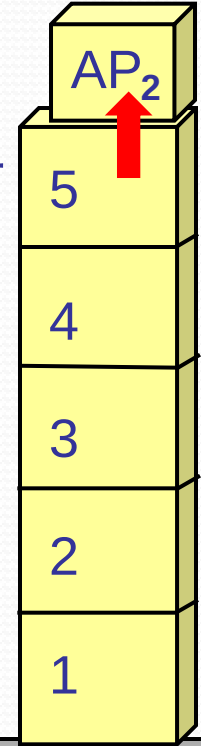
主机 1 向主机 2 发送数据

主机 1



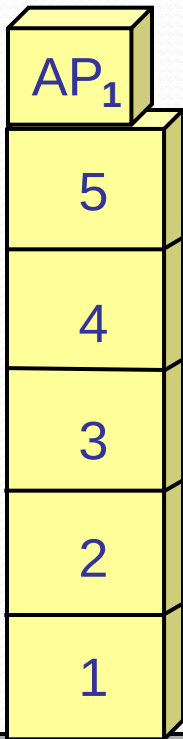
应用层剥去首部，取出应用程序数据
上交给应用进程

主机 2



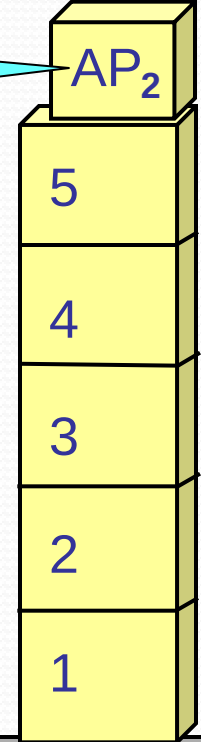
主机 1 向主机 2 发送数据

主机 1

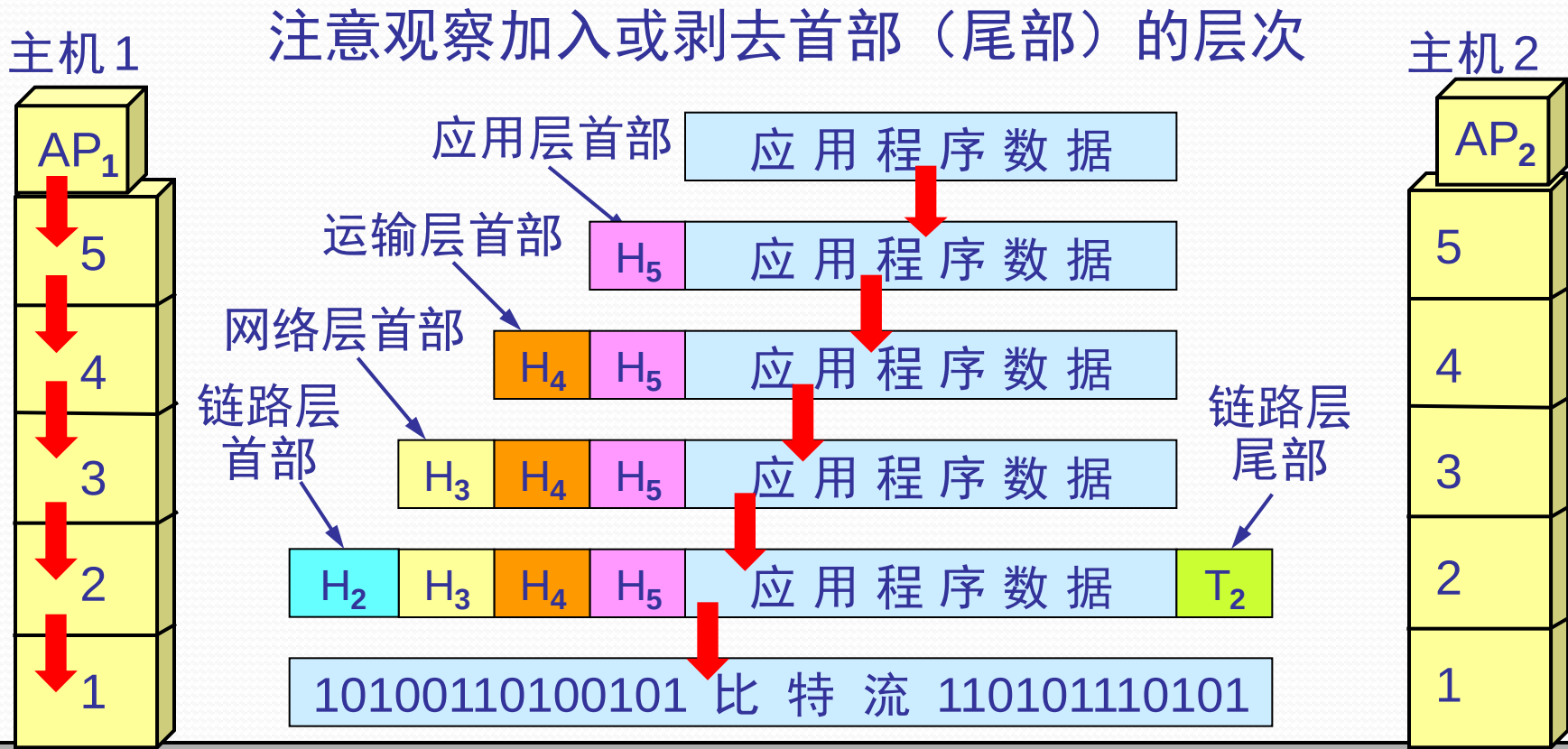


我收到了 AP_1 发来的
应用程序数据!

主机 2

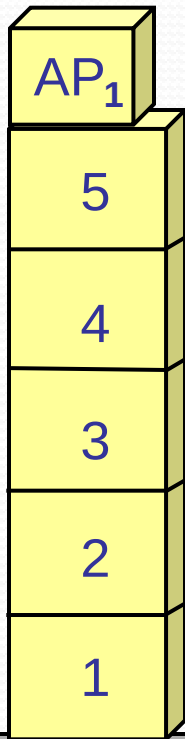


主机 1 向主机 2 发送数据

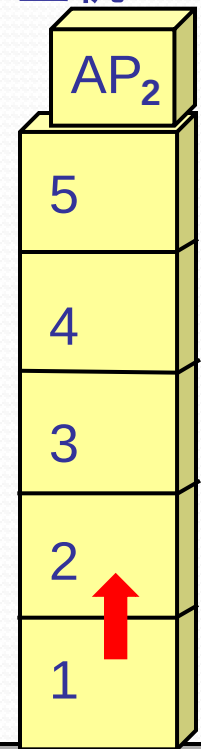


主机 1 向主机 2 发送数据

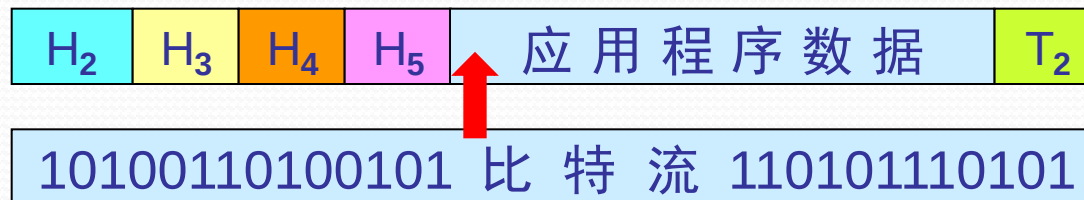
主机 1



主机 2

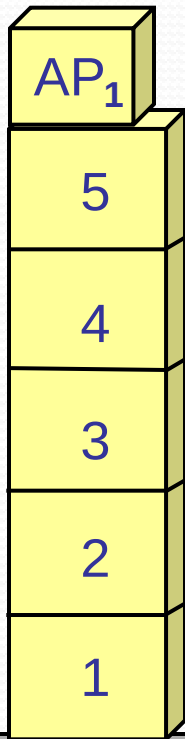


计算机 2 的物理层收到比特流后
交给数据链路层

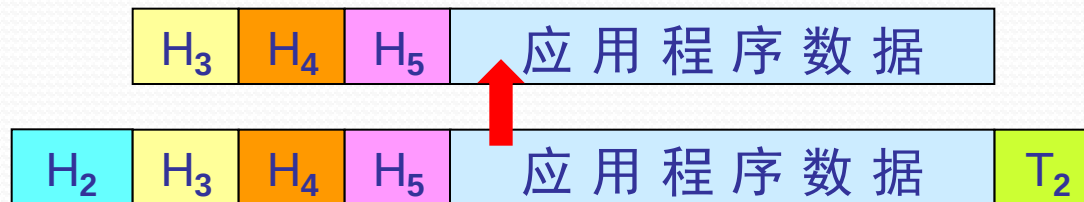


主机 1 向主机 2 发送数据

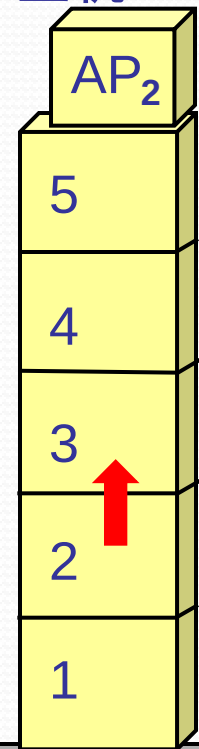
主机 1



数据链路层剥去帧首部和帧尾部后
把帧的数据部分交给网络层

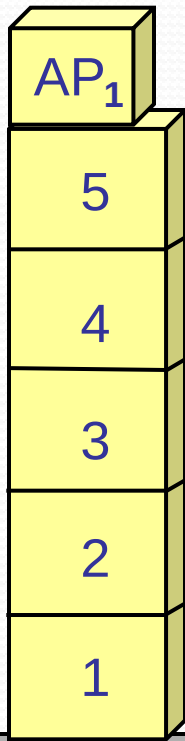


主机 2

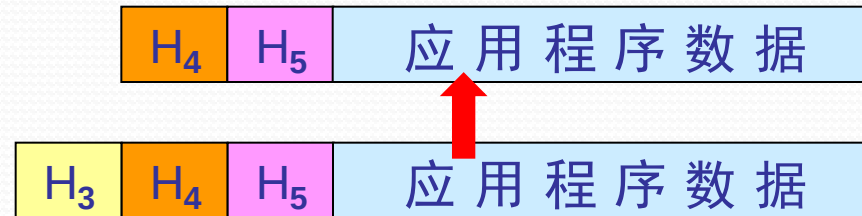


主机 1 向主机 2 发送数据

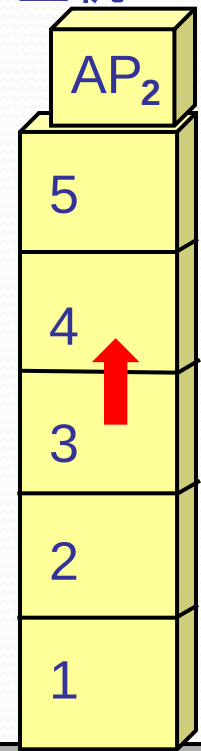
主机 1



网络层剥去分组首部后
把分组的数据部分交给运输层

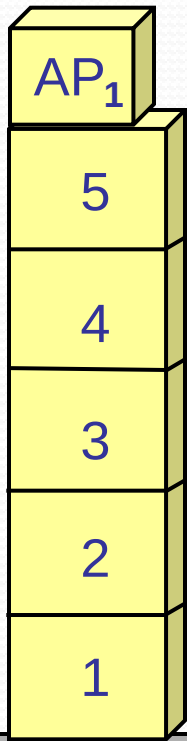


主机 2

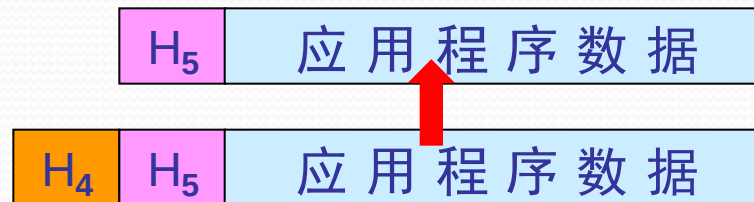


主机 1 向主机 2 发送数据

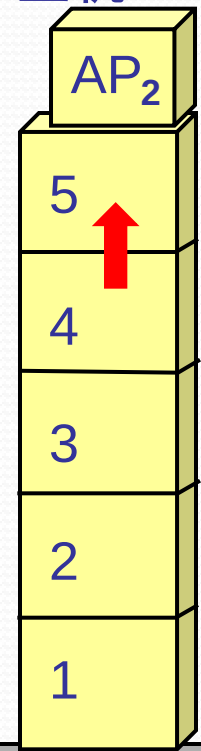
主机 1



运输层剥去报文首部后
把报文的数据部分交给应用层

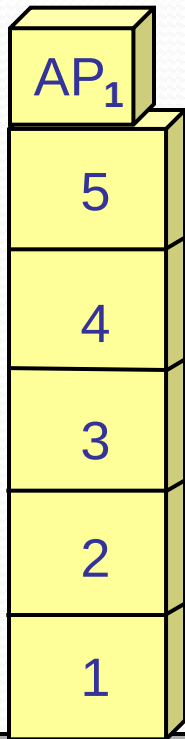


主机 2



主机 1 向主机 2 发送数据

主机 1



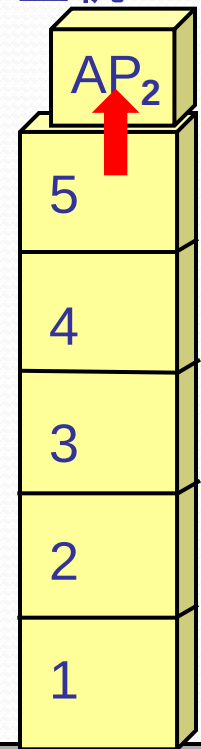
应用程序数据

H_5

应用程序数据

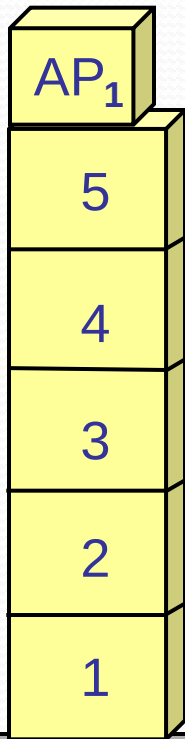
应用层剥去应用层 PDU 首部后
把应用程序数据交给应用进程

主机 2



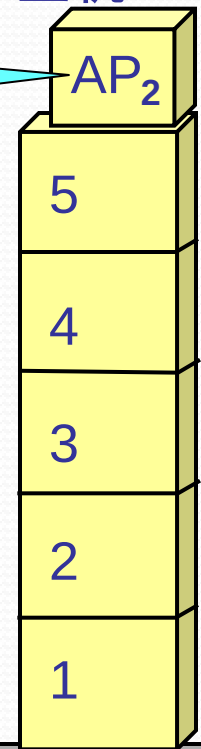
主机 1 向主机 2 发送数据

主机 1



我收到了 AP_1 发来的
应用程序数据!

主机 2



7.2.2 ISO/OSI/RM

ISO划分七层结构的基本原则:

- 网络中各结点都具有相同的层次;
- 不同结点的同等层具有相同的功能;
- 同一结点内相邻层之间通过接口通信;
- 每层可以使用下层提供的服务, 并向其上层提供服务;
- 不同结点的同等层通过协议来实现对等层之间的通信。

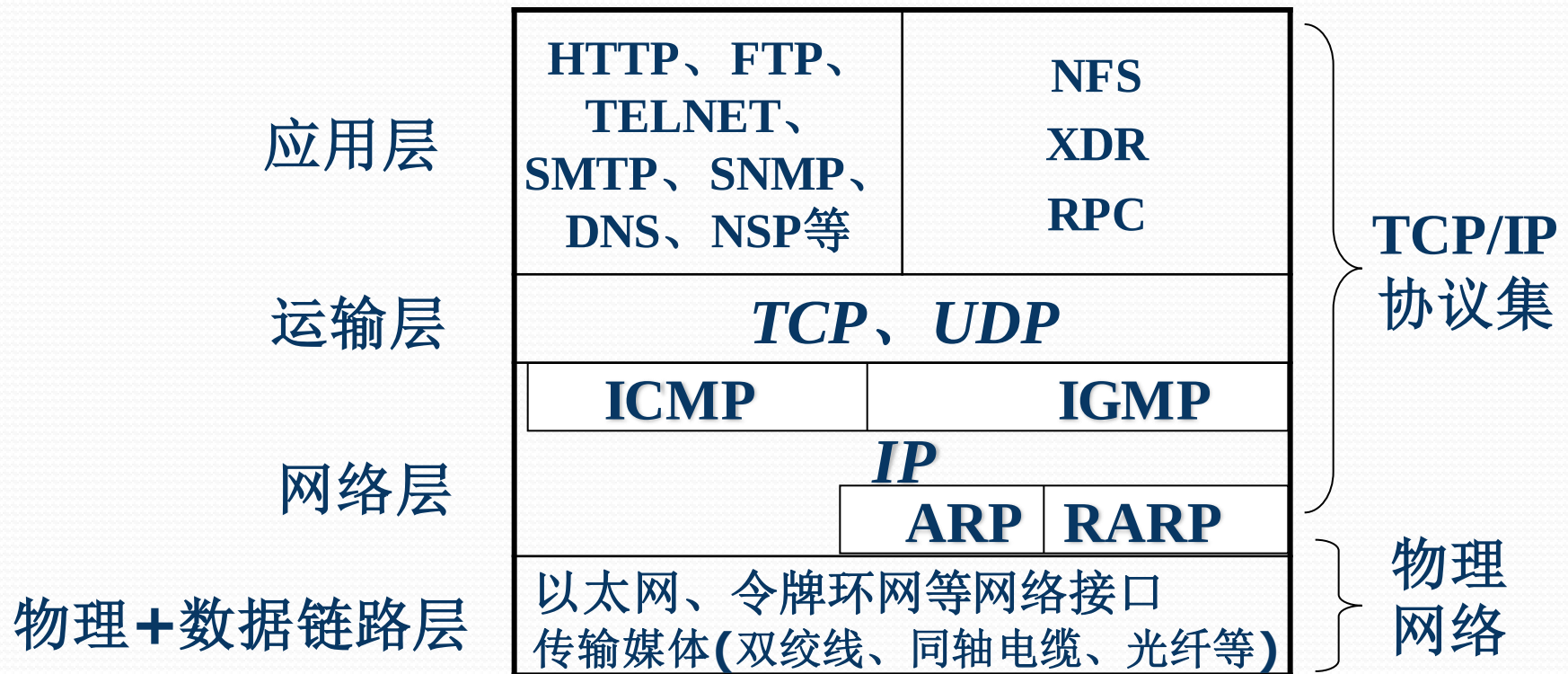
应用层
表示层
会话层
运输层
网络层
数据链路层
物理层

7.2.3 TCP/IP体系结构

TCP/IP协议的特点

- ◆开放的协议标准;
- ◆独立于特定的计算机硬件与操作系统;
- ◆独立于特定的网络硬件, 可以运行在局域网、广域网, 更适用于互连网中;
- ◆统一的网络地址分配方案, 使得整个TCP/IP设备在网中都具有唯一的地址;
- ◆标准化的高层协议, 可以提供多种可靠的用户服务。

TCP/IP参考模型各层的功能



网络接口层（物理+数据链路层）

- ◆ **TCP/IP** 参考模型的最低层，负责通过网络发送和接收 **IP** 数据报；
- ◆ 允许主机连入网络时使用多种现成的与流行的协议，例如局域网的 **Ethernet**、令牌网、分组交换网的 **X.25**、帧中继、**ATM** 协议等；
- ◆ 当一种物理网被用作传送 **IP** 数据包的通道时，就可以认为是这一层的内容；
- ◆ 充分体现出 **TCP/IP** 协议的兼容性与适应性，它也为 **TCP/IP** 的成功奠定了基础。

网际层（网络层）

- ◆ 相当OSI参考模型网络层无连接网络服务；
- ◆ 处理互连的路由选择、流控与拥塞问题；
- ◆ IP协议是一种无连接的、提供“尽力而为”服务的网络层协议。

运输层

- ◆ 主要功能是在互连网中源主机与目的主机的对等实体间建立用于会话的端-端连接；
- ◆ 传输控制协议TCP是一种可靠的面向连接协议；
- ◆ 用户数据报协议UDP是一种不可靠的无连接协议。

应用层

- ◆ 网络终端协议Telnet
- ◆ 文件传输协议FTP
- ◆ 简单邮件传输协议SMTP
- ◆ 域名系统DNS
- ◆ 简单网络管理协议SNMP
- ◆ 超文本传输协议HTTP

ISO/OSI与TCP/IP的简单比较

1.共同点

层次化的结构

2.OSI的主要问题

定义复杂

实现困难

有些功能在每一层重复出现

效率低下

3.TCP/IP的主要问题

网络接口层并不是实际的一层

各层的功能定义与实现方法没能区分开来等

7.3 IPv4 地址与域名机制

7.3.1 IPv4地址

IPv4地址的编址方法

- ◆ **分类的 IP 地址**。这是最基本的编址方法，在 1981 年就通过了相应的标准协议。
- ◆ **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**。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。

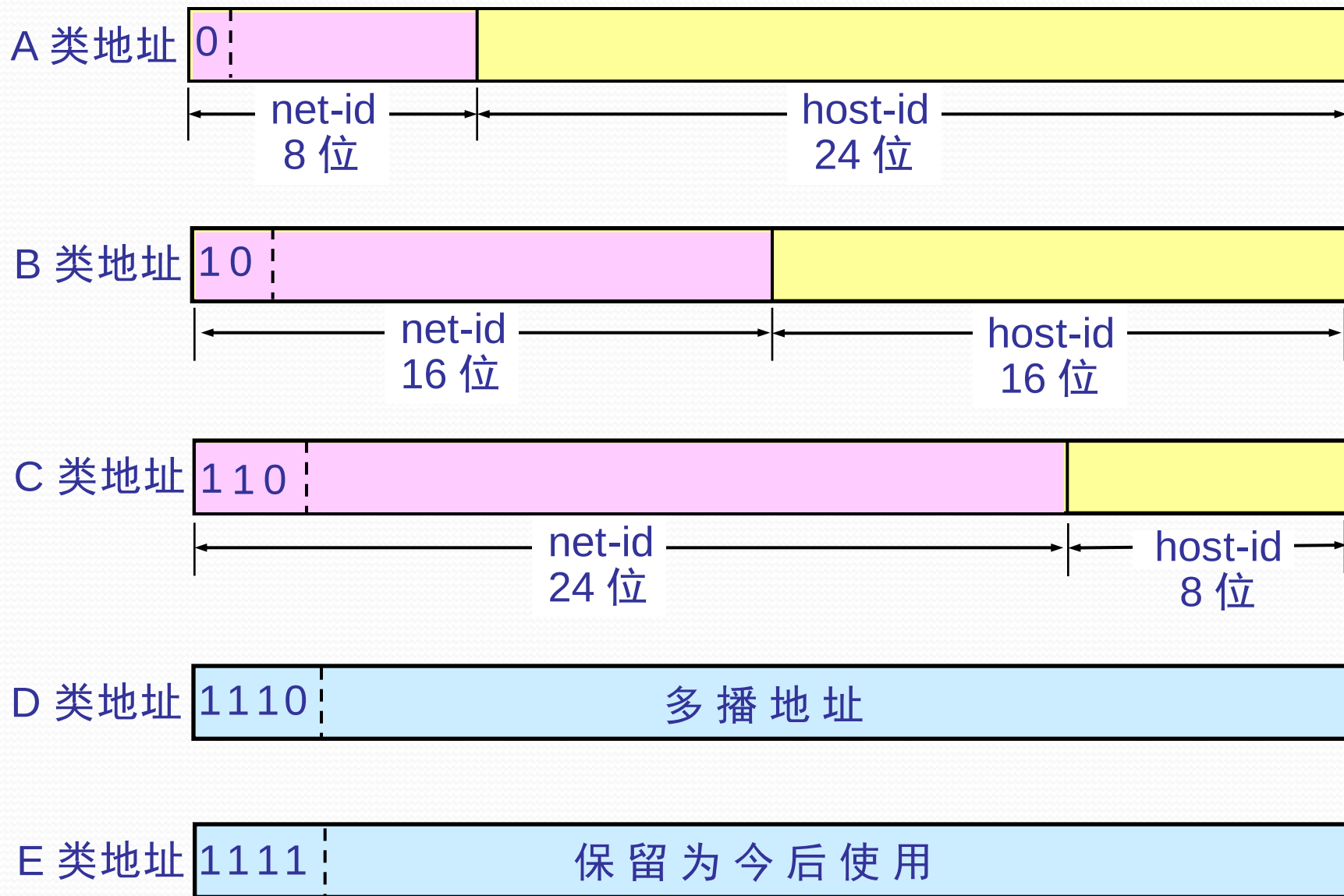
1、分类 IPv4 地址

- ◆ 每一类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：

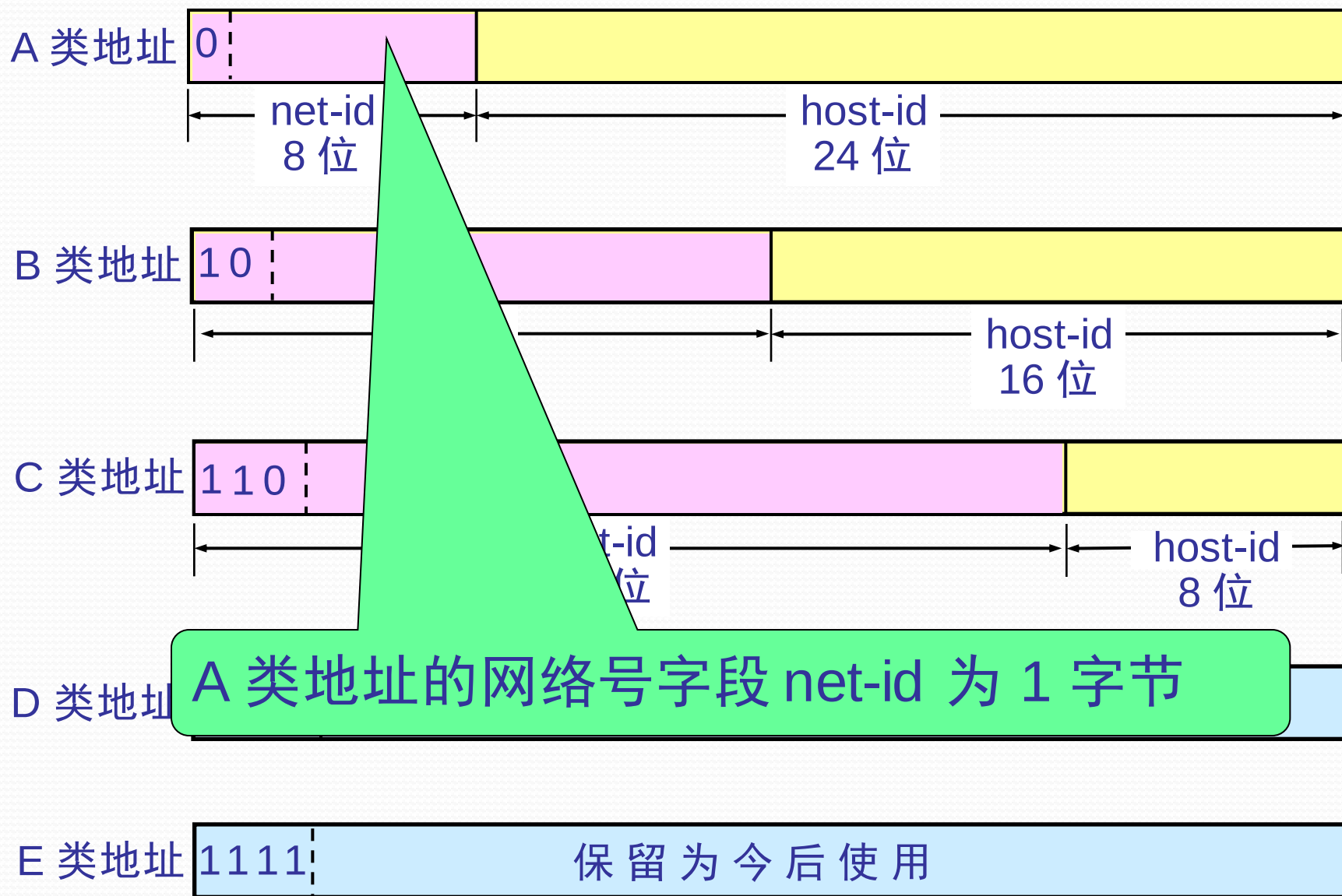
IP 地址 ::= { <网络号>, <主机号> }

::= 代表 “定义为”

