计算机网络基础知识

北京航空航天大学

刘建伟 教授

网络安全概论

Contents

目录

本讲概要

- 计算机网络体系结构
- IP地址简介

计算机网络体系结构

计算机网络是一个复杂系统，相互通信的两台计算机必须高度协调地工作才行。

网络上的两台计算机要传送文件，必须完成以下几方面的工作：

1. 两台计算机之间必须有一条传送数据的通路。
2. 发起通信的计算机必须将数据通信的通路进行激活。所谓激活就是要发出一些信令，保证要传送的计算机数据能在这条通路上正确发送和接收的命令。
3. 要告诉网络如何识别接收数据的计算机。
4. 发起通信的计算机查明对方计算机是否已准备好接收数据。
5. 发起通信的计算机必须弄清楚，在对方计算机中的文件管理程序是否已做好文件接收和存储文件的准备工作。
6. 若两个计算机的文件格式不兼容，则至少其中的一个计算机应完成格式转换。
7. 对出现的各种差错和意外，应当有可靠的措施保证对方计算机最终能收到正确的文件。

网络协议

- 在计算机网络中要做到有条不紊地交换数据，就必须遵守一些事先约定好的规则。
- 这些规则明确规定了所交换的数据的格式以及有关的同步（含有时序）。
- 这些为进行网络中的数据交换而建立的规则、标准或约定就是网络协议（Protocol）。

What's a protocol?

protocols define format, order of msgs sent and received among network entities, and actions taken on msg transmission, receipt

human protocols:

- "what's the time?"
- "I have a question"
- introductions

… specific msgs sent

… specific actions taken when msgs received, or other events

network protocols:

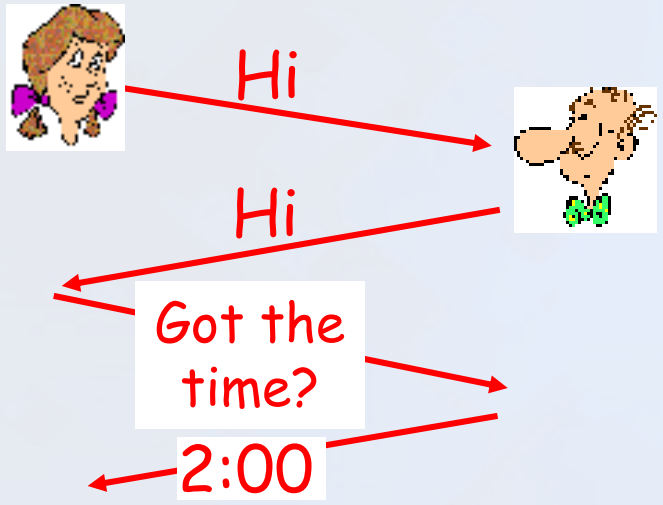
- machines rather than humans
- all communication activity in Internet governed by protocols

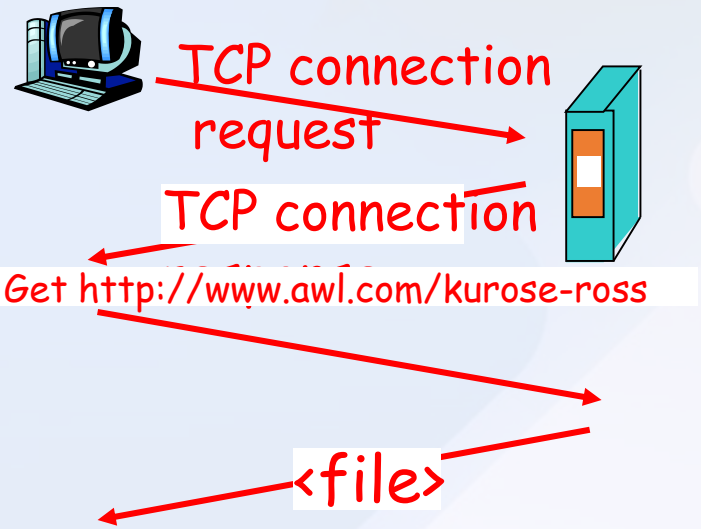
网络协议

a human protocol……

time

a computer protocol……





Q: Other human protocols? Playing poker, Selling cars……

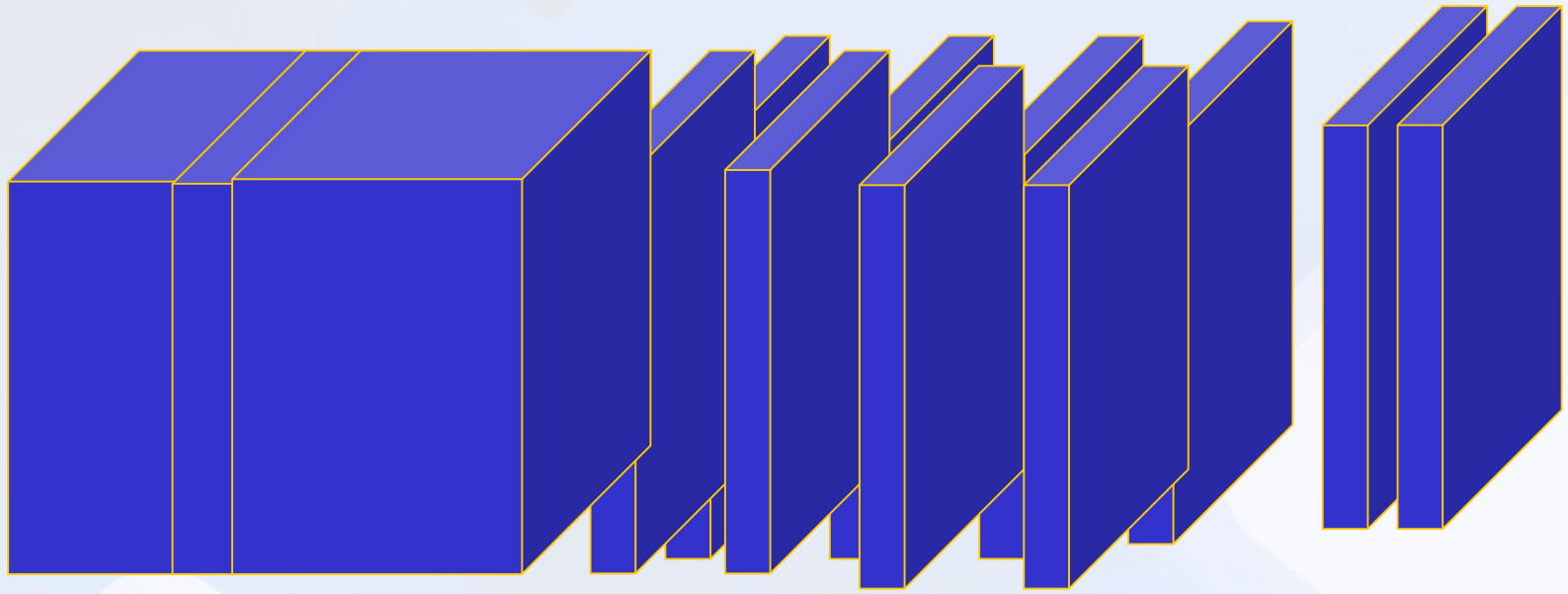
网络协议

- 网络协议与人类协议相似，只不过交换报文和采取动作的实体是网络设备和软件。
- 一个协议定义了在两个（含）以上的通信实体之间交换的报文格式和次序，以及在报文传输和（或）接收时所采取的动作。
- 网络通信是指在网络中的不同实体之间所进行的通信。

掌握计算机网络知识的过程就是理解网络协议的构成、原理和工作的过程！

划分层次的必要性

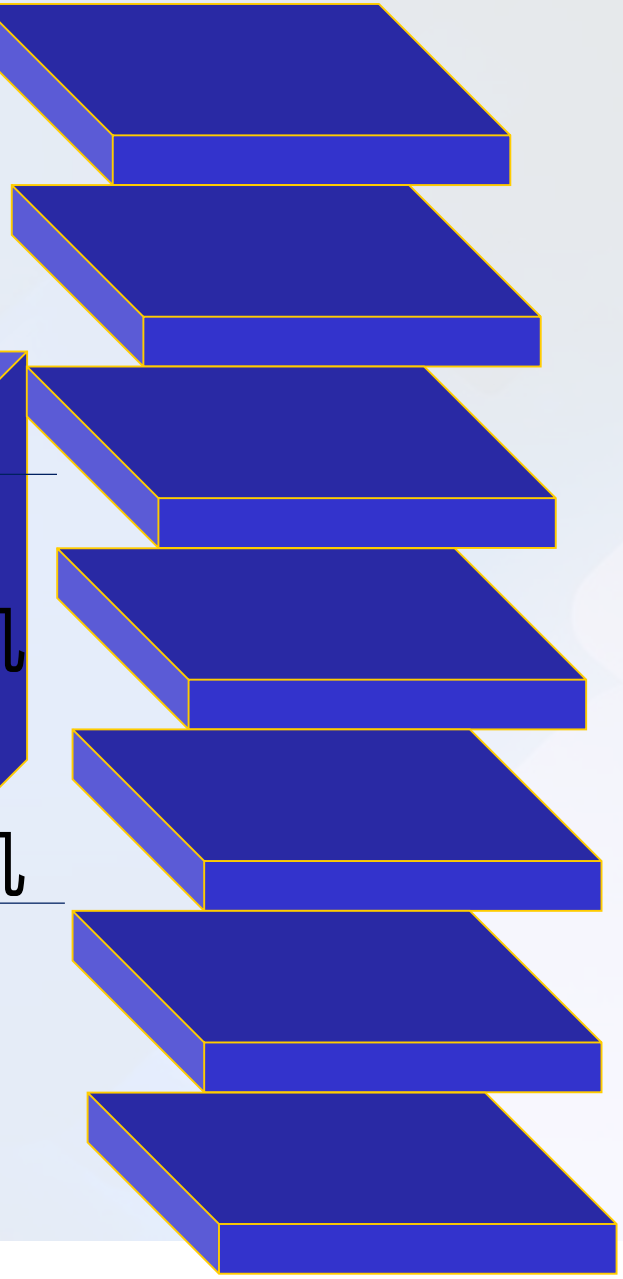
- 两个网络实体间的通信是一个十分复杂的过程。为了设计减少协议设计和调试过程的复杂性，计算机网络功能的实现都按照分层的方式来组织。
- “分层”可以将庞大、复杂的问题转换为若干较小、简单和单一的局部问题，这样就易于理解、研究和处理。



划分层次的必要性

分层设计思想的提出

最早提出分层思想的是ARPANET网，从它的成功可以看到，尽管连到网上的主机和终端型号和性能各不相同，但由于它们共同遵守了计算机网络的协议,所以可以通信。



计算机网络体系结构的定义

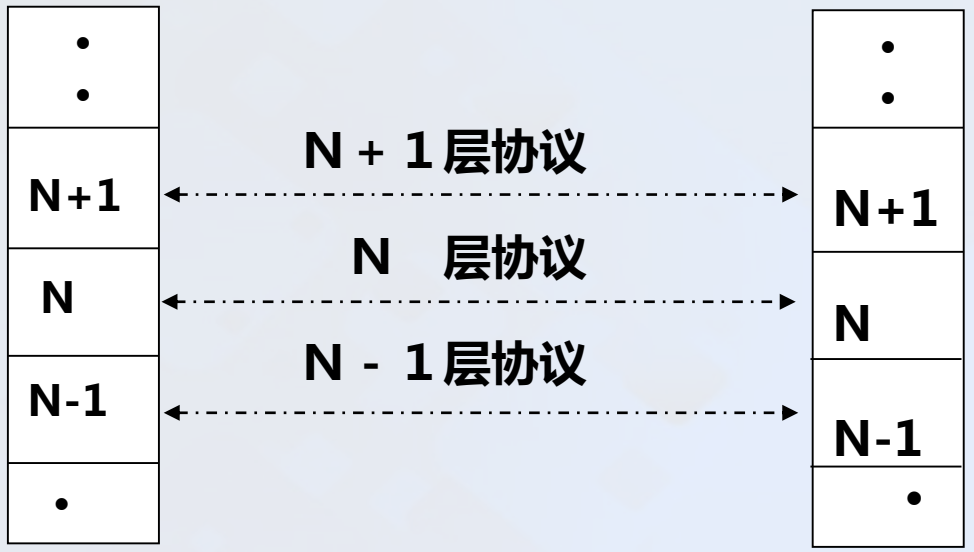
- 计算机网络的各层定义及其协议集合，称为网络体系结architecture。
- 计算机网络体系结构就是对网络实体所应完成功能的精确定义。
- 这些网络功能用硬件和软件来实现时，都必须遵循网络体系结构。
- 实现方式不属于网络体系结构。

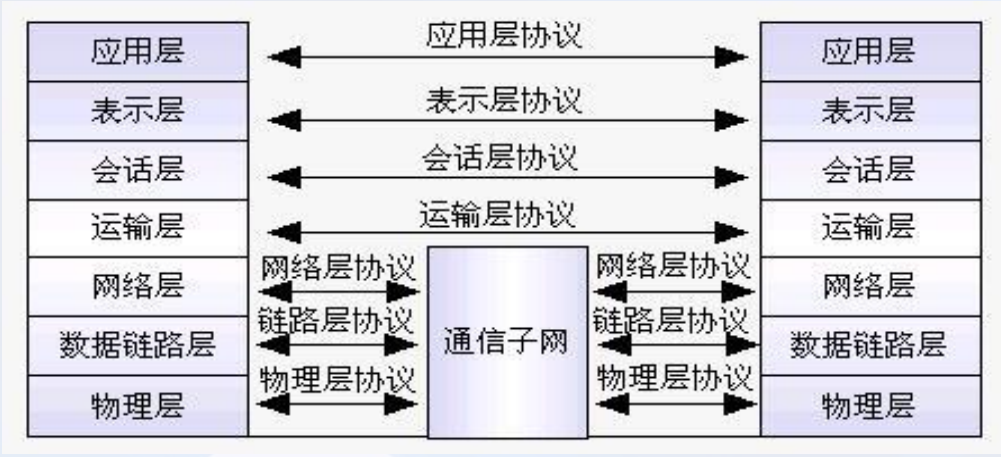
Architecture的原意是建筑学或建筑的设计风格，它与具体建筑物的概念不同。例如，我们可以走进一个建筑物中，但却走不进一个建筑风格中。同理，我们也不能把一个具体的计算机网络说成是一个抽象的网络体系结构。总之，体系结构是抽象的，而实现则是具体的，是真正的计算机硬件和软件。

