



# Computer Network 计算机网络

2015级卓越工程师班 付恩丽



# 目录

## CONTENTS

01 问题概述

02 总体分析

03 各层协议

04 路由器转发





# 一、问题概述

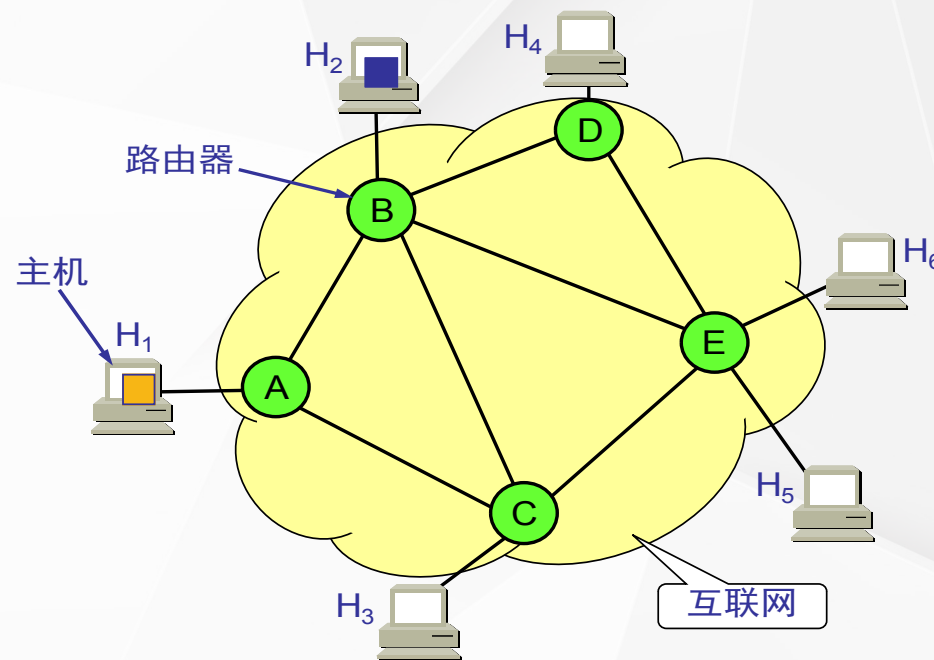
Problem Summary



# 两主机间的数据交付

要求:

- (1) 协议栈中的数据流动（向下/向上，报文中核心字段的作用）
- (2) 检错，错误帧/数据包的处理
- (3) 数据报的TTL
- (4) 路由表的查找
- (5) Mac地址和IP地址的关系