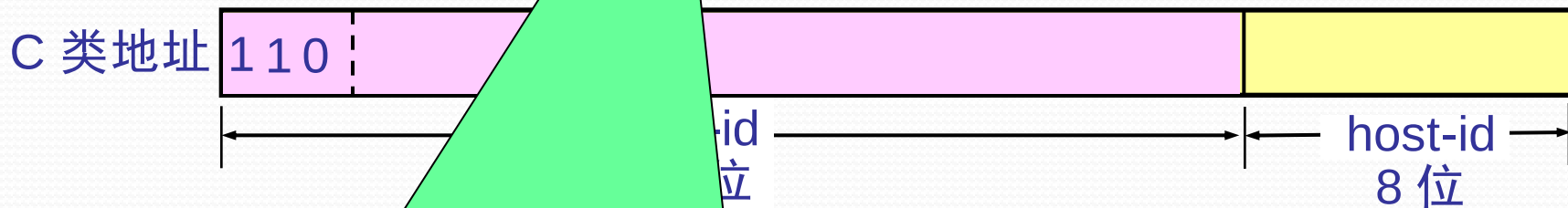
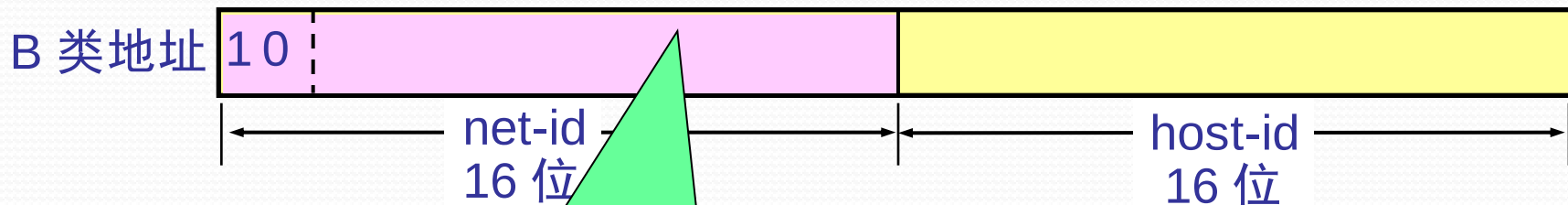
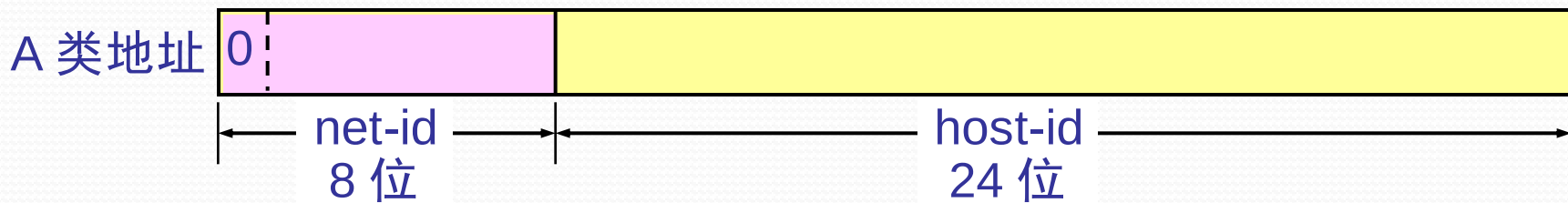
IP 地址中的网络号字段和主机号字段



IPv4 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

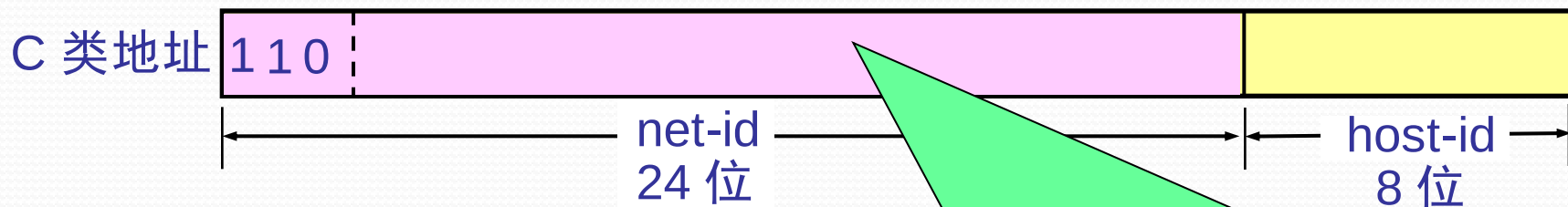
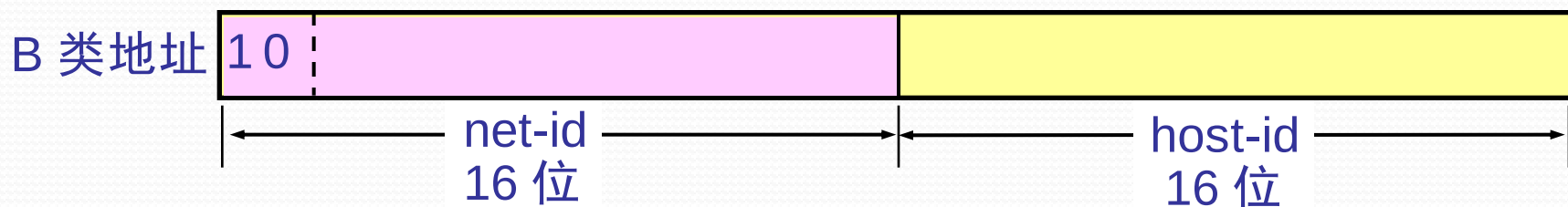
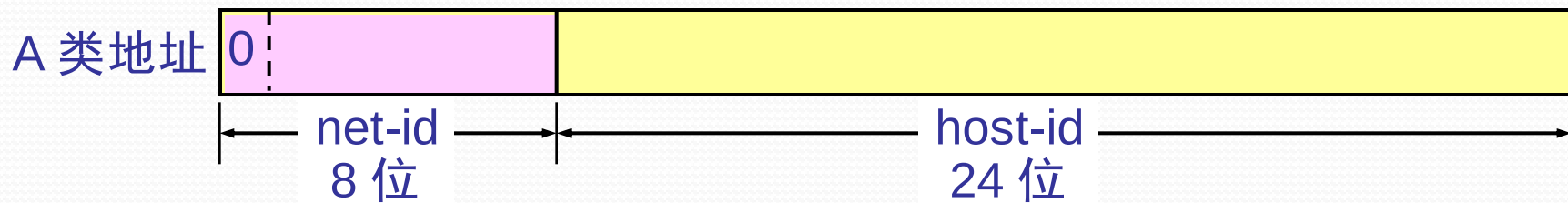


B 类地址的网络号字段 net-id 为 2 字节

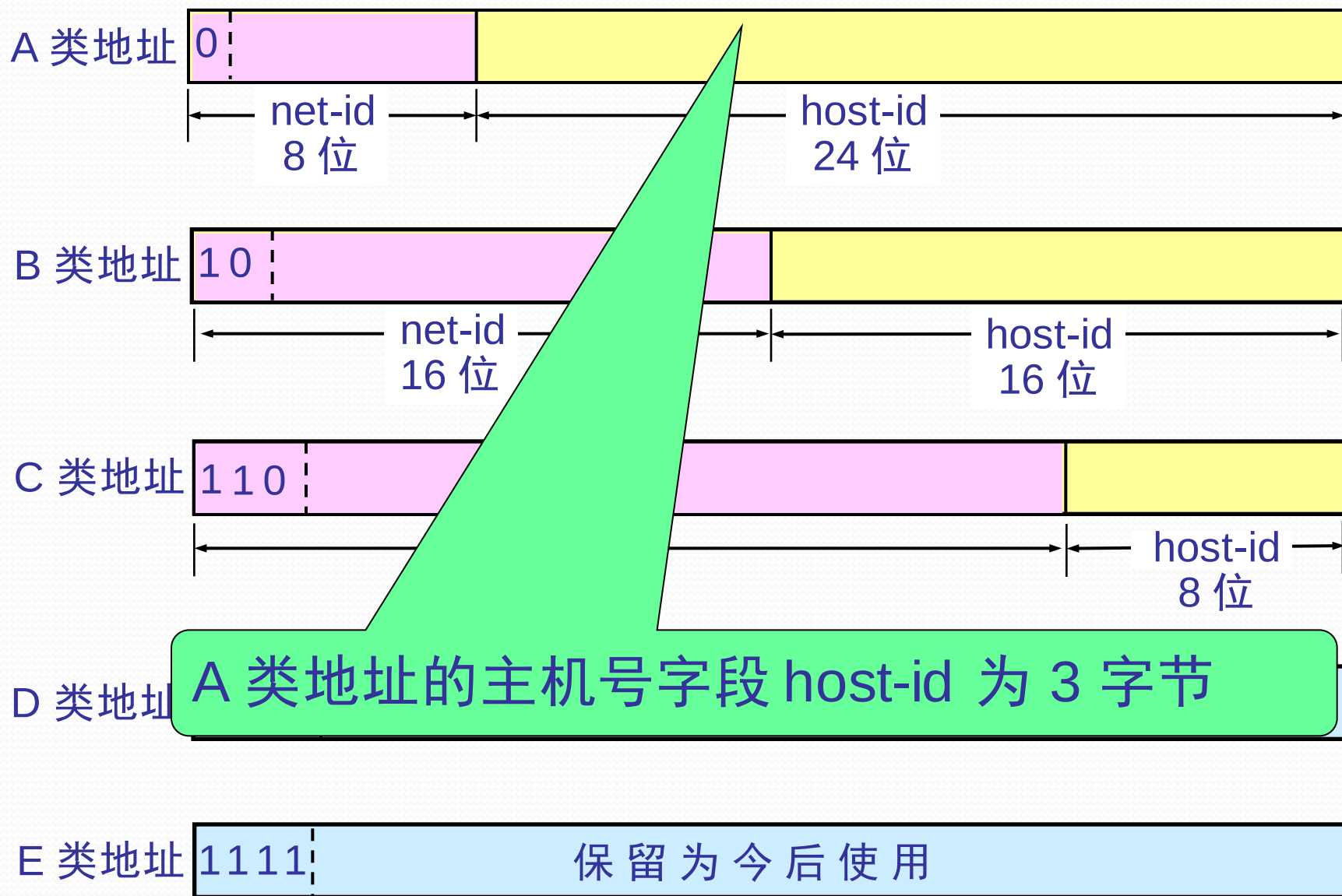


保留为今后使用

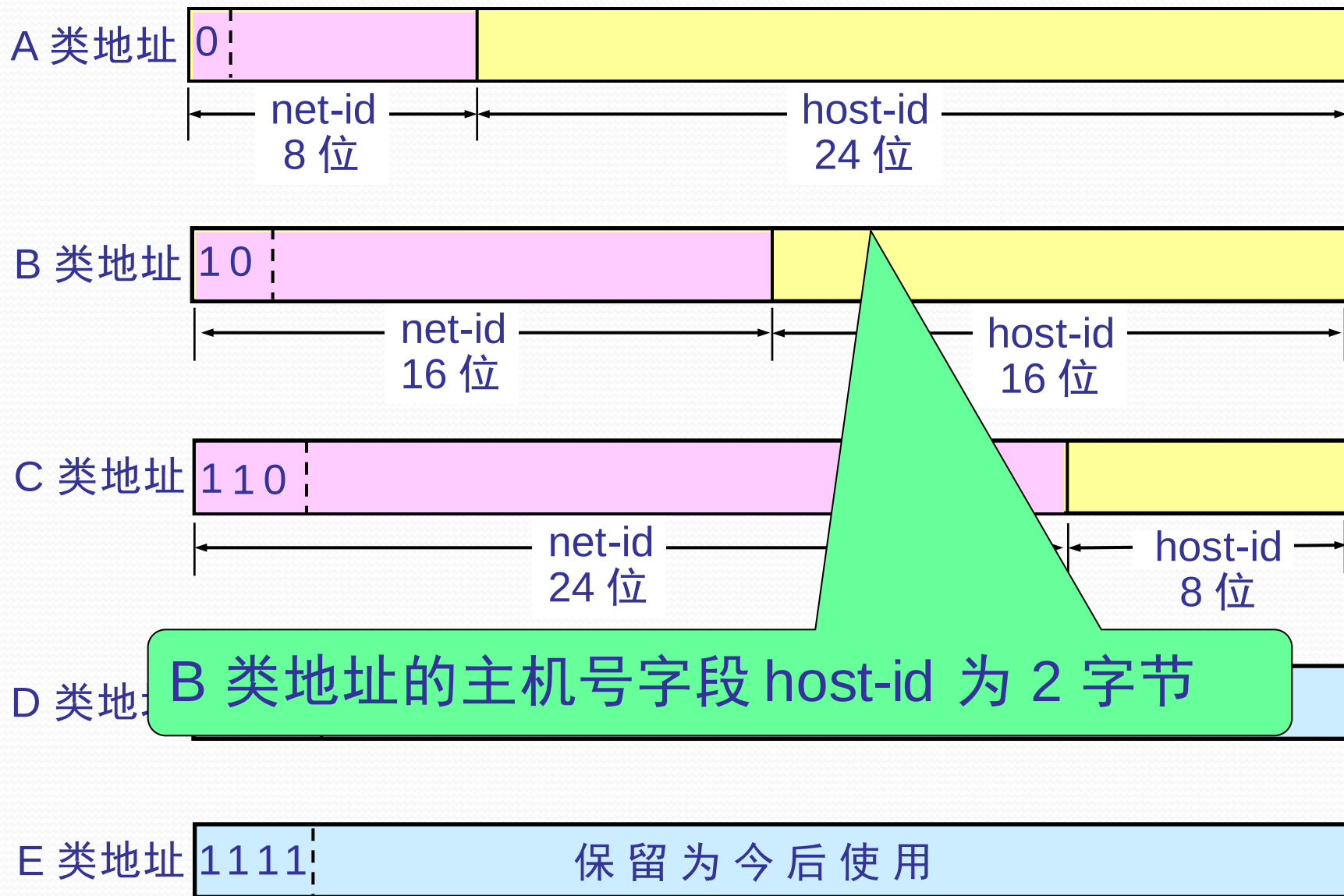
IPv4 地址中的网络号字段和主机号字段



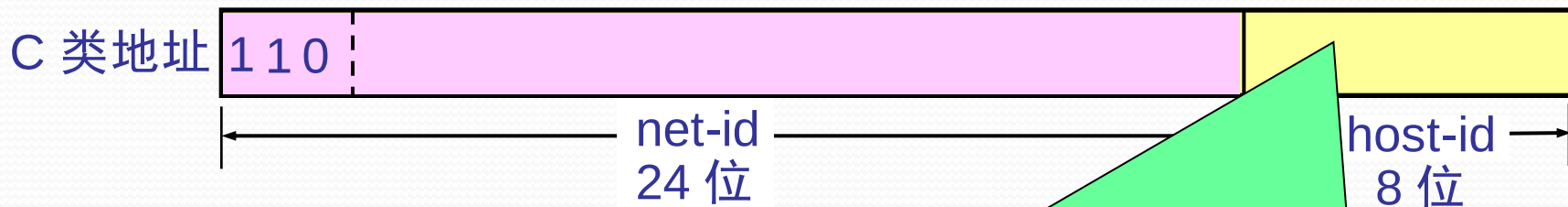
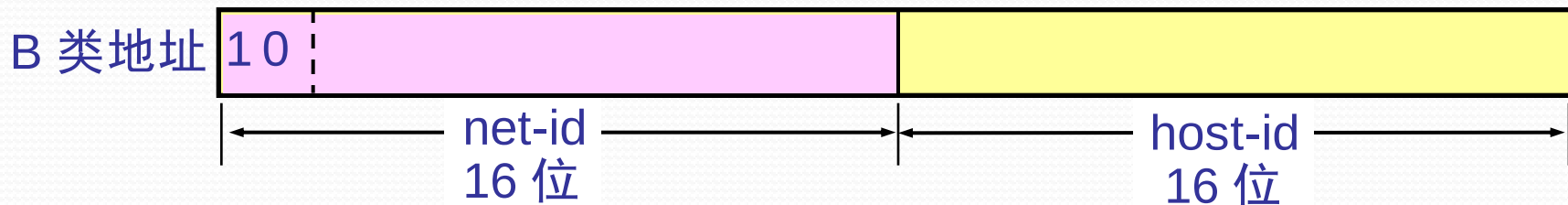
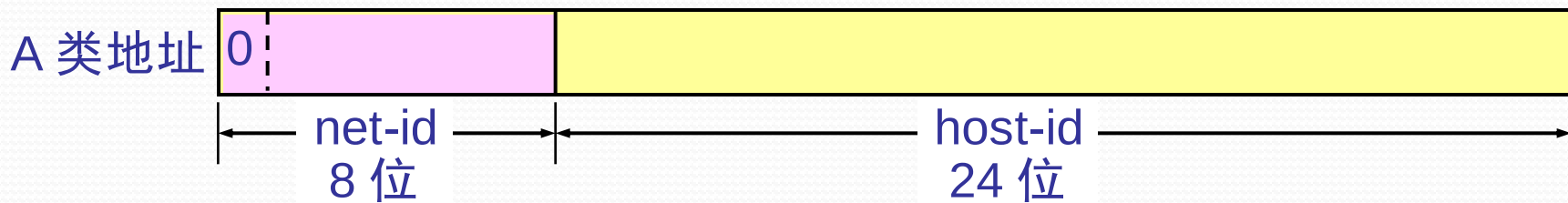
IPv4 地址中的网络号字段和主机号字段



IPv4 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

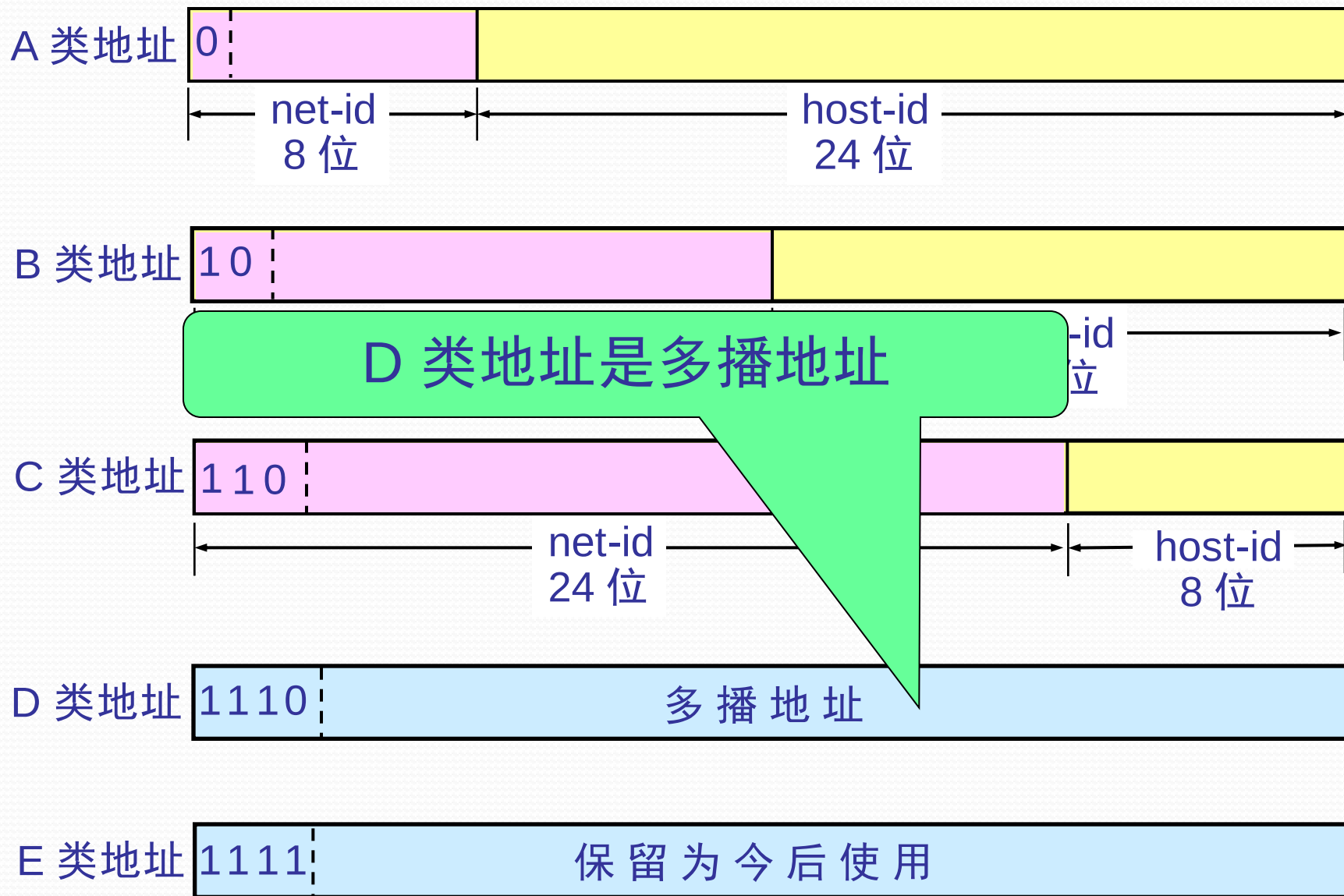


D 类地址

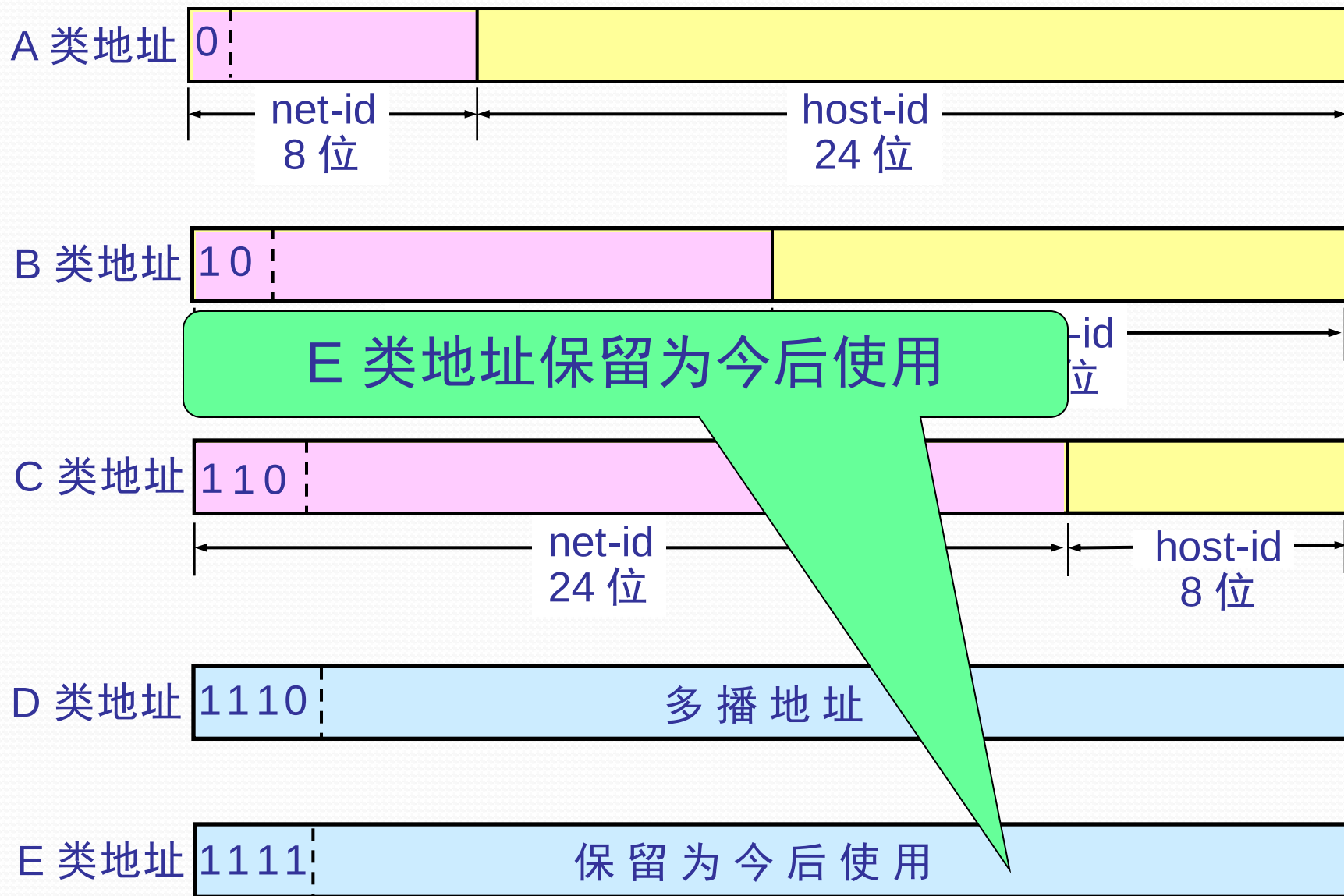
C 类地址的主机号字段 host-id 为 1 字节



IPv4 地址中的网络号字段和主机号字段



IPv4 地址中的网络号字段和主机号字段



IPv4点分十进制记法

机器中存放的 IP 地址
是 32 位 二进制代码

10000000000010110000001100011111

每隔 8 位插入一个空格
能够提高可读性

10000000 00001011 00000011 00011111

将每 8 位的二进制数
转换为十进制数

128

11

3

31

采用点分十进制记法
则进一步提高可读性

128.11.3.31

常用的三种类别的 IP v4地址

IP 地址的使用范围

网络类别	最大网络数	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
B	$16,383 (2^{14} - 1)$	128.1	191.255	65,534
C	$2,097,151 (2^{21} - 1)$	192.0.1	223.255.255	254