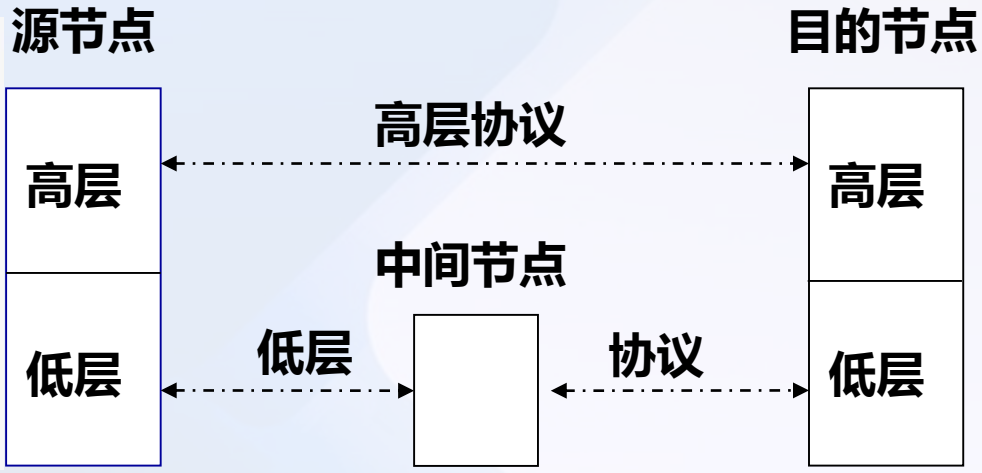
计算机网络的基础知识

计算机网络体系结构

计算机网络体系结构的定义







网络协议及功能

一个网络协议主要由以下三个要素组成：

语法：数据与控制信息的结构或格式；

标志字段	地址字段	控制字段	数据	校验字段	标志字段

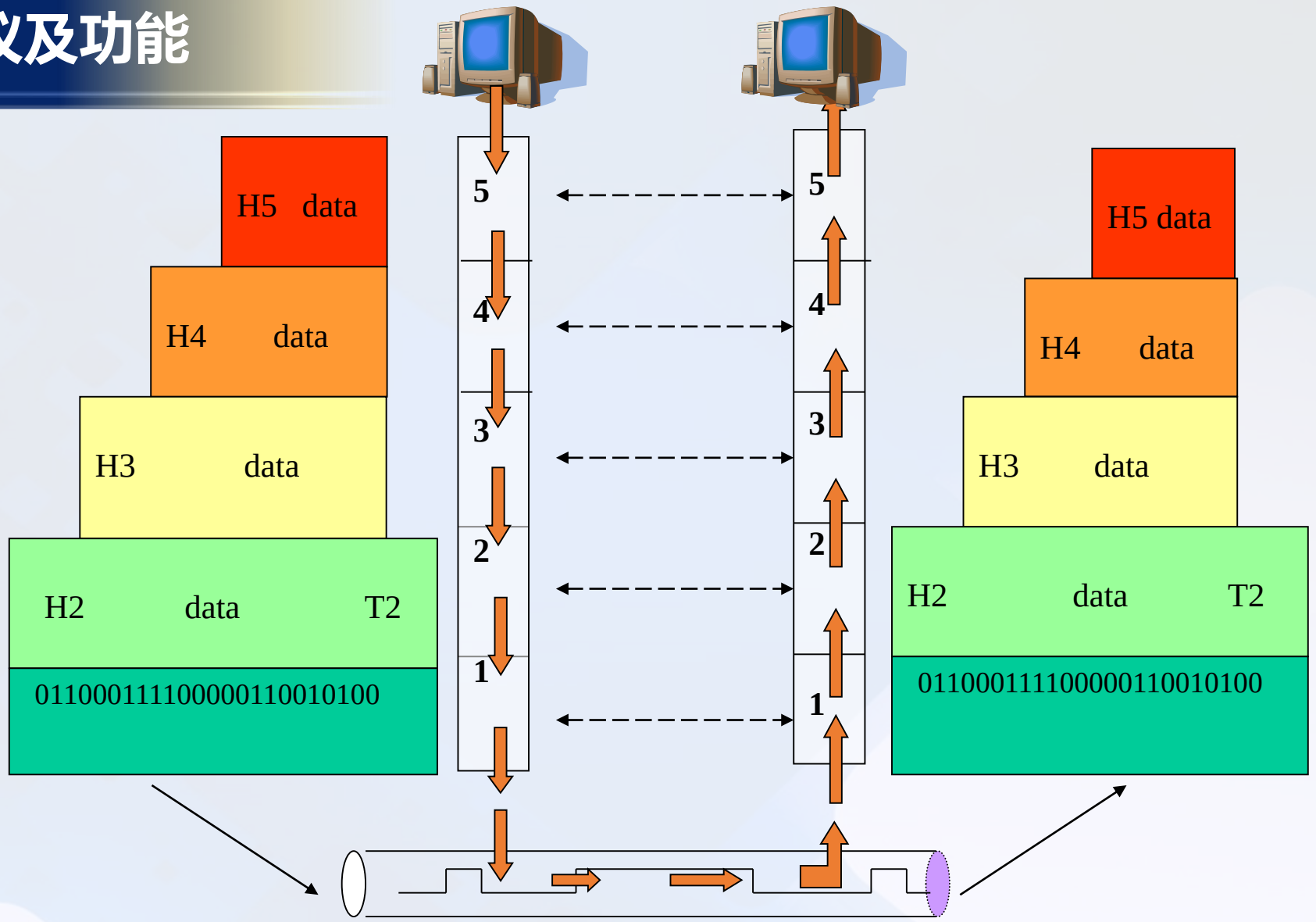
语义：用于协调和进行差错处理的控制信息，定义了发送者或接收者所要完成的操作。如：需要发出何种控制信息，完成何种动作以及做出何种应答，在何种条件下数据必须重发或丢弃。