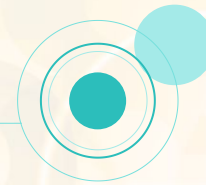
## 一、问题概述



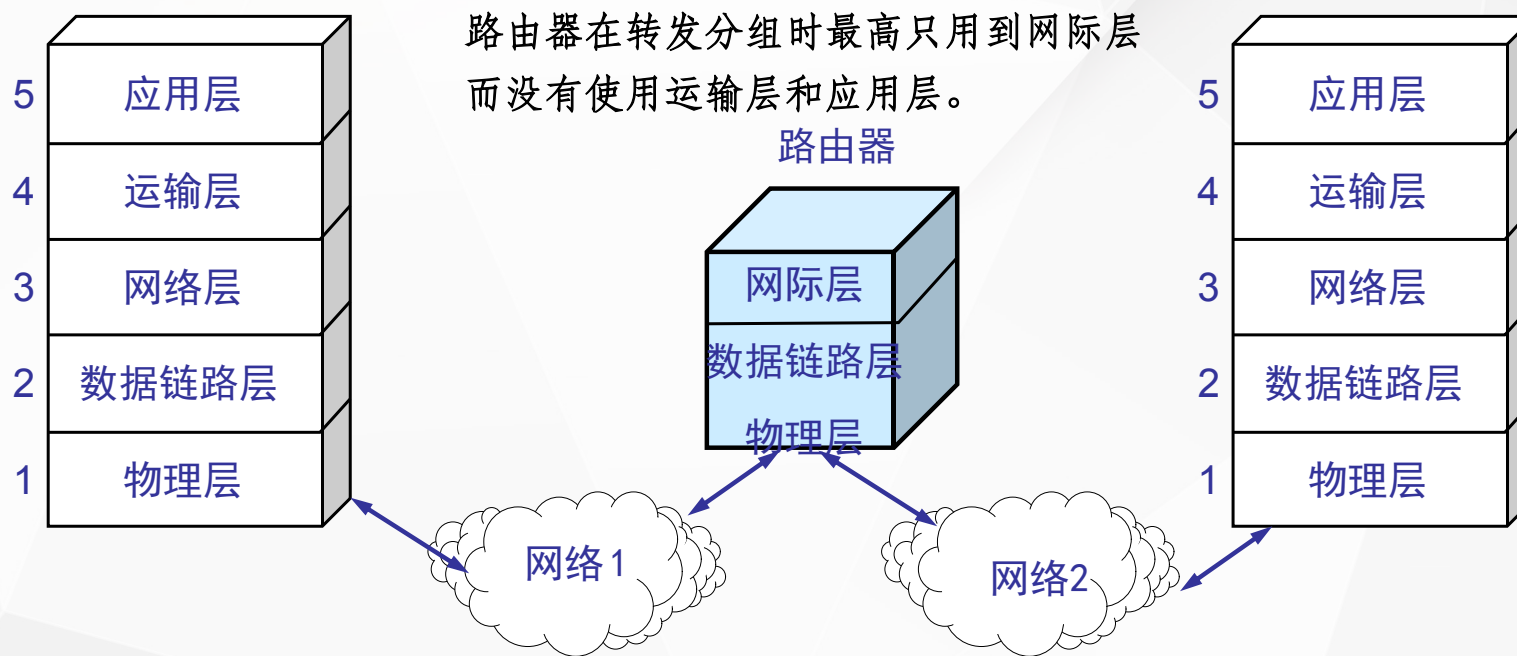


## 二、总体分析

Macro-analysis



# 五层协议的体系结构

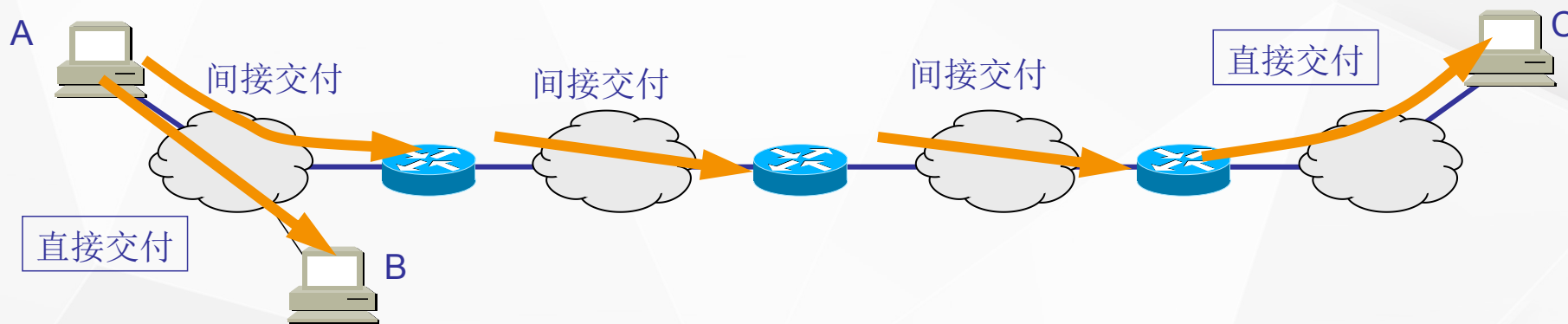


## 二、总体分析



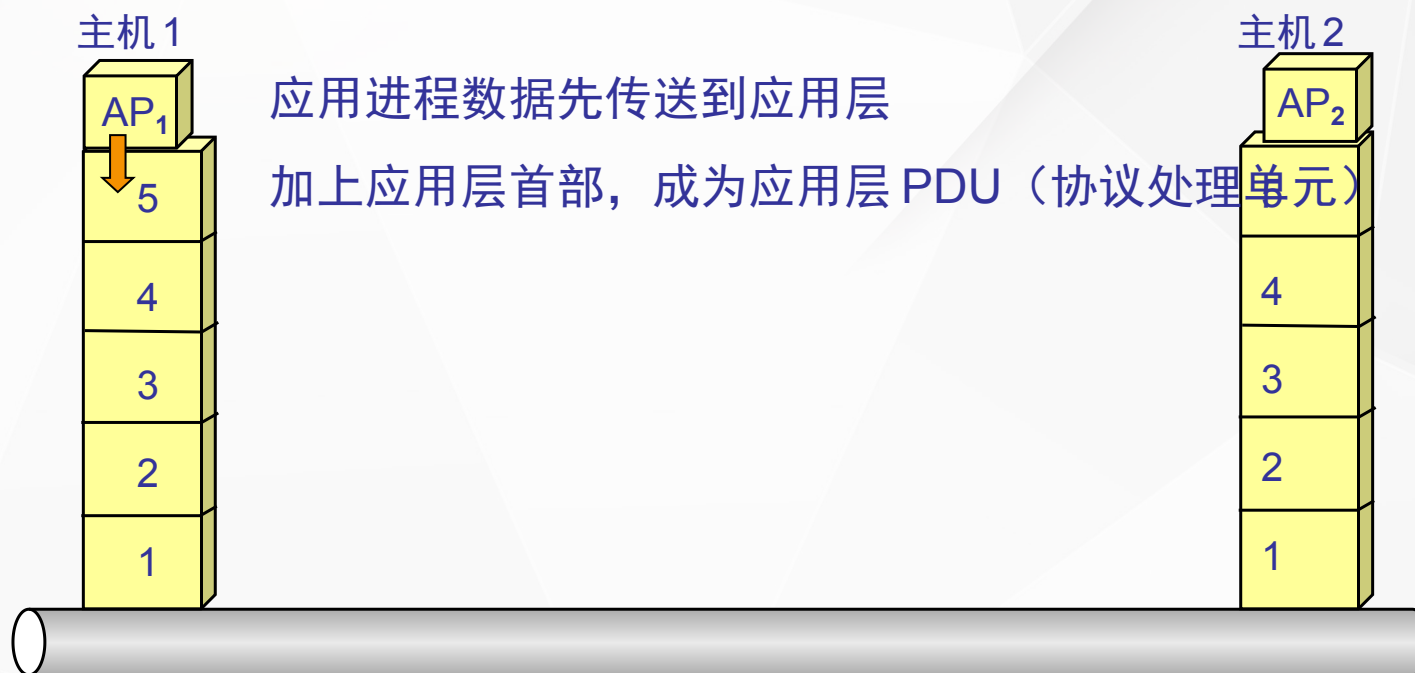
# 直接交付 or 间接交付？

直接交付不需要使用路由器；但间接交付就必须使用路由器





## 主机1向主机2发送数据

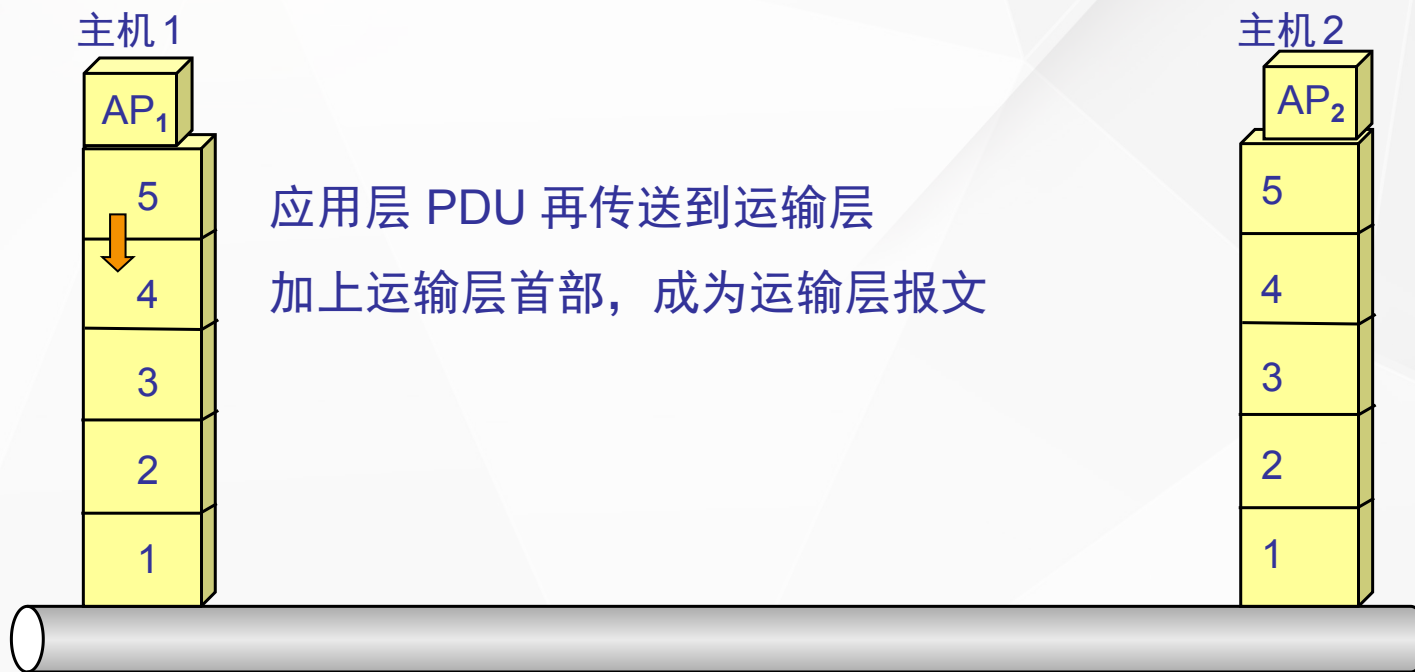


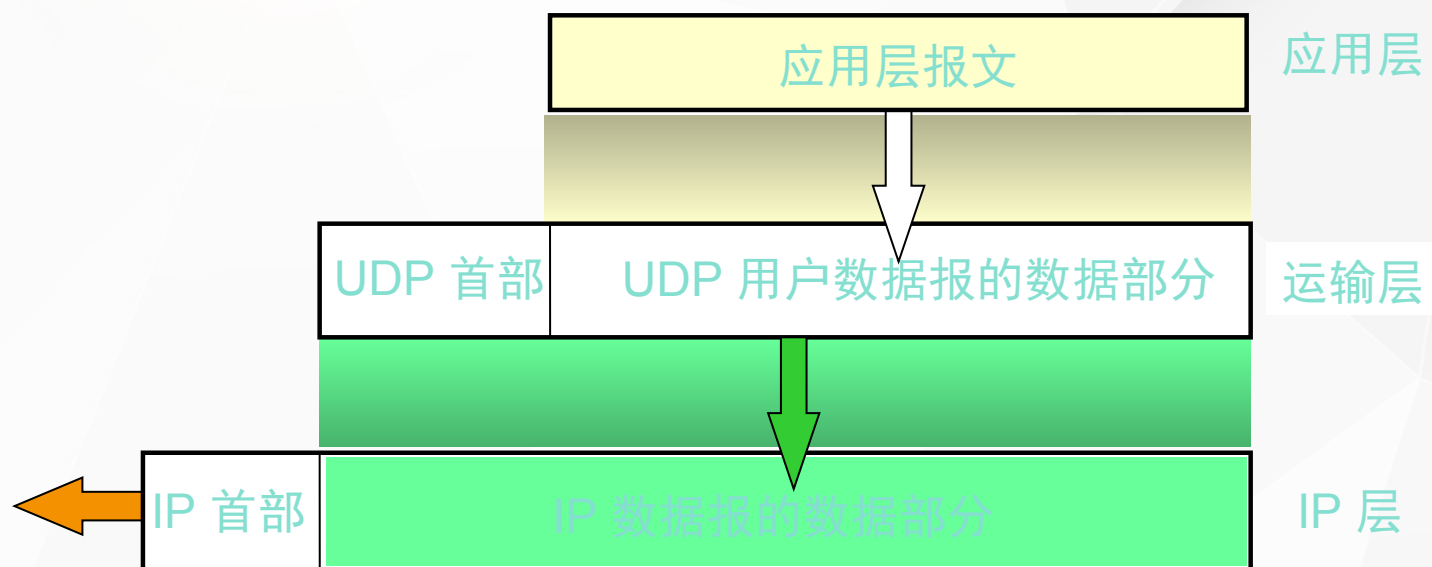
## 二、总体分析





## 主机1向主机2发送数据

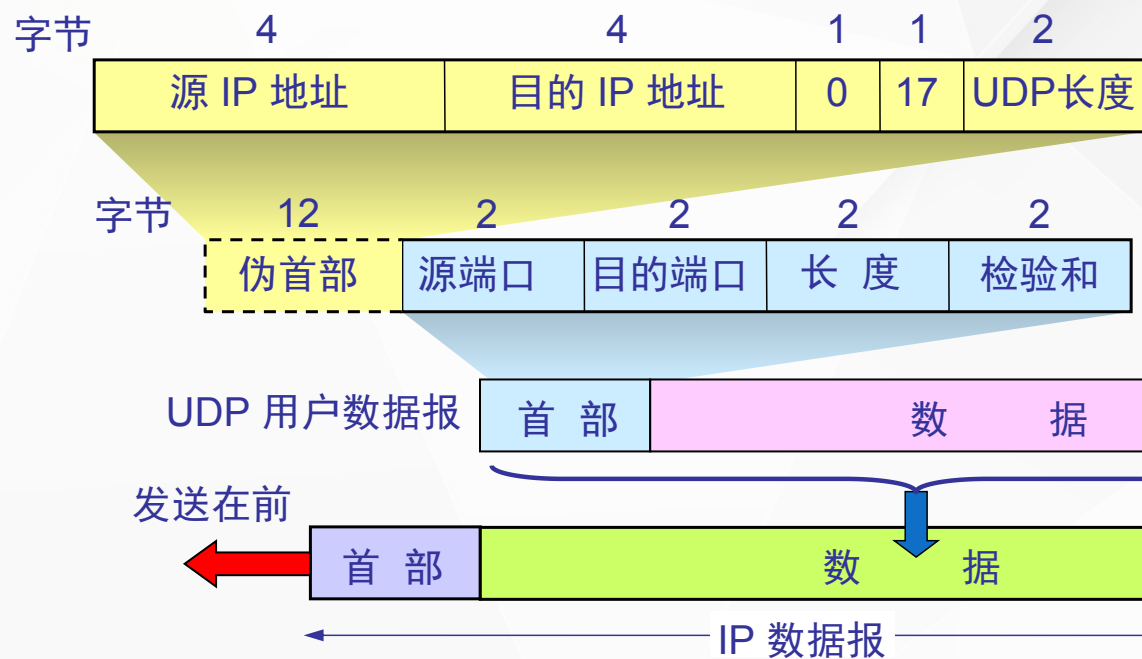




## 二、总体分析



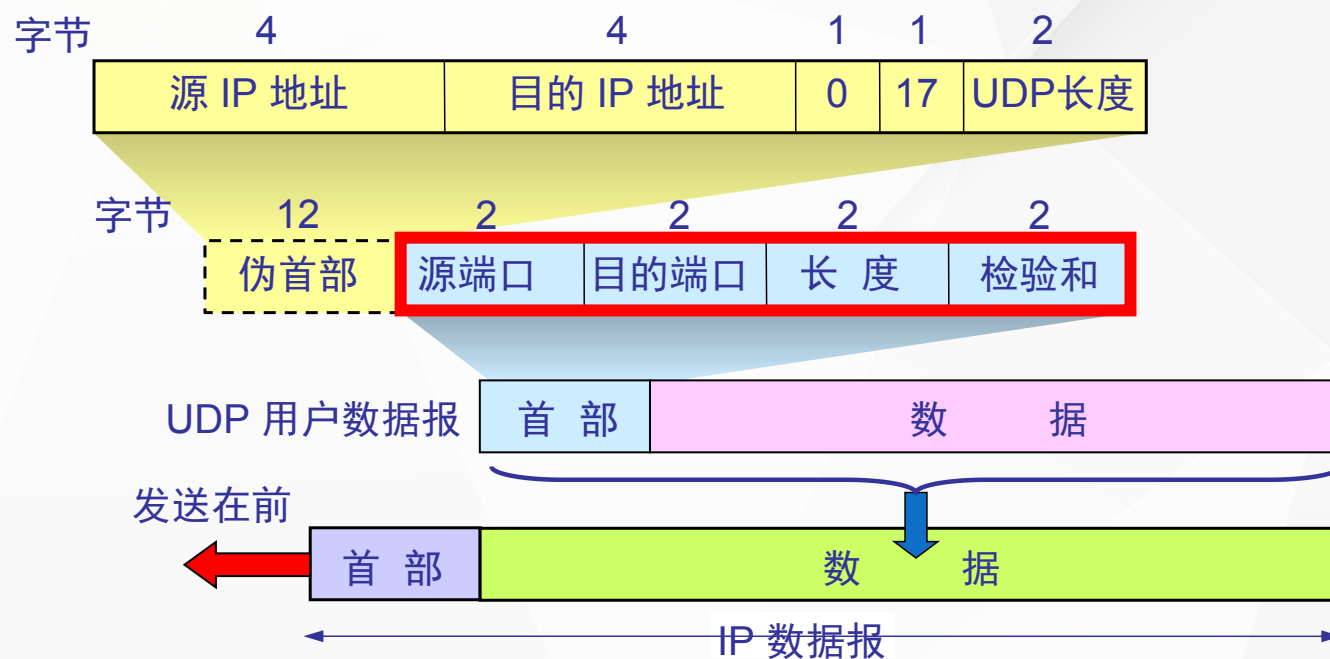
# UDP的首部格式



## 二、总体分析



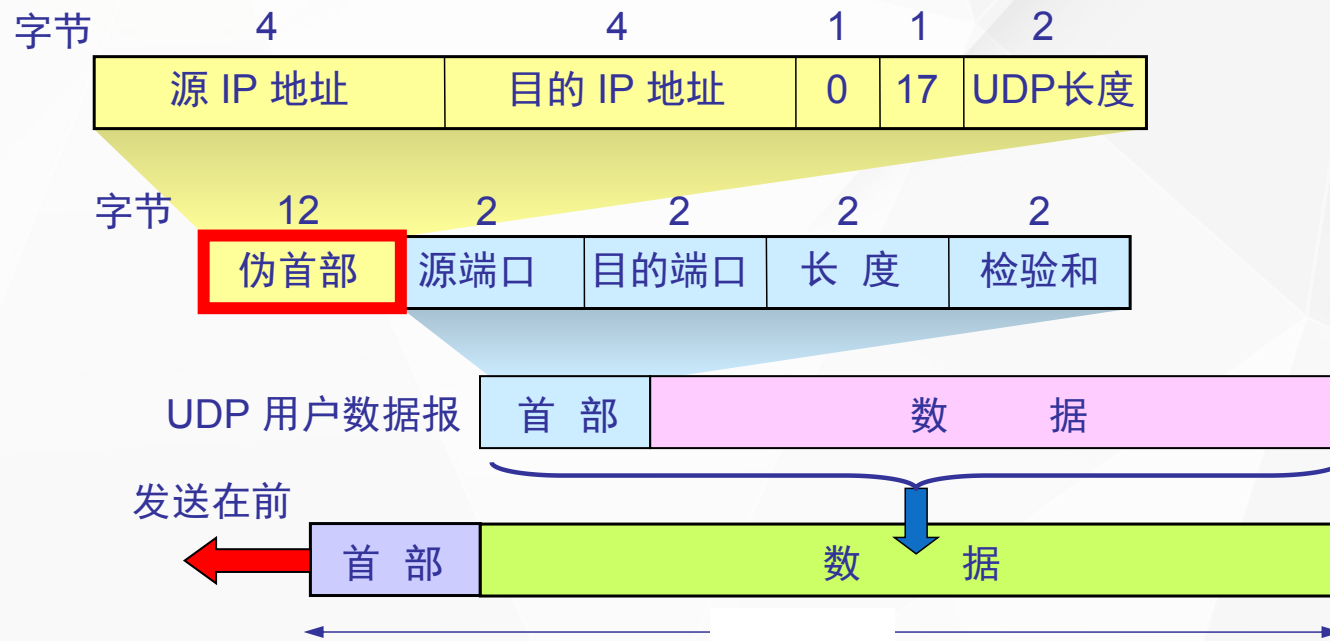
首部字段有 8 个字节，由 4 个字段组成，每个字段都是两个字节。



## 二、总体分析



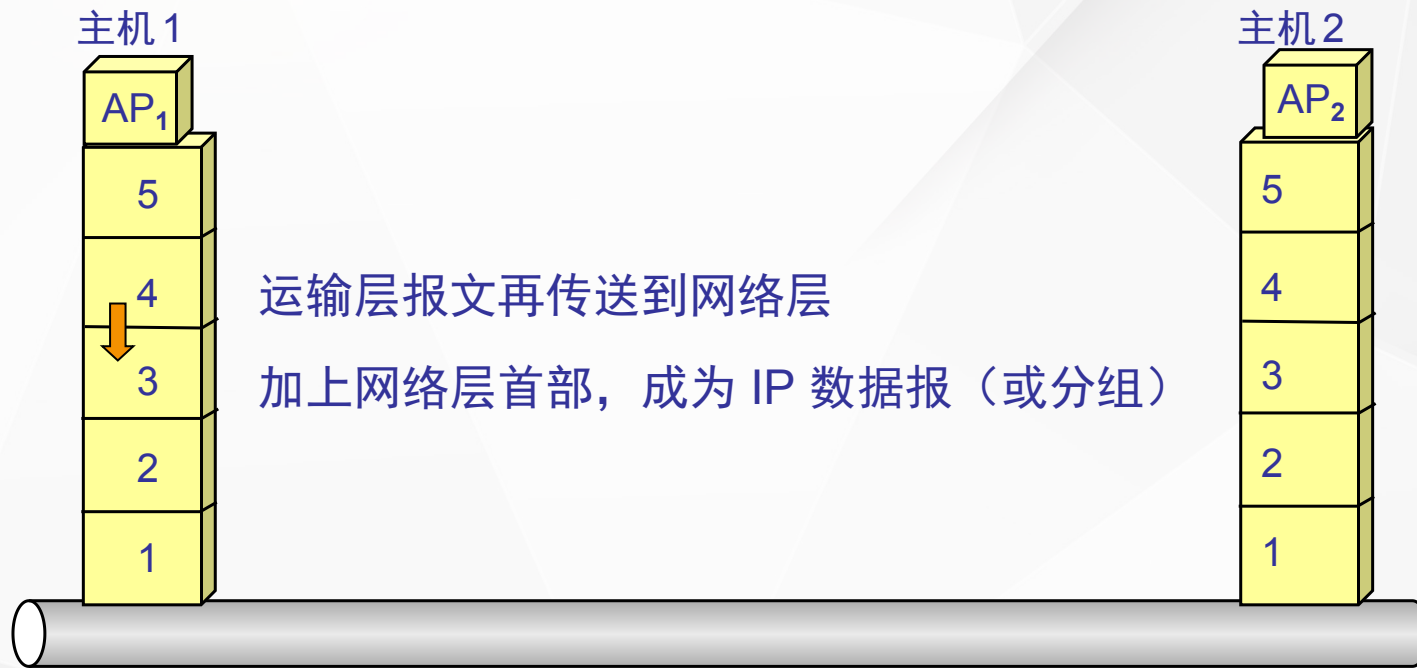
在计算检验和时，临时把“伪首部”和 UDP 用户数据报连接在一起。伪首部仅仅是为了计算检验和。