IPv4 地址的一些重要特点

(1) IP 地址是一种分等级的地址结构。分两个等级的好处是：

- ◆ 第一，IP 地址管理机构在分配 IP 地址时只分配网络号，而剩下的主机号则由得到该网络号的单位自行分配。这样就方便了 IP 地址的管理。
- ◆ 第二，路由器仅根据目的主机所连接的网络号来转发分组（而不考虑目的主机号），这样就可以使路由表中的项目数大幅度减少，从而减小了路由表所占的存储空间。

IP 地址的一些重要特点

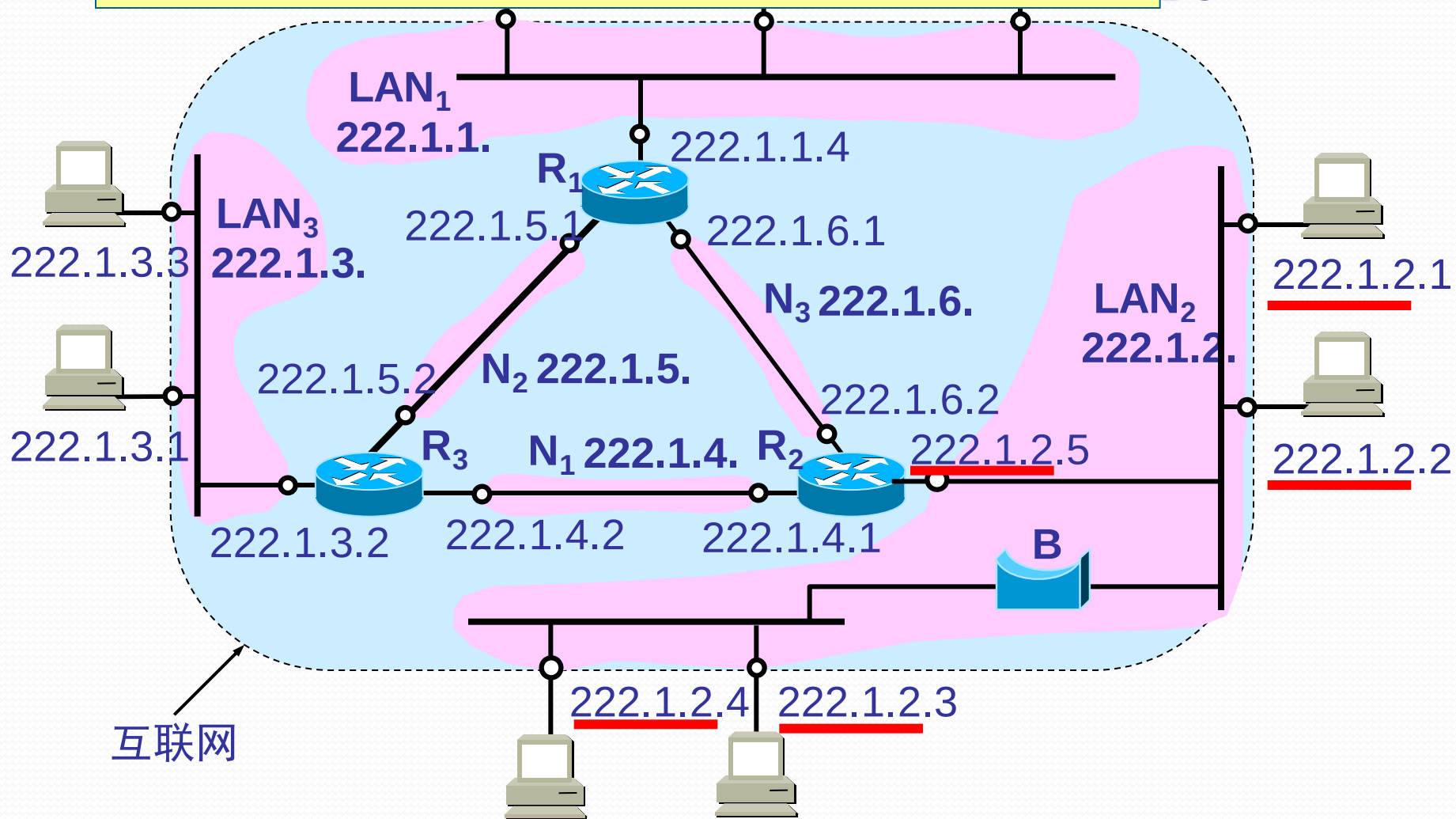
- (2) 实际上 IP 地址是标志一个主机（或路由器）和一条链路的接口。
- ◆ 当一个主机同时连接到两个网络上时，该主机就必须同时具有两个相应的 IP 地址，其网络号 net-id 必须是不同的。这种主机称为多归属主机(multihomed host)。
 - ◆ 由于一个路由器至少应当连接到两个网络（这样它才能将 IP 数据报从一个网络转发到另一个网络），因此一个路由器至少应当有两个不同的 IP 地址。

IP 地址的一些重要特点

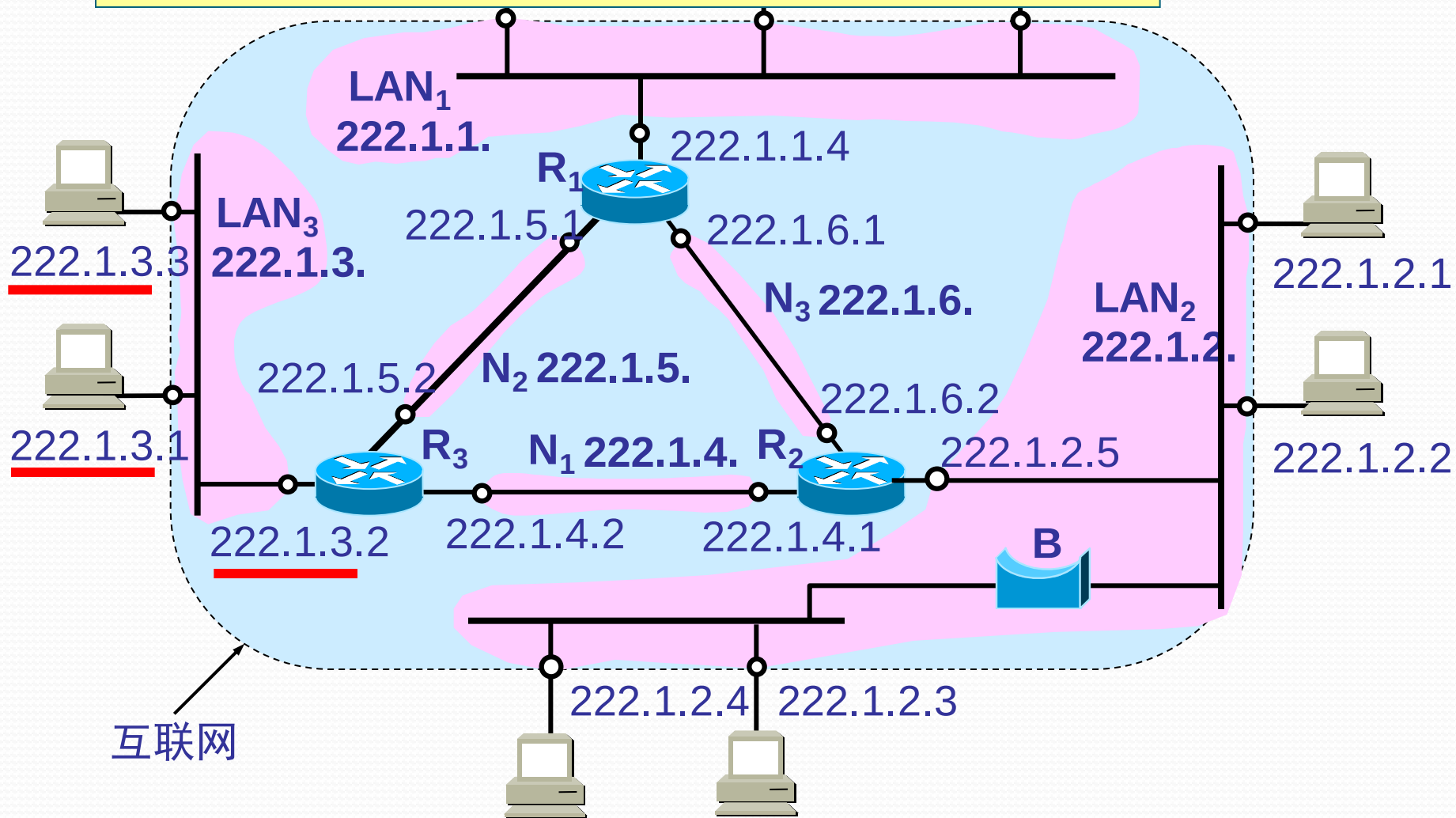
- (3) 用转发器或网桥连接起来的若干个局域网仍为一个网络，因此这些局域网都具有同样的网络号 **net-id**。
- (4) 所有分配到网络号 **net-id** 的网络，范围很小的局域网，还是可能覆盖很大地理范围的广域网，都是平等的。

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

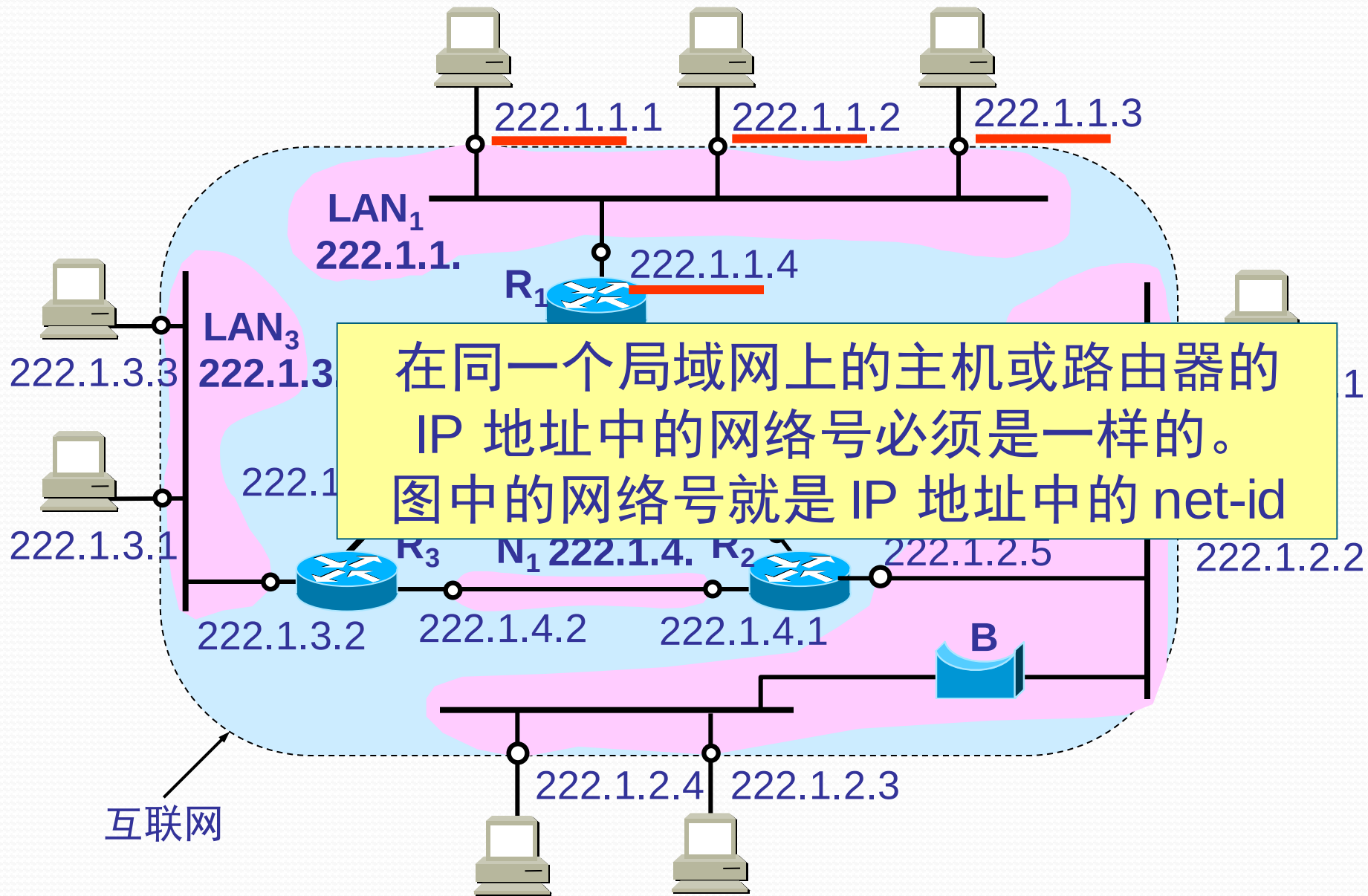
1.3



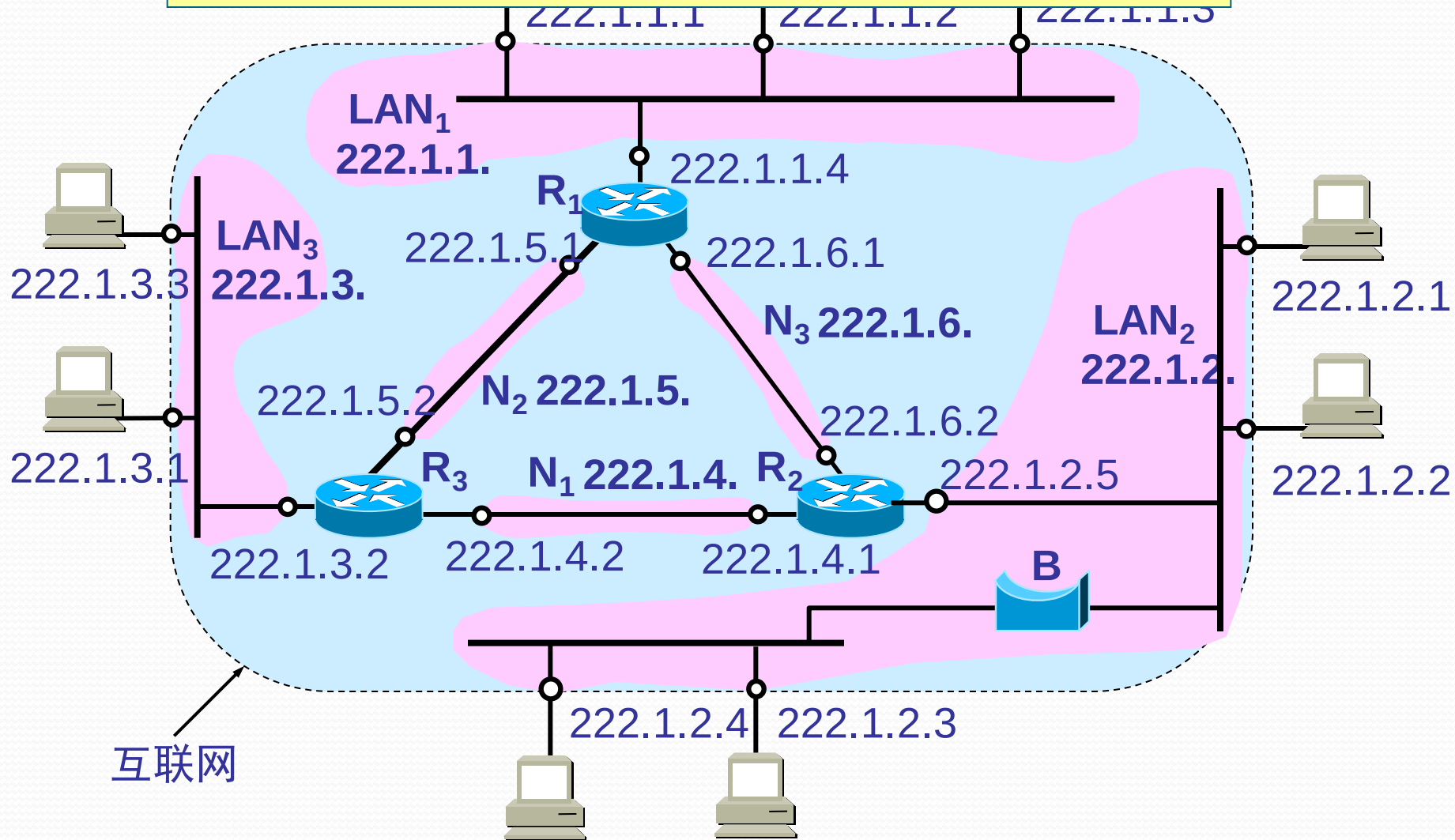
在同一个局域网上的主机或路由器的
IP 地址中的网络号必须是一样的。
图中的网络号就是 IP 地址中的 net-id



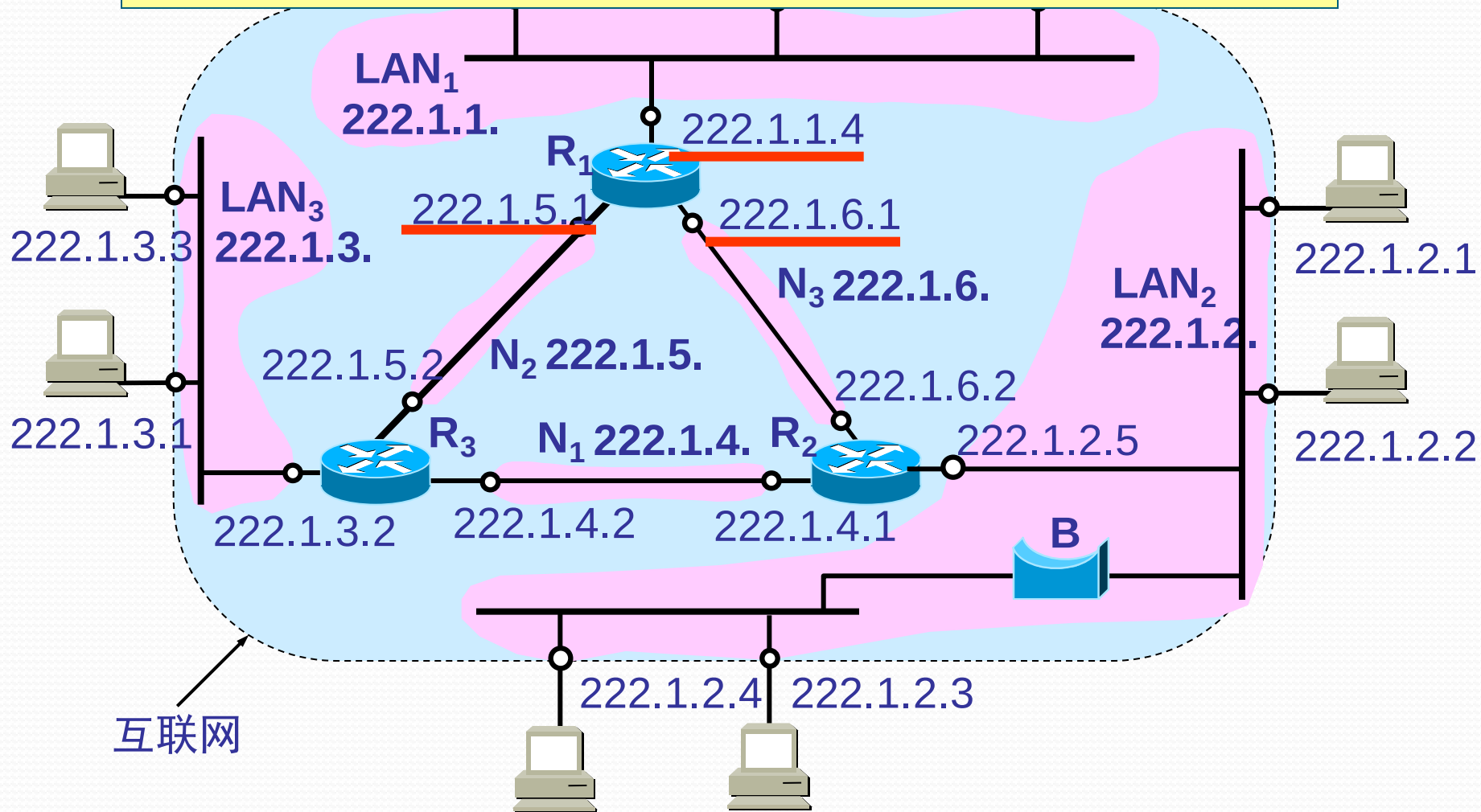
互联网中的 IP 地址



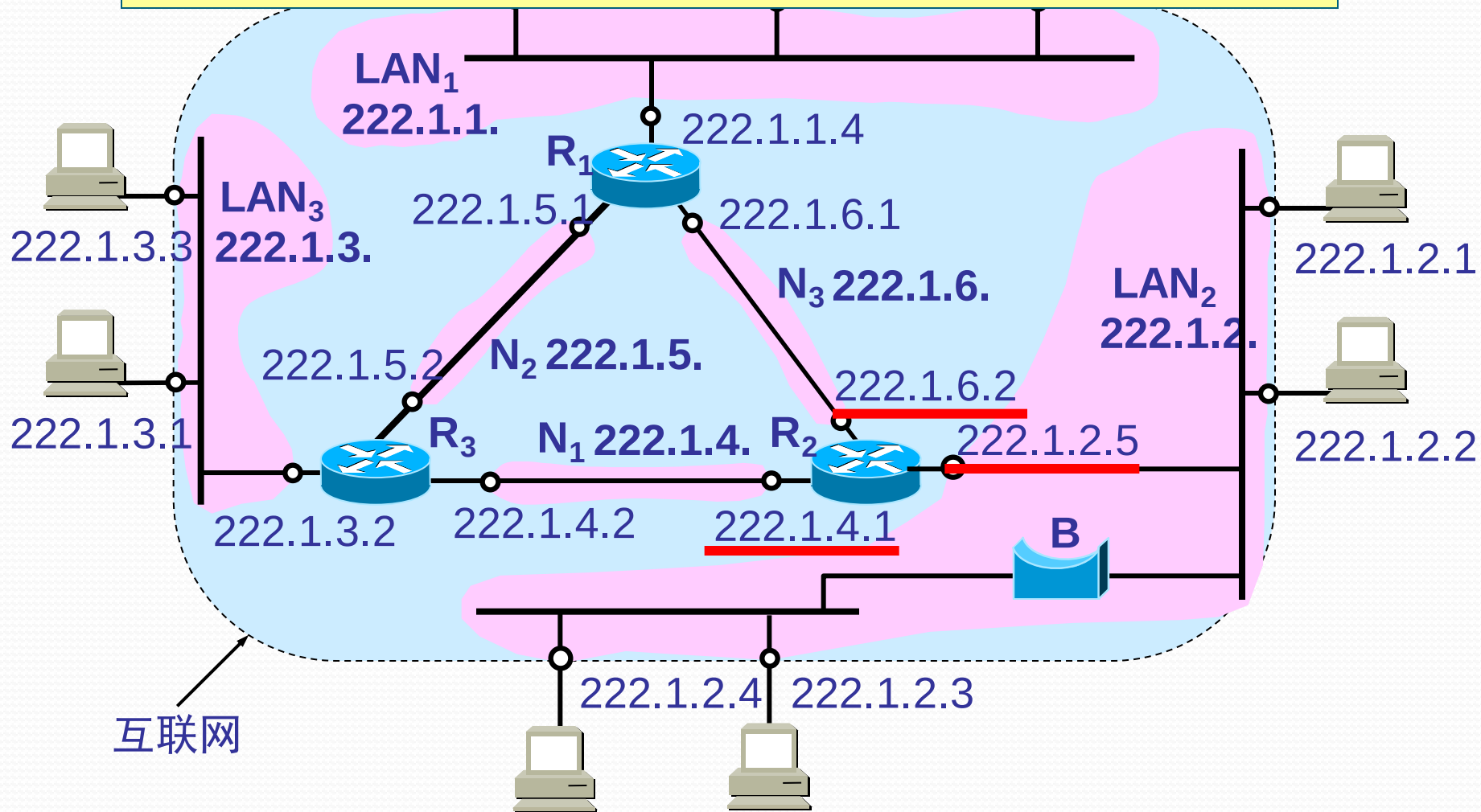
在同一个局域网上的主机或路由器的
IP 地址中的网络号必须是一样的。
图中的网络号就是 IP 地址中的 net-id



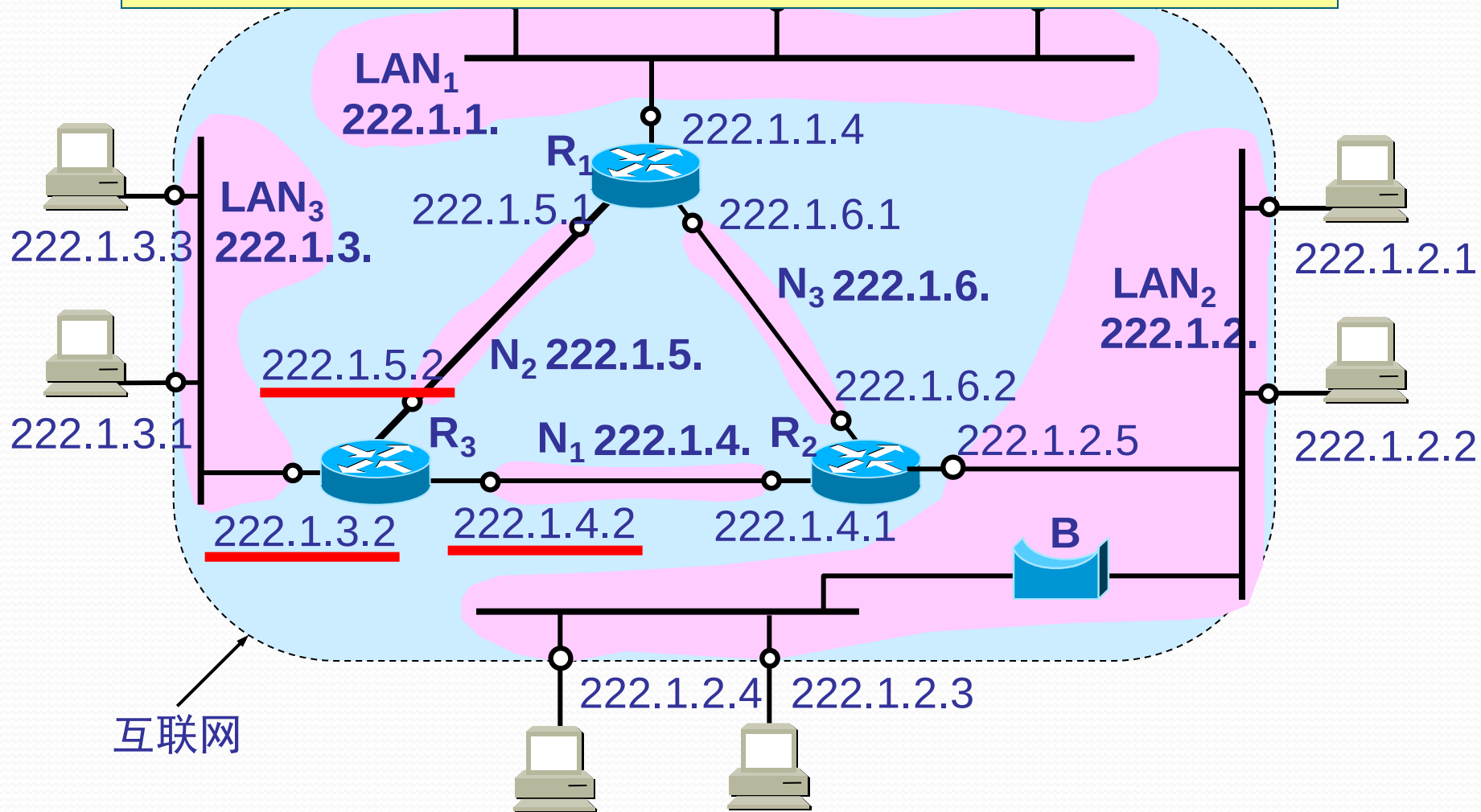
路由器总是具有两个或两个以上的 IP 地址。
路由器的每一个接口都有一个
不同网络号的 IP 地址。