同步：事件实现顺序的详细说明。

计算机网络的基础知识

计算机网络体系结构

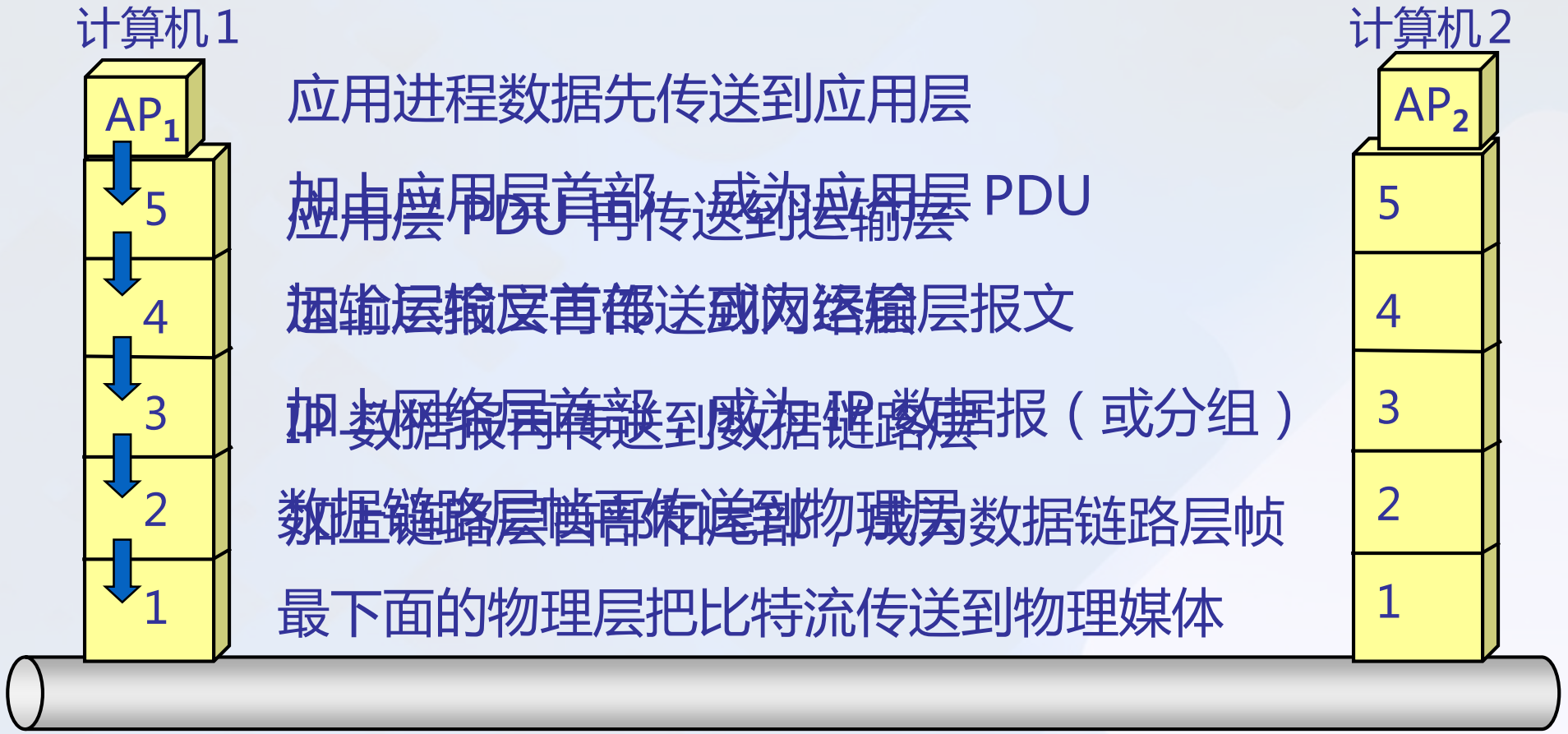
网络协议及功能



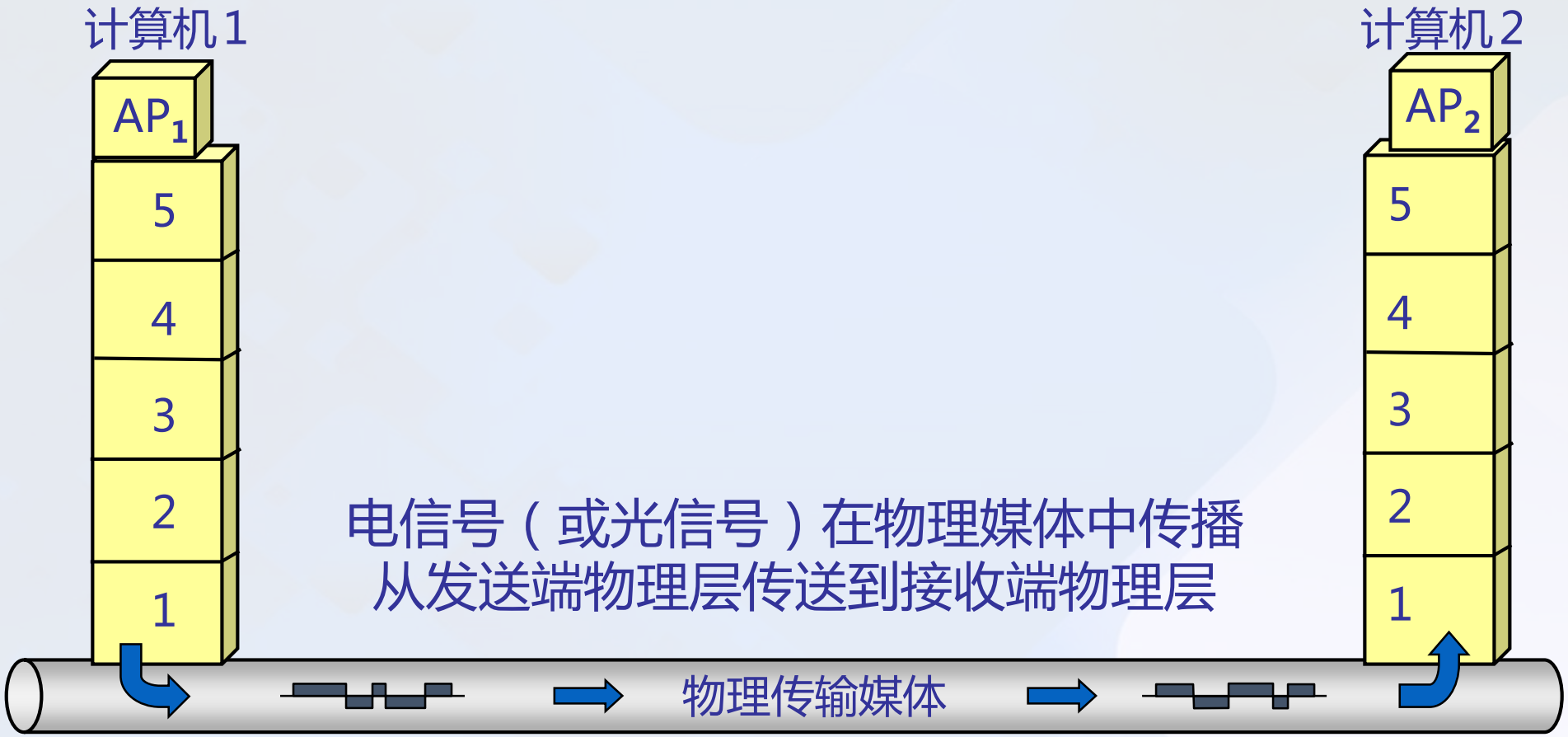
计算机网络的基础知识

计算机网络体系结构

计算机 1 向计算机 2 发送数据



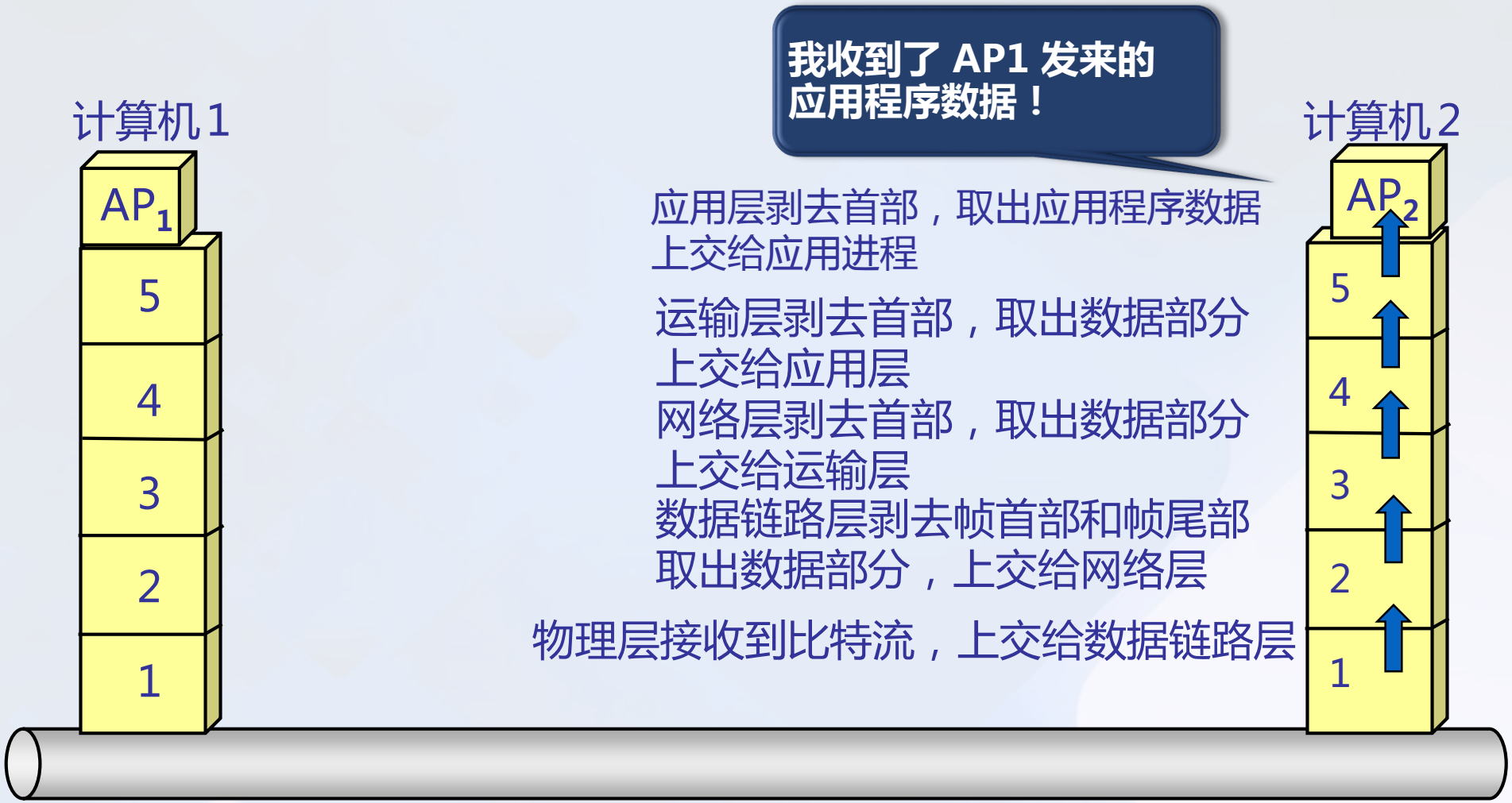
计算机 1 向计算机 2 发送数据



计算机网络的基础知识

计算机网络体系结构

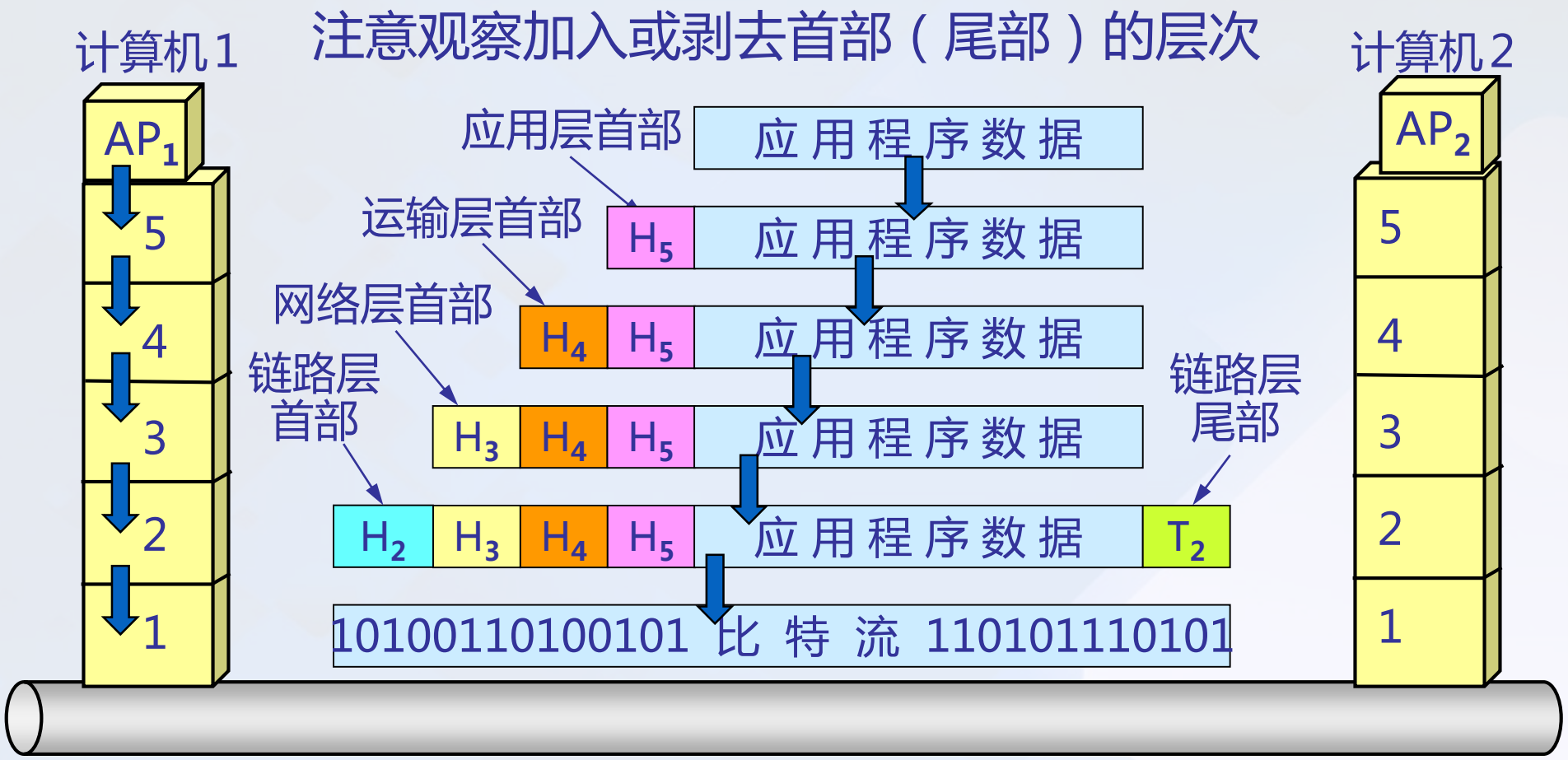
计算机 1 向计算机 2 发送数据



计算机网络的基础知识

计算机网络体系结构

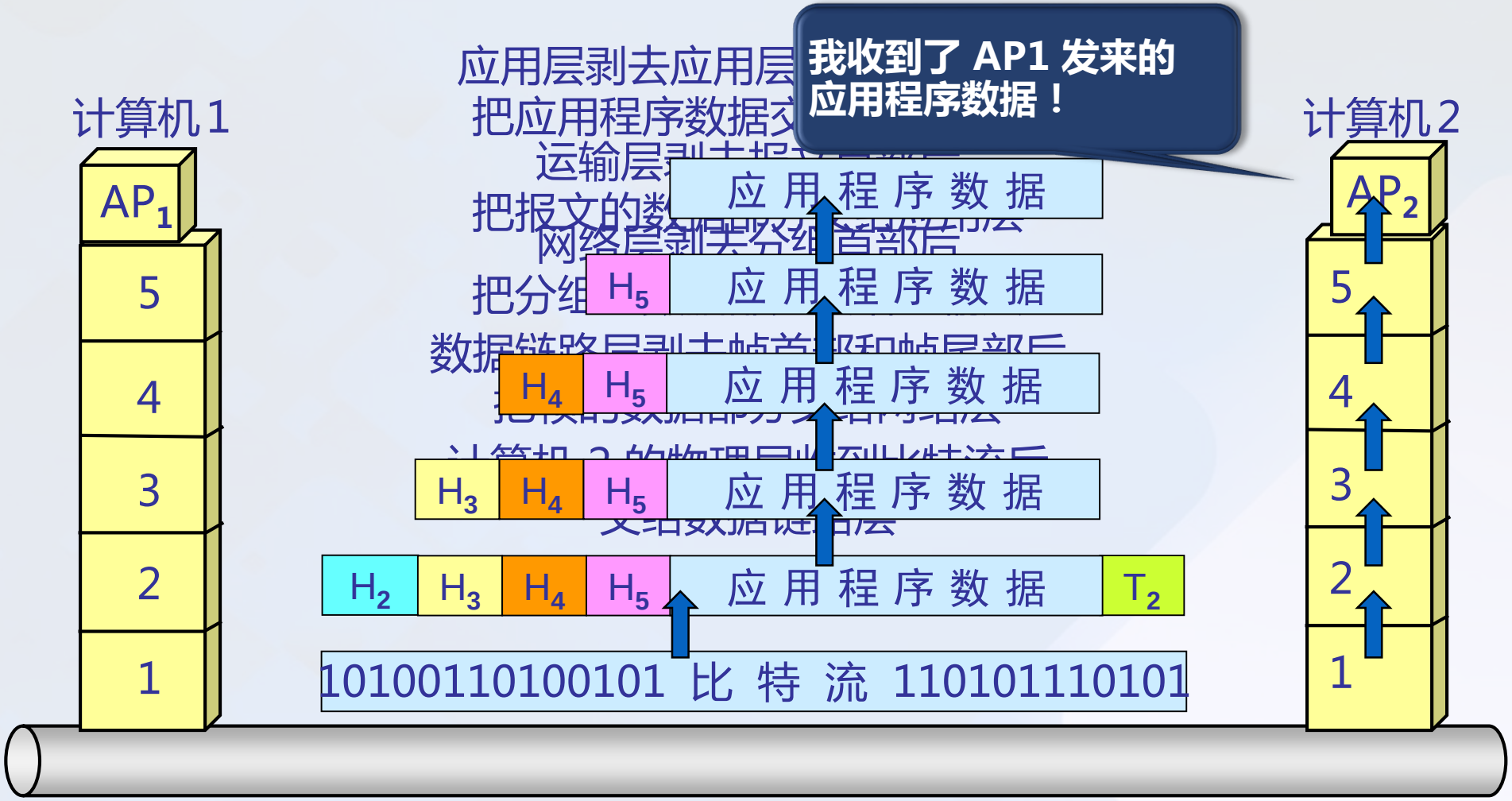
计算机 1 向计算机 2 发送数据



计算机网络的基础知识

计算机网络体系结构