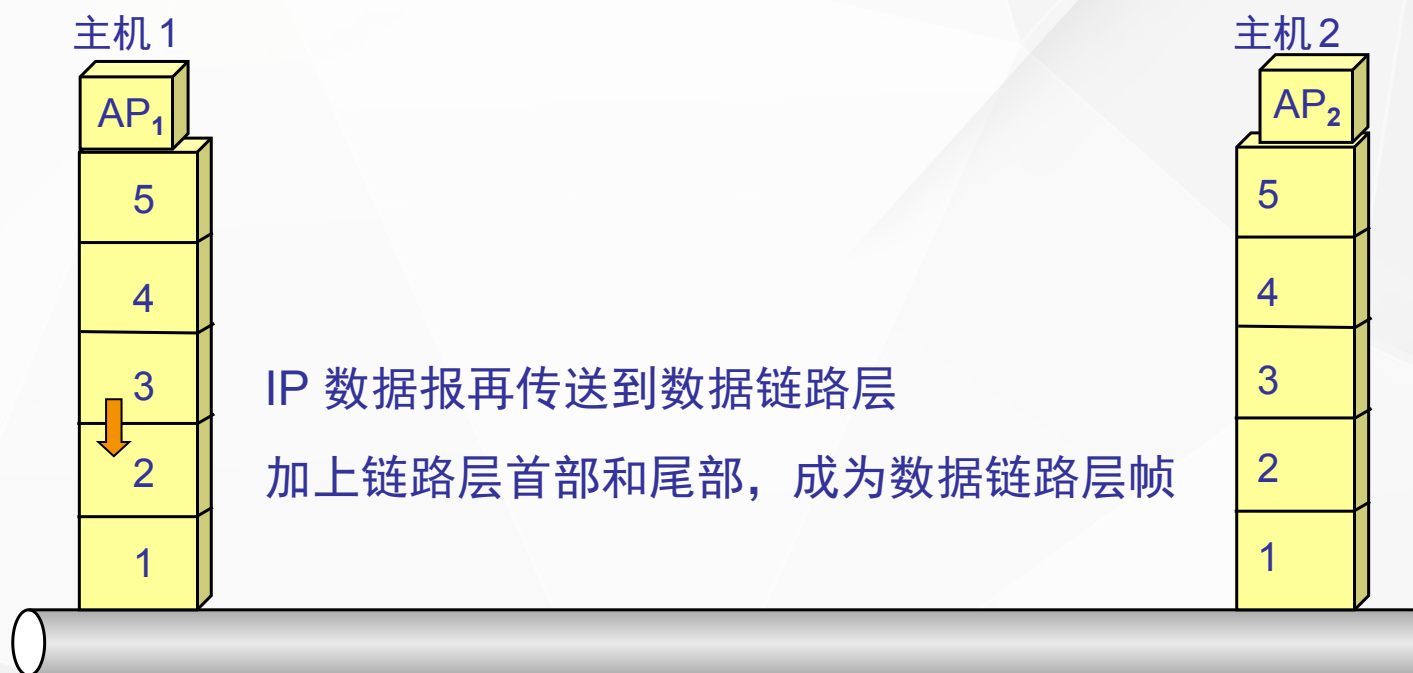
## 二、总体分析



# 主机1向主机2发送数据



## 主机1向主机2发送数据

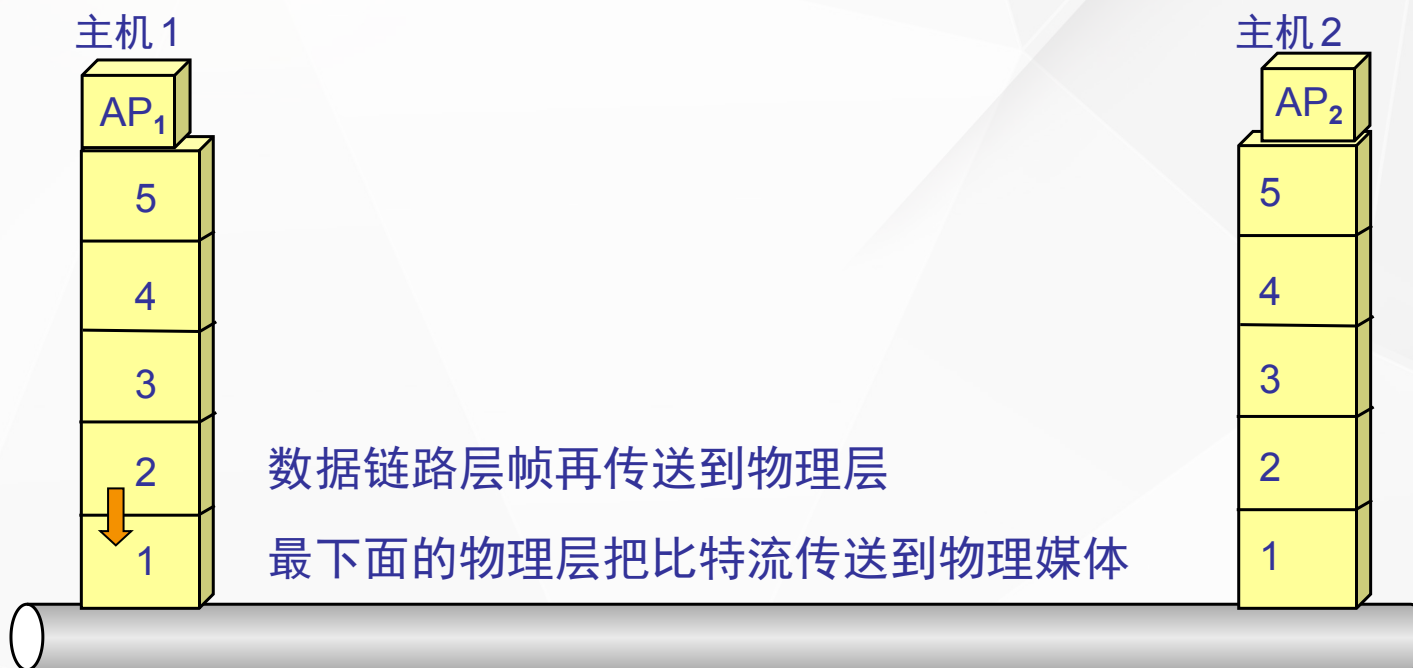


## 二、总体分析





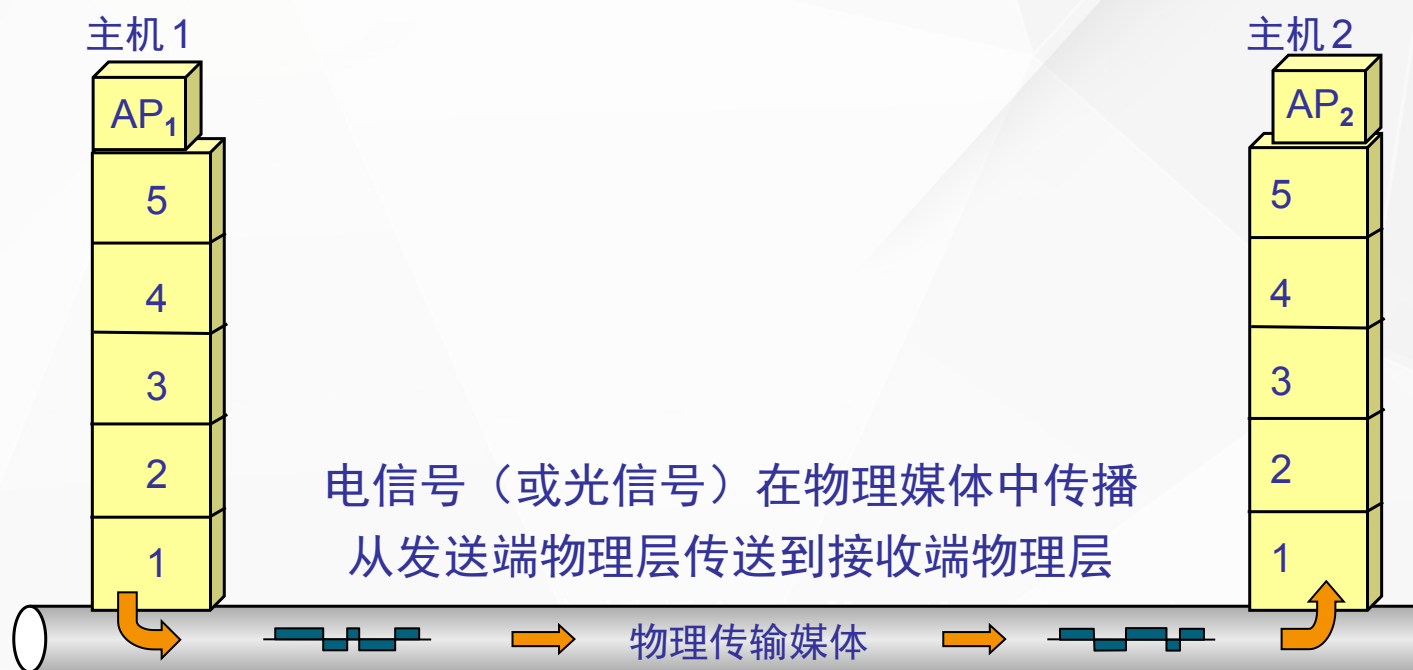
## 主机1向主机2发送数据



## 二、总体分析



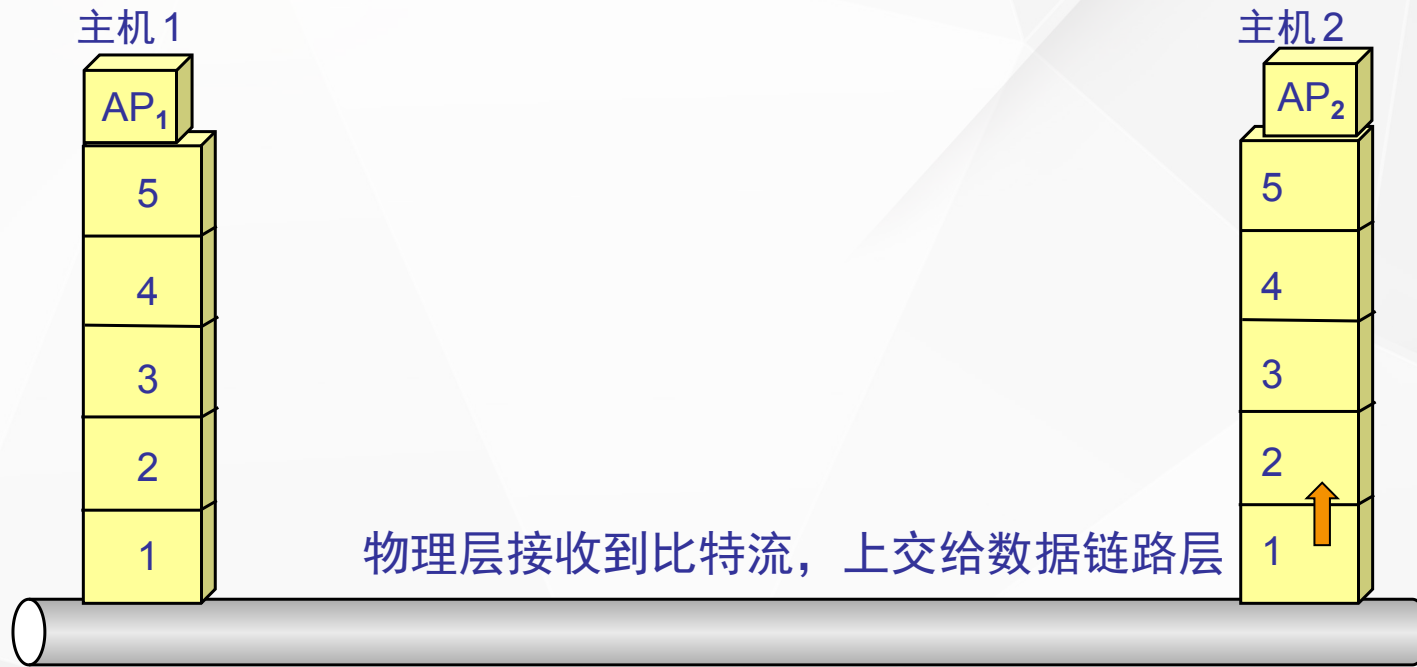
## 主机1向主机2发送数据



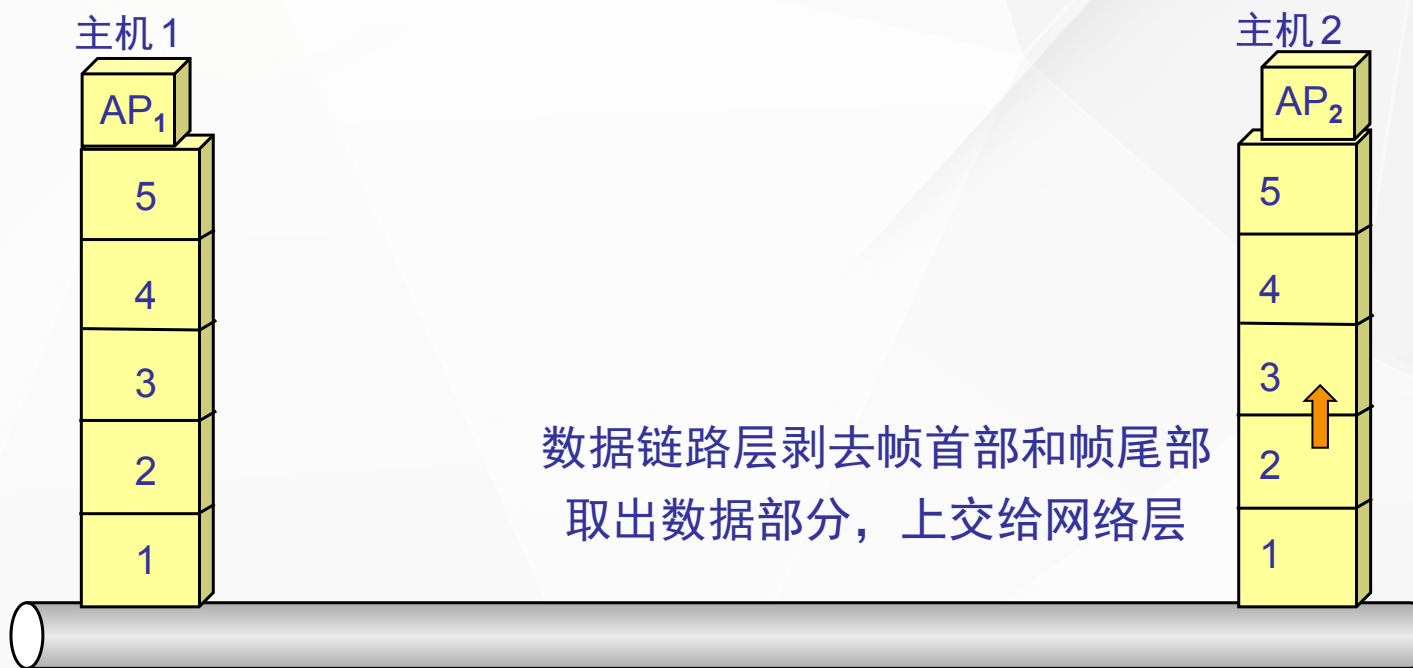
## 二、总体分析



# 主机1向主机2发送数据



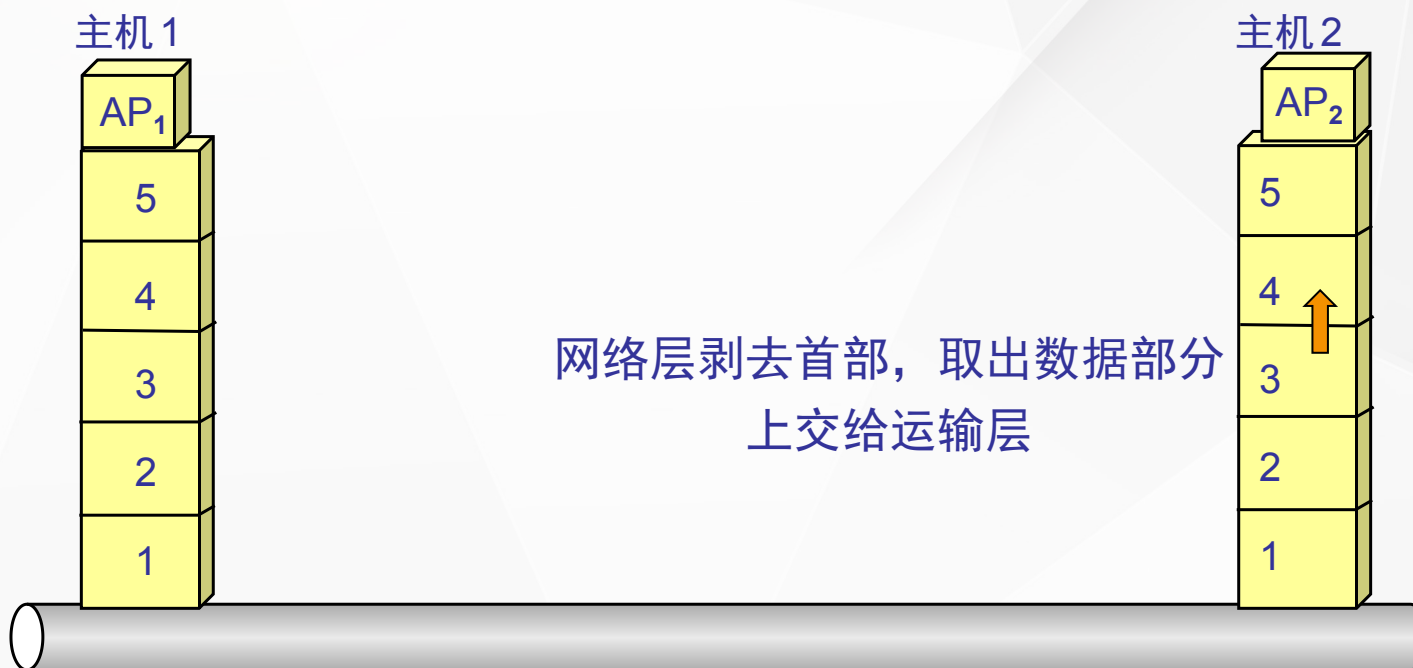