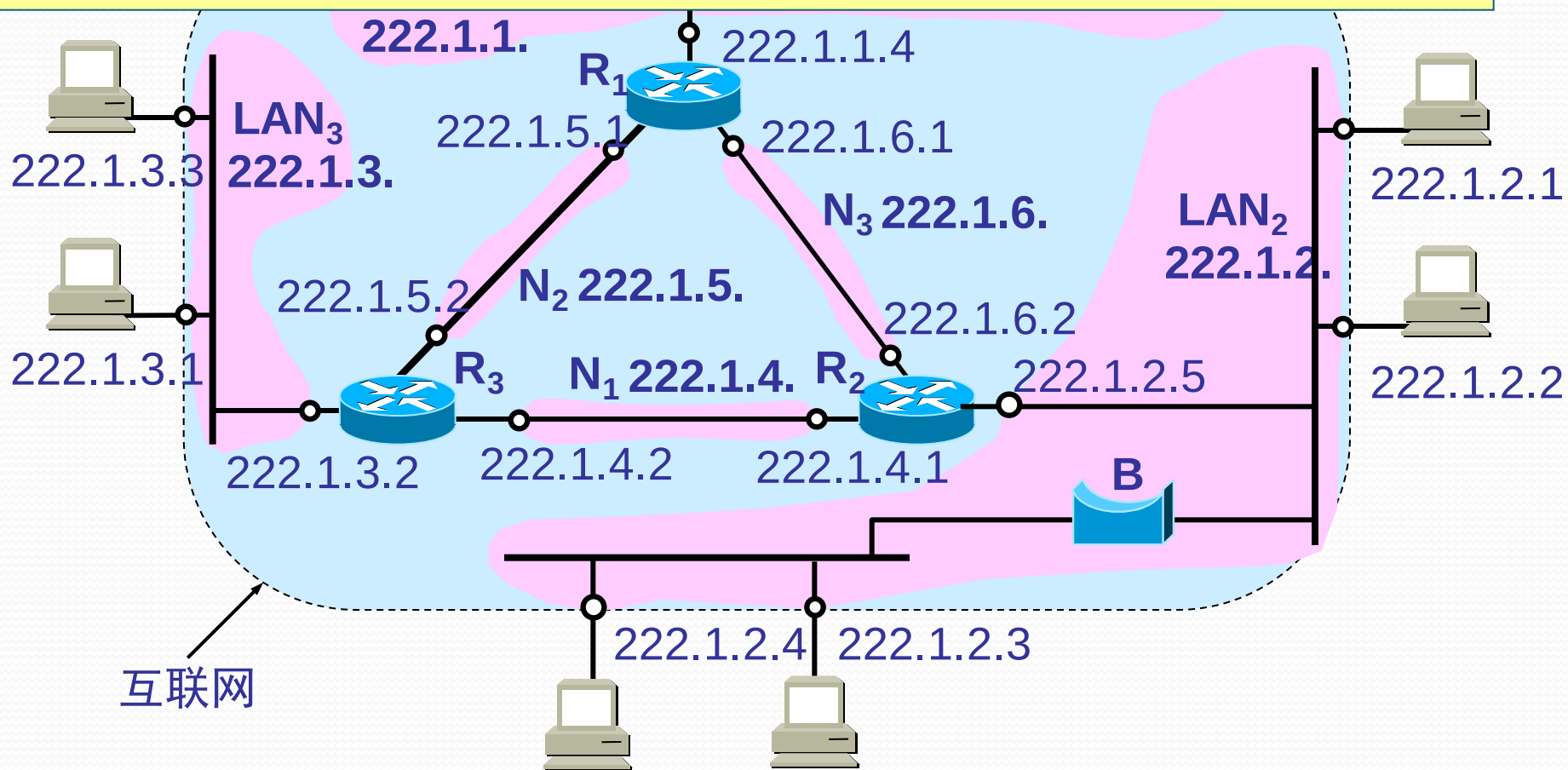
路由器总是具有两个或两个以上的 IP 地址。
路由器的每一个接口都有一个
不同网络号的 IP 地址。



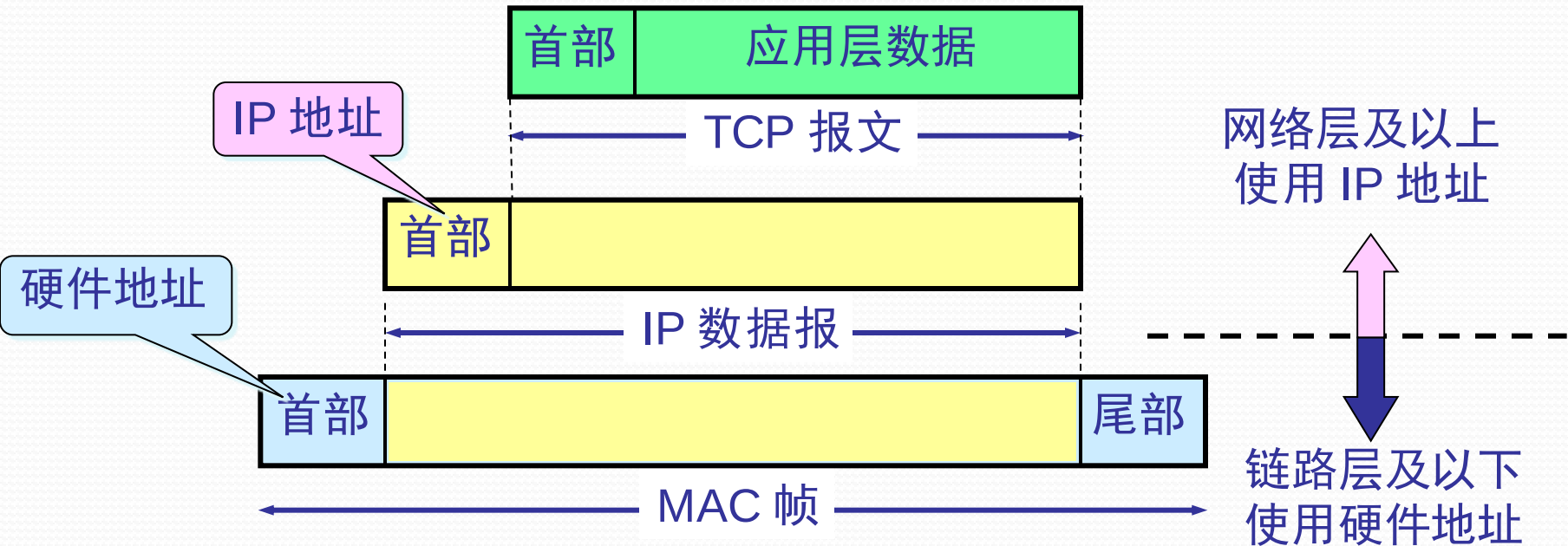
路由器总是具有两个或两个以上的 IP 地址。
路由器的每一个接口都有一个
不同网络号的 IP 地址。

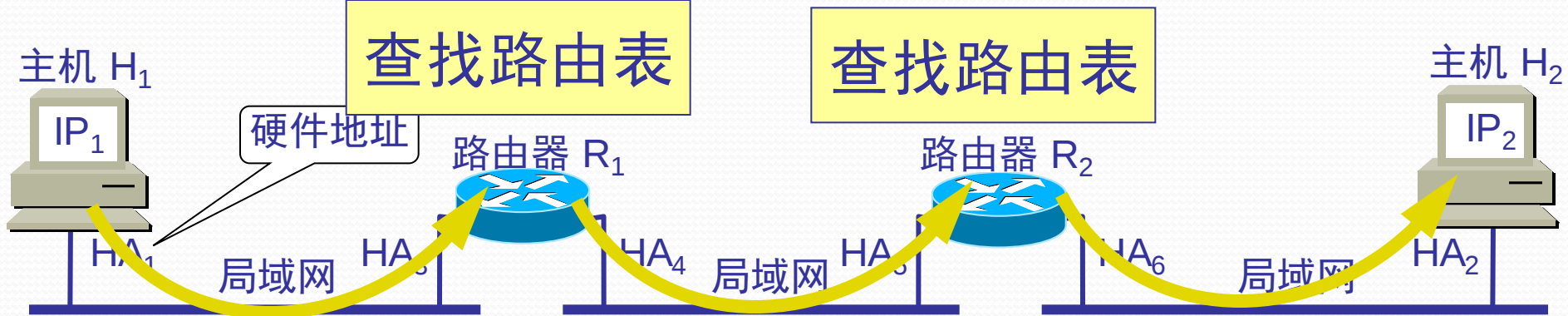


两个路由器直接相连的接口处，可指明也可不指明 IP 地址。如指明 IP 地址，则这一段连线就构成了一种只包含一段线路的特殊“网络”。现在常不指明 IP 地址。



IP 地址与硬件地址

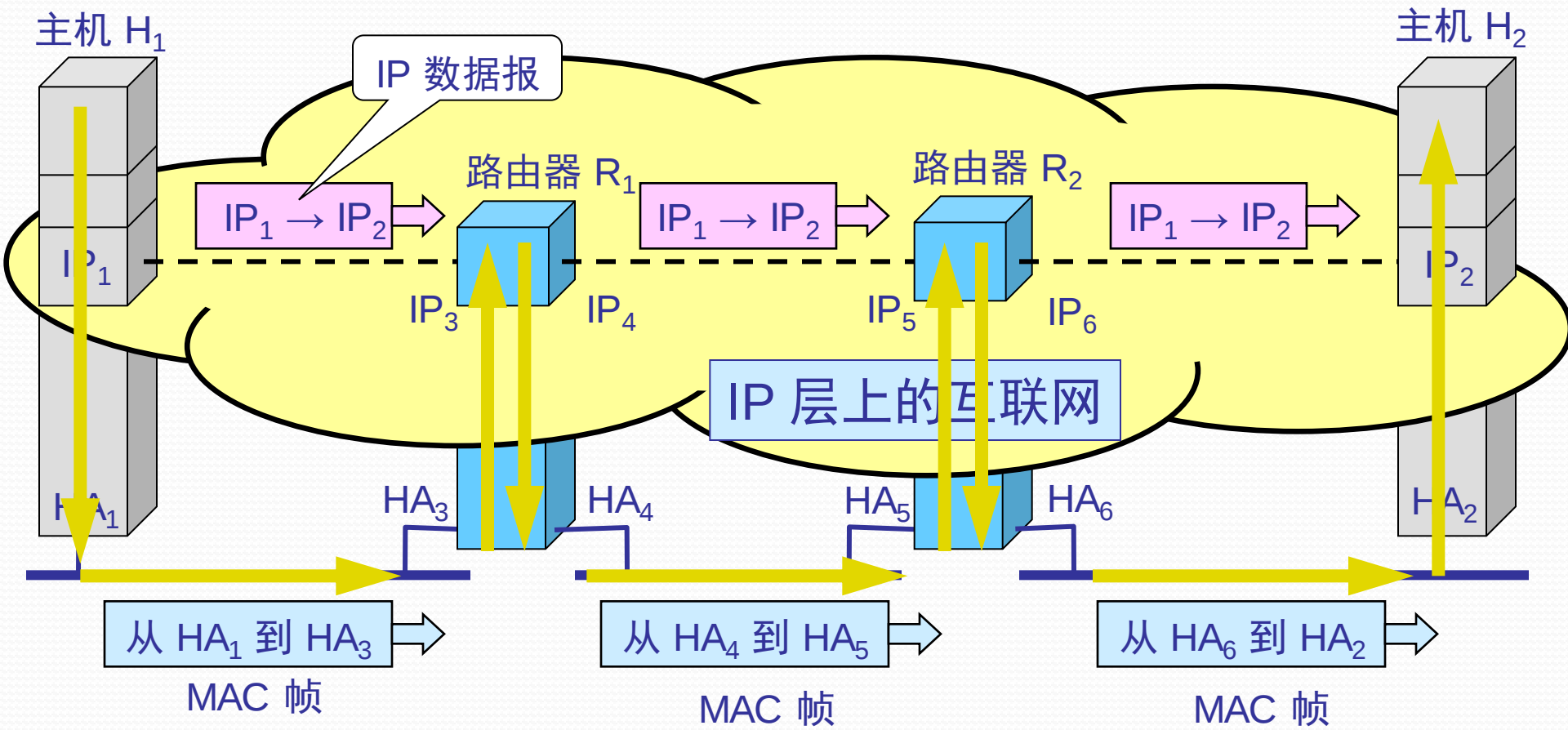




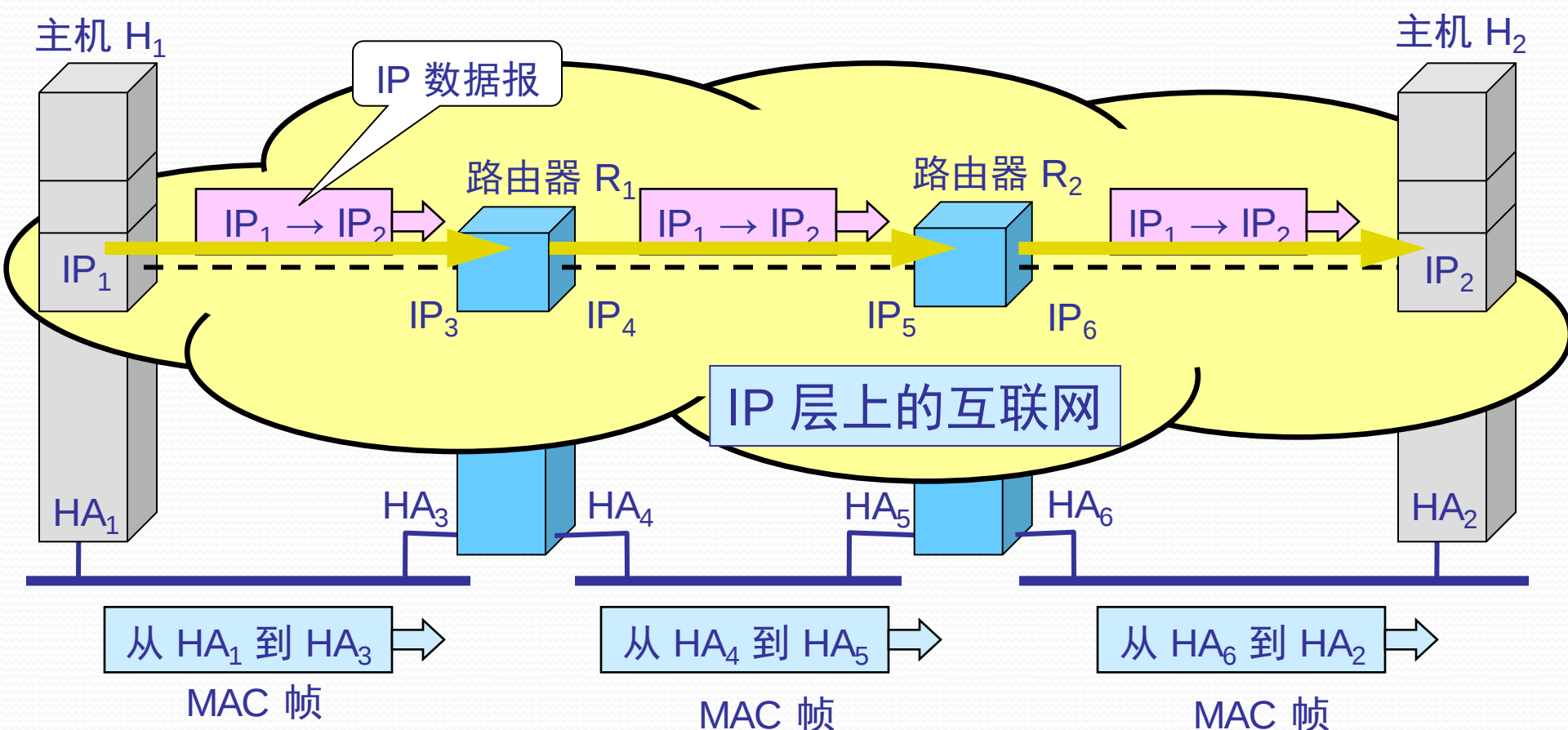
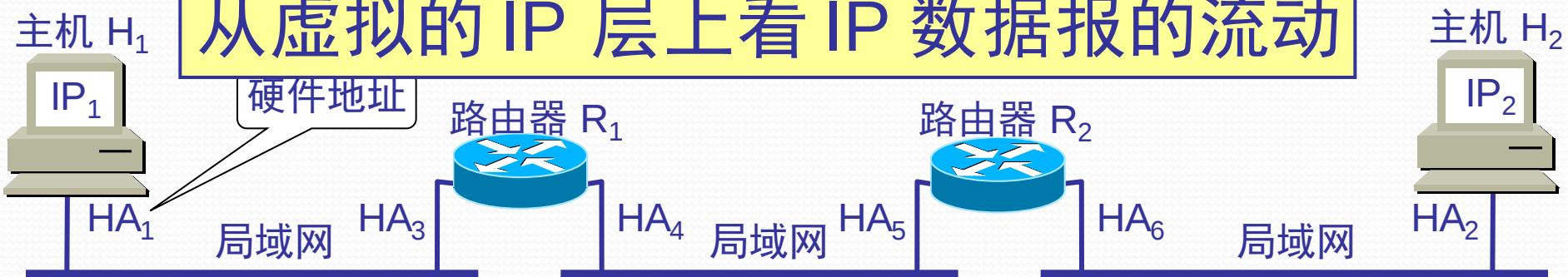
通信的路径