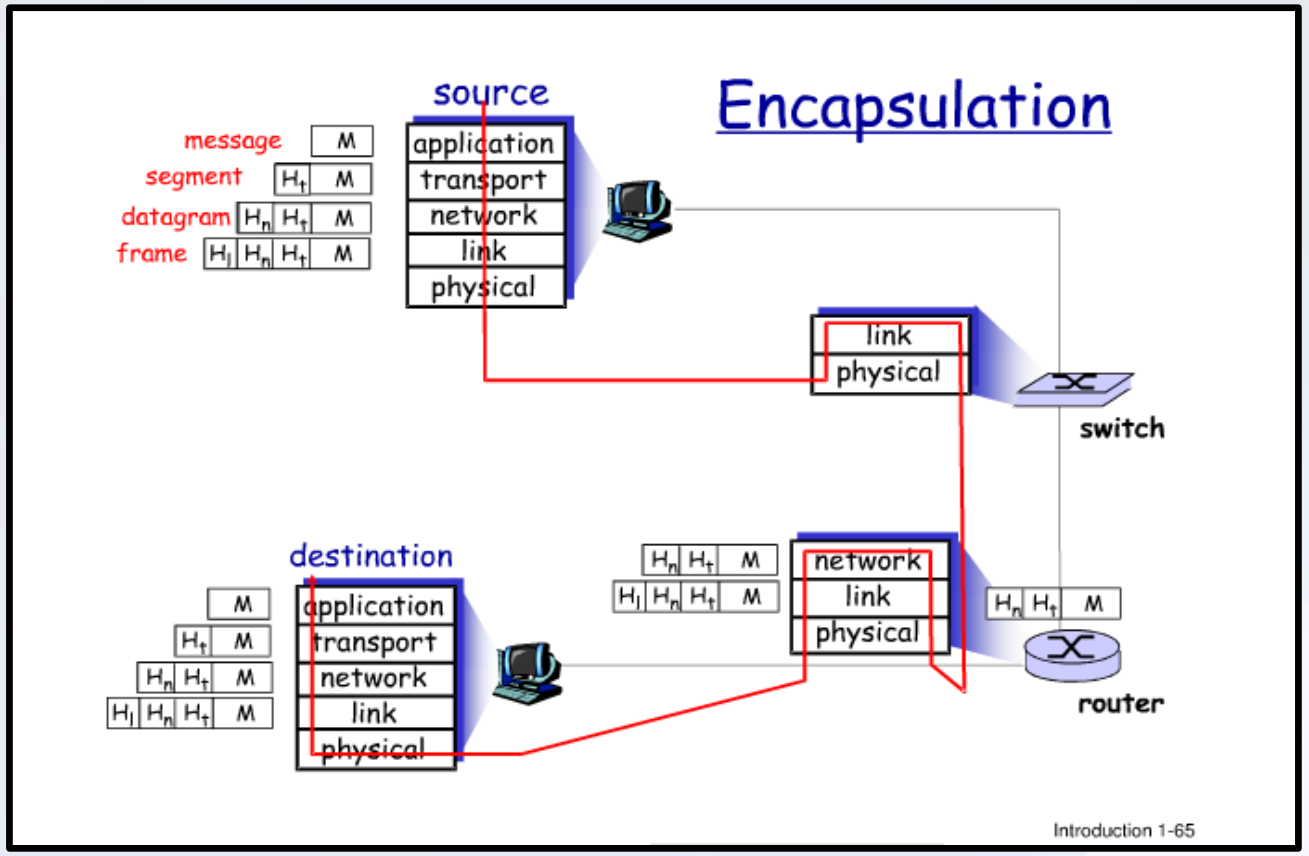
计算机 1 向计算机 2 发送数据



计算机网络的基础知识

计算机网络体系结构

封装

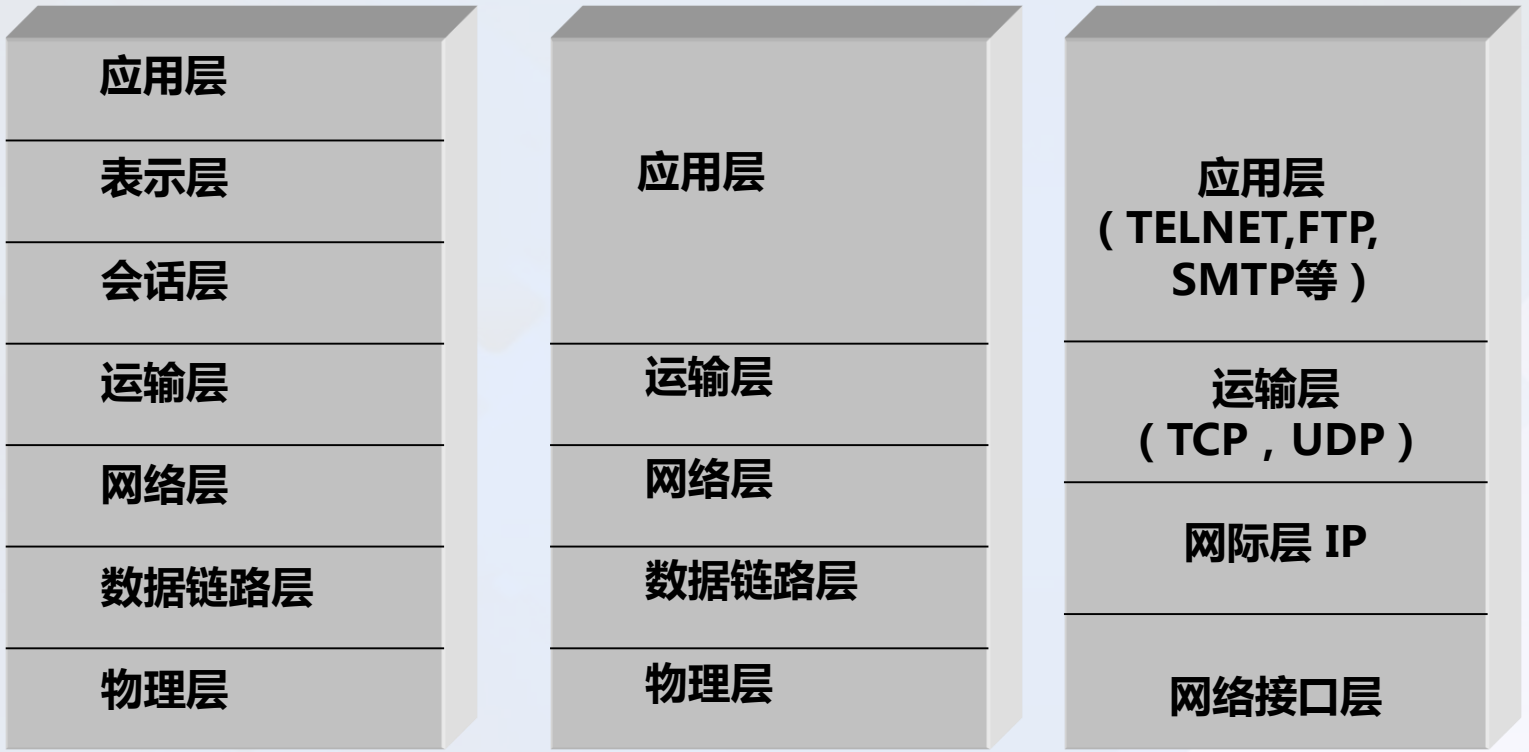


互联网络思想的精髓，封装是关键

计算机网络的基础知识

计算机网络体系结构

参考模型/体系结构

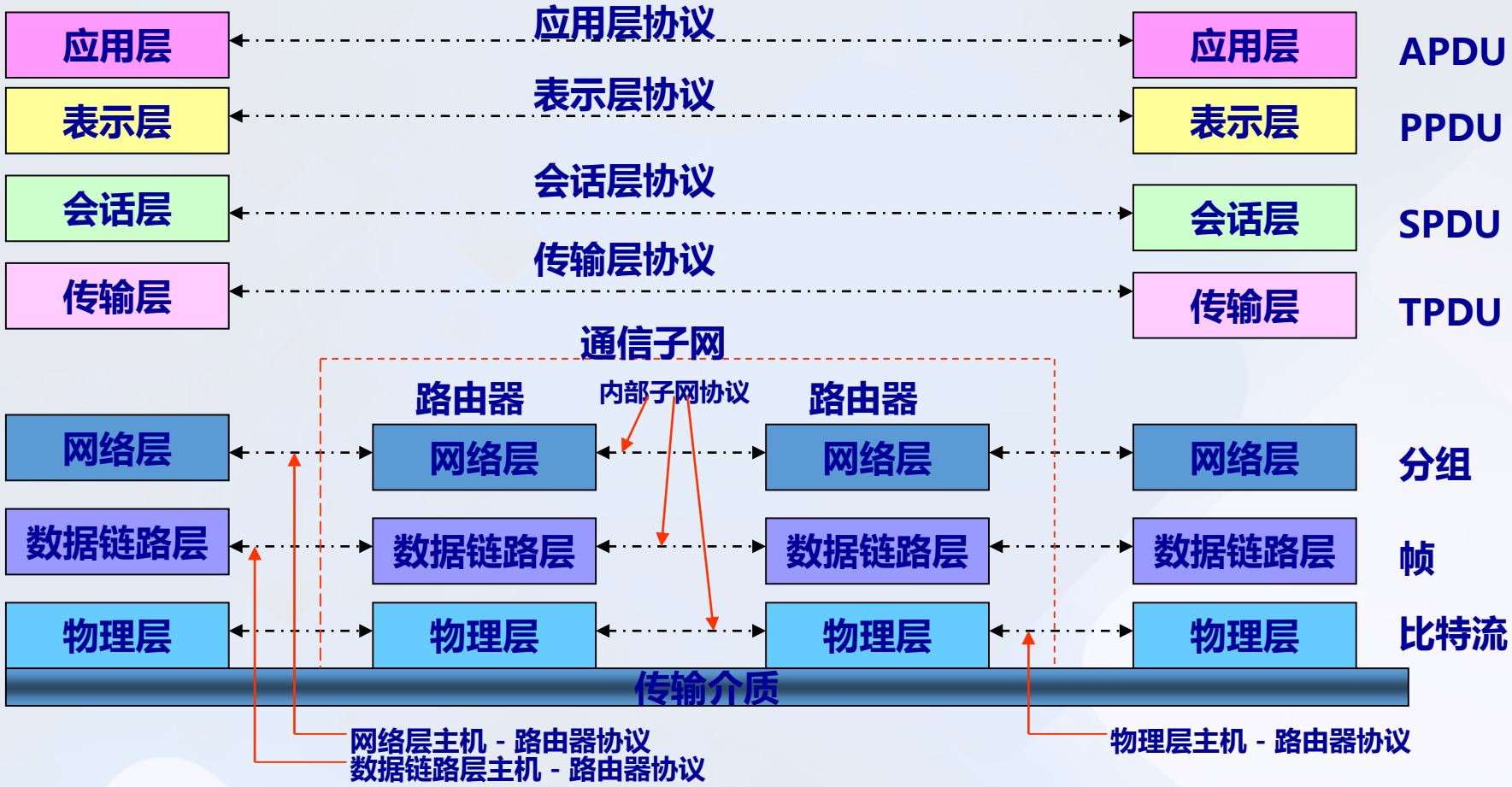


计算机网络的基础知识

计算机网络体系结构

OSI参考模型

OSI 参考模型共分为7层。低三层面向通信，可用软硬件实现；高三层面向信息处理，一般由软件实现；传输层起联系上下层的作用。



两种国际标准

OSI  TCP/IP

- 法律上的国际标准 OSI参考模型并没有得到认可。
- TCP/IP四层参考模型现在获得了最广泛的应用。
- TCP/IP 参考模型常被称为事实上的国际标准。