## 主机1向主机2发送数据



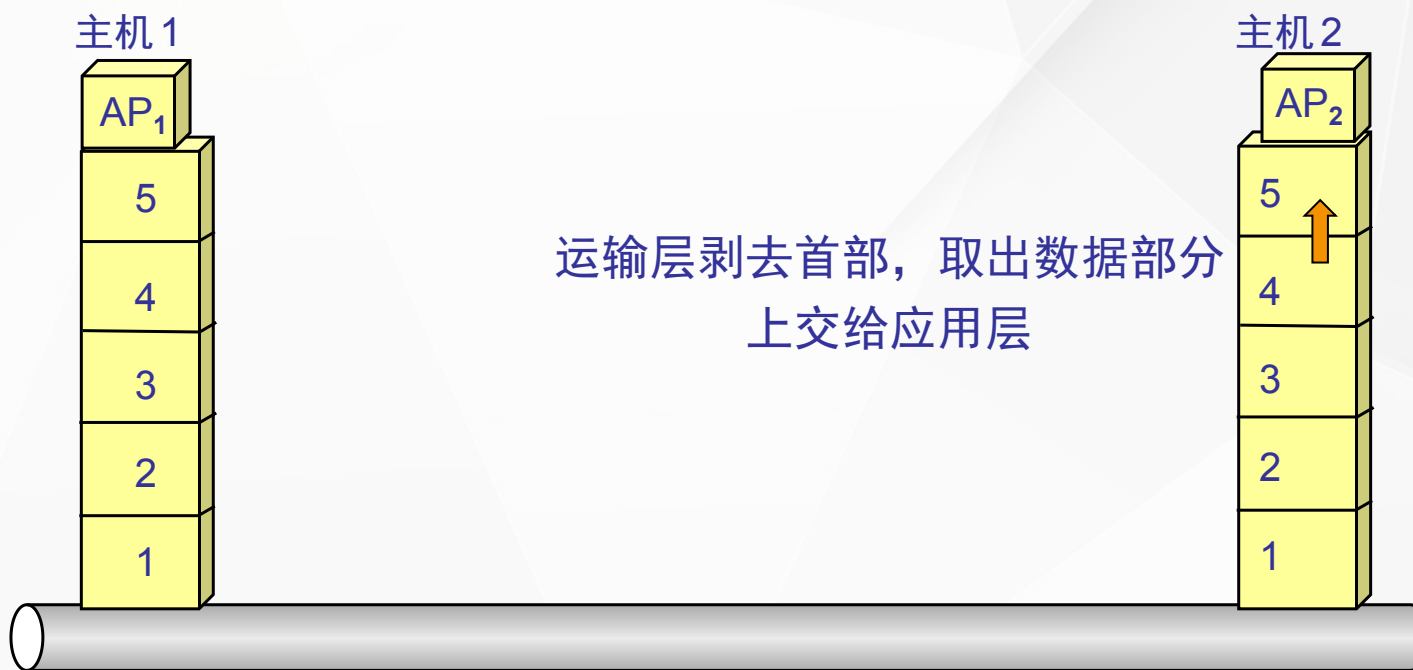
## 二、总体分析



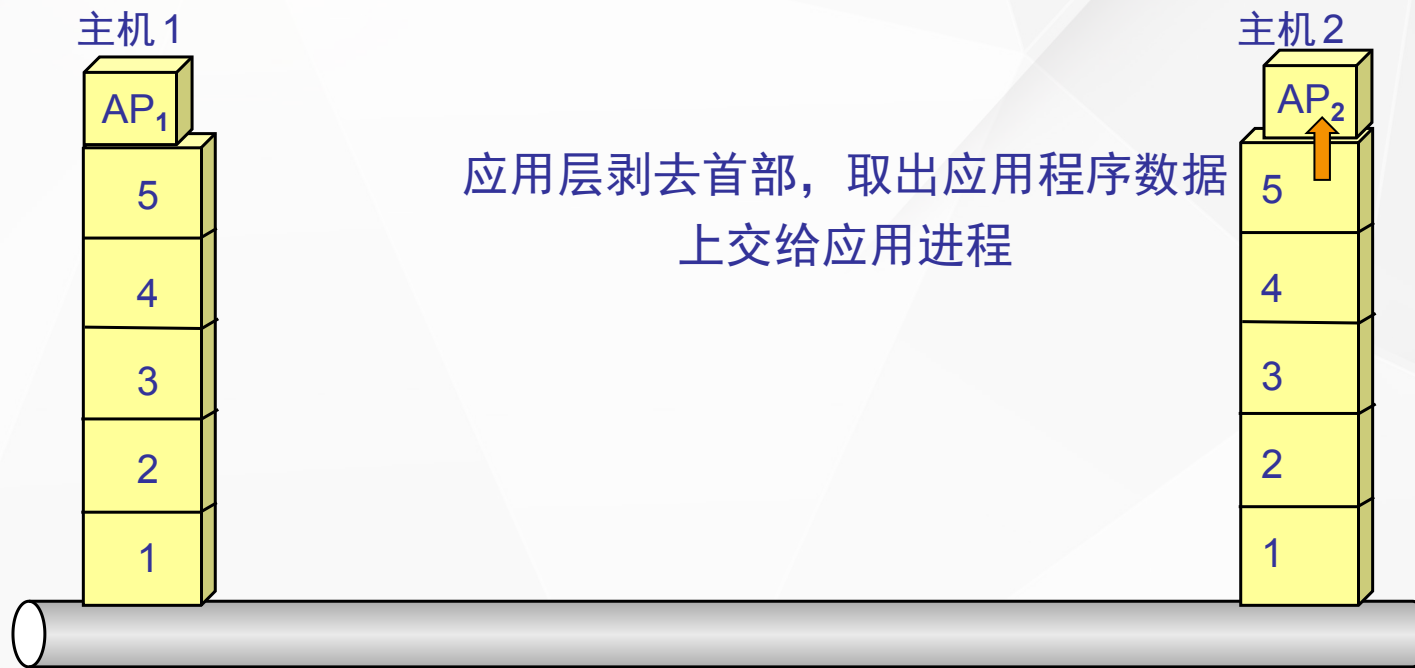
## 主机1向主机2发送数据



## 主机1向主机2发送数据

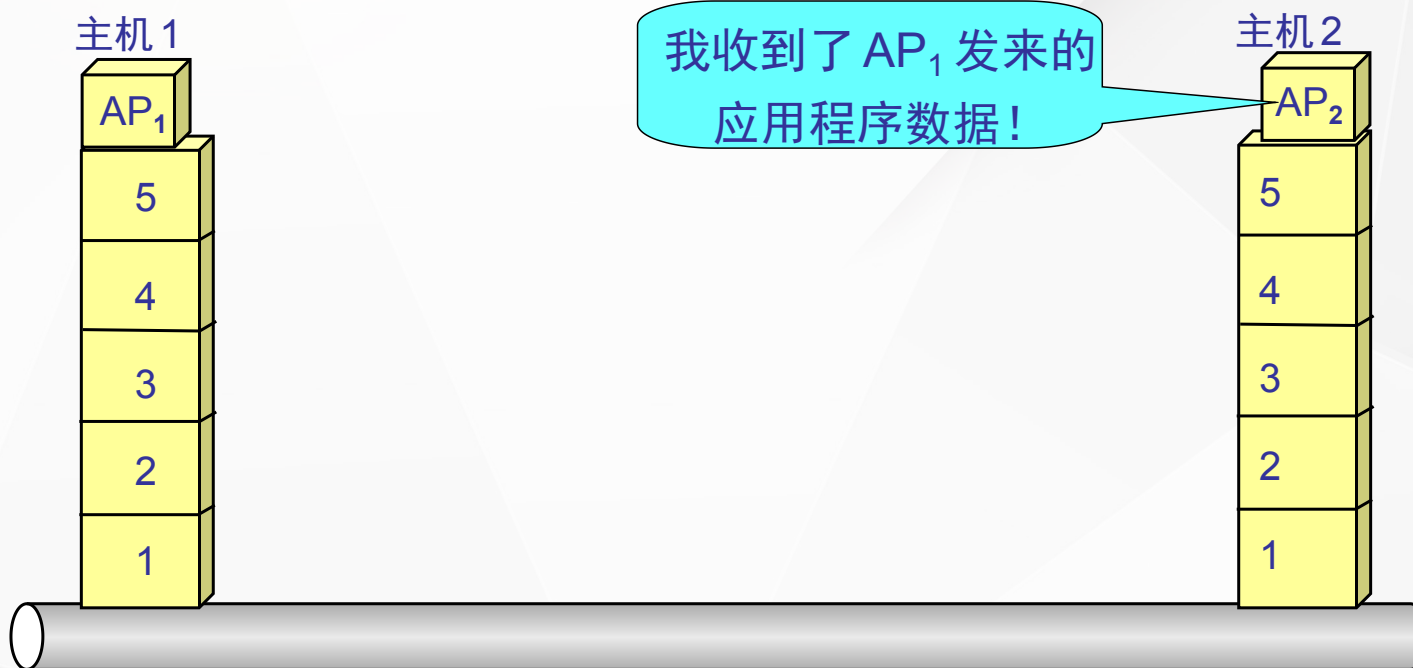


# 主机1向主机2发送数据

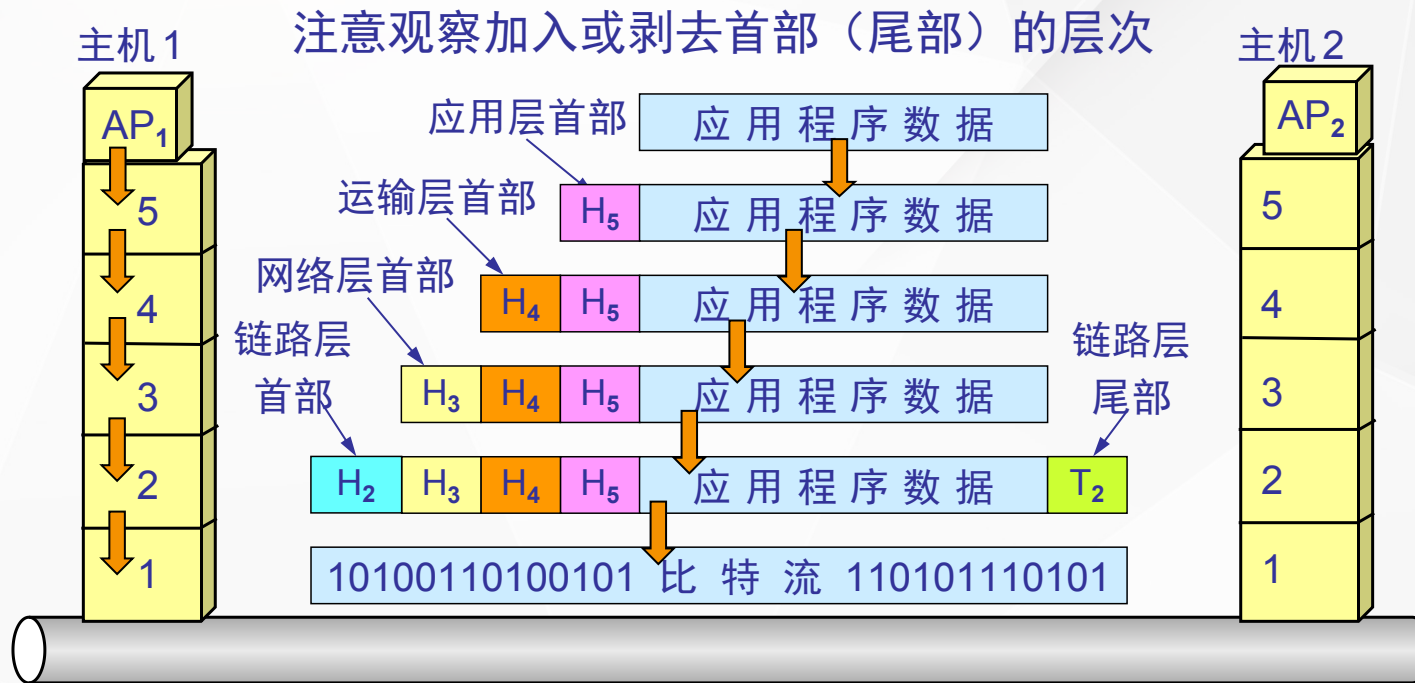




## 主机1向主机2发送数据



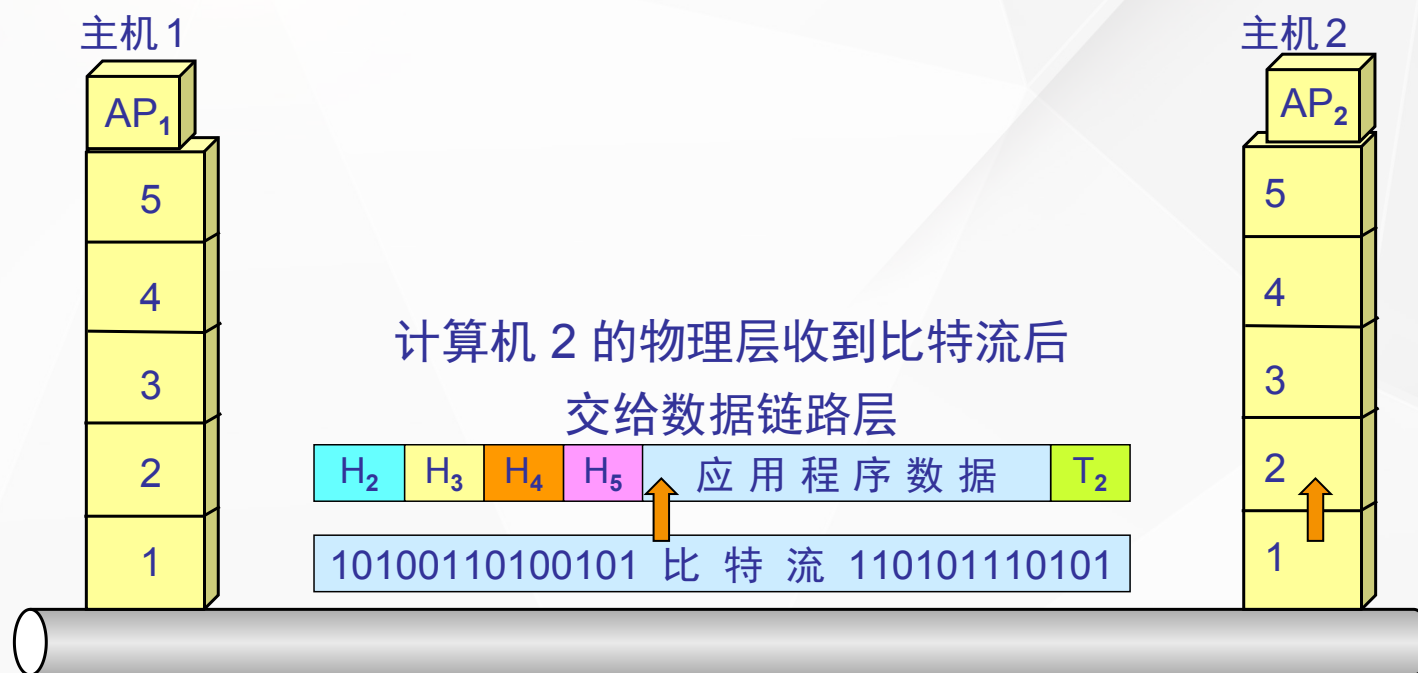
# 主机1向主机2发送数据



## 二、总体分析



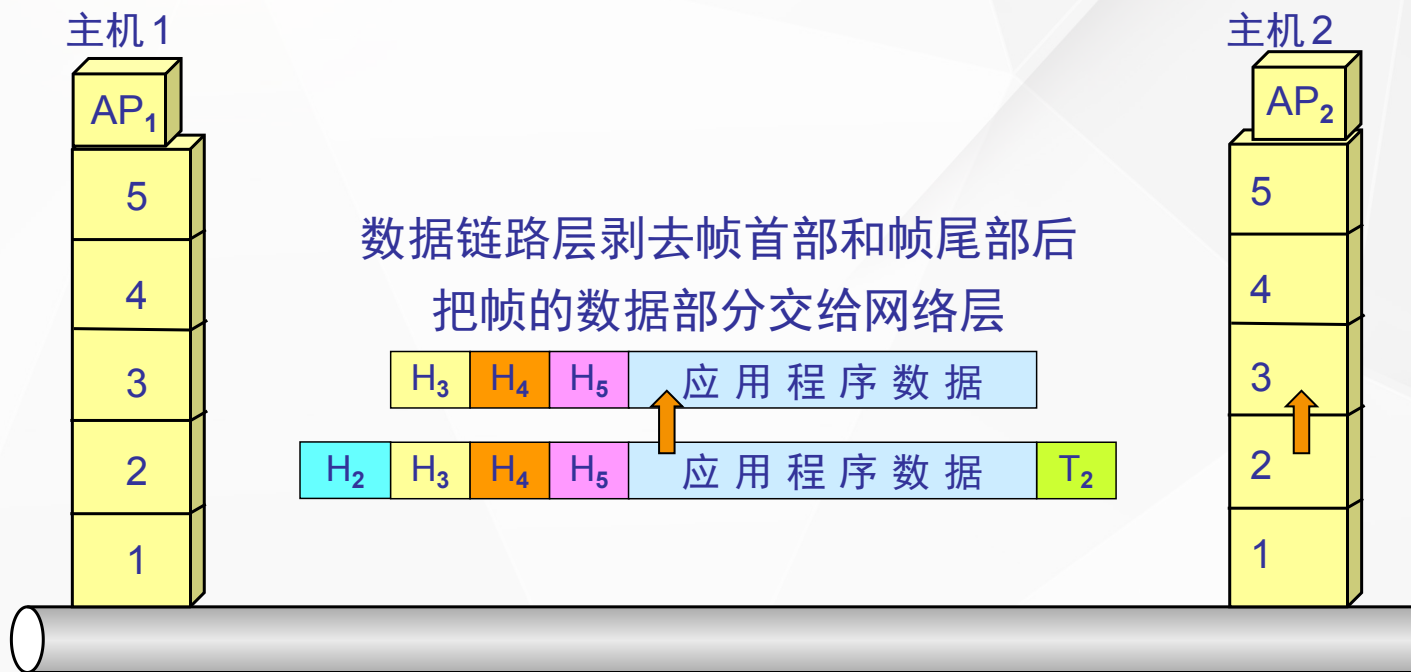