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

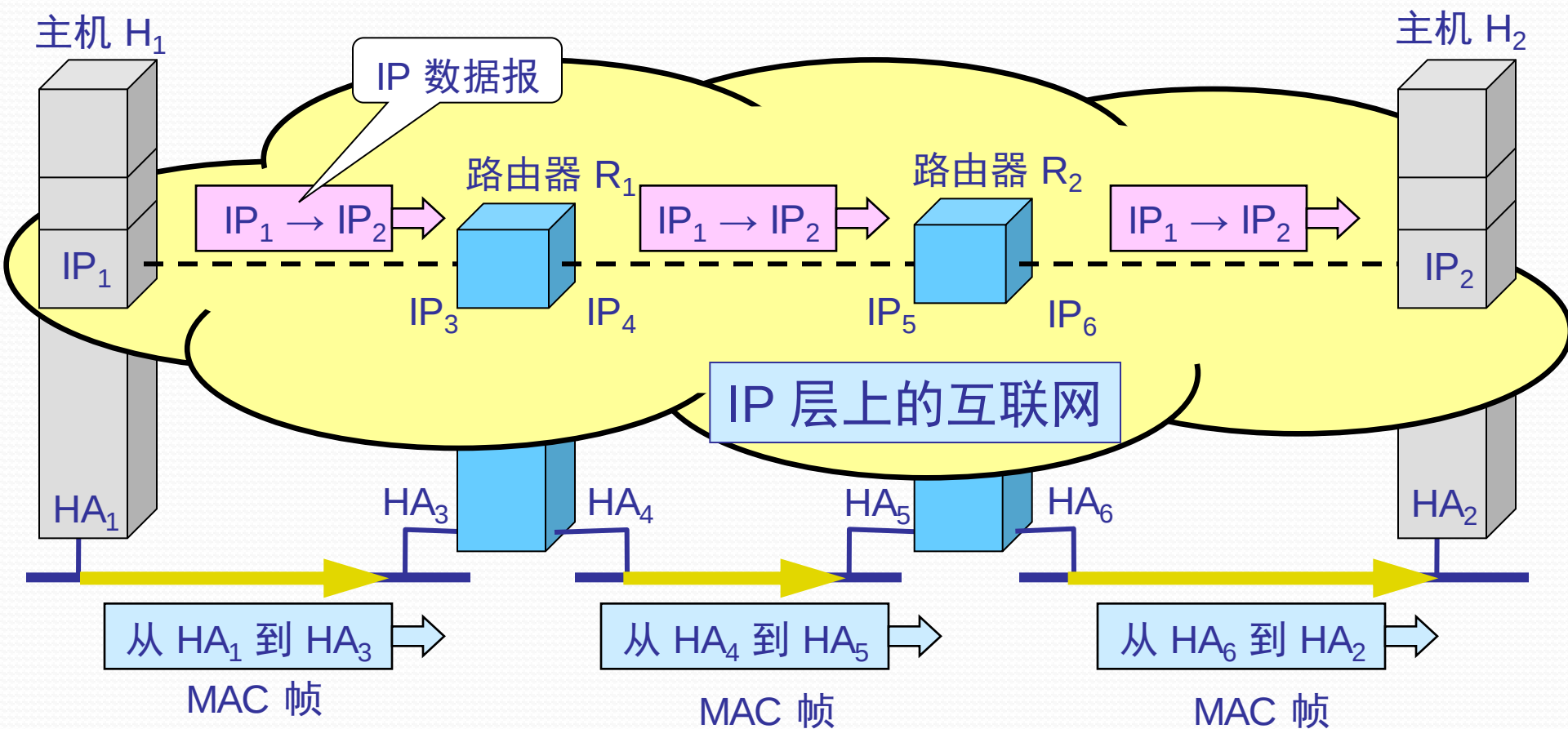
从协议栈的层次上看数据的流动



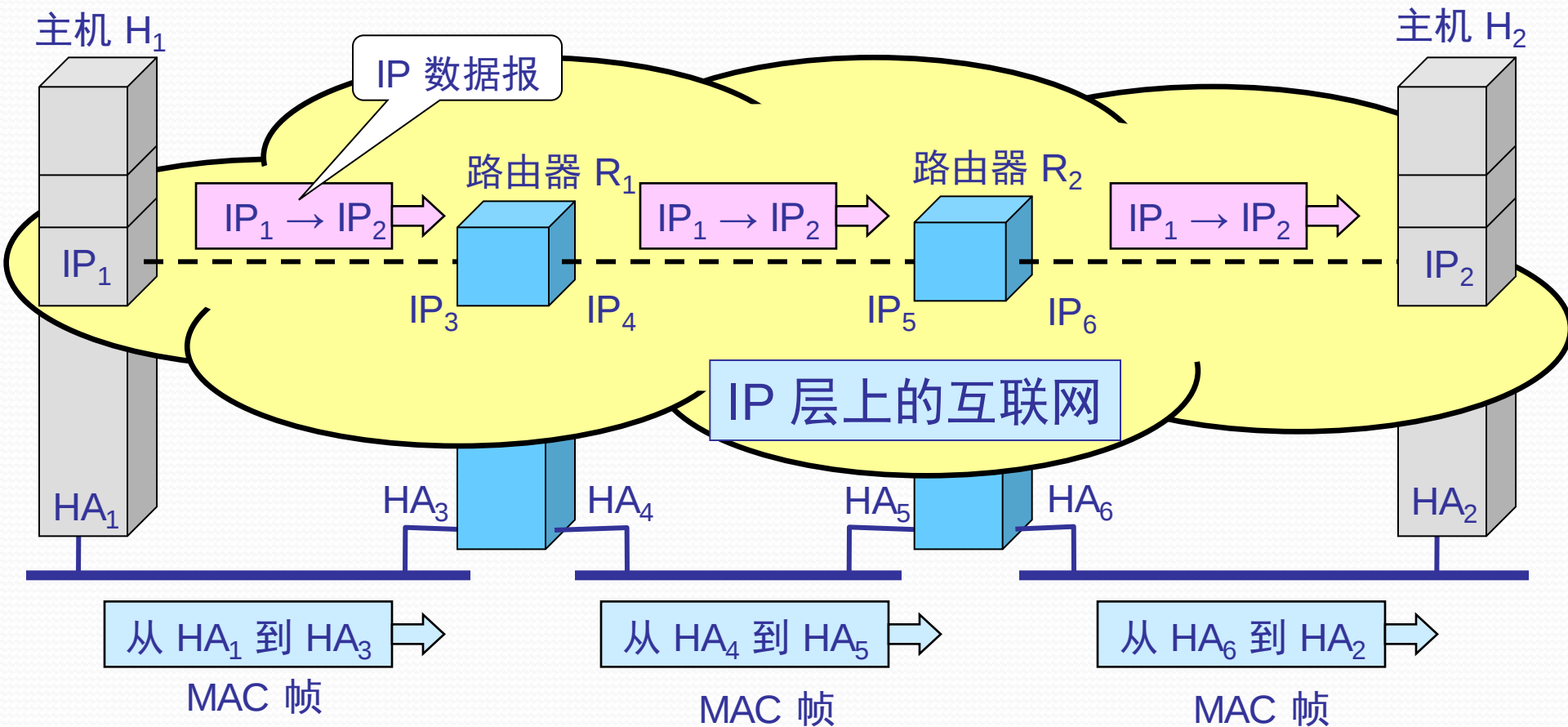
从虚拟的 IP 层上看 IP 数据报的流动



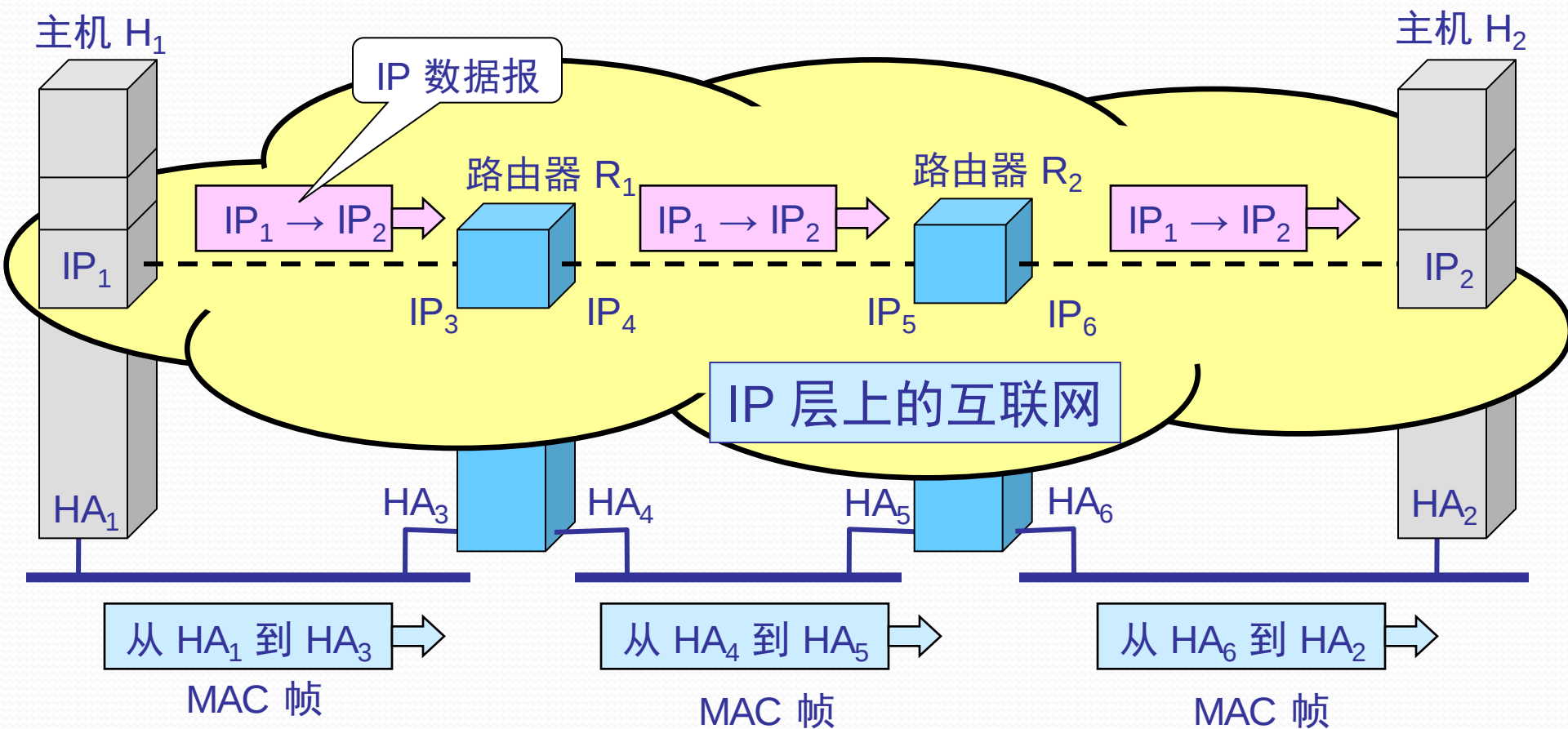
在链路上看 MAC 帧的流动



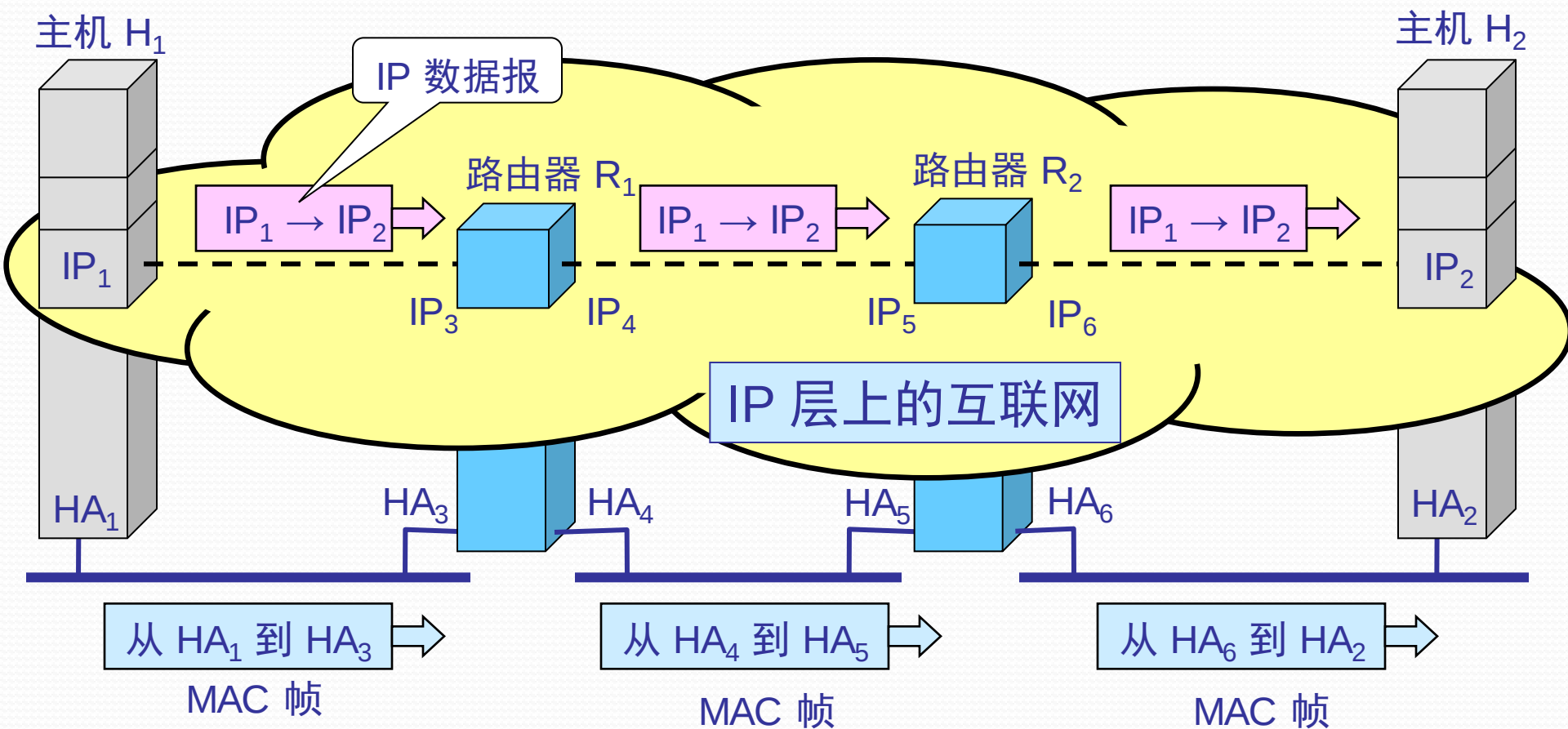
在 IP 层抽象的互联网上只能看到 IP 数据报
图中的 $IP_1 \rightarrow IP_2$ 表示从源地址 IP_1 到目的地址 IP_2
两个路由器的 IP 地址并不出现在 IP 数据报的首部中



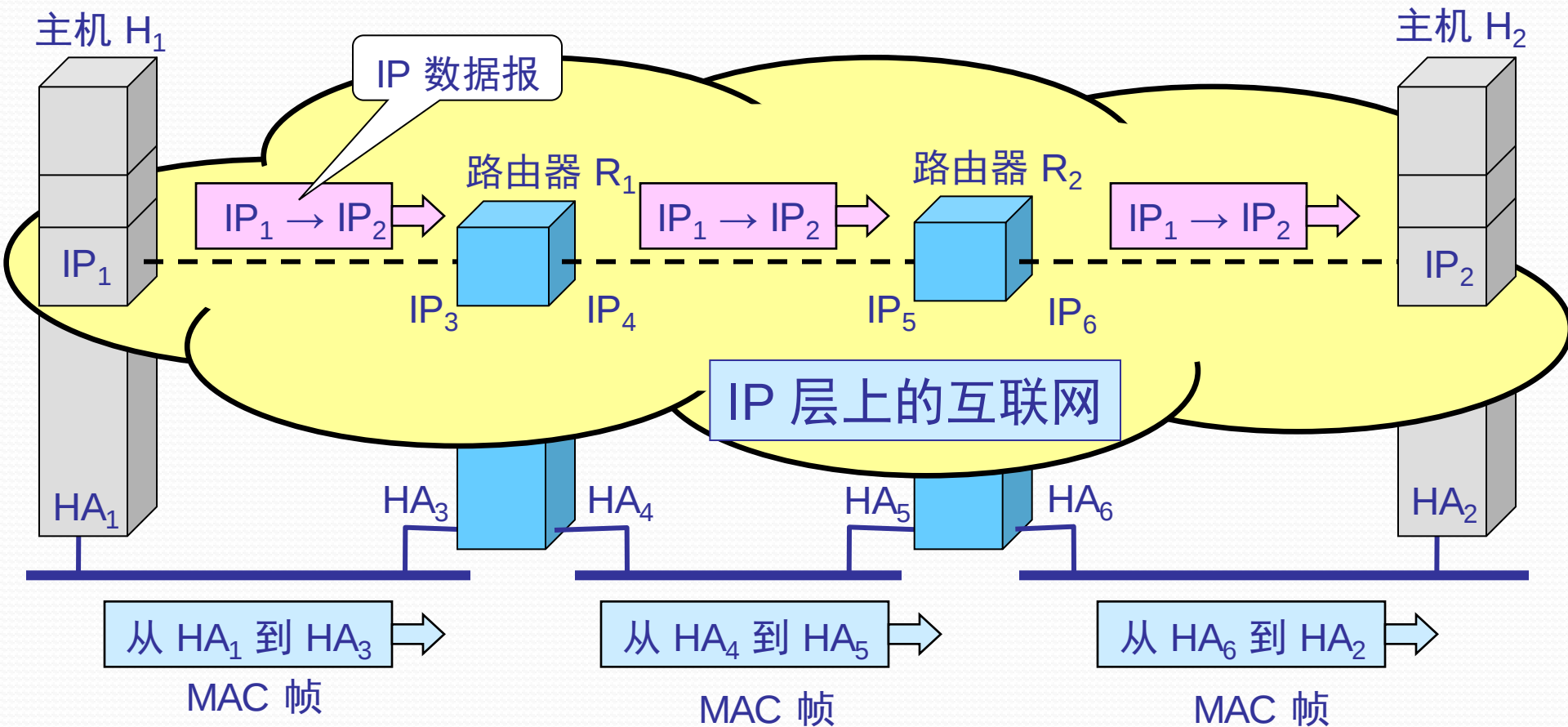
路由器只根据目的站的 IP 地址的网络号进行路由选择



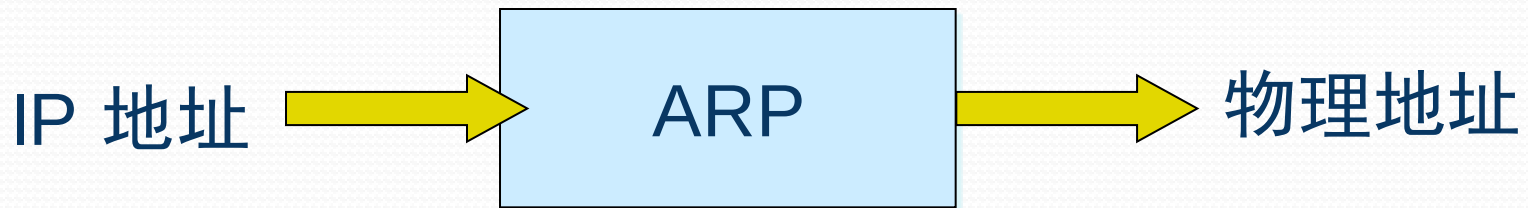
在具体的物理网络的链路层
只能看见 MAC 帧而看不见 IP 数据报



IP层抽象的互联网屏蔽了下层很复杂的细节
在抽象的网络层上讨论问题，就能够使用
统一的、抽象的 IP 地址
研究主机和主机或主机和路由器之间的通信

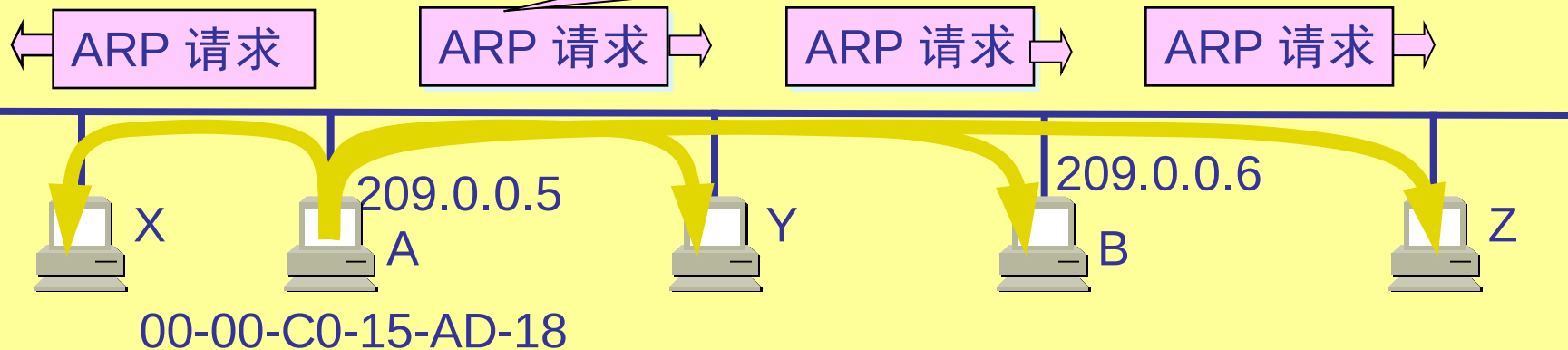


地址解析协议 ARP 和逆地址解析协议 RARP



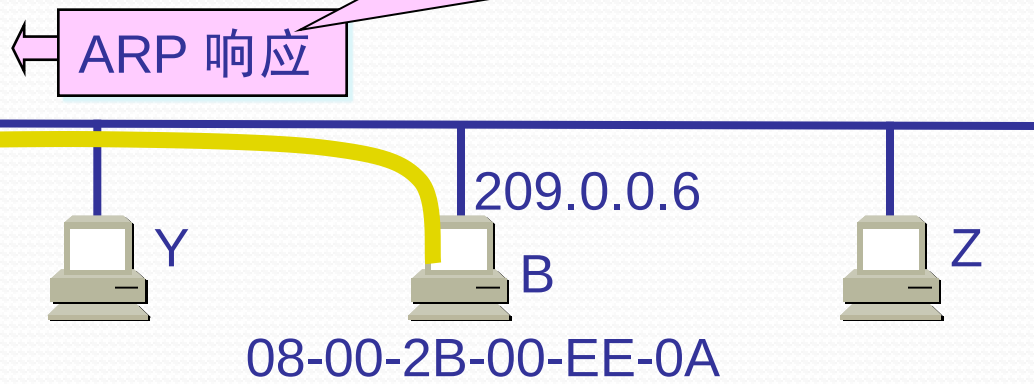
主机 A 广播发送
ARP 请求分组

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



什么不直接使用硬件地址进行通信？

- ◆ 由于全世界存在着各式各样的网络，它们使用不同的硬件地址。要使这些异构网络能够互相通信就必须进行非常复杂的硬件地址转换工作，因此几乎是不可能的事。
- ◆ 连接到因特网的主机都拥有统一的 **IP** 地址，它们之间的通信就像连接在同一个网络上那样简单方便，因为调用 **ARP** 来寻找某个路由器或主机的硬件地址都是由计算机软件自动进行的，对用户来说是看不见这种调用过程的。

逆地址解析协议 RARP

- ◆ 逆地址解析协议 **RARP** 使只知道自己硬件地址的主机能够知道其 **IP** 地址。
- ◆ 这种主机往往是无盘工作站。因此 **RARP** 协议目前已很少使用。

2、划分子网

从两级 IP 地址到三级 IP 地址

- 在 ARPANET 的早期，IP 地址的设计确实不够合理。
 - IP 地址空间的利用率有时很低。
 - 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。
 - 两级的 IP 地址不够灵活。

三级的 IP 地址

- ◆从 1985 年起在 IP 地址中又增加了一个“子网号字段”，使两级的 IP 地址变成为**三级的 IP 地址**。
- ◆这种做法叫作**划分子网(subnetting)**。划分子网已成为因特网的正式标准协议。

划分子网的基本思路

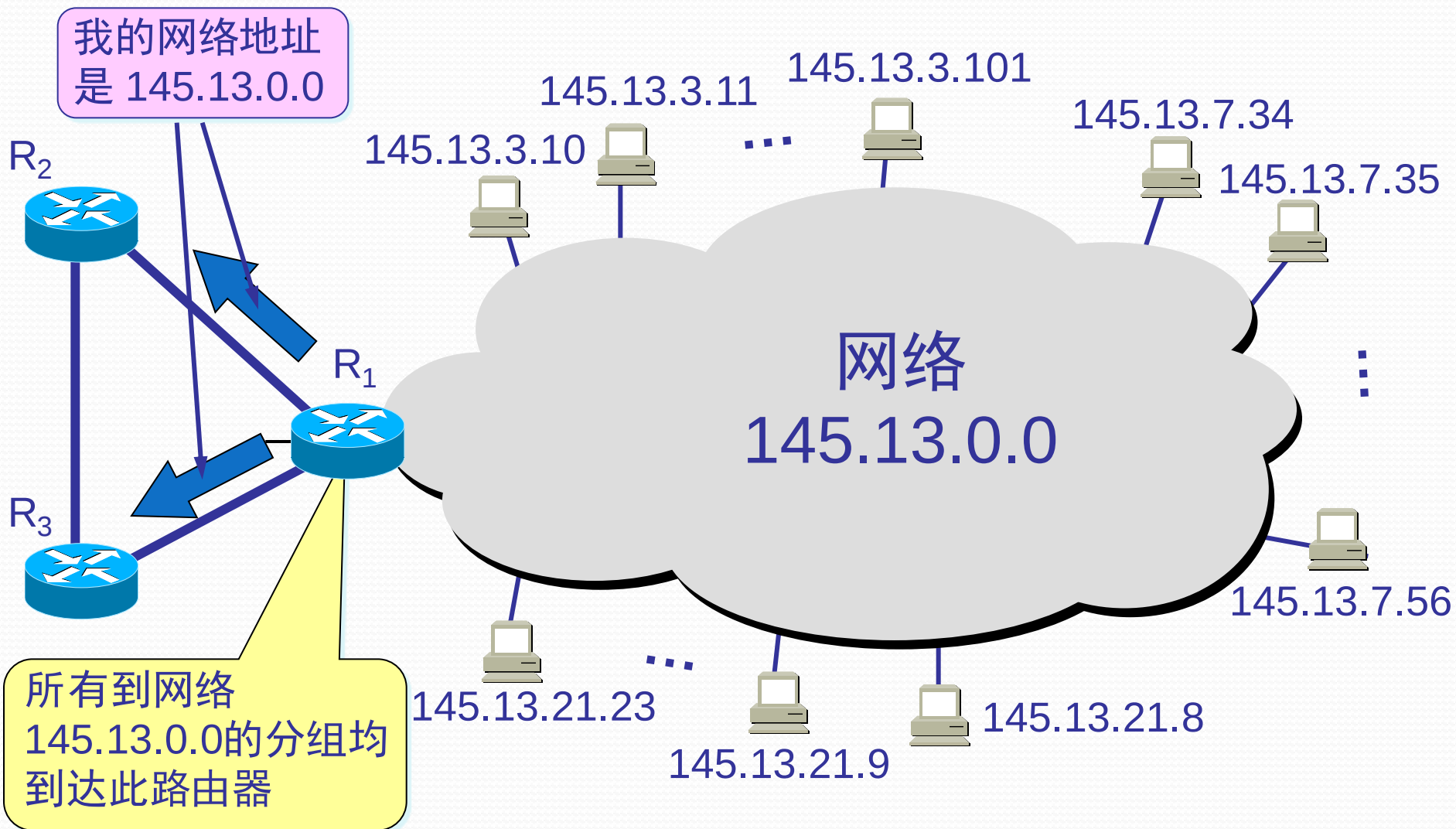
- ◆ 划分子网纯属一个单位内部的事情。单位对外仍然表现为没有划分子网的网络。
- ◆ 从主机号借用若干个位作为子网号 **subnet-id**，而主机号 **host-id** 也就相应减少了若干个位。

IP地址 ::= {<网络号>, <子网号>, <主机号>}

划分子网的基本思路（续）

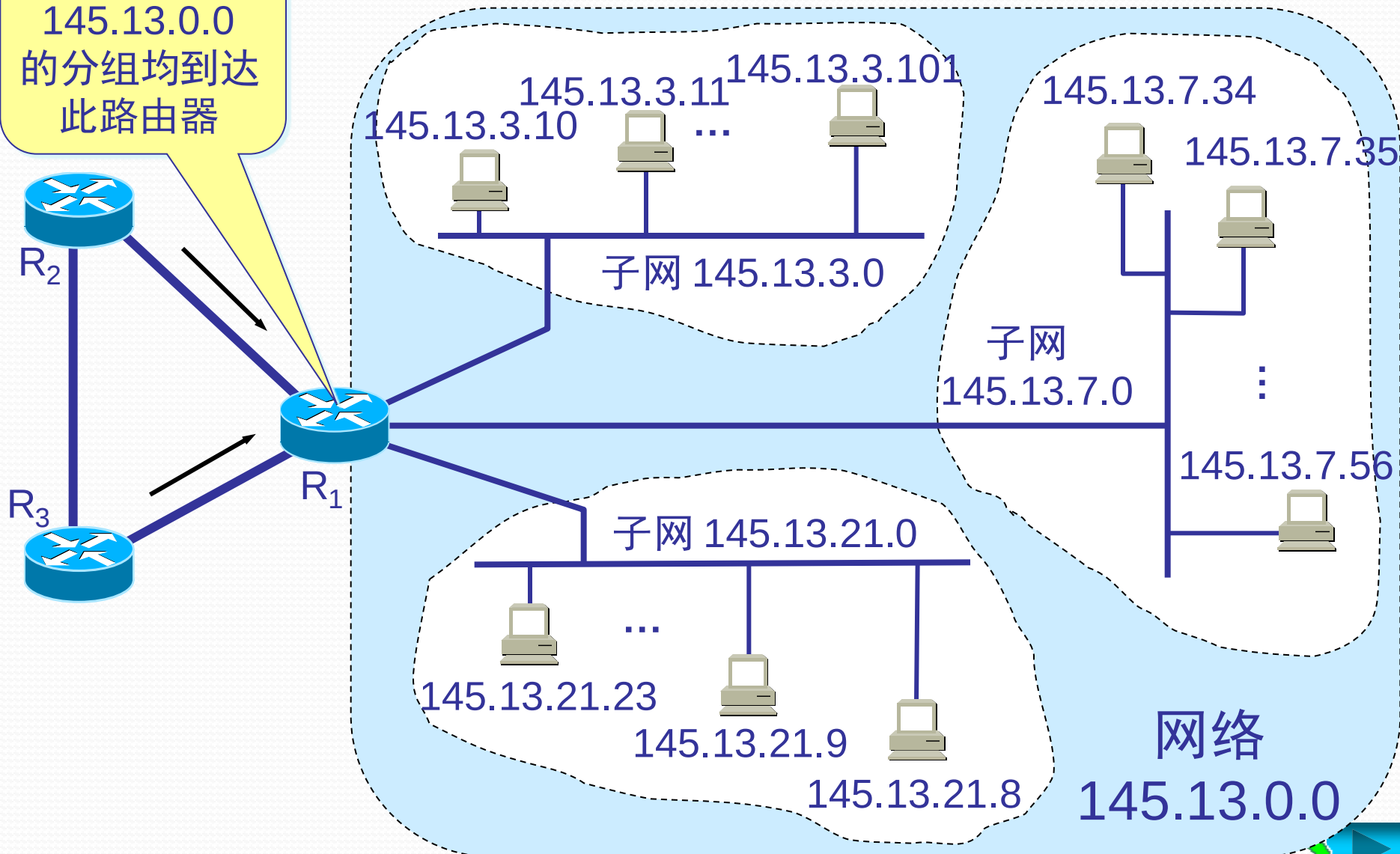
- ◆凡是从其他网络发送给本单位某个主机的 IP 数据报，仍然是根据 IP 数据报的目的网络号 net-id，先找到连接在本单位网络上的路由器。
- ◆此路由器在收到 IP 数据报后，再按目的网络号 net-id 和子网号 subnet-id 找到目的子网。
- ◆最后就将 IP 数据报直接交付目的主机。

一个未划分子网的 B 类网络 145.13.0.0



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



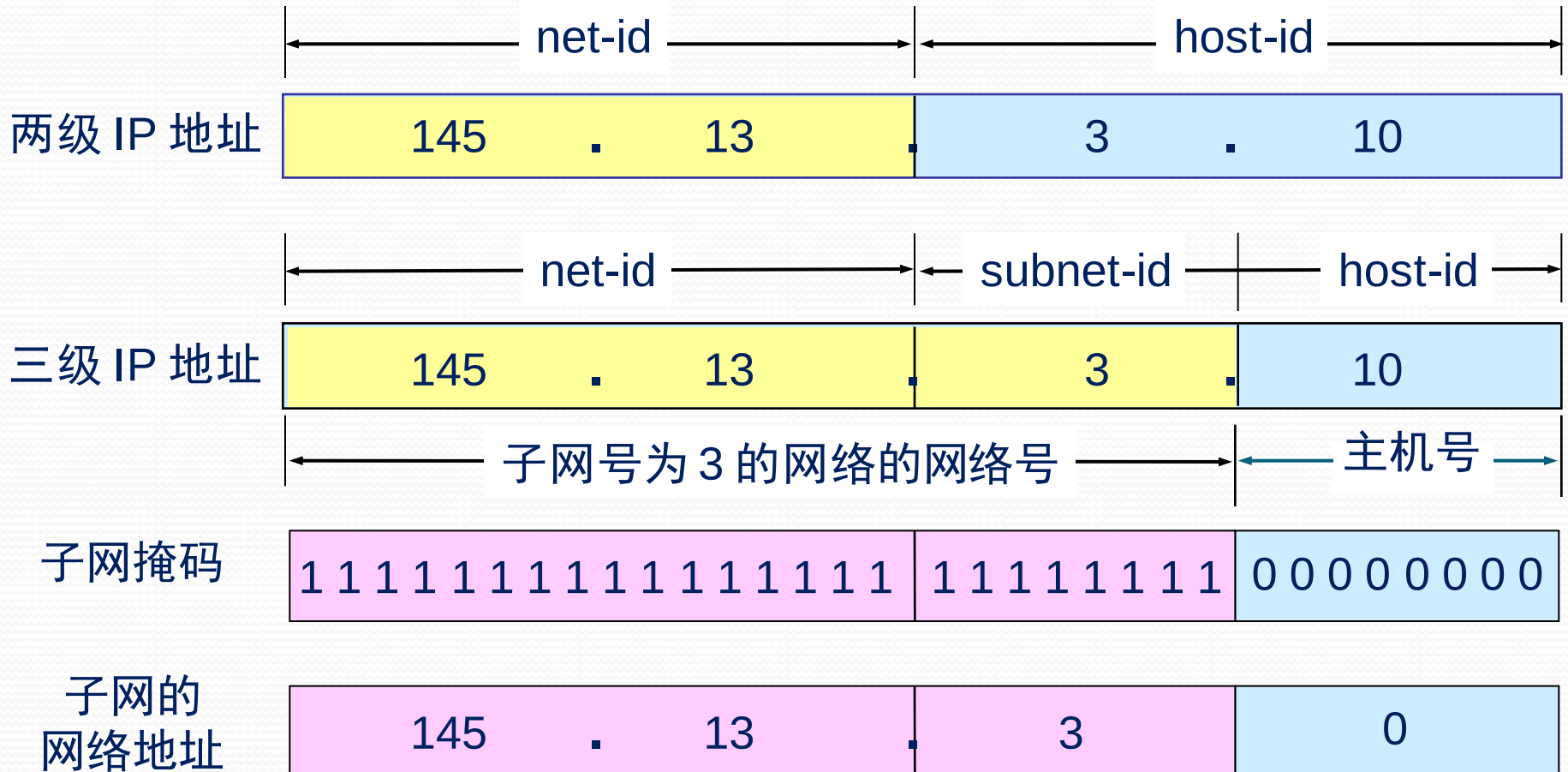
划分子网后变成了三级结构

- ◆ 当没有划分子网时，IP 地址是两级结构。
- ◆ 划分子网后 IP 地址就变成了三级结构。
- ◆ 划分子网只是把 IP 地址的主机号 host-id 这部分进行再划分，而不改变 IP 地址原来的网络号 net-id。