相似之处：

（1）两个模型都是基于独立的协议栈；

（2）每一层的功能也大体相同。

不同之处：

（1）服务、协议、接口。

（2）协议和模型的关系。

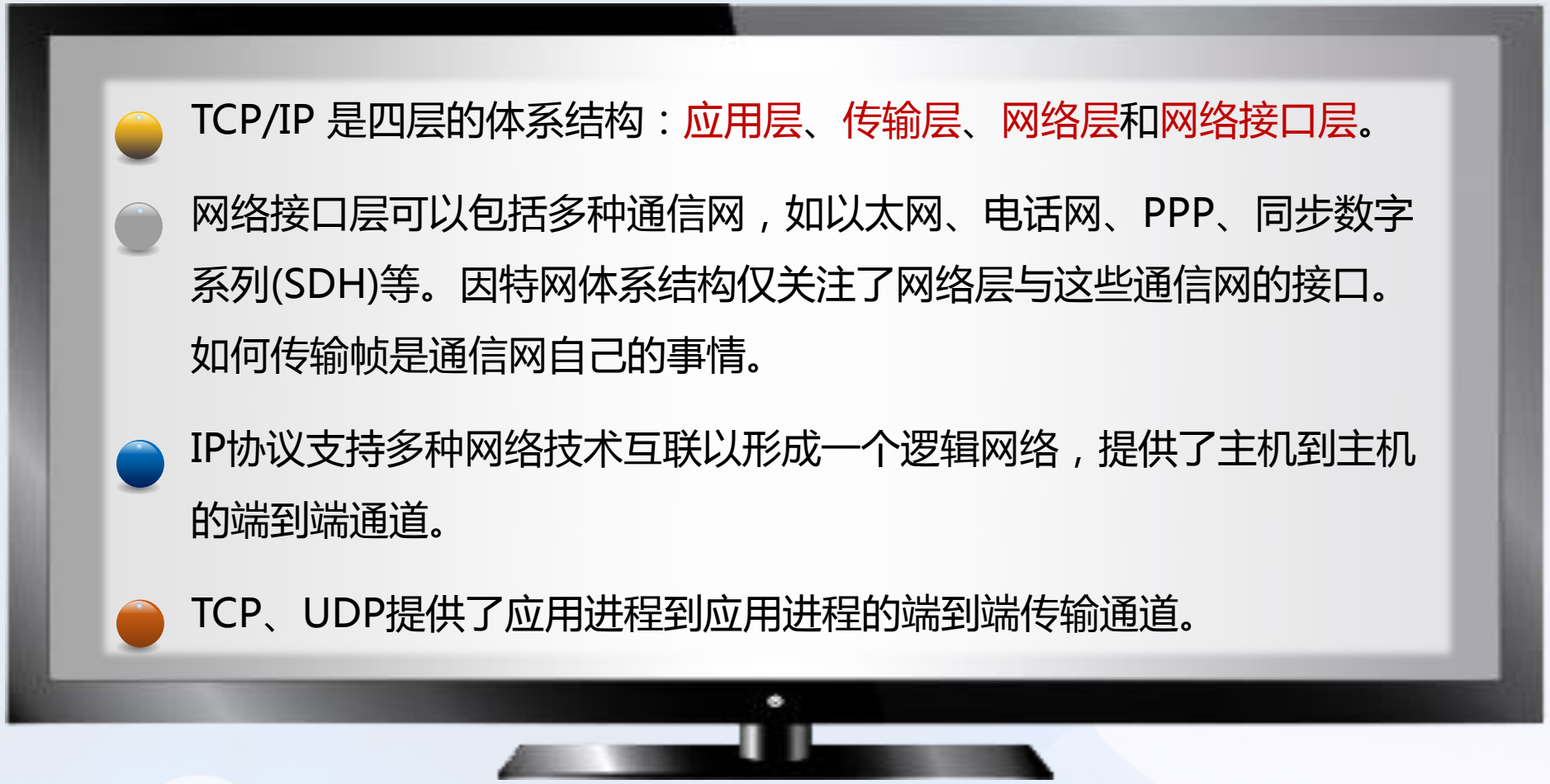
（3）面向连接的服务和无连接的服务的通信。

（4）具体实现。

计算机网络的基础知识

计算机网络体系结构

TCP/IP体系结构

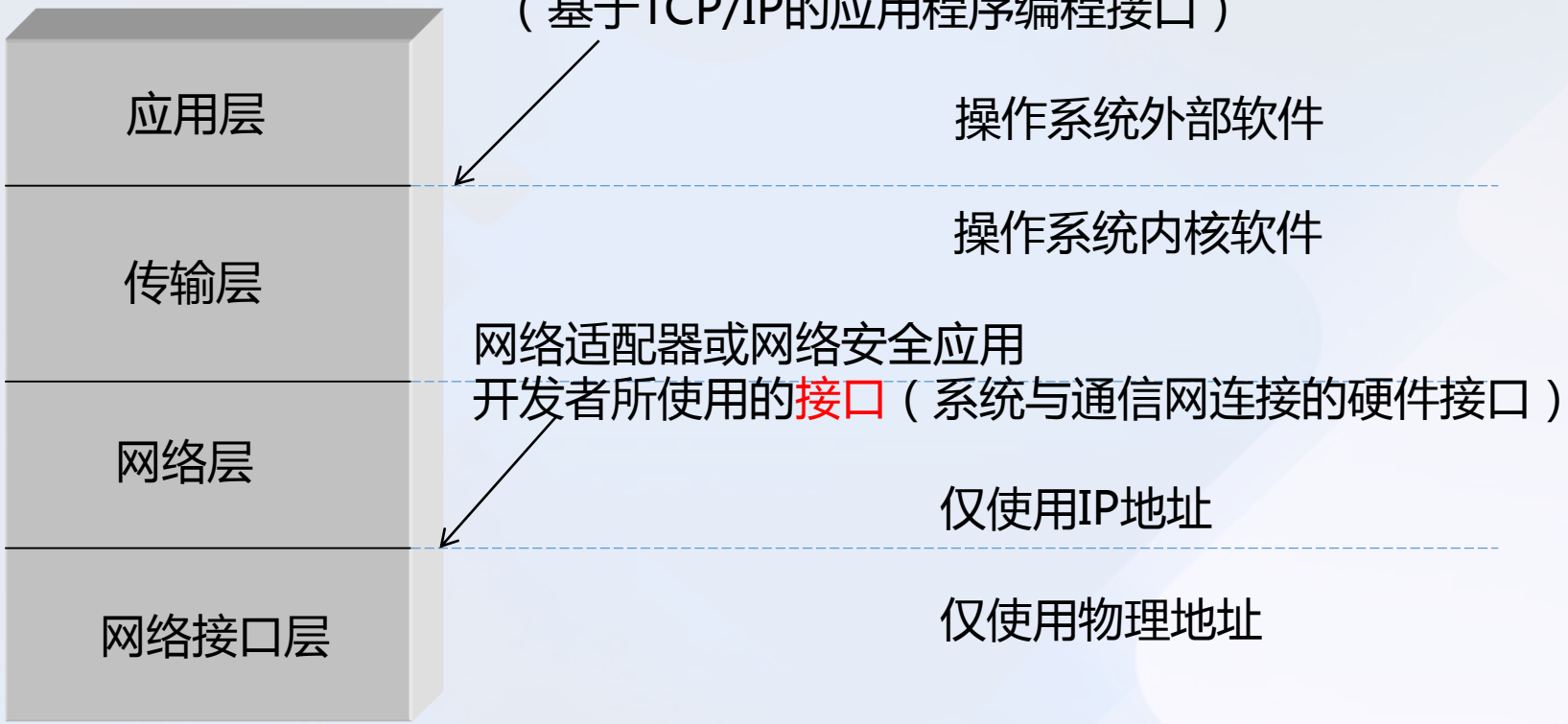


- TCP/IP 是四层的体系结构：应用层、传输层、网络层和网络接口层。
- 网络接口层可以包括多种通信网，如以太网、电话网、PPP、同步数字系列(SDH)等。因特网体系结构仅关注了网络层与这些通信网的接口。如何传输帧是通信网自己的事情。
- IP协议支持多种网络技术互联以形成一个逻辑网络，提供了主机到主机的端到端通道。
- TCP、UDP提供了应用进程到应用进程的端到端传输通道。