# 主机1向主机2发送数据



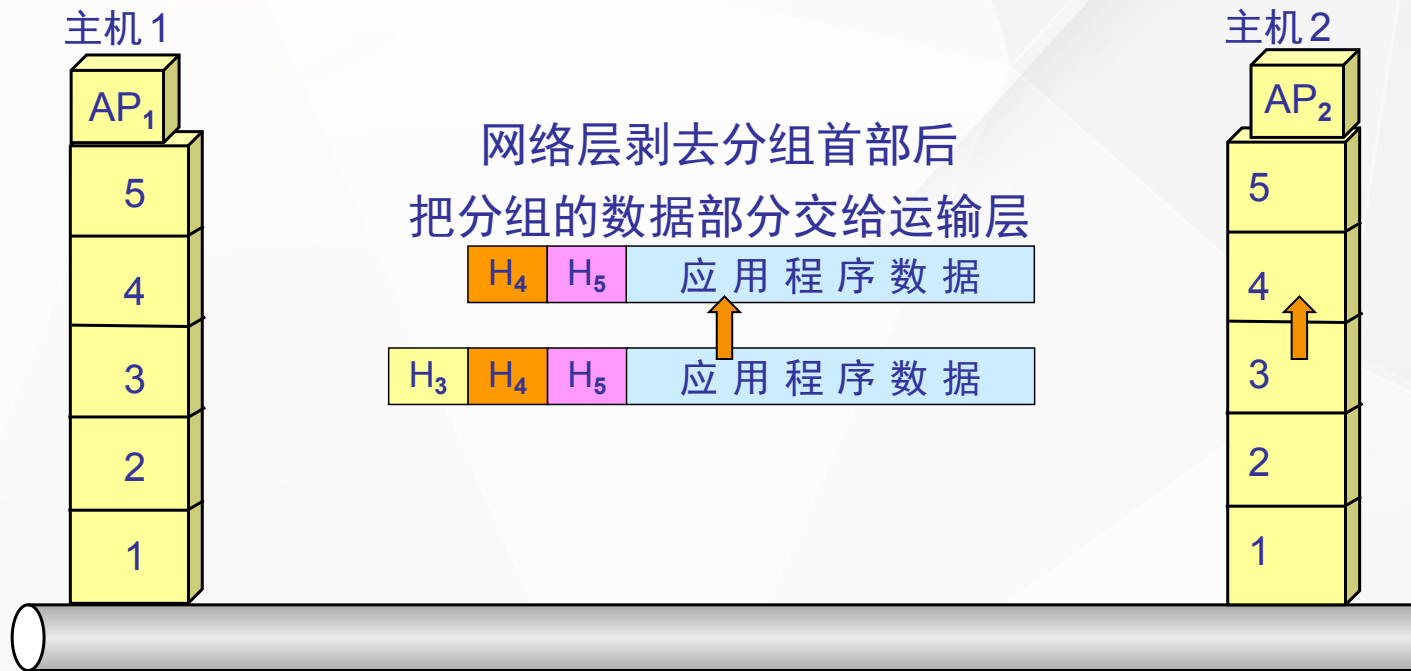
## 二、总体分析



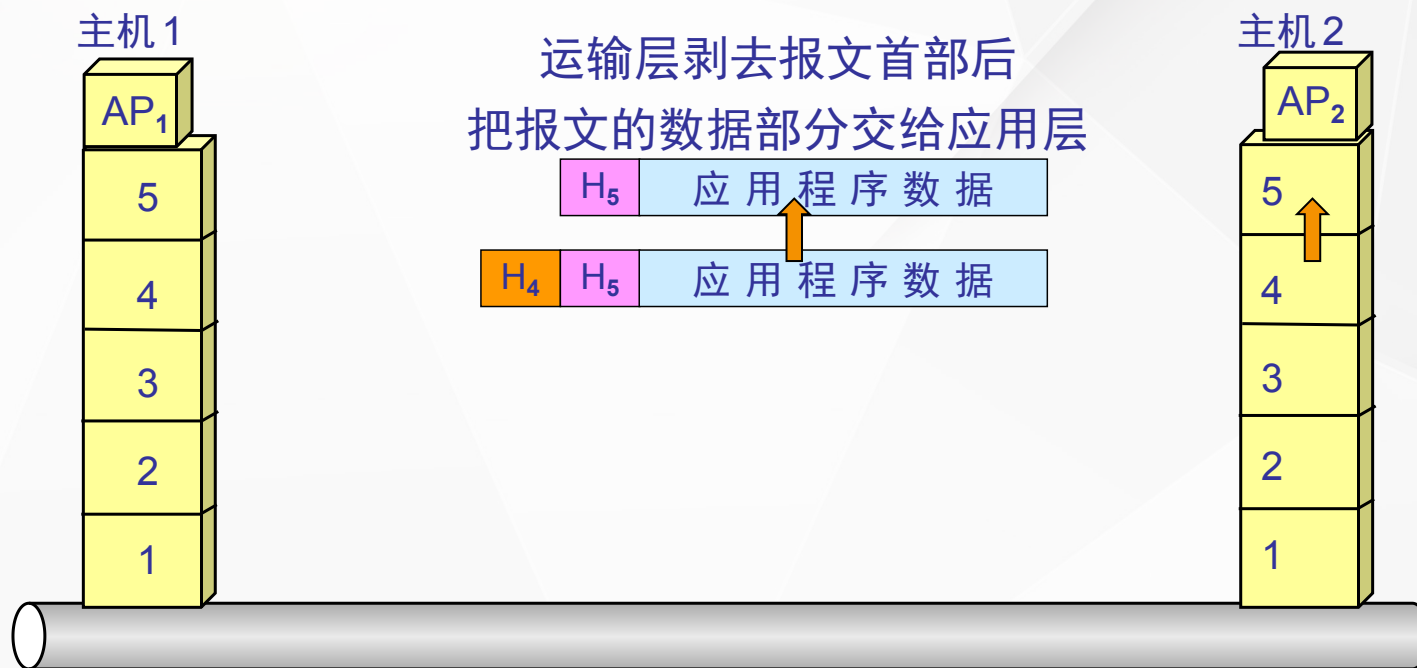
# 主机1向主机2发送数据



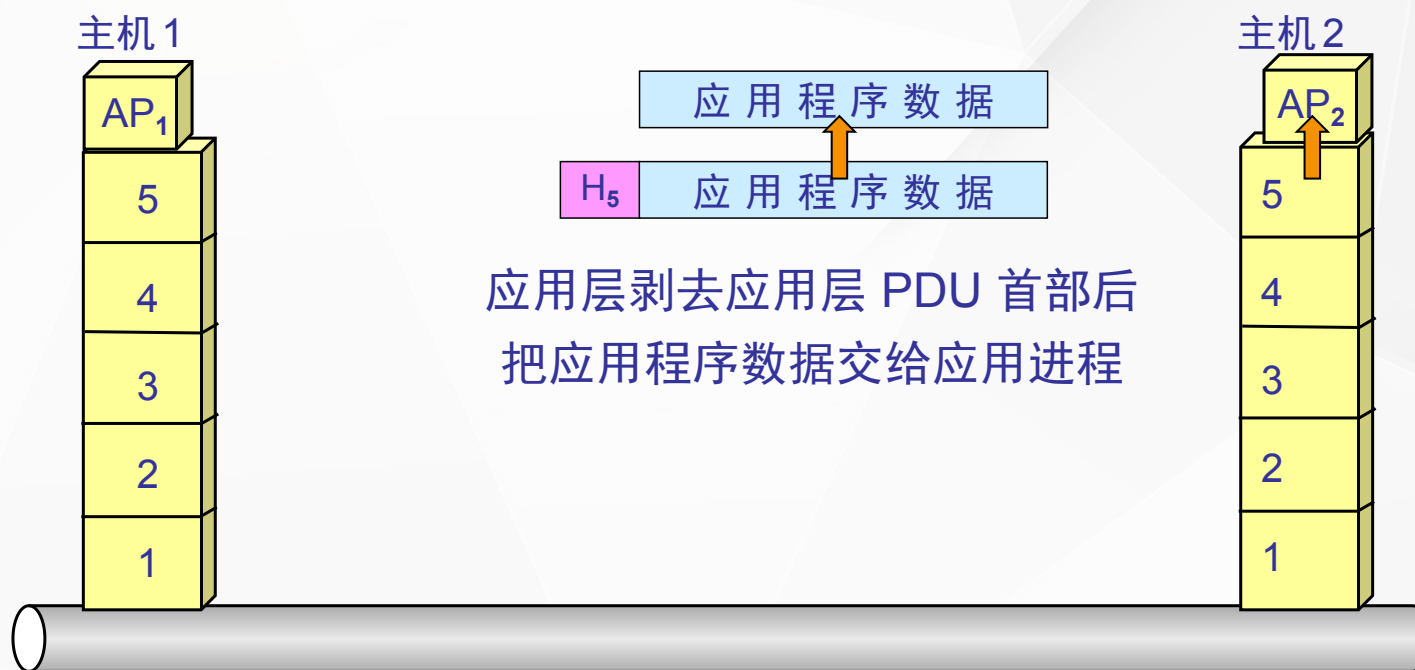
# 主机1向主机2发送数据



# 主机1向主机2发送数据

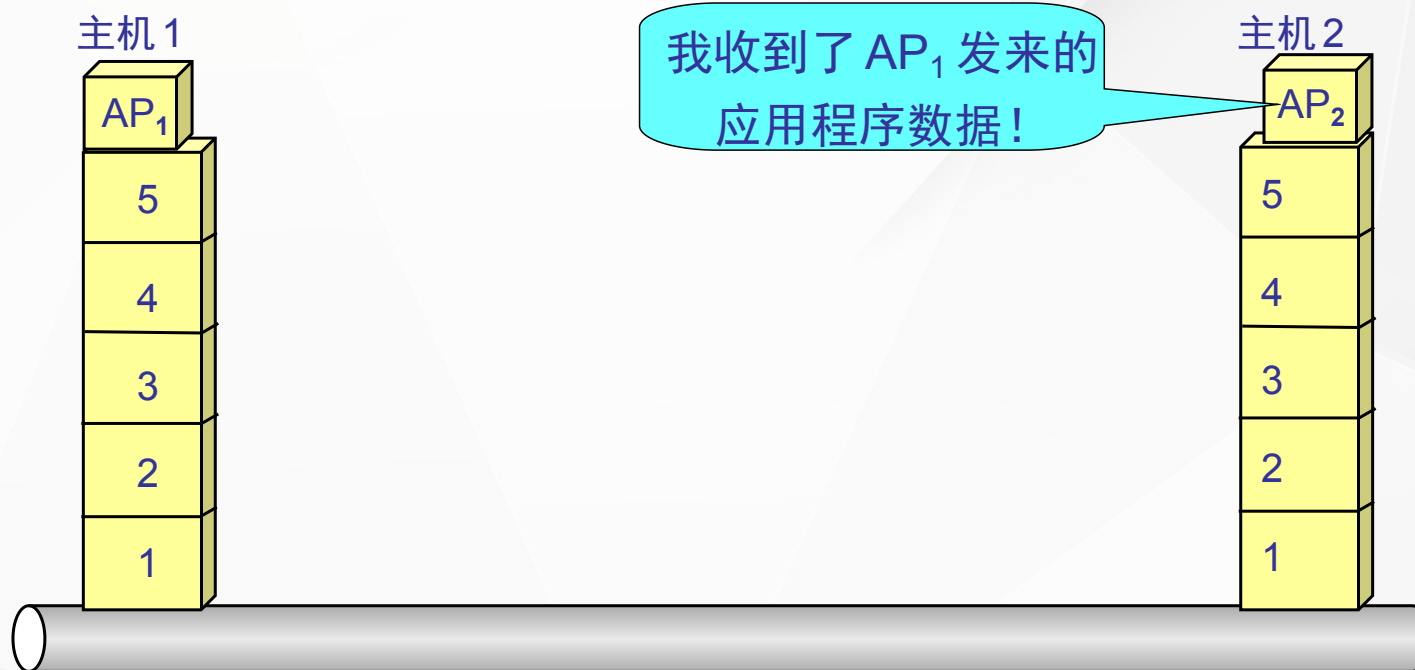


## 主机1向主机2发送数据





## 主机1向主机2发送数据





# 三、各层协议

layered protocol



## 物理层



物理硬件

## 网络层



控制信息协议 ICMP、  