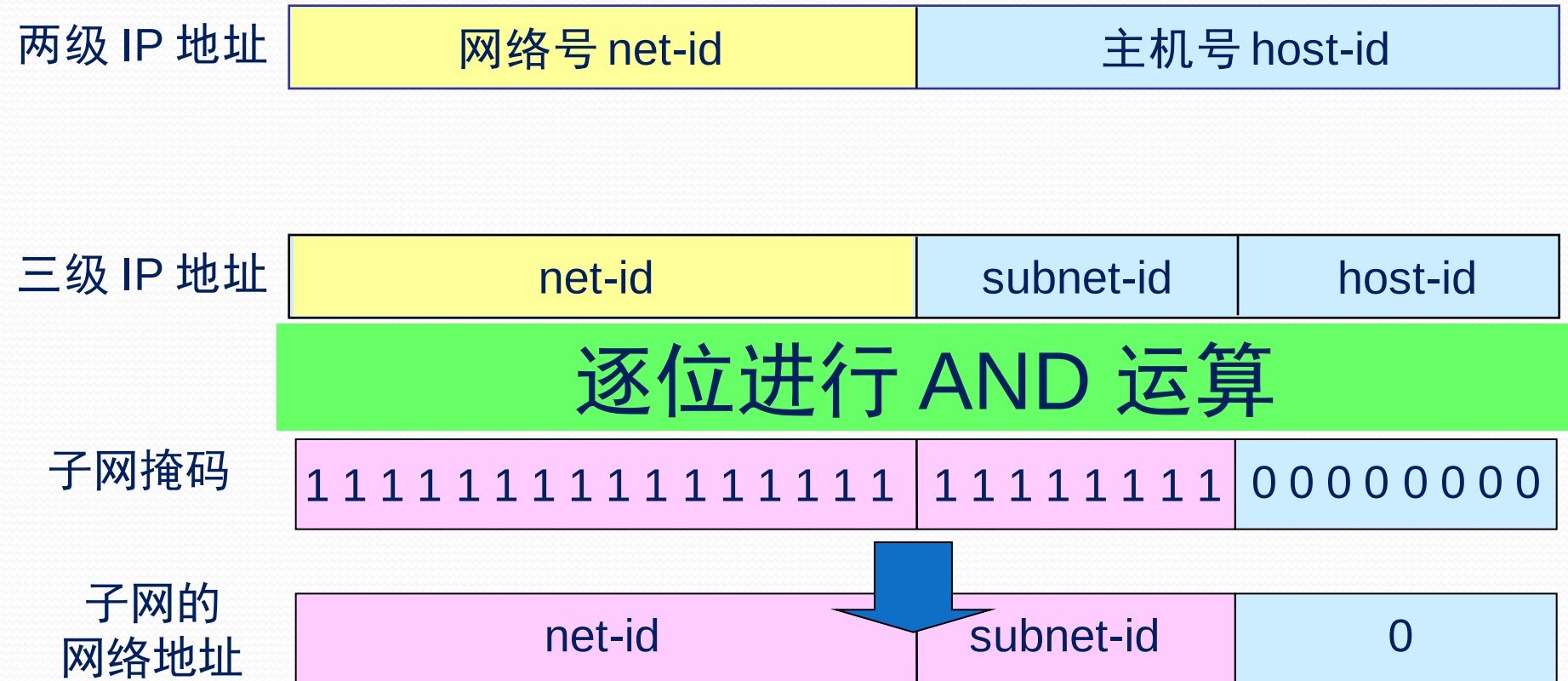
子网掩码

- ◆ 从一个 IP 数据报的首部并无法判断源主机或目的主机所连接的网络是否进行了子网划分。
- ◆ 使用子网掩码(subnet mask)可以找出 IP 地址中的子网部分。

IP 地址的各字段和子网掩码



(IP 地址) AND (子网掩码) = 网络地址



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 1														0 0 0 0 0 0 0 0					

【例】已知 IP 地址是 141.14.72.24，子网掩码是 255.255.192.0。
试求网络地址。

(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) 网络地址（点分十进制表示）

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

【例】 在上例中，若子网掩码改为255.255.224.0。试求网络地址，讨论所得结果。

(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 255.255.224.0

11111111	11111111	11100000	00000000
----------	----------	----------	----------

(d) IP 地址与子网掩码逐位相与

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

(e) 网络地址（点分十进制表示）

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

不同的子网掩码得出相同的网络地址。
但不同的掩码的效果是不同的。

3、无分类编址 CIDR

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。然而在 1992 年因特网仍然面临三个必须尽早解决的问题，这就是：

- ◆ B 类地址在 1992 年已分配了近一半，1994 年 3 月全部分配完毕！
- ◆ 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。

IP 编址问题的演进

- ◆ 1987 年，RFC 1009 就指明了在一个划分子网的网络中可同时使用几个不同的子网掩码。使用变长子网掩码 **VLSM** (Variable Length Subnet Mask) 可进一步提高 IP 地址资源的利用率。
- ◆ 在 **VLSM** 的基础上又进一步研究出无分类编址方法，它的正式名字是无分类域间路由选择 **CIDR** (Classless Inter-Domain Routing)。

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，因而可以更加有效地分配 IPv4 的地址空间。
- ◆ CIDR 使用各种长度的“**网络前缀**” (network-prefix) 来代替分类地址中的网络号和子网号。
- ◆ IP 地址从三级编址（使用子网掩码）又回到了两级编址。

无分类的两级编址

- ◆ 无分类的两级编址的记法是：

IP地址 ::= {<网络前缀>, <主机号>}

- ◆ CIDR 还使用“**斜线记法**” (slash notation), 它又称为**CIDR记法**, 即在 IP 地址面加上一个斜线 “/”, 然后写上网络前缀所占的位数 (这个数值对应于三级编址中子网掩码中 1 的个数)。
- ◆ CIDR 把网络前缀都相同的连续的 IP 地址组成“**CIDR地址块**”。

CIDR 地址块

- ◆ 128.14.32.0/20 表示的地址块共有 2^{12} 个地址（因为斜线后面的 20 是网络前缀的位数，所以这个地址的主机号是 12 位）。
- ◆ 这个地址块的起始地址是 128.14.32.0。
- ◆ 在不需要指出地址块的起始地址时，也可将这样的地址块简称为“/20 地址块”。
- ◆ 128.14.32.0/20 地址块的最小地址：128.14.32.0
- ◆ 128.14.32.0/20 地址块的最大地址：128.14.47.255
- ◆ 全 0 和全 1 的主机号地址一般不使用。

128.14.32.0/20 表示的地址 (2^{12} 个地址)

最小地址

所有地址
的 20 位
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

路由聚合(route aggregation)

- ◆ 一个 CIDR 地址块可以表示很多地址，这种地址的聚合常称为路由聚合，它使得路由表中的一个项目可以表示很多个（例如上千个）原来传统分类地址的路由。
- ◆ 路由聚合也称为构成超网(supernetting)。
- ◆ CIDR 虽然不使用子网了，但仍然使用“掩码”这一名词（但不叫子网掩码）。
- ◆ 对于 /20 地址块，它的掩码是 20 个连续的 1。斜线记法中的数字就是掩码中1的个数。

CIDR 记法的其他形式

- ◆ 10.0.0.0/10 可简写为 10/10，也就是把点分十进制中低位连续的 0 省略。
- ◆ 10.0.0.0/10 隐含地指出 IP 地址 10.0.0.0 的掩码是 255.192.0.0。此掩码可表示为

11111111 11000000 00000000 00000000

└───┬───┬───┬───┘
255 192 0 0

掩码中有 10 个连续的 1

CIDR 记法的其他形式

10.0.0.0/10 可简写为 **10/10**，也就是将点分十进制中低位连续的 0 省略。

10.0.0.0/10 相当于指出 IP 地址 **10.0.0.0** 的掩码是 **255.192.0.0**，即

11111111 11000000 00000000 00000000

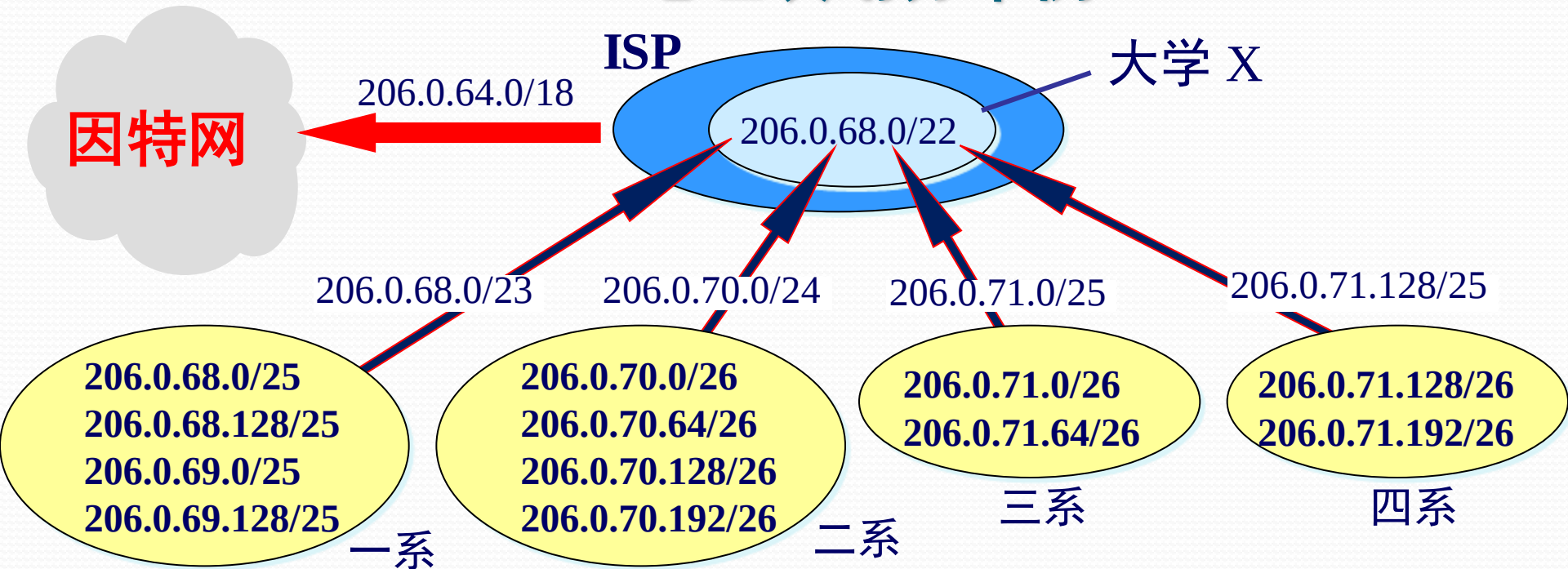
网络前缀的后面加一个星号 * 的表示方法

如 **00001010 00***，在星号 * 之前是网络前缀，而星号 * 表示 IP 地址中的主机号，可以是任意值。

构成超网

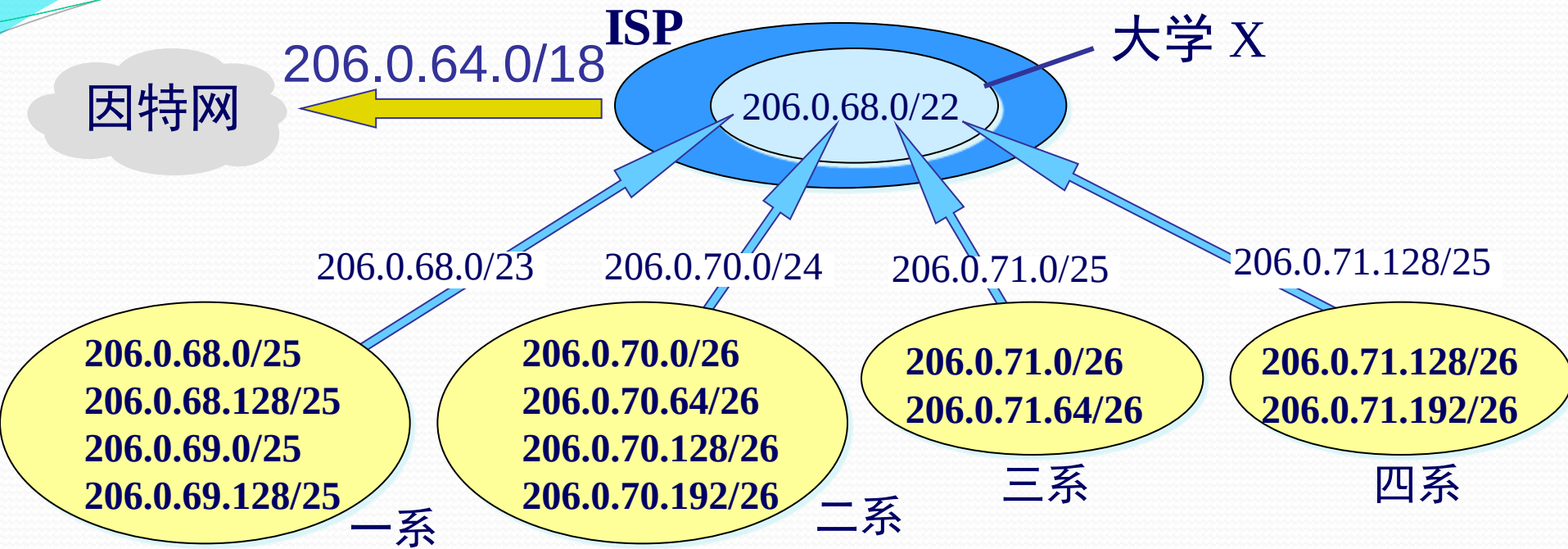
- ◆ 前缀长度不超过 23 位的 CIDR 地址块都包含了多个 C 类地址。
- ◆ 这些 C 类地址合起来就构成了超网。
- ◆ CIDR 地址块中的地址数一定是 2 的整数次幂。
- ◆ 网络前缀越短，其地址块所包含的地址数就越多。而在三级结构的 IP 地址中，划分子网是使网络前缀变长。

CIDR 地址块划分举例



单位	地址块	二进制表示	地址数
ISP	206.0.64.0/18	11001110.00000000.01*	16384
大学	206.0.68.0/22	11001110.00000000.010001*	1024
一系	206.0.68.0/23	11001110.00000000.0100010*	512
二系	206.0.70.0/24	11001110.00000000.01000110.*	256
三系	206.0.71.0/25	11001110.00000000.01000111.0*	128
四系	206.0.71.128/25	11001110.00000000.01000111.1*	128

CIDR 地址块划分举例



这个 ISP 共有 64 个 C 类网络。如果不采用 CIDR 技术，则在与该 ISP 的路由器交换路由信息的每一个路由器的路由表中，就需要有 64 个项目。但采用地址聚合后，只需用路由聚合后的 1 个项目 $206.0.64.0/18$ 就能找到该 ISP。

解决 IPv4 地址耗尽的措施

- ◆从计算机本身发展以及从因特网规模和网络传输速率来看，现在 IPv4 已很不适用。
- ◆最主要的问题就是 32 位的 IP 地址不够用。
- ◆要解决 IP 地址耗尽的问题的措施：
 - ◆采用无类别编址 CIDR，使 IP 地址的分配更加合理。
 - ◆采用网络地址转换 NAT 方法以节省全球 IP 地址。
 - ◆采用具有更大地址空间的新版本的 IP 协议 IPv6。

4、IPv6 的地址空间

IPv6 数据报的目的地址可以是以下三种基本类型地址之一：

- (1) 单播(unicast) 单播就是传统的点对点通信。
- (2) 多播(multicast) 多播是一点对多点的通信。
- (3) 任播(anycast) 这是 IPv6 增加的一种类型。任播的目的站是一组计算机，但数据报在交付时只交付其中的一个，通常是距离最近的一个。

冒号十六进制记法 (colon hexadecimal notation)

- ◆ 每个 16 位的值用十六进制值表示，各值之间用冒号分隔。
- ◆ **68E6:8C64:FFFF:FFFF:0:1180:960A:FFFF**
- ◆ 零压缩(zero compression)，即一连串连续的零可以为一对冒号所取代。
- ◆ **FF05:0:0:0:0:0:0:B3** 可以写成：
- ◆ **FF05::B3**

点分十进制记法的后缀

0:0:0:0:0:0:128.10.2.1

再使用零压缩即可得出: **::128.10.2.1**

CIDR 的斜线表示法仍然可用。

60 位的前缀 12AB00000000CD3 可记为:

12AB:0000:0000:CD30:0000:0000:0000:0000/60

或12AB::CD30:0:0:0:0/60

或12AB:0:0:CD30::/60

5、域名系统 DNS

- ◆许多应用层软件经常直接使用域名系统 DNS (Domain Name System)，但计算机的用户只是间接而不是直接使用域名系统。
- ◆因特网采用层次结构的命名树作为主机的名字，并使用分布式的域名系统 DNS。
- ◆名字到 IP 地址的解析是由若干个域名服务器程序完成的。域名服务器程序在专设的结点上运行，运行该程序的机器称为域名服务器。

因特网的域名结构

因特网采用了层次树状结构的命名方法。

任何一个连接在因特网上的主机或路由器，都有一个唯一的层次结构的名称，即域名。

域名的结构由标号序列组成，各标号之间用点隔开：

... . 三级域名 . 二级域名 . 顶级域名

各标号分别代表不同级别的域名。

域名只是个逻辑概念

- ◆ 域名只是个逻辑概念，并不代表计算机所在的物理地点。
- ◆ 变长的域名和使用有助记忆的字符串，是为了便于人来使用。而 IP 地址是定长的 32 位二进制数字则非常便于机器进行处理。
- ◆ 域名中的“点”和点分十进制 IP 地址中的“点”并无一一对应的关系。点分十进制 IP 地址中一定是包含三个“点”，但每一个域名中“点”的数目则不一定正好是三个。

顶级域名 TLD (Top Level Domain)

- (1) 国家顶级域名 nTLD: 如: .cn 表示中国, .us 表示美国, .uk 表示英国, 等等。
- (2) 通用顶级域名 gTLD: 最早的顶级域名是:
 - .com (公司和企业)
 - .net (网络服务机构)
 - .org (非赢利性组织)
 - .edu (美国专用的教育机构 ())
 - .gov (美国专用的政府部门)
 - .mil (美国专用的军事部门)
 - .int (国际组织)

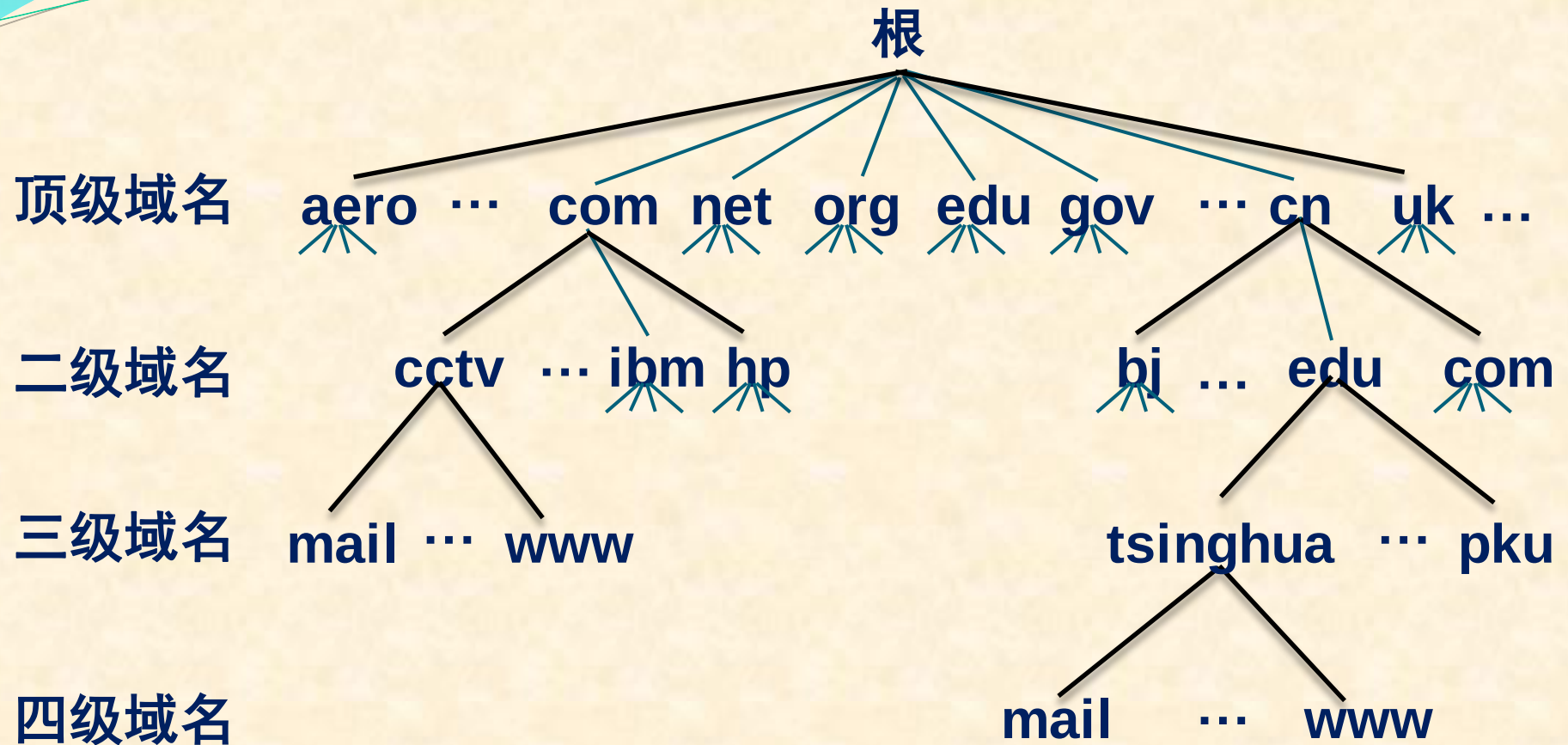
顶级域名 TLD (续)

(3) 基础结构域名(infrastructure domain): 这种顶级域名只有一个, 即 **arpa**, 用于反向域名解析, 因此又称为反向域名。

新增加了下列的通用顶级域名

- ◆.aero （航空运输企业）
- ◆.biz （公司和企业）
- ◆.cat （加泰隆人的语言和文化团体）
- ◆.coop （合作团体）
- ◆.info （各种情况）
- ◆.jobs （人力资源管理者）
- ◆.mobi （移动产品与服务的用户和提供者）
- ◆.museum （博物馆）
- ◆.name （个人）
- ◆.pro （有证书的专业人员）
- ◆.travel （旅游业）

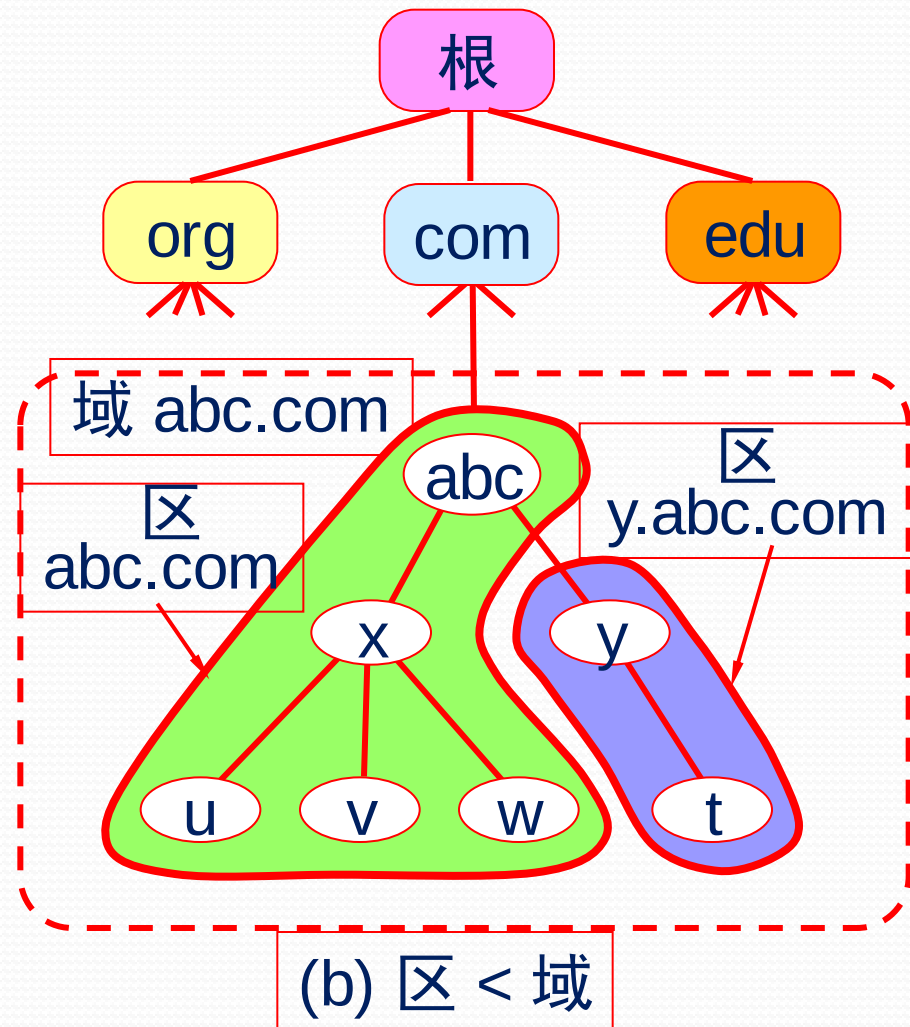
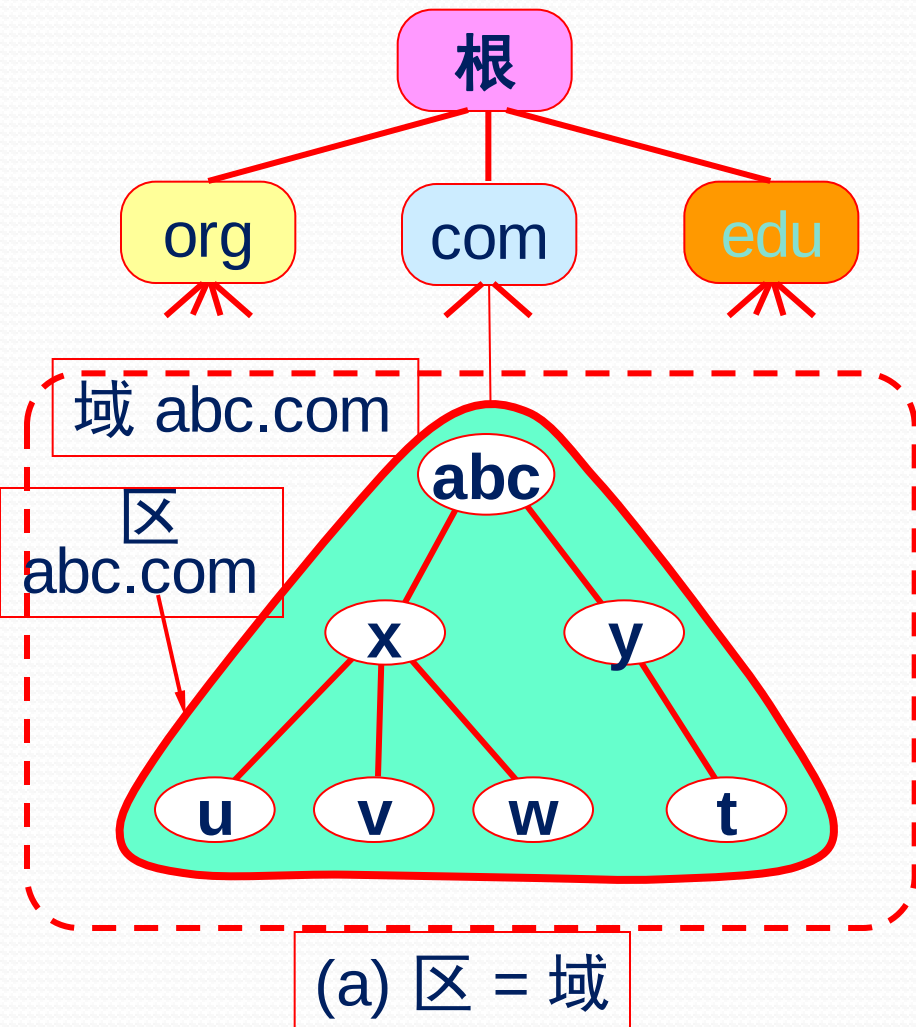
因特网的域名空间