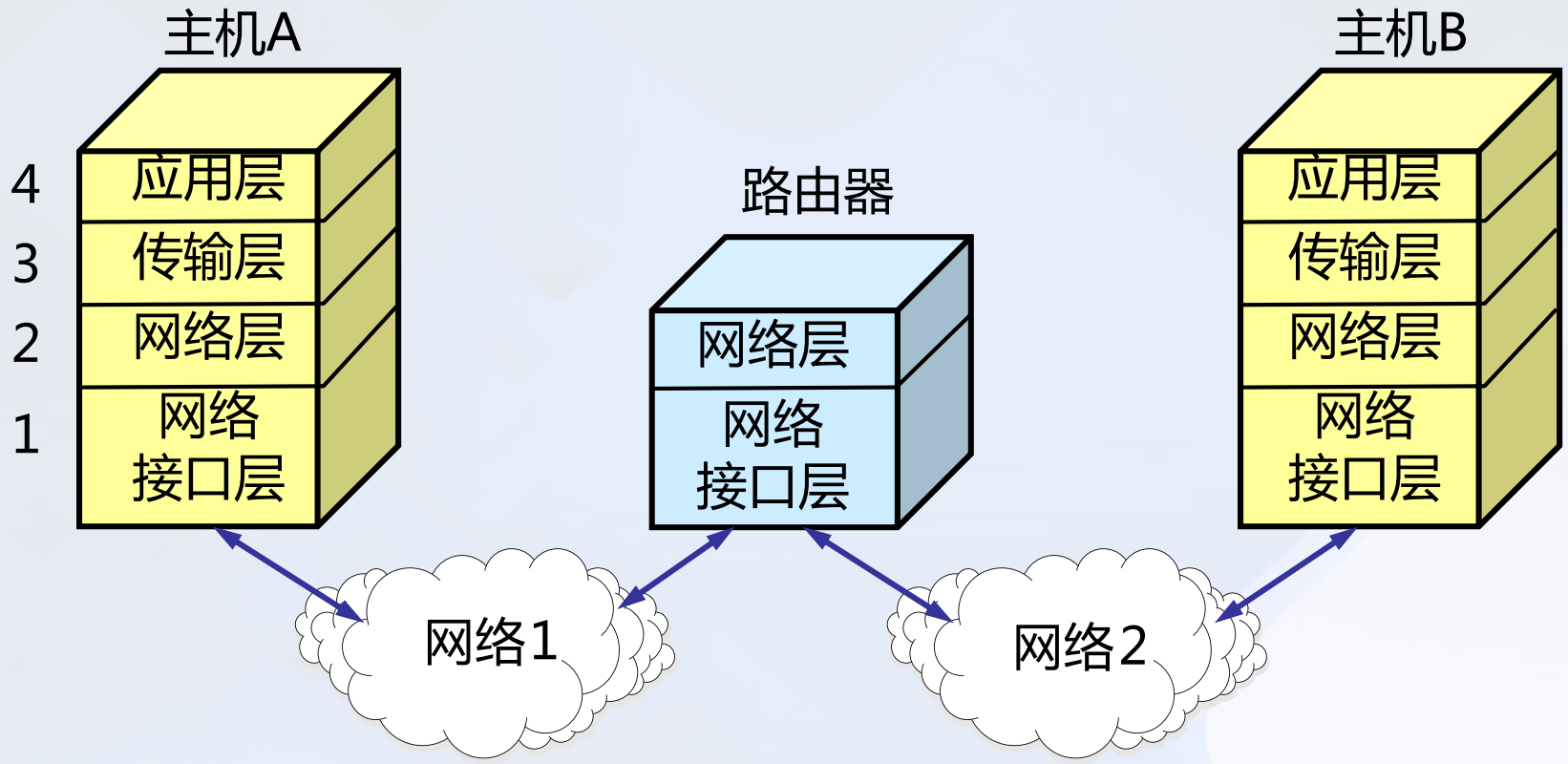
计算机网络的基础知识

计算机网络体系结构

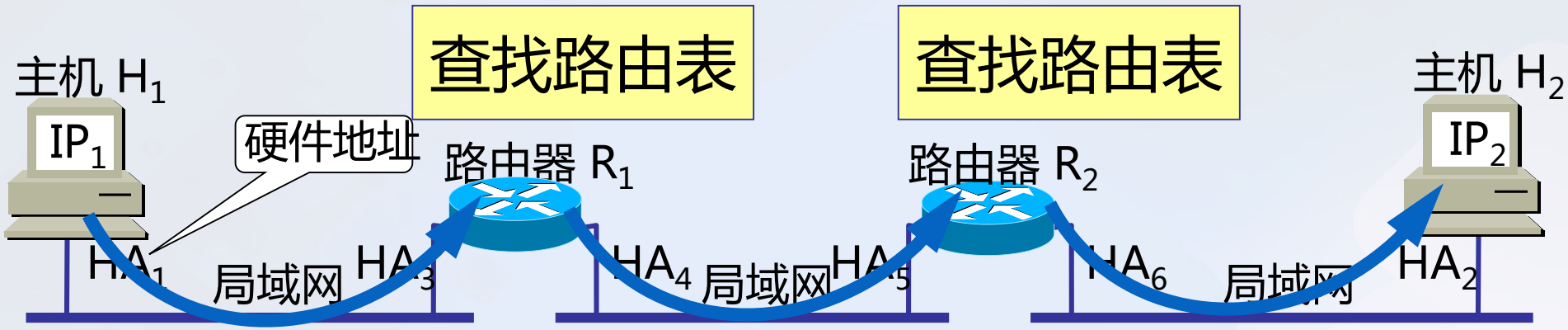
参考模型



TCP/IP 四层协议的表示方法举例



TCP/IP 四层协议的表示方法举例



通信的路径

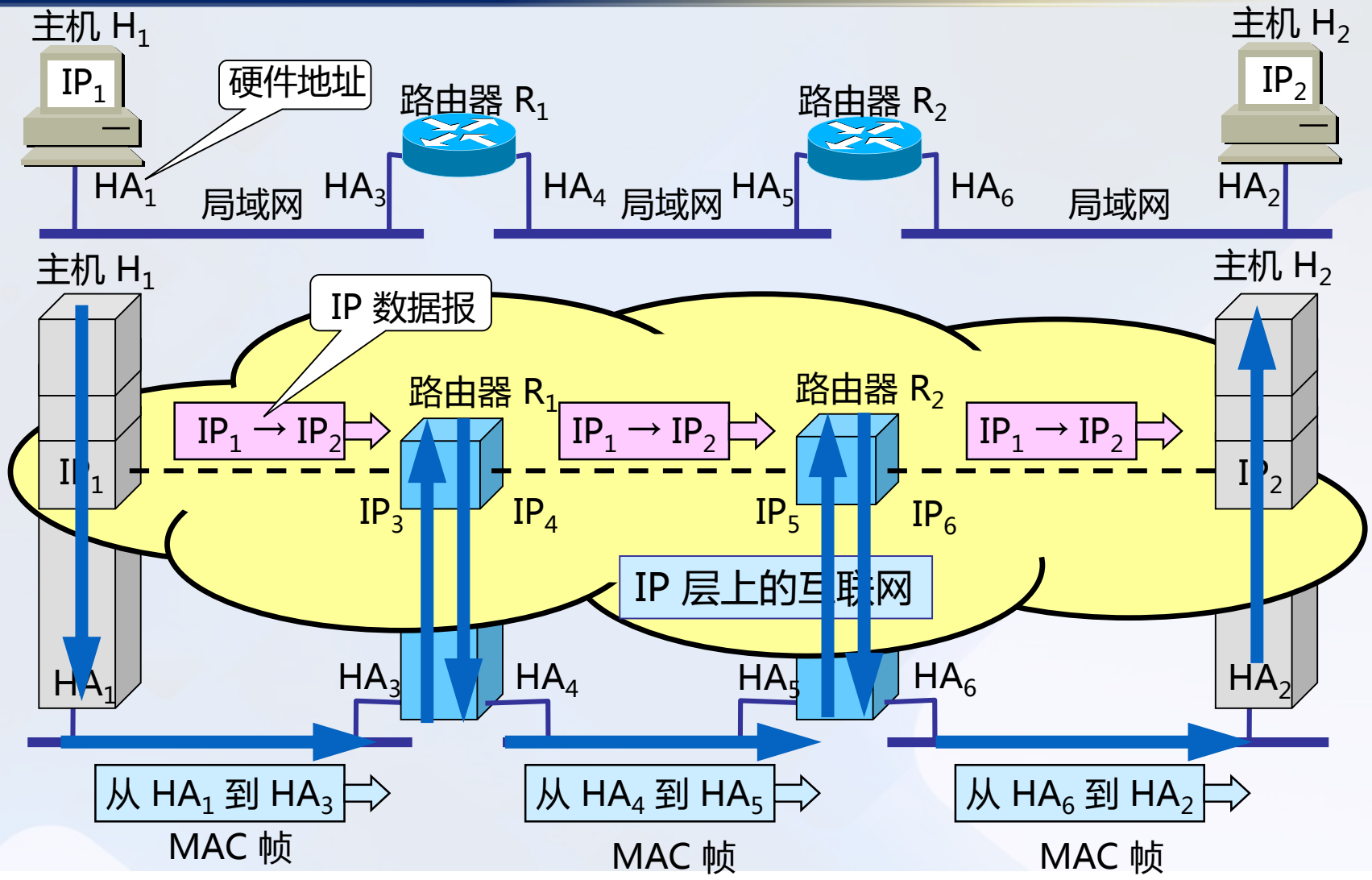
H_1→经过 R_1 转发→再经过 R_2 转发→H_2

计算机网络的基础知识

计算机网络体系结构

从协议栈的层次上看数据的流动

TCP/IP 四层协议的表示方法举例

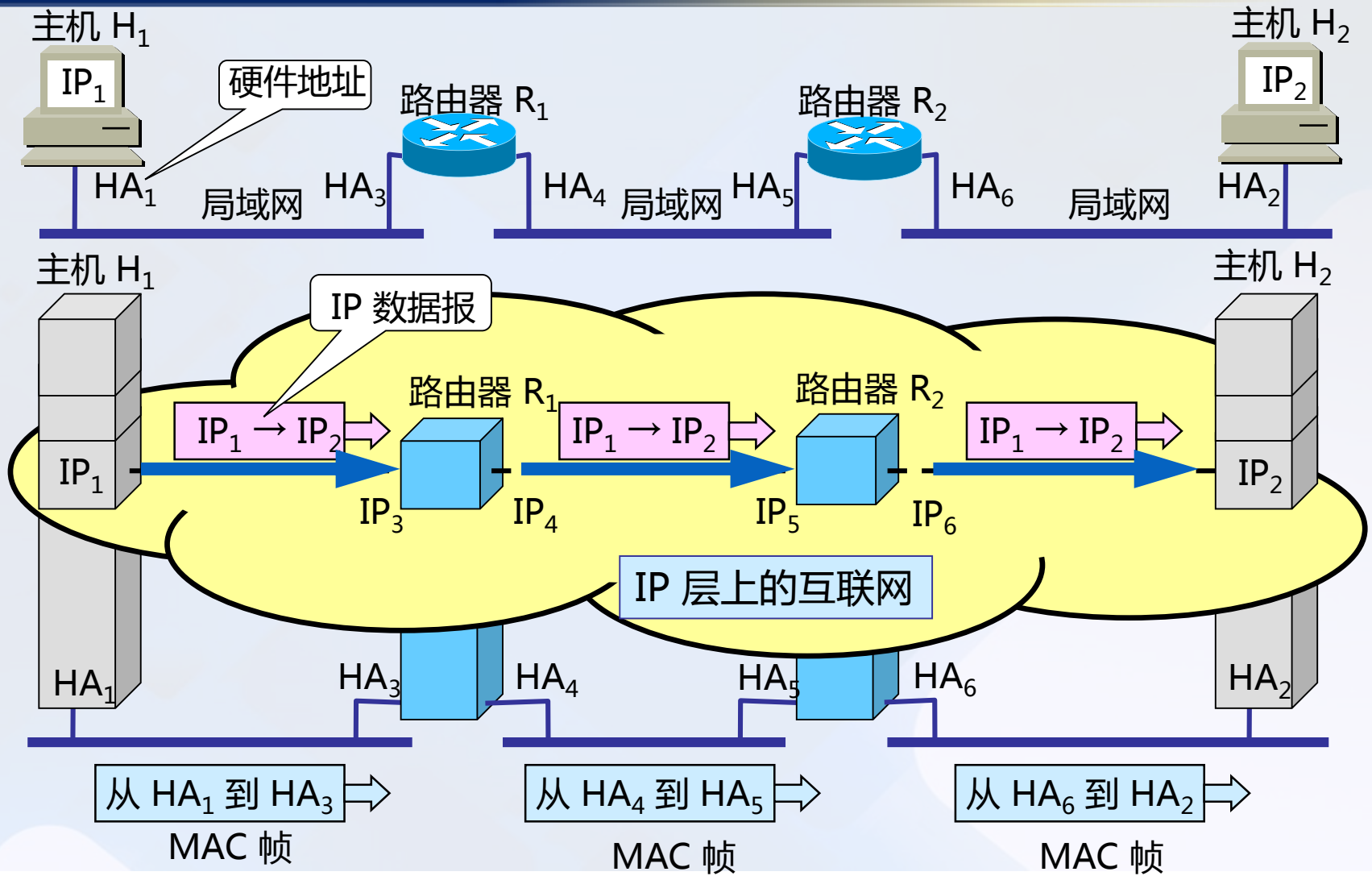


计算机网络的基础知识

计算机网络体系结构

TCP/IP 四层协议的表示方法举例

从虚拟 IP 层上看 IP 数据报的流动

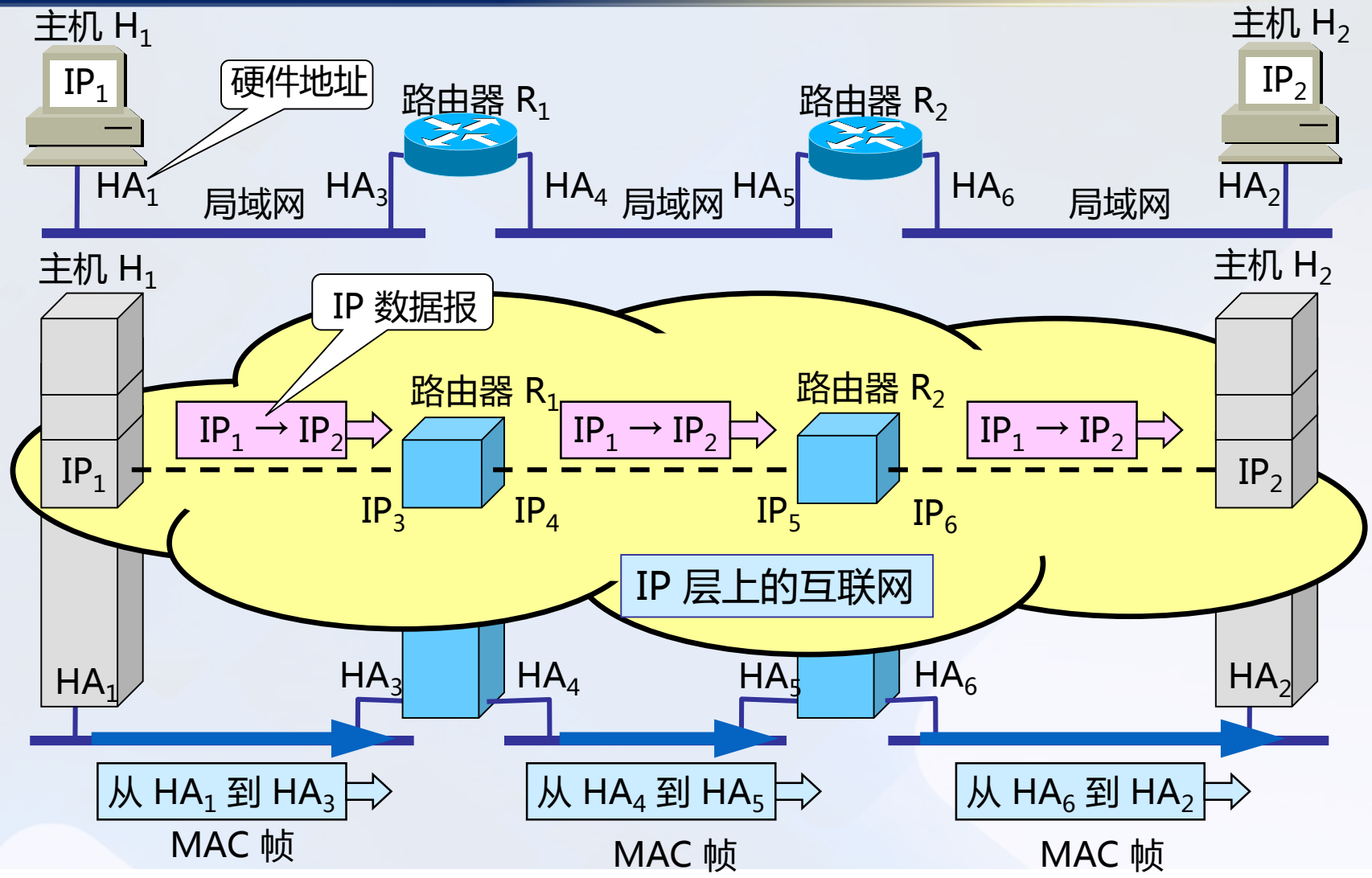


计算机网络的基础知识

计算机网络体系结构

TCP/IP 四层协议的表示方法举例

在链路上看MAC帧的流动

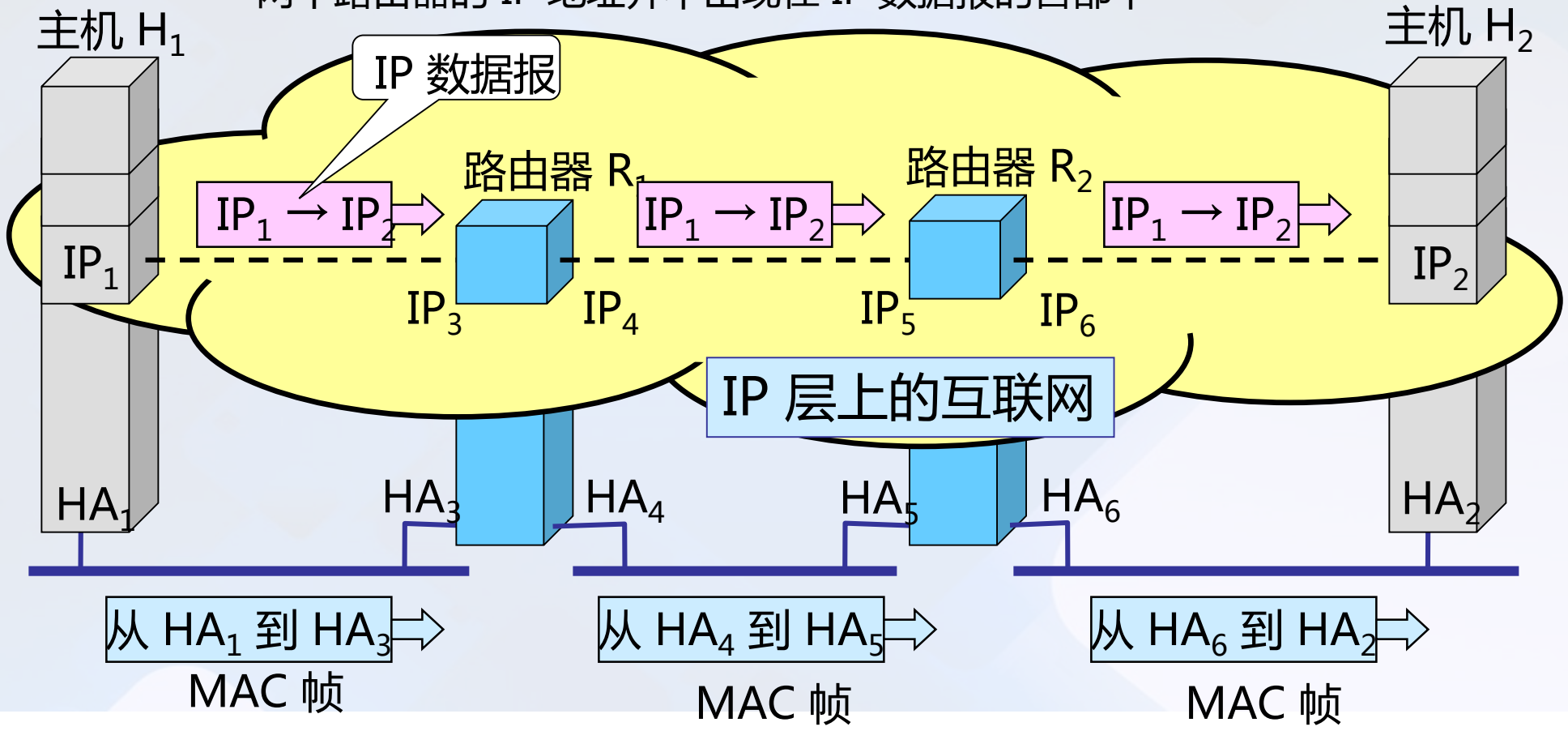


TCP/IP 四层协议的表示方法举例

在 IP 层抽象的互联网上只能看到 IP 数据报

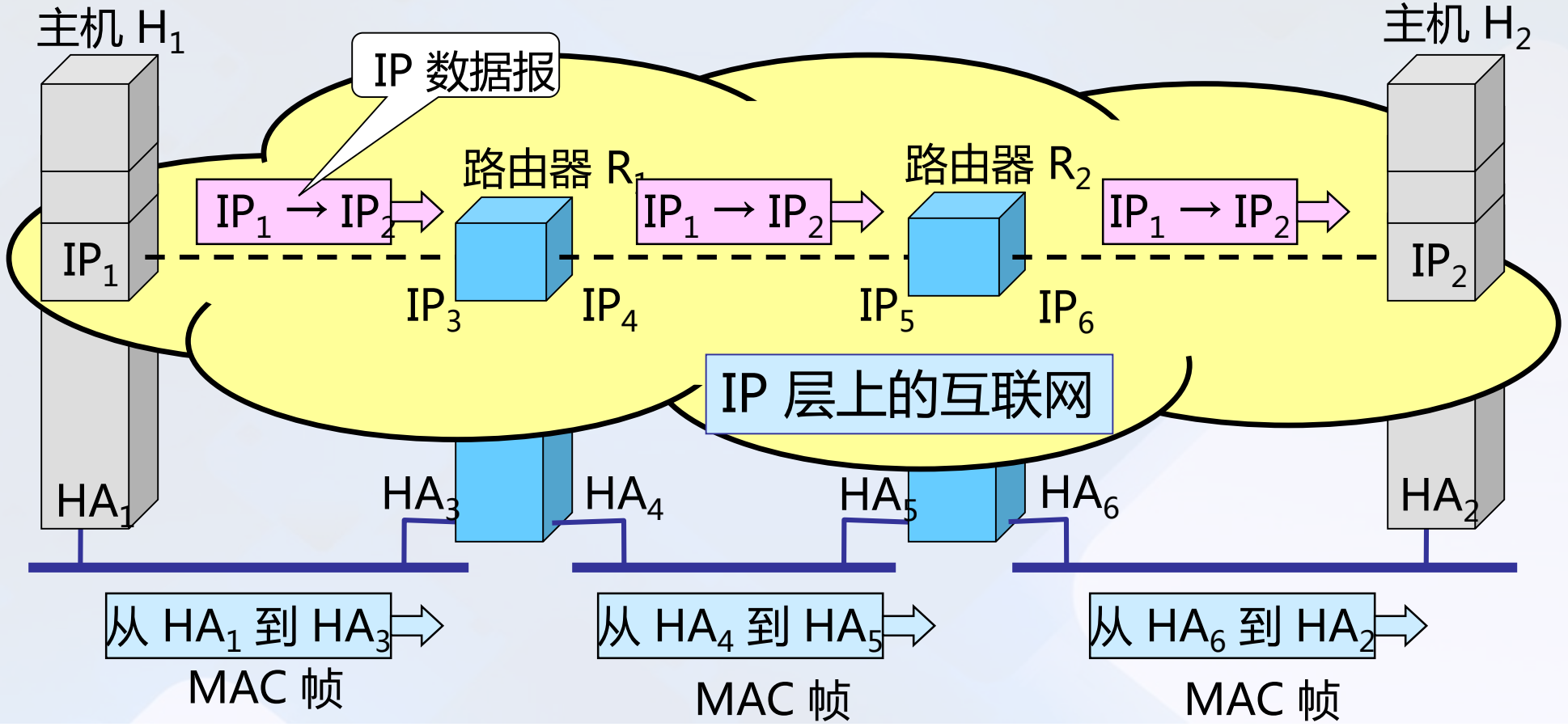
图中的 $IP_1 \rightarrow IP_2$ 表示从源地址 IP_1 到目的地址 IP_2