组管理协议 IGMP、  
IP 协议、地址解析协  
议 ARP、逆地址解  
析协议 RARP

## 应用层



超文本传输协议  
HTTP, 文件传输协  
议 FTP, 简单邮件传  
输协议 SMTP 等协  
议



点对点协议 PPP

## 数据链路层



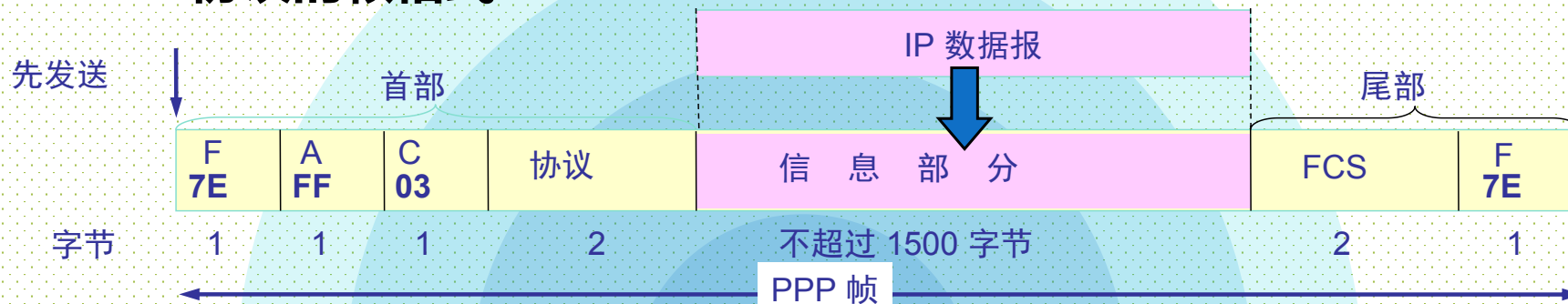
传输控制协议 TCP  
用户数据报协议 UDP

## 运输层

### 三、各层协议



### 3.1 PPP协议的帧格式



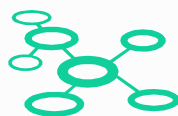
**标志字段 F = 0x7E**  
二进制表示：01111110；  
连续两个帧间只用一个F字段，  
连续两个F字段表示一个空帧