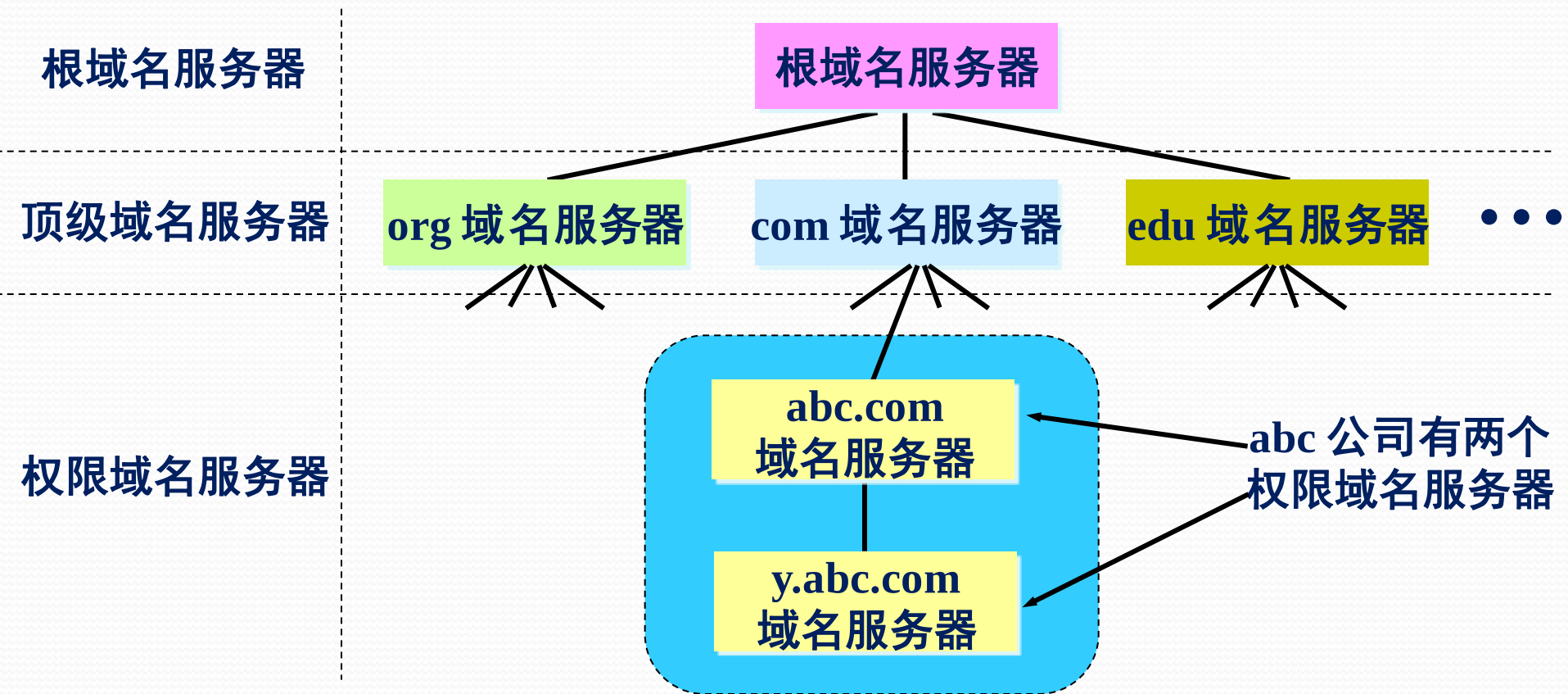
域名服务器

- ◆ 一个服务器所负责管辖的（或有权限的）范围叫做区(zone)。
- ◆ 各单位根据具体情况来划分自己管辖范围的区。但在一个区中的所有节点必须是能够连通的。
- ◆ 每一个区设置相应的权限域名服务器，用来保存该区中的所有主机的域名到IP地址的映射。
- ◆ DNS 服务器的管辖范围不是以“域”为单位，而是以“区”为单位。

区的不同划分方法举例



树状结构的 DNS 域名服务器



域名服务器有以下四种类型

- ◆ 根域名服务器
- ◆ 顶级域名服务器
- ◆ 权限域名服务器
- ◆ 本地域名服务器

根域名服务器

——最高层次的域名服务器——

- ◆ 根域名服务器是最重要的域名服务器。所有的根域名服务器都知道所有的顶级域名服务器的域名和IP地址。
- ◆ 不管是哪一个本地域名服务器，若要对因特网上任何一个域名进行解析，只要自己无法解析，就首先求助于根域名服务器。
- ◆ 在因特网上共有13个不同IP地址的根域名服务器，它们的名字是用一个英文字母命名，从a一直到m（前13个字母）。

根域名服务器共有 13 套装置 (不是 13 个机器)

- 这些根域名服务器相应的域名分别是
a.rootservers.net
b.rootservers.net
...
m.rootservers.net
- 到 2006 年底全世界已经安装了一百多个根域名服务器机器，分布在世界各地。
- 这样做的目的是为了更方便用户，使世界上大部分 DNS 域名服务器都能就近找到一个根域名服务器。

举例：根域名服务器 f 的地点分布图



- 根域名服务器并不直接把域名直接转换成 IP 地址。
- 在使用迭代查询时，根域名服务器把下一步应当找的顶级域名服务器的 IP 地址告诉本地域名服务器。

顶级域名服务器（即 TLD 服务器）

- ◆ 这些域名服务器负责管理在该顶级域名服务器注册的所有二级域名。
- ◆ 当收到 DNS 查询请求时，就给出相应的回答（可能是最后的结果，也可能是下一步应当找的域名服务器的 IP 地址）。

权限域名服务器

- ◆ 这就是前面已经讲过的负责一个区的域名服务器。
- ◆ 当一个权限域名服务器还不能给出最后的查询回答时，就会告诉发出查询请求的 **DNS** 客户，下一步应当找哪一个权限域名服务器。

本地域名服务器

- ◆ 本地域名服务器对域名系统非常重要。
- ◆ 当一个主机发出 **DNS** 查询请求时，这个查询请求报文就发送给本地域名服务器。
- ◆ 每一个因特网服务提供者 **ISP**，或一个大学，甚至一个大学里的系，都可以拥有一个本地域名服务器，
- ◆ 这种域名服务器有时也称为**默认域名服务器**。

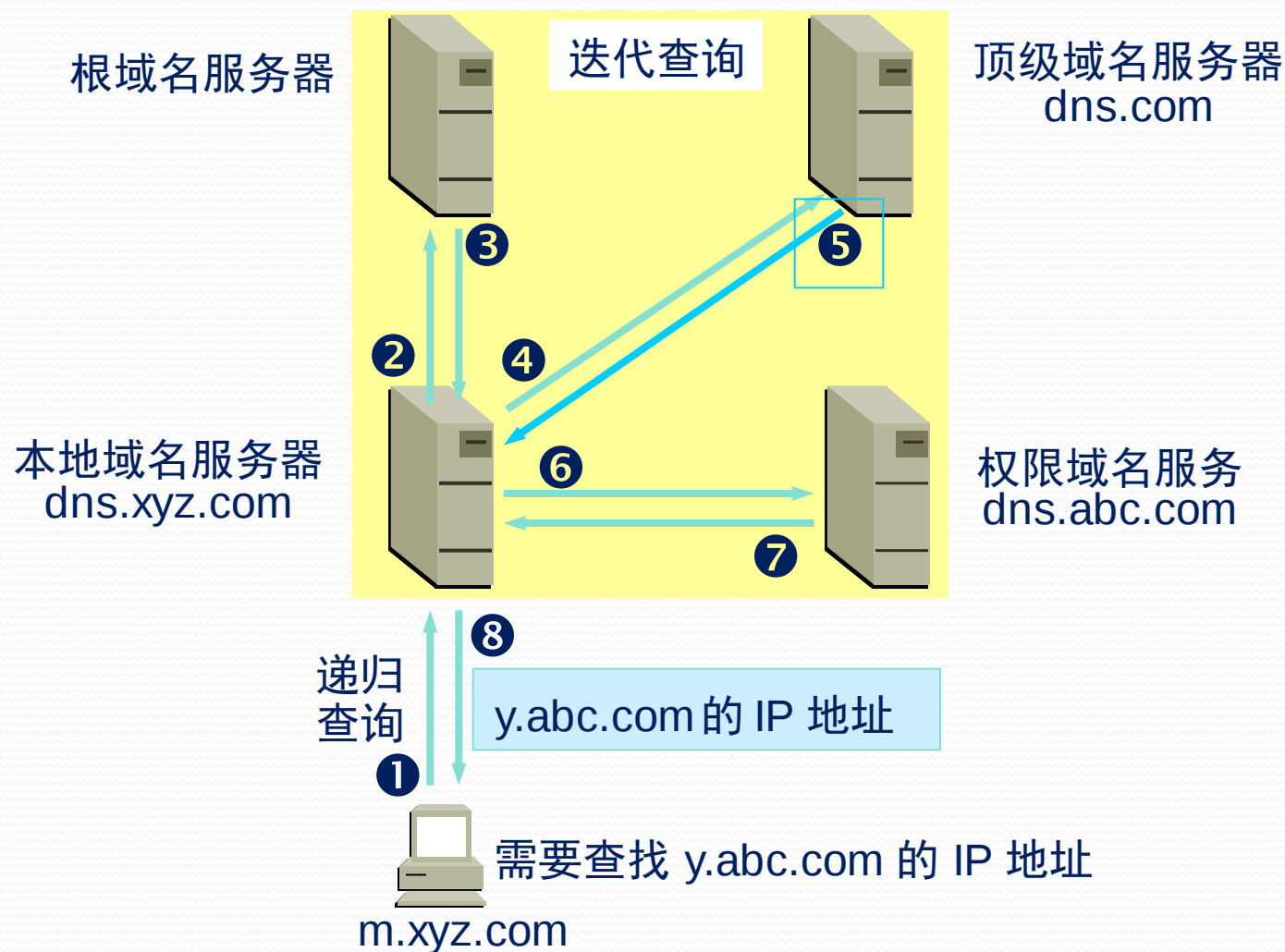
提高域名服务器的可靠性

- ◆ DNS 域名服务器都把数据复制到几个域名服务器来保存，其中的一个是主域名服务器，其他的是辅助域名服务器。
- ◆ 当主域名服务器出故障时，辅助域名服务器可以保证 DNS 的查询工作不会中断。
- ◆ 主域名服务器定期把数据复制到辅助域名服务器中，而更改数据只能在主域名服务器中进行。这样就保证了数据的一致性。

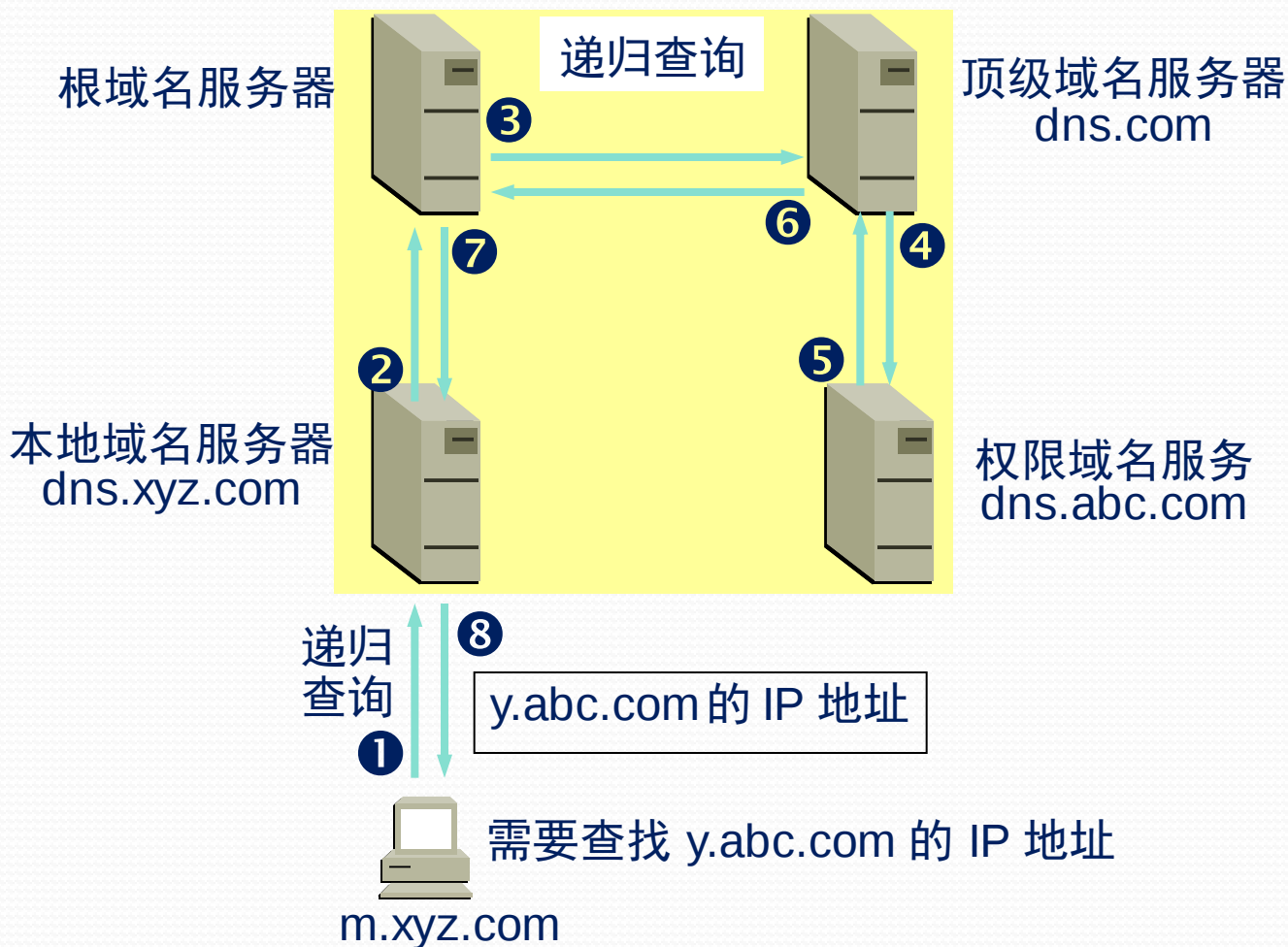
域名的解析过程

- ◆ 主机向本地域名服务器的查询一般都是采用**递归查询**。如果主机所询问的本地域名服务器不知道被查询域名的 IP 地址，那么本地域名服务器就以 DNS 客户的身份，向其他根域名服务器继续发出查询请求报文。
- ◆ 本地域名服务器向根域名服务器的查询通常是采用**迭代查询**。当根域名服务器收到本地域名服务器的迭代查询请求报文时，要么给出所要查询的 IP 地址，要么告诉本地域名服务器：“你下一步应当向哪一个域名服务器进行查询”。然后让本地域名服务器进行后续的查询。

本地域名服务器采用迭代查询



本地域名服务器采用递归查询（比较少用）



名字的高速缓存

- 每个域名服务器都维护一个高速缓存，存放最近用过的名字以及从何处获得名字映射信息的记录。
- 可大大减轻根域名服务器的负荷，使因特网上的 DNS 查询请求和回答报文的数量大为减少。
- 为保持高速缓存中的内容正确，域名服务器应为每项内容设置计时器，并处理超过合理时间的项（例如，每个项目只存放两天）。
- 当权限域名服务器回答一个查询请求时，在响应中都指明绑定有效存在的时间值。增加此时间值可减少网络开销，而减少此时间值可提高域名转换的准确性。

7.4 网络互连设备与局域网技术

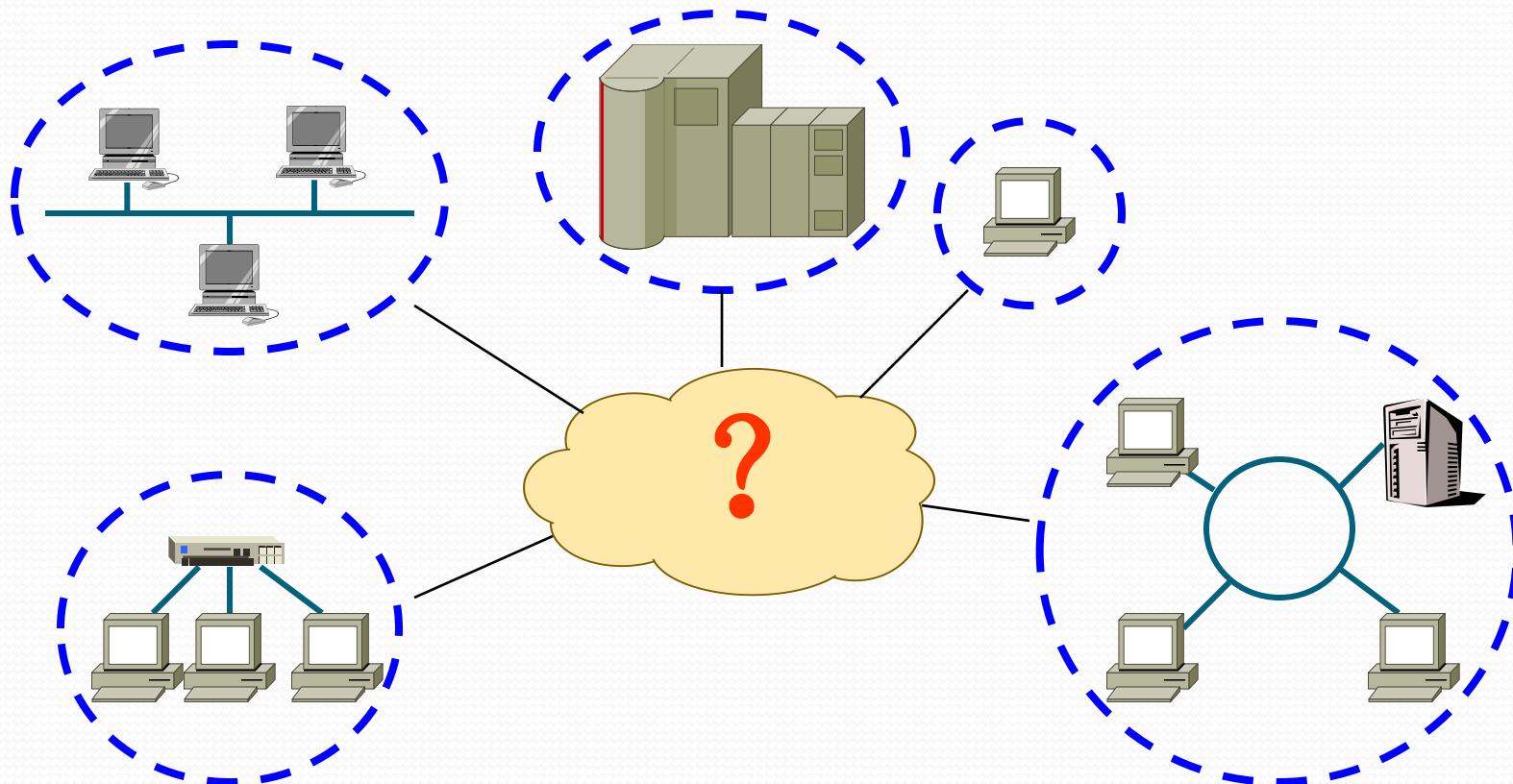
☑7.4.1 网络互连设备

☑7.4.2 局域网技术

7.4.1 网络互连设备

网络互联(连)的动力：更大范围的资源共享

网络互联：*LAN—LAN*、*LAN—WAN*、*LAN—WAN—LAN*、*WAN—WAN*



1. 网络互联层次

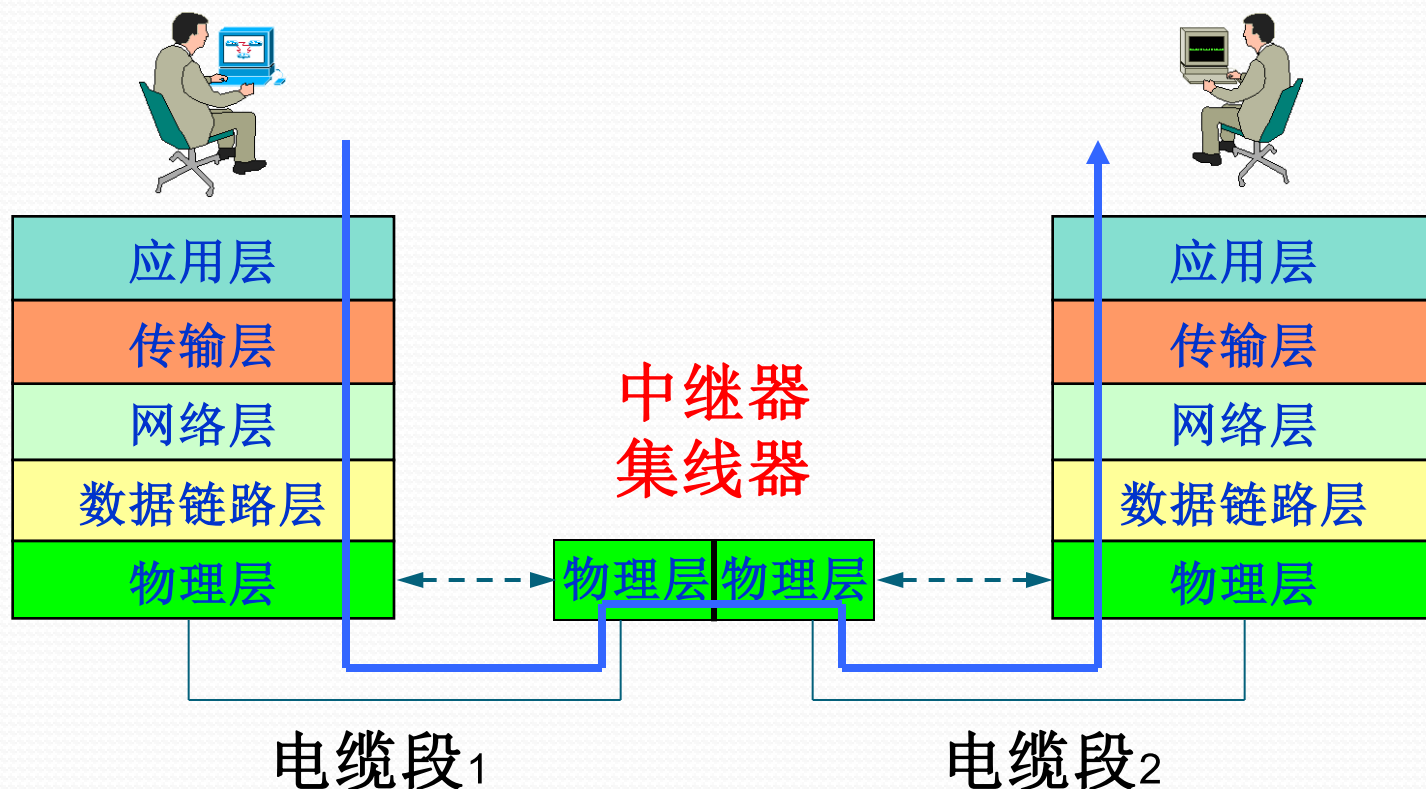
从网络体系结构的层次观点来考察，网络互联可在四个层次上实现：

- ◆ 物理层
- ◆ 数据链路层
- ◆ 网络层
- ◆ 网络层以上

物理层：中继器(*Repeater*)/集线器(*HUB*)

在**电缆段**之间复制**比特流**。

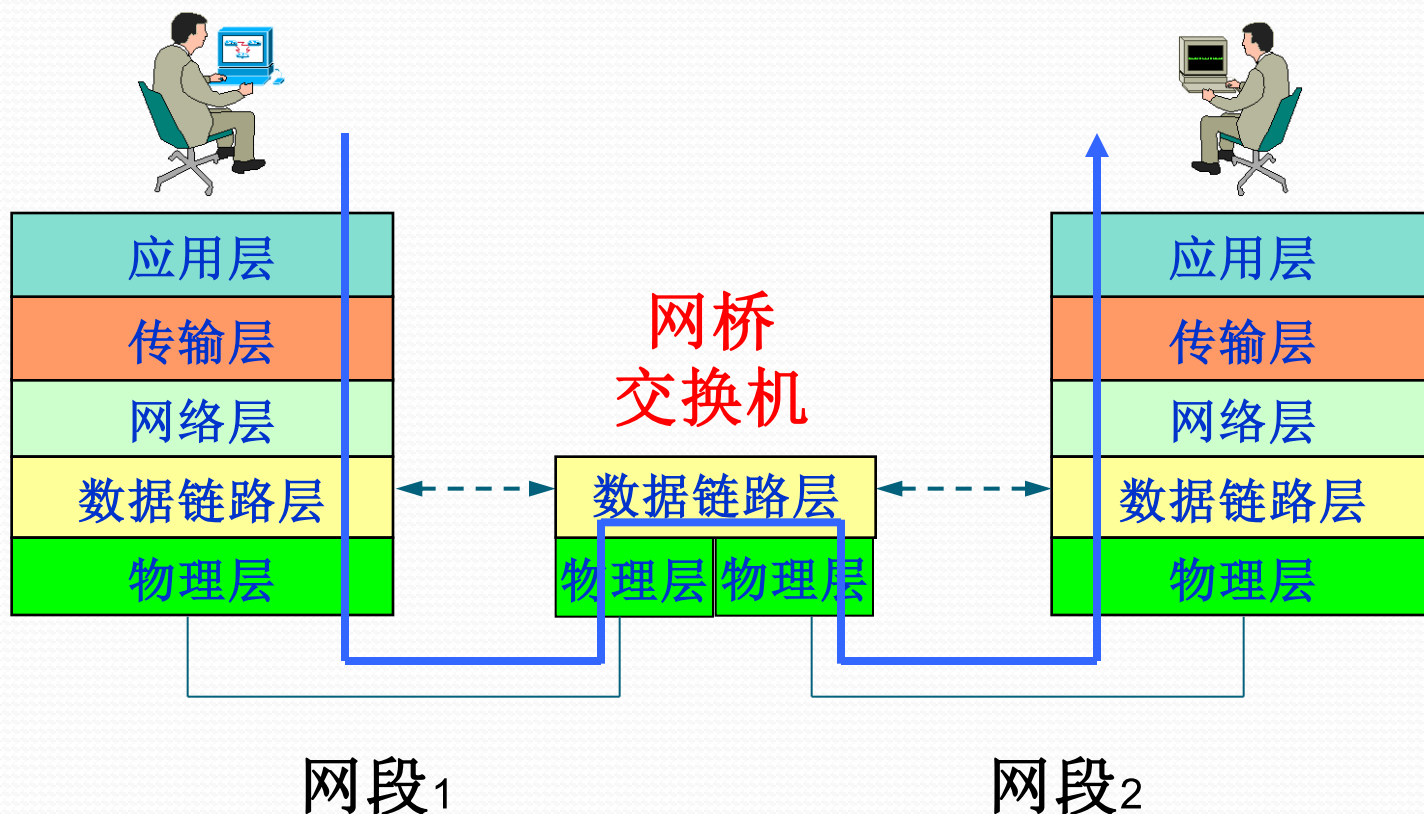
没有地址概念，因此从本质上不能算是网络互连。



数据链路层：网桥(*Bridge*)/交换机(*Switching*)