两个路由器的 IP 地址并不出现在 IP 数据报的首部中

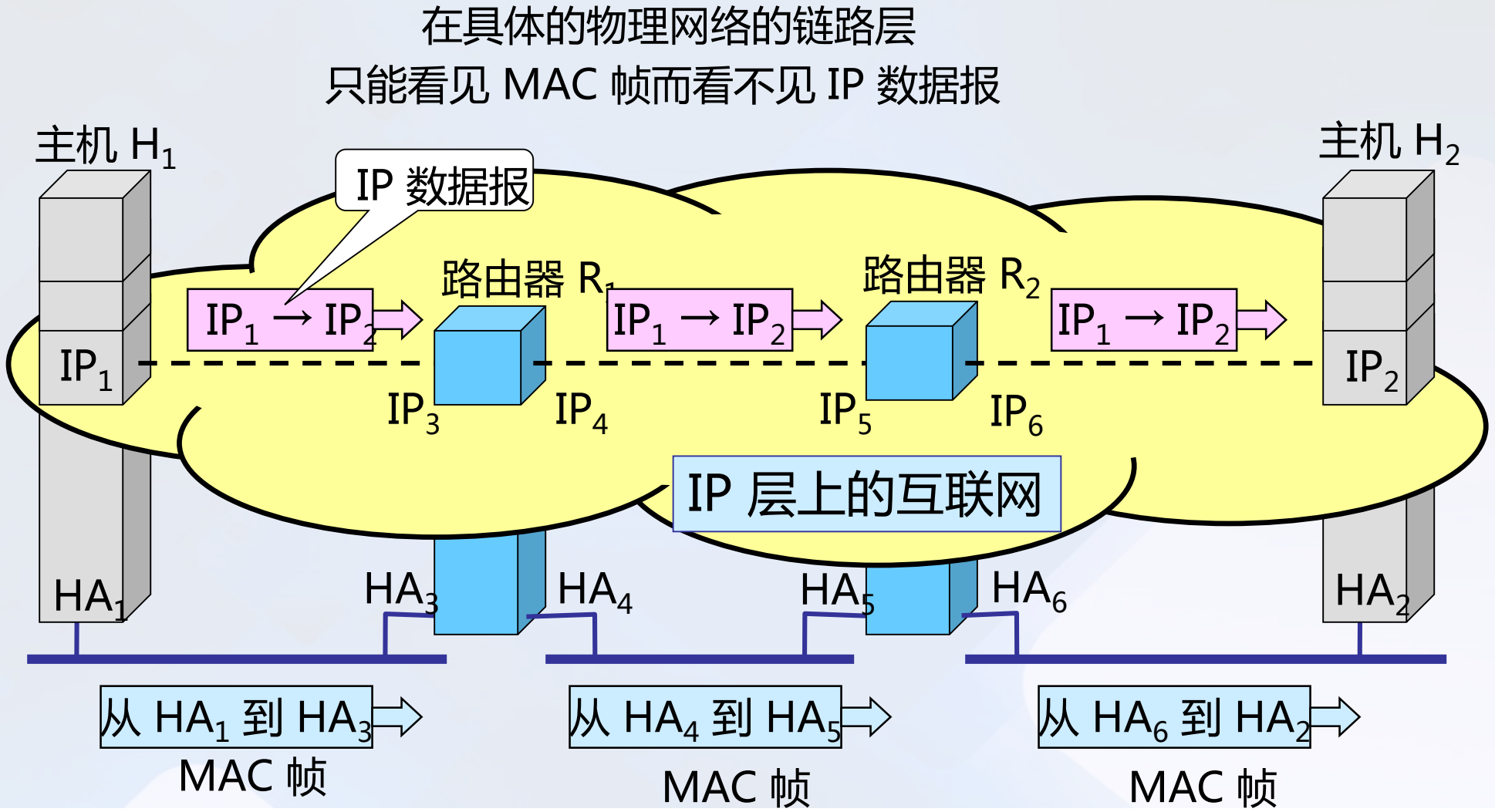


TCP/IP 四层协议的表示方法举例

路由器只根据目的站的 IP 地址的网络号进行路由选择

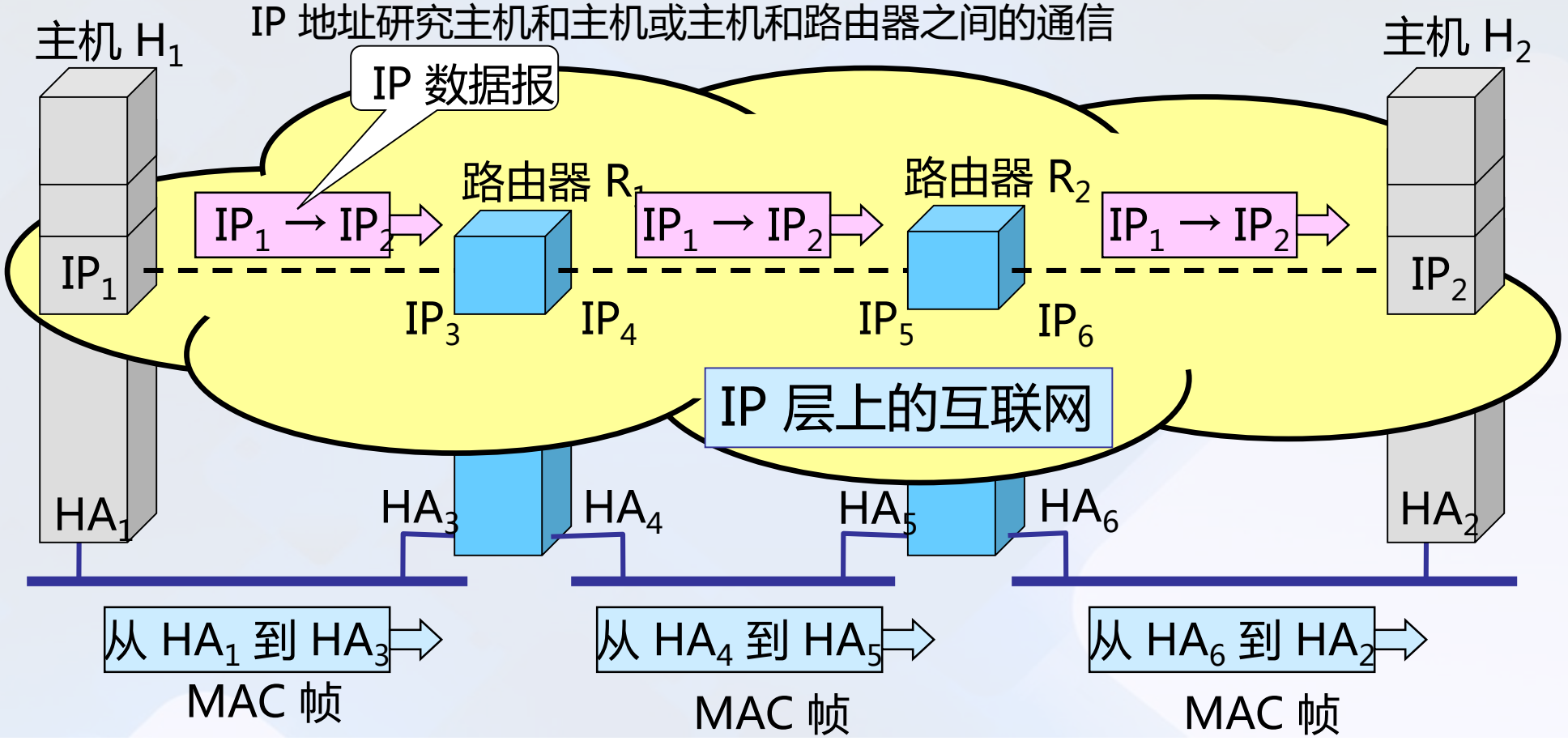


TCP/IP 四层协议的表示方法举例



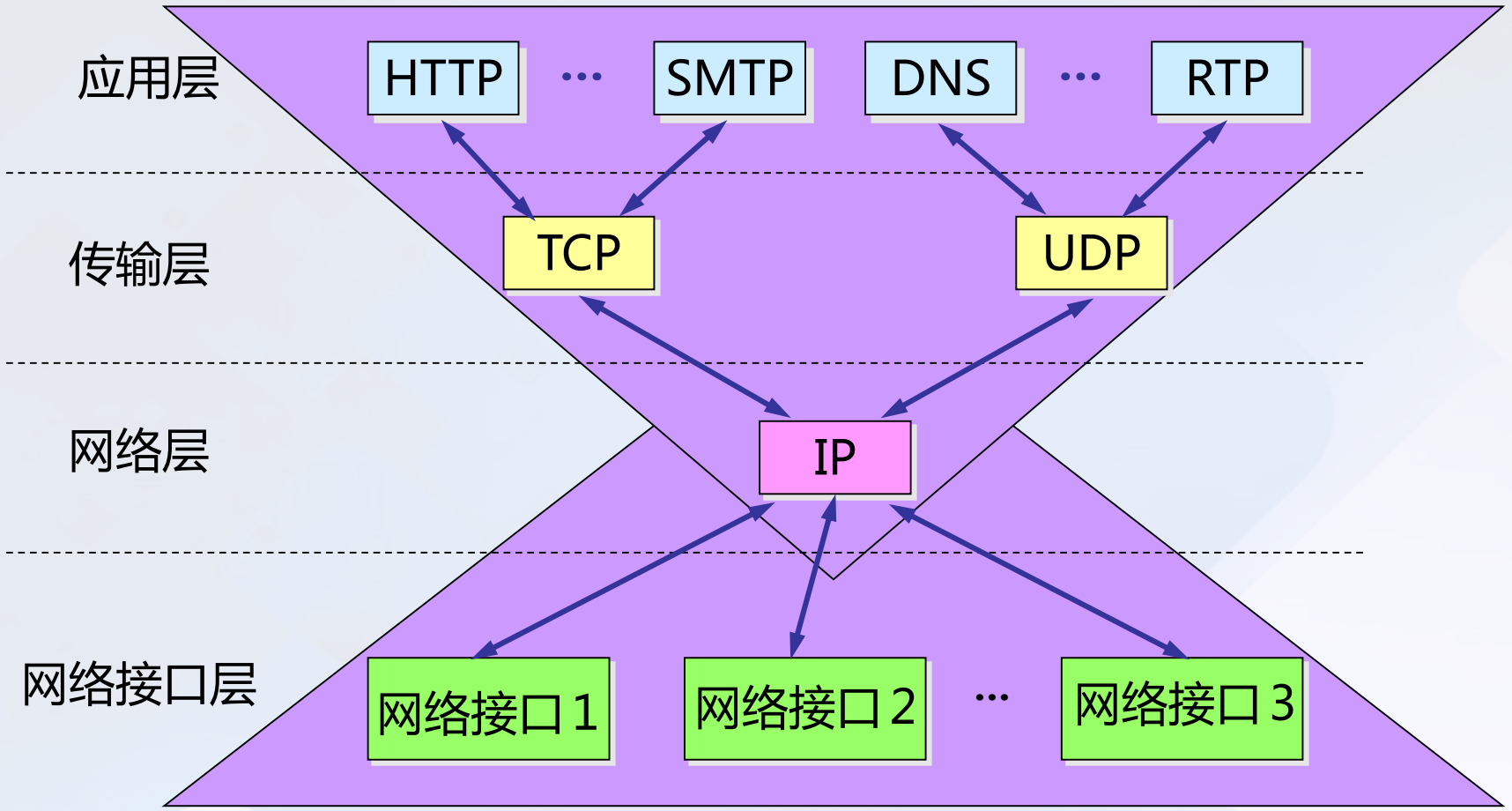
TCP/IP 四层协议的表示方法举例

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



沙漏计时器形状的TCP/IP协议族

IP over Everything
IP可应用到各式各样的网络上



IP地址简介

- IP地址分5类，每一类地址都由两个固定长度的字段组成：
  - 网络标识 net-id：它标志某台主机（或路由器）所连接到的网络；
  - 主机标识 host-id：它标志某台主机（host）或某台路由器（Router）。
- 两级的 IP 地址可以记为：