**地址字段 A**  
A = 0xFF  
至今未做具体定义

**控制字段 C**  
C = 0x03  
至今未做具体定义

**协议字段 (2字节)**  
表明PPP帧中信息部分的作用。  
当协议字段为 0x0021 时，PPP 帧的信息字段就是IP 数据报  
若为 0xC021，信息字段是PPP链路控制数据  
若为 0x8021，则表示这是网络层的控制数据

## • 3.2 循环冗余检验CRC



### 1、CRC 原理

- (1) 在发送端，先把数据划分为组。假定每组  $k$  个比特。  
例：假设待传送的一组数据  $M = 101001$ ，则  $k = 6$
- (2) 在  $M$  的后面再添加供差错检测用的  $n$  位冗余码一起发送。

### 2、冗余码的计算

- (1) 用二进制的模 2 运算进行  $2^n$  乘  $M$  的运算，这相当于在  $M$  后面添加  $n$  个 0。
- (2) 用得到的  $(k + n)$  位的数，除以事先选定好的长度为  $(n + 1)$  位的除数  $P$ ，得出商  $Q$  和余数  $R$ 。余数  $R$  比除数  $P$  少 1 位，即  $R$  是  $n$  位

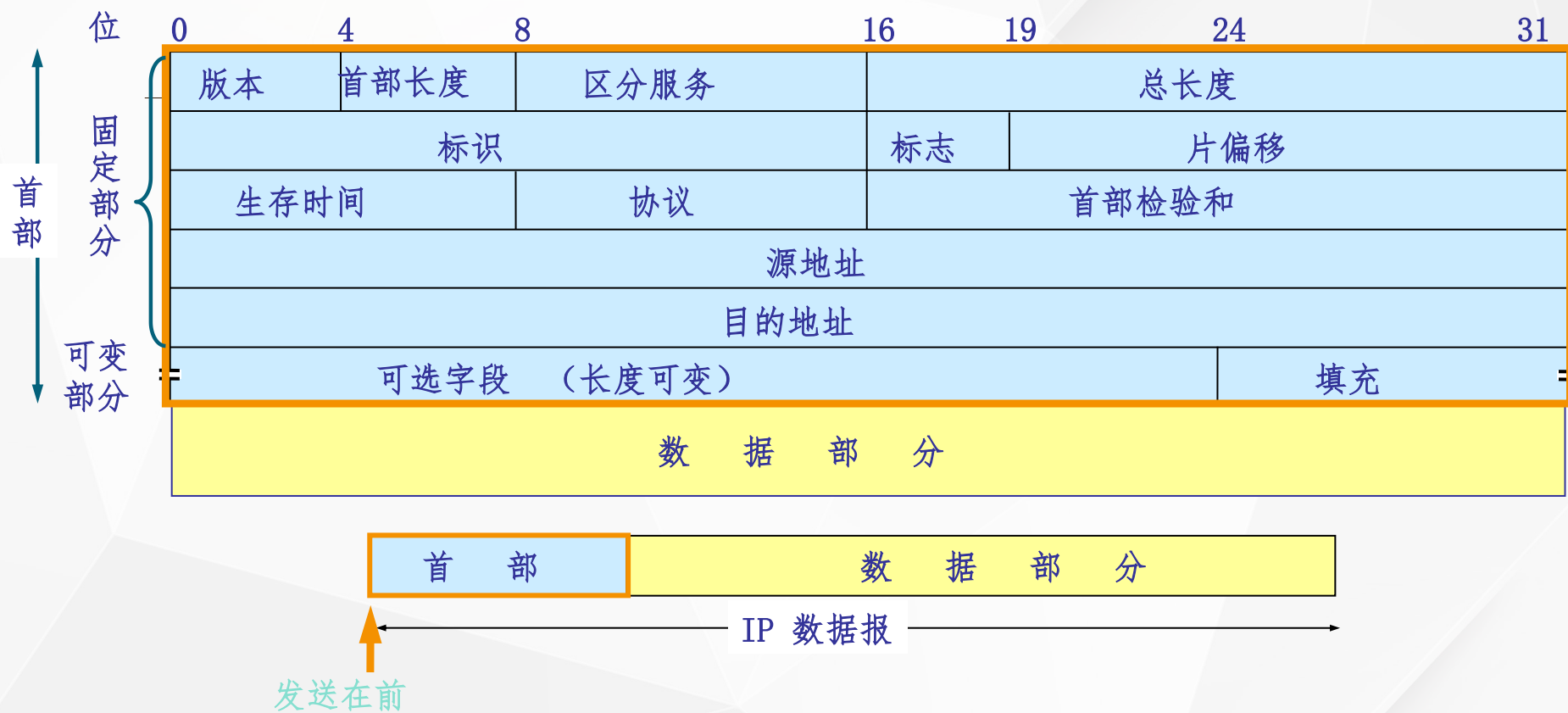
### 3、编码思想

将位串看成系数为 0 或 1 的多项式

### 4、检错思想

收发双方约定一个生成多项式  $G(x)$ ，其最高阶和最低阶系数必须为 1；发送方在帧的末尾加上校验和，使带校验和的帧的多项式能被  $G(x)$  整除接收方收到后，用  $G(x)$  除多项式，若有余数，则传输有错。

### 3.3 IP 数据报



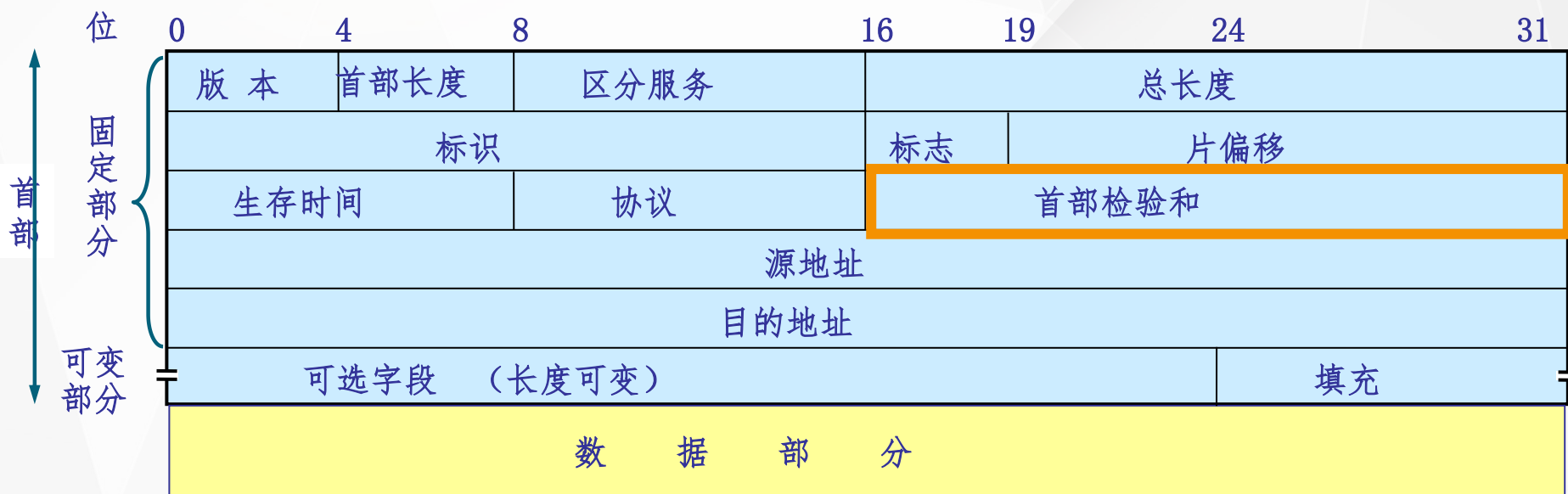
## 3.3 IP 数据报

- (1) 版本：占 4 位，指 IP 协议的版本；目前为 4 (即 IPv4)
- (2) 首部长度：占 4 位，最大可表示 15 个单位(一个单位为 4 字节)；IP 的首部长度的最大值是 60 字节。
- (3) 区分服务：占 8 位，用来获得更好的服务。
- (4) 标识(Identification)：占 16 位，它是一个计数器，用来产生数据报的标识，每产生一个数据报计数器加 1；属于同一个报文的分片具有相同的标识。
- (5) 标志(flag)：占 3 位，MF=1：后面“还有分片”；MF=0：最后一个分片；DF=0：允许分片；DF=1，该报文不能被分片，此时，若 IP 数据报的长度大于网络的 MTU 值，则该报文被丢弃，同时向源端报错
- (6) 片偏移：12 位，分片后，某个分片在原报文中相对于用户数据字段的相对位置；片偏移以 8 个字节为偏移单位；
- (7) 生存时间：8 位，记为 TTL (Time To Live)。TTL 表示数据报在网络中可通

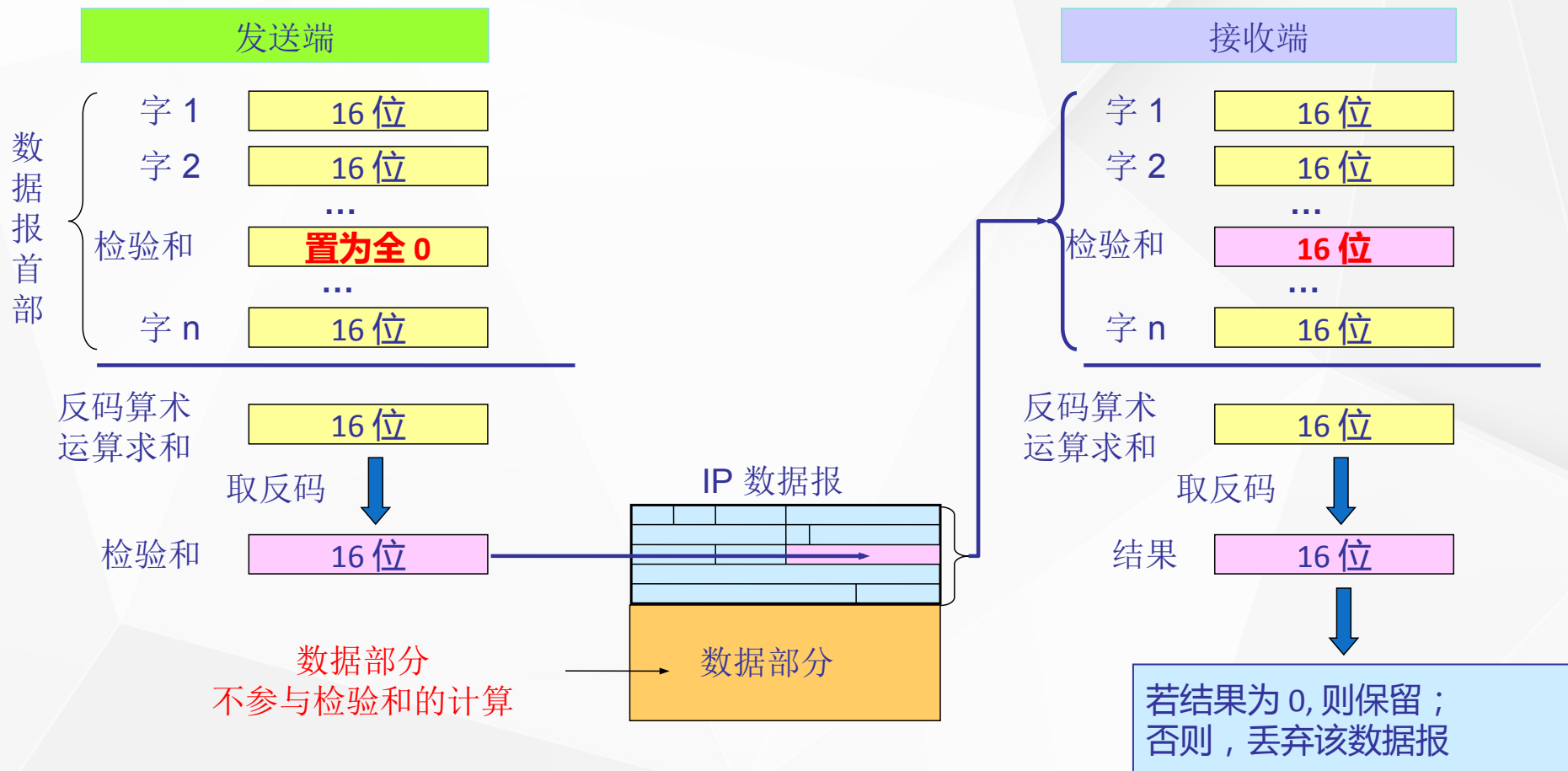




### 3.3 IP 数据报



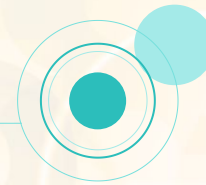
- 首部检验和：16 位，只检验数据报的首部，不检验数据部分，以减少路由转发过程中，每个路由器的检验工作量
- 不采用 CRC 检验码，而采用更简单的计算方法