在**网段**之间转发**数据帧**。

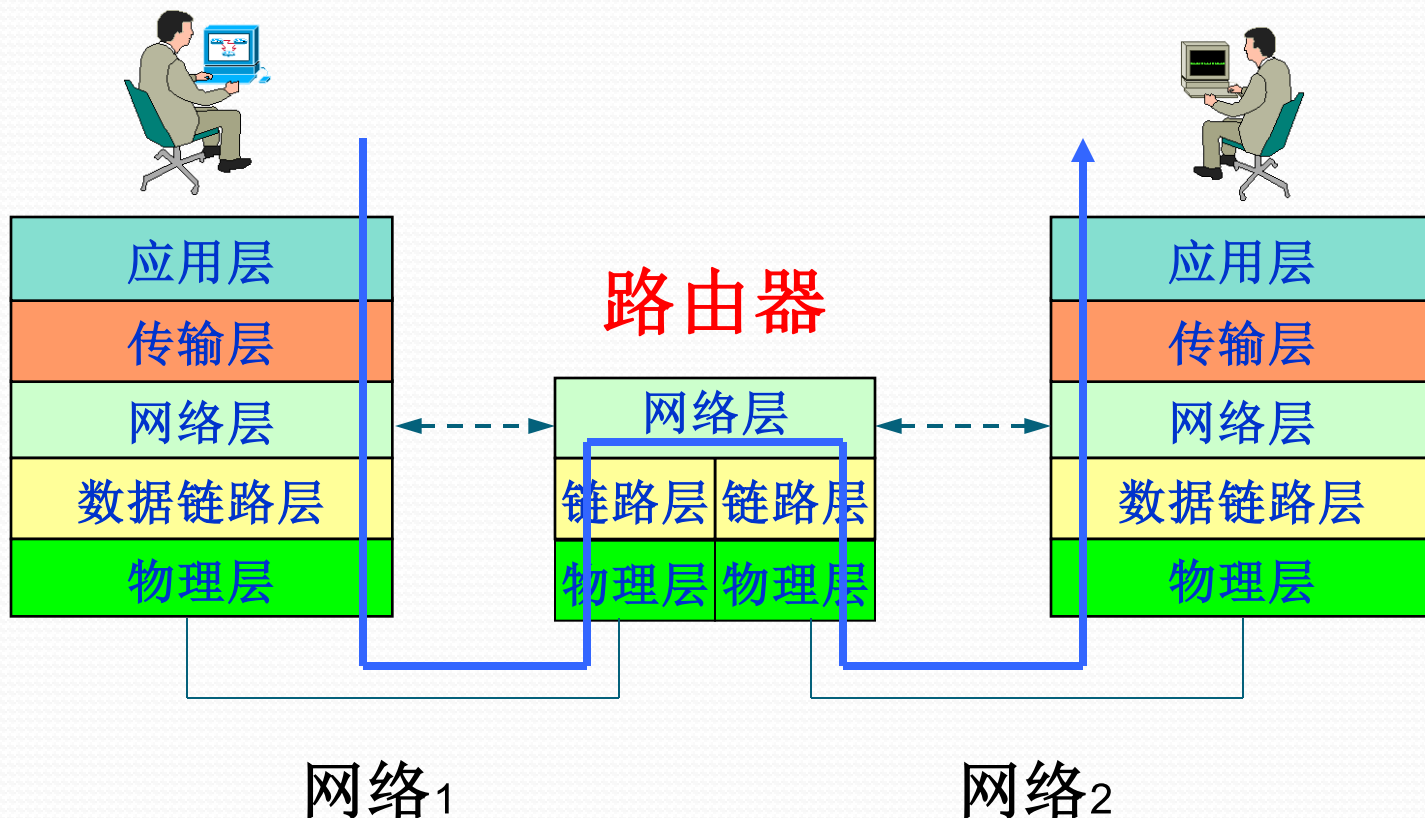
根据数据帧中的信息 (*MAC地址*) 进行转发。



网络层：路由器(*Router*)

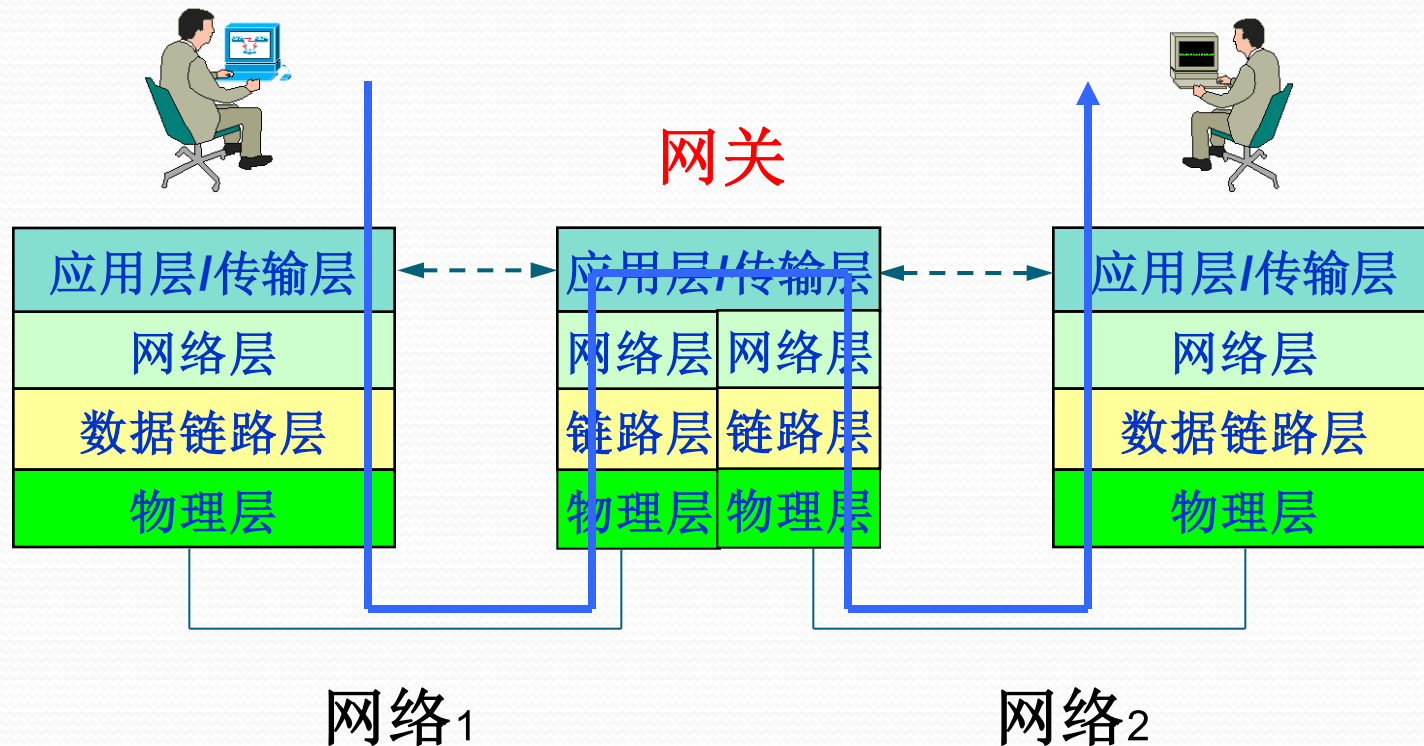
在**网络**之间转发**报文分组**。

根据分组中的逻辑地址（IP地址）进行转发。



更高层：网关(*Gateway*)

连接不同体系结构的网络



2. LAN的互联(互连)

■ 本地互联

特点：范围有限、主干（**Backbone**）采用局域网技术，
如**FDDI**、**Ethernet**、**Token Ring**

互联层次：链路层（网络层）

互联设备：网桥、交换机（有时可采用路由器）

■ 远程互联

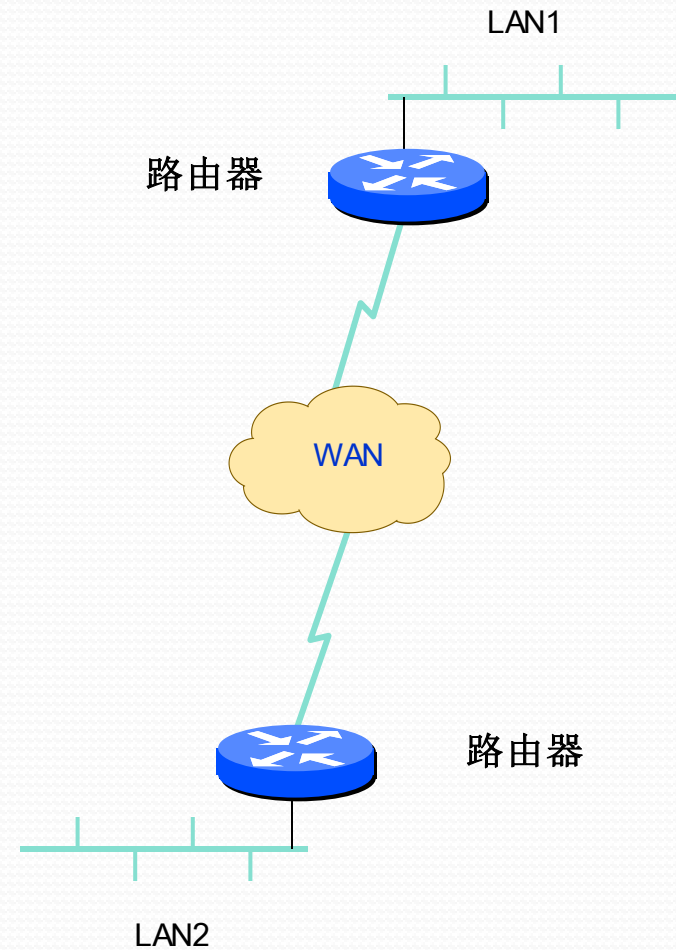
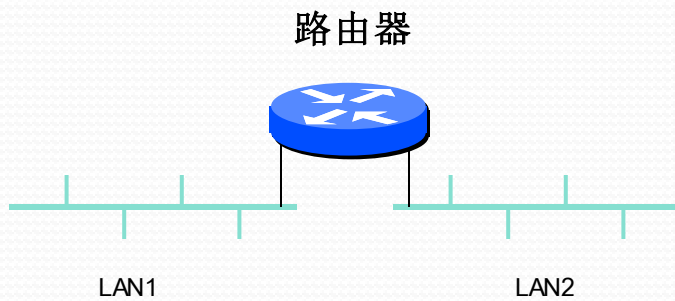
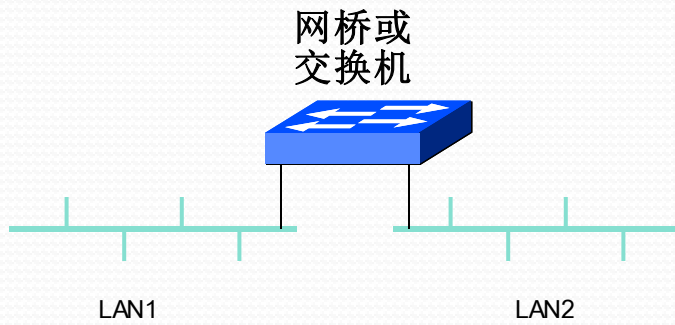
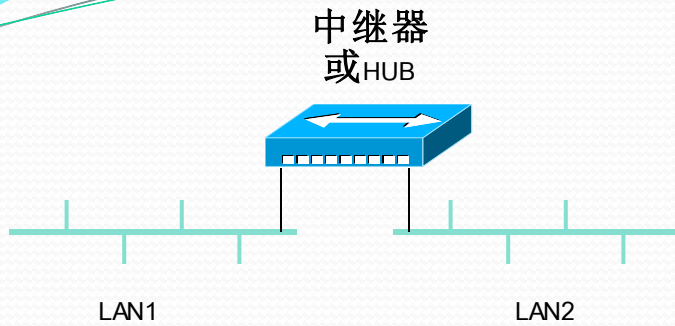
特点：范围大、主干采用广域网技术，如**ISDN**、**X.25**、**DDN**、**ATM**、**FR**、**ADSL**等

互联层次：网络层或更高层（链路层）

互联设备：路由器、网关（有时可采用远程网桥）

本地

远程

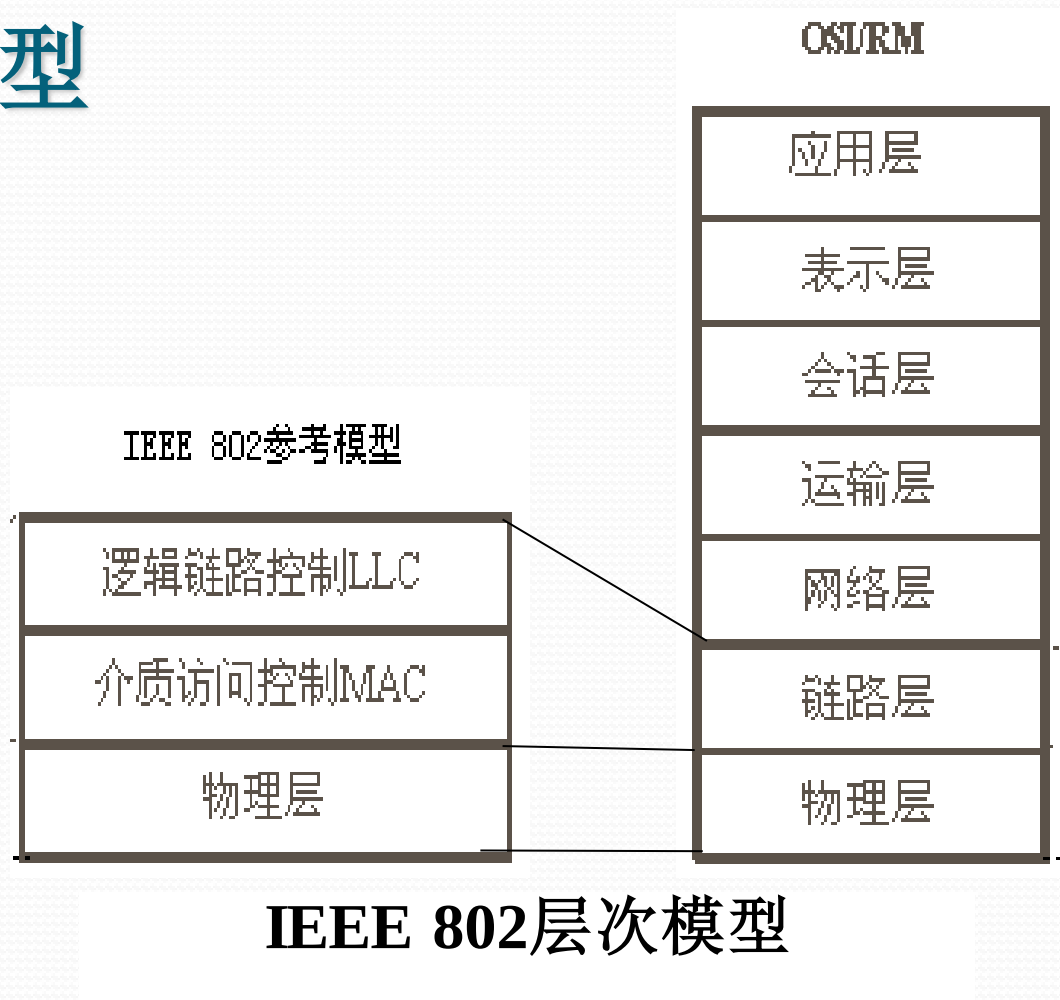


7.4.2 局域网技术

1. 局域网的关键技术

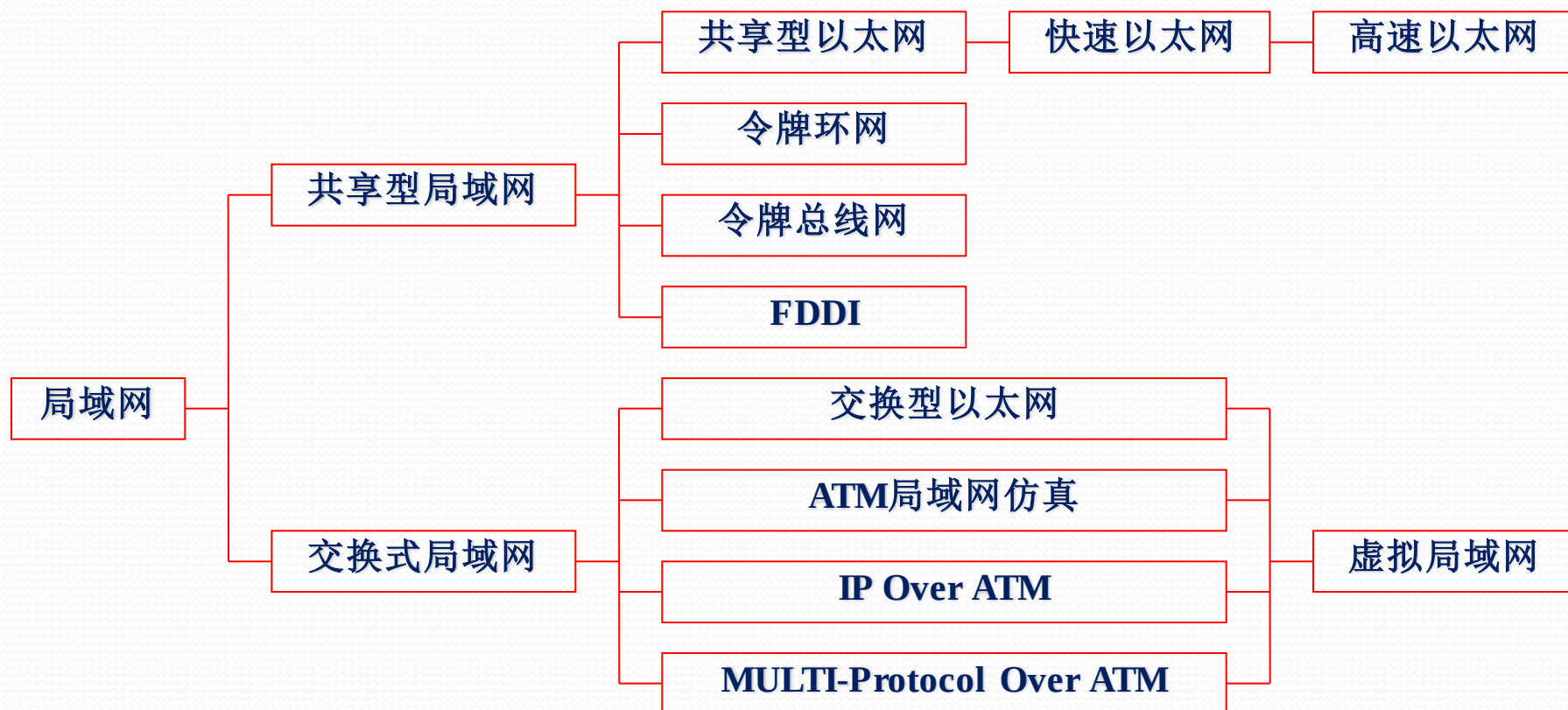
□ 决定局域网的特征的主要技术包括：拓扑结构、传输方式和媒体访问控制方法 MAC（Medium Access Control）等三个方面。其中，最重要的是媒体访问控制方法。

2.局域网参考模型



3. 以太网技术

交换式局域网分为交换式以太网和ATM LAN，以及在此基础上发展起来的虚拟局域网（VLAN），其中交换式以太网应用最为广泛，是当前局域网技术的主流。



局域网产品类型及相互之间关系

4.VLAN

- **VLAN (Virtual LAN)** 是建立在交换技术基础上的，通过路由器和交换设备在网络的物理拓扑结构基础上建立的一个逻辑工作组，是网络中任意几个局域网段或（和）单个站点能够组合成一个逻辑虚拟网络。

5. 无线局域网

- 无线局域网是实现移动网络的关键技术之一。
1990年，IEEE802委员会决定成立IEEE802.11工作组，专门从事无线局域网的研究，并开发相关标准。目前，无线局域网IEEE802标准系列主要包括IEEE802.11、IEEE802.11a、IEEE802.11b、IEEE802.11g。

5. 无线局域网

- 无线局域网可以分为三类：红外线局域网、扩频局域网和窄带微波无线局域网。
- 红外线局域网。按视距方式传播。发送点可以直接看到接收点，中间没有阻挡，其频谱非常宽，能够提供极高的数据传输率。
- 扩频无线局域网。又称为扩频技术，其信号所占有的频带宽度远大于所传信息必须的最小带宽。
- 窄带微波无线局域网。是使用微波无线电频带来进行数据传输，其带宽刚好能容纳信号。

5. 无线局域网

- 个人局域网（**PAN, Personal Area Network**）是近年来随着各种短距离无线电技术的发展而提出的新网络技术。
- 目前，**PAN**的主要实现技术有4种：
蓝牙（**Bluetooth**）、红外（**Irda**）、**Home Rf**和**UWB**。

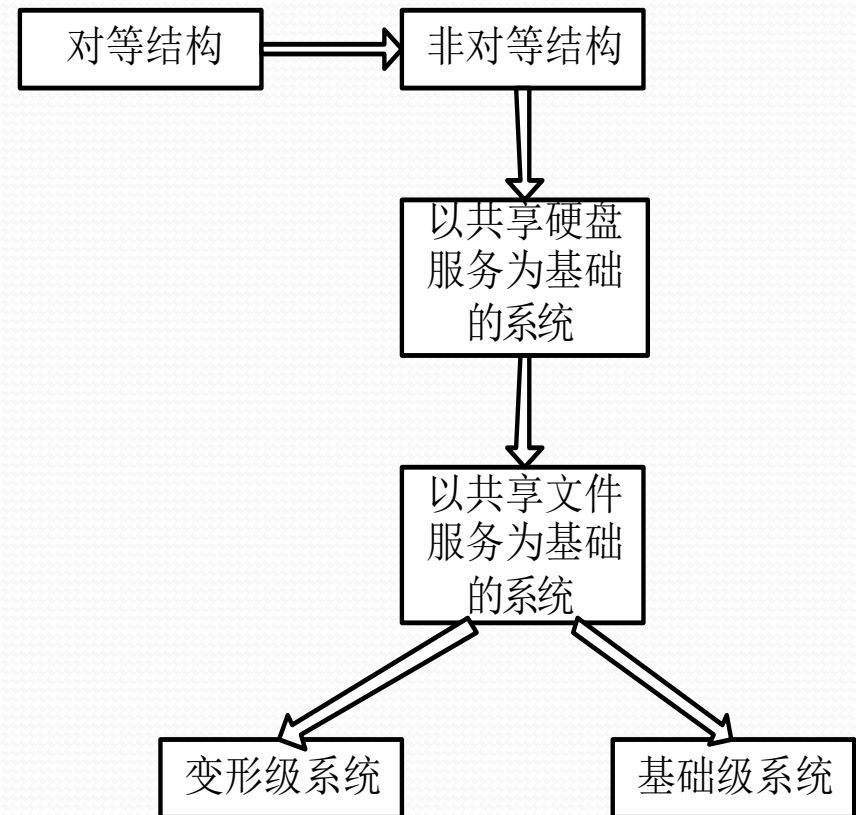
7.5 网络操作系统

- 网络操作系统（NOS, Network Operating System）是在原有操作系统上按照网络体系结构各个协议标准进行开发的，包括网络管理、通信、资源共享、系统安全和多种网络应用服务的操作系统，是用户与网络资源之间的接口，用以实现对网络资源的管理和控制。
- 基本任务是屏蔽本地资源和网络资源的差异性，为用户提供各种网络服务功能，完成网络共享系统资源的管理，并提供网络系统的安全性服务。
- 目前，网络操作系统朝着支持多种通信协议、多种网络传输协议、多种网络适配器的方向发展。

7.5 网络操作系统

1. 网络操作系统的演变

- 网络操作系统一般可以分为两类：面向任务型与通用型。



网络操作系统的演变

7.5 网络操作系统

2. 网络操作系统的功能

除了具有一般操作系统功能外，应提供高效可靠的通信能力及多种网络服务功能。

文件服务：以集中方式管理共享文件，网络工作站可以根据所规定的权限对文件进行读写以及其它各种操作，文件服务器为网络用户的文件安全与保密提供了必需的控制方法

打印服务：通过网络打印服务功能，局域网中可以安装一台或几台网络打印机，用户可以远程共享网络打印机

数据库服务：依照C/S模式，开发出客户端与服务器端的数据库应用程序，客户端可以向数据库服务器发送查询请求，服务器进行查询后将结果传送到客户端

通信与信息服务、分布式服务：将网络中分布在不同地理位置的资源，组织在一个全局性的、可复制的分布数据库中，网络中多个服务器都有该数据库的副本

网络管理服务：提供网络管理工具，网络性能分析、网络状态监控、存储管理等多种管理服务

Internet/Intranet服务：一般都支持TCP/IP协议，提供各种Internet服务，使局域网服务器成为Web服务器，全面支持Internet与Intranet访问

7.5 网络操作系统

3. 典型的网络操作系统

- **Windows Server 2003**系列操作系统基于NTFS文件系统的多用户、多任务、多线程的网络操作系统，采用域模式管理和组织网络中的资源。最重要的是活动目录（**active directory**）。
- **UNIX**操作系统有许多不同的版本。各版本内核很相像，但外围程序等有区别。目前常用的版本有：**UNIX SUR 4.0**、**HP-UX 11.0**，**SUN**的**Solaris 8.0**等，均支持网络文件系统服务，功能强大。**UNIX**系统在稳定性和安全性方面都非常好，但由于它多数是以命令方式来进行操作的，不容易掌握，一般用于大型的网站或大型的企、事业局域网中。
- **Linux**是一种新型的网络操作系统，最大的特点是开放源代码，并可得到许多免费应用程序。目前有中文版本的**Linux**，如**RedHat**（红帽子），**红旗Linux**等，其安全性和稳定性较好，在国内得到了用户的充分肯定。目前这类操作系统主要用于中、高档服务器中。

4. 局域网组网实例

局域网类型和相关软、硬件选择

100/1000 BASET，用以太网交换机连接成星型拓扑结构

网卡的安装与配置

协议的配置、设置共享资源

本机网卡地址查看及网络连通性测试

查看本机网卡地址（也称为硬件地址或MAC地址）可以运行ipconfig/all命令；

测试网络连通性一般采用两种方法：网上邻居；运行Ping命令