IP 地址= {<网络标识net-id> <主机标识host-id>}

点分十进制记法

机器中存放的 IP 地址
是 32 bit 二进制代码

10000000000001011000001100011111

每隔 8 bit 插入一个空格
能够提高可读性

10000000 00001011 00000011 00011111

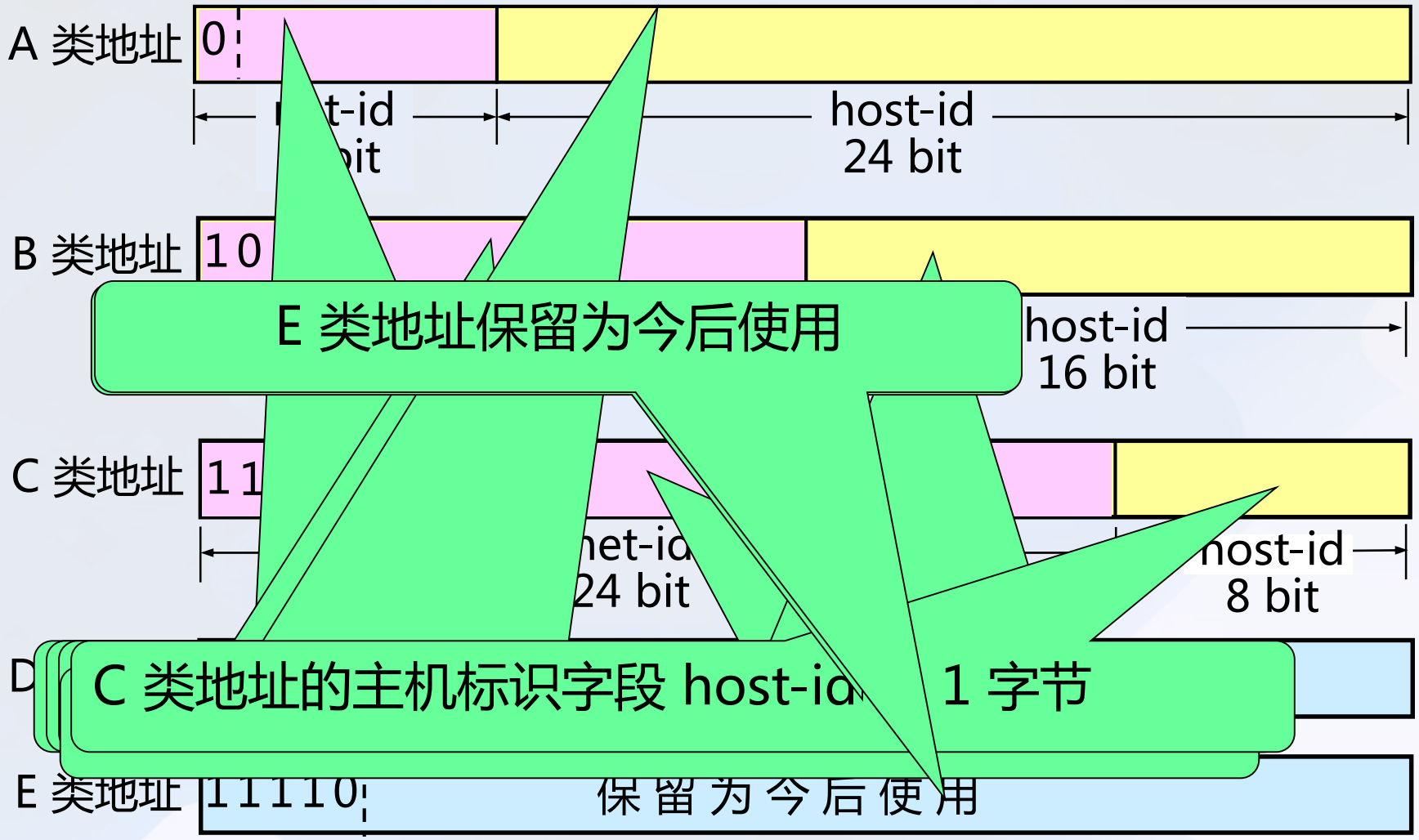
将每 8 bit 的二进制数
转换为十进制数

128 11 3 31

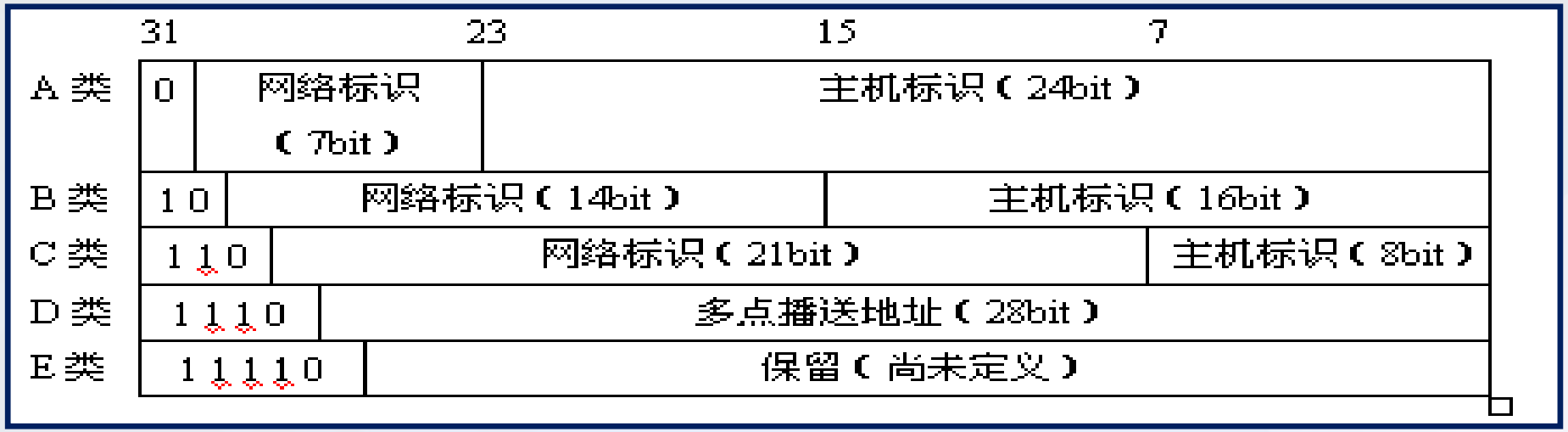
采用点分十进制记法
则进一步提高可读性

128.11.3.31

IP 地址中的网络标识字段和主机标识字段



IP地址的分类



Internet上主机的每个接口必须有一个唯一的IP地址。

IP地址由网络标识和主机标识两部分组成；共分五类：A、B、C、D、E。

A：1.0.0.0 – 126.255.255.255　　B: 128.0.0.0-191.255.255.255

C: 192.0.0.0-223.255.255.255　　D: 224.0.0.0- 239.255.255.255

E: 240.0.0.0-247.255.255.255

D类地址为多目广播使用；E类地址为保留地址。

特殊IP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	每个网络中最大主机数
A	126 ($2^7 - 2$)	1	126	16,777,214 ($2^{24} - 2$)
B	16,384 (2^{14})	128.0	192.255	65,534 ($2^{16} - 2$)
C	2,097,152 (2^{21})	192.0.0	233.255.255	254 ($2^8 - 2$)

常用的三种类别的 IP 地址

- 除了给每台计算机分配一个地址外，有些IP地址用于表示整个网络或某些计算机。IP定义了一套特殊地址格式，称为保留地址，这些特殊IP地址从不分配给主机。
- 网络地址：在IP地址中当主机号为全零时，可用来指明单个网络的地址。它不会出现在目的地址中。

  如：10.0.0.0（A类）　175.89.0.0（B类）

  　　201.123.45.0（C类）
- 广播地址：在IP地址中当主机地址为全1，网络号不为0时，表示一个物理网络上的所有主机。它不会出现在源地址中，只能作为目的地址。
- 在这种情况下，所发送的数据包将到达一个特定网络上的所有计算机。

计算机网络的基础知识

IP地址简介

什么是网络掩码？

在TCP/IP协议中，SUBNET MASKS（子网掩码）的作用是用来区分网络上的主机是否在同一网络取段内。

CLASS A的SUBNET MASKS为：255.0.0.0

CLASS B的SUBNET MASKS为：255.255.0.0

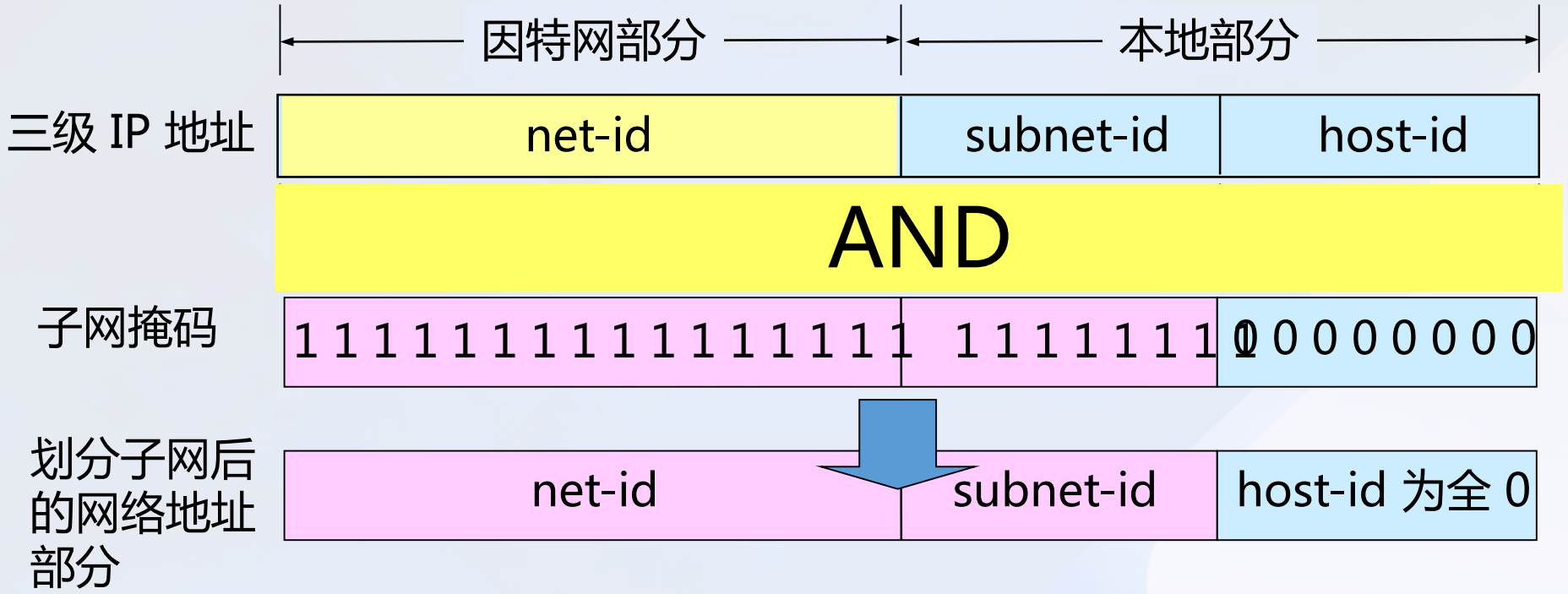
CLASS C的SUBNET MASKS为：255.255.255.0

给定一个的IP地址，如何求网络地址？

假设：在某个网络中，
主机地址为：192.168.32.119，
网络掩码是：255.255.255.0，
请问：该主机的网络地址是多少？

将子网掩码和IP地址进行逐位相“与”，
所得的结果就是网络地址：192.168.32.0

(IP 地址) AND (子网掩码) =网络地址



net-id和host-id计算步骤

假如某台主机IP地址为:202.119.115.78，
它的SUBNET MASKS为:255.255.255.0。
运算步骤如下：

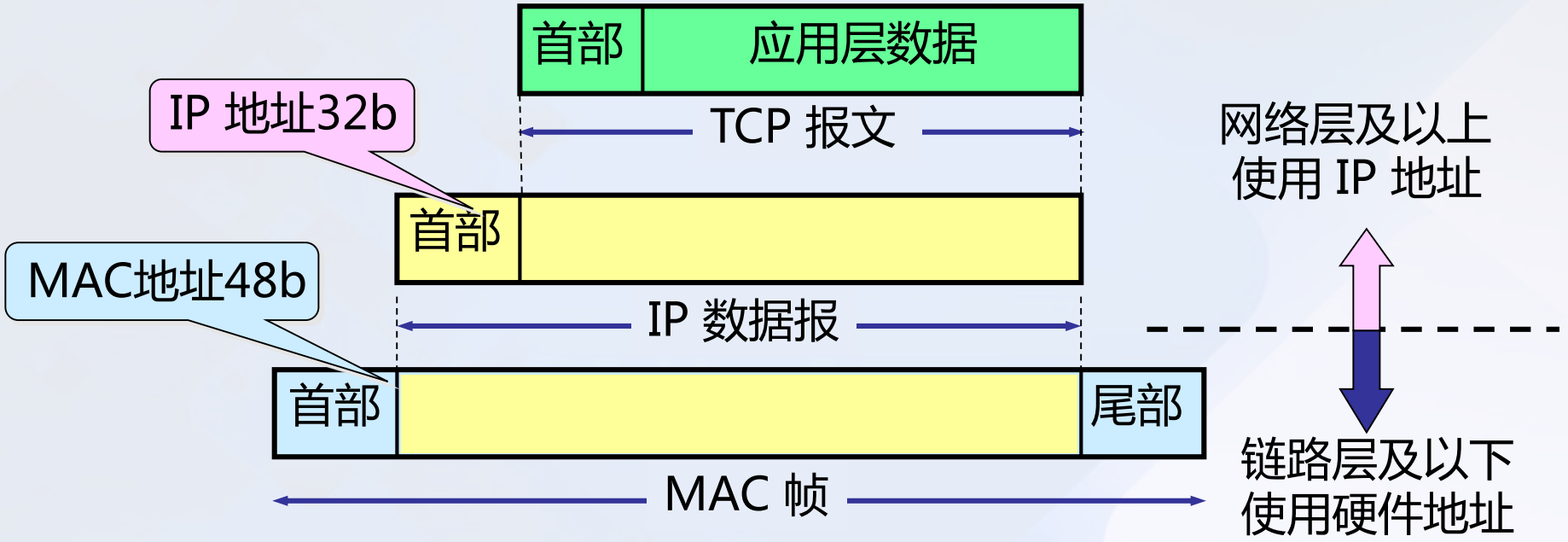
202.119.115.78的二进制值表示为：
11001010.01110111.01110011.01001110
255.255.255.0的二进制值表示为:
11111111.11111111.11111111.00000000
AND后的结果为：
11001010.01110111.01110011.00000000
转为二进制后即为网络标识net-id：202.119.115.0

CIDR地址表示方法(Classless Inter Domain Routing)

CIDR表示方法：IP地址/net-id的位数
如：192.168.23.35/21，21表示net-id的位数

例1：192.168.23.35/21
二进制：11000000 10101000 00010111 00100011
子网掩码：11111111 11111111 11111000 00000000
十进制：255.255.248.0
网络ID：192.168.00010000.0
其中，红色部分为net-id，其他为host-id，
将net-id保持不变，host-id部分全部变为0，则net-id为：
192.168.16.0
起始IP地址：192.168.16.1（host-id不能全为0）
结束IP地址：192.168.23.11111110（host-id不能全为1）
十进制表示：192.168.23.254

IP 地址与MAC地址


首部
应用层数据
IP 地址32b
TCP 报文
网络层及以上
使用 IP 地址
首部
MAC地址48b
IP 数据报
首部
尾部
链路层及以下
使用硬件地址
MAC 帧

谢　谢！