## 四、路由器的转发分组

Packet forwarding router



1

从数据报的首部提取目的站的ip地址D，得出目的网络地址为N。

2

若N就是与此路由器直接相连的某个网络地址，则这种交付为直接交付，即不需要再经过其它的路由器。这时就直接通过该网络将数据报交付给目的站D（这里包括将目的主机地址D转换为具体的硬件地址，将数据报封装为MAC帧，再发送此帧）；否则就是间接交付，执行（3）。

3

若路由器表中有目的地址为D的特定主机路由，则将数据报传送给路由表中所指明的下一跳路由器；否则，执行（4）。

4

若路由表中有到达网络N的路由，则将数据报传送给路由表中所指明的下一跳路由器；否则，执行（5）。

5

若路由表中有一个默认路由，则将数据报传送给路由表中所指明的默认路由器；否则，执行（6）。

6

报告转发分组出错。

## 4.1 转发分组算法

若有4个A类网络通过3个路由器连接在一起。每一个网络上都可能又成千上万个主机。可以想象，若按查找目的主机号来制作路由表，则所得出的路由表就会过于庞大。但若按主机所在的网络地址来制作路由表，那么每一个路由器中的路由表就只包含4个项目。



## 4.2 路由表的建立

- 建立思想
  - 路由器开始工作时，只知道到直接连接的网络的距离（距离=1）
  - 以后，每一个路由器也和相邻路由器交换并更新路由信息
  - 最终，所有路由器都会知道到达本AS中任何一个网络的最短距离和下一跳路由器的地址
- 优点
  - RIP 协议的**收敛** (convergence) 过程较快
  - 即, 在AS中所有的结点都得到正确的路由选择信息的过程

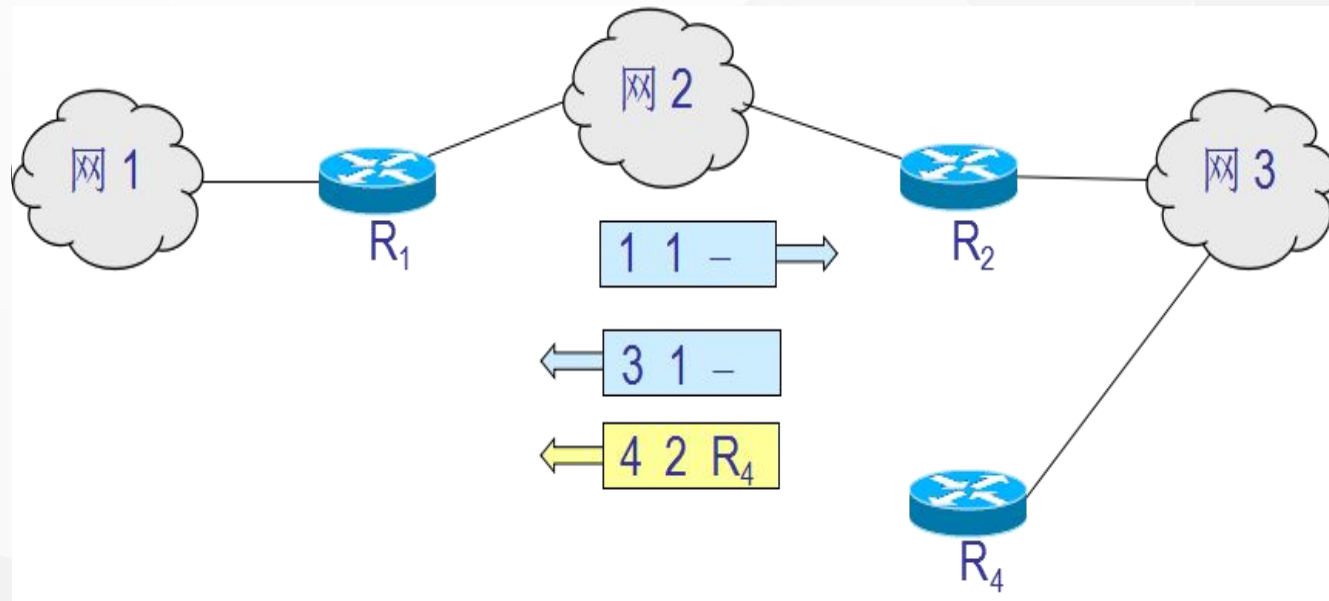




# 核心·距离向量算法

## 路由项的构成

- 例如: Net<sub>1</sub> 3 X
- 表示**当前路由器**, 通过下一跳 (路由器X), 到达Net<sub>1</sub>的距离是3



- 1. 收到相邻路由器X的一个RIP报文
- 2. 预处理
  - 修改此RIP报文中的所有项目，“下一跳” $\Rightarrow$  X，“距离”+ 1
- 3. 对修改后的RIP报文中的每一个项目：
  - 若 项目中的目的网络不在路由表中
  - 则 把该项目加到路由表中
  - 否则
    - 若 下一跳字段给出的路由器地址是同样的
    - 则 用收到的项目替换原路由表中的项目；
    - 否则
      - 若 收到项目中的距离小于路由表中的距离
      - 则 进行更新；
- 4. 若3分钟未收到相邻路由器的更新报文，此路由器不可达，距离=16
- 5. 返回

距离向量算法



## RIP协议的三个要点

02

交换的信息是当前本路由器所知道的全部信息，即自己的路由表

01

一个路由器仅和相邻路由器交换信息

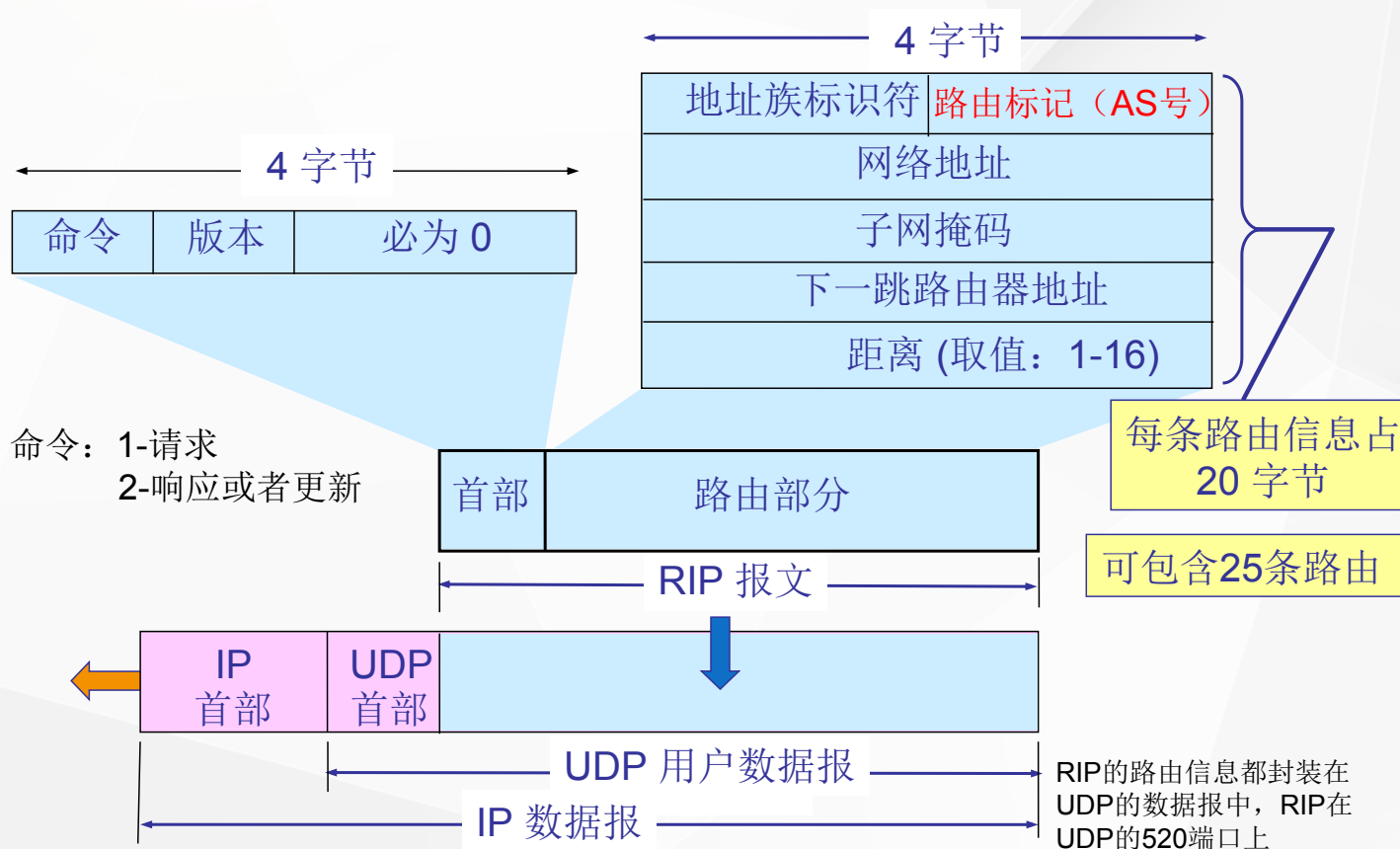
03

按固定的时间间隔交换路由信息  
例如，每隔 30 秒





# RIP2 协议的报文格式



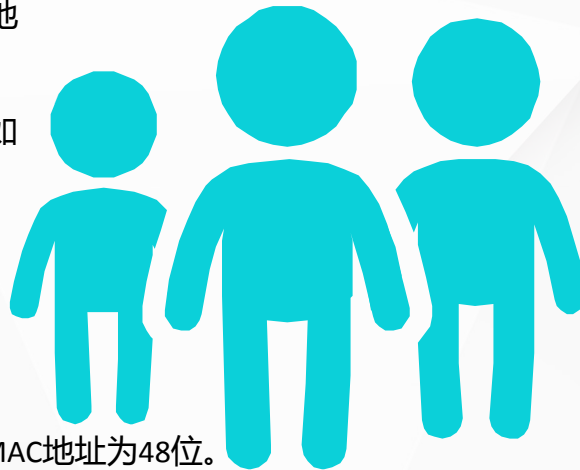
## 4.3 MAC与IP地址的区别

1

对于网络上的某一设备，如一台计算机或一台路由器，其IP地址可变（但必须唯一），而MAC地址不可变。我们可以根据需要给一台主机指定任意的IP地址，如我们可以给局域网上的某台计算机分配IP地址为192.168.0.112，也可以将它改成192.168.0.200。而任一网络设备（如网卡，路由器）一旦生产出来以后，其MAC地址永远唯一且不能由用户改变

2

长度不同。IP地址为32位，MAC地址为48位。



3

分配依据不同。IP地址的分配是基于网络拓扑，MAC地址的分配是基于制造商。

4

寻址协议层不同。IP地址应用于OSI第三层，即网络层，而MAC地址应用在OSI第二层，即数据链路层。数据链路层协议可以使数据从一个节点传递到相同链路的另一个节点上（通过MAC地址），而网络层协议使数据可以从一个网络传递到另一个网络上（ARP根据目的IP地址，找到中间节点的MAC地址，通过中间节点传送，从而最终到达目的网络）。



THANK