



计算机网络原理

## 自我介绍

姓名：赵珂卉

邮箱：[zhaokehui@sunlands.com](mailto:zhaokehui@sunlands.com)

尚德机构APP：赵珂卉（不建议私聊我，APP难用的）

新浪微博：尚德机构阿珂老师



尚德机构阿珂老师

扫一扫二维码图案，关注我吧

计算机网络原理

题型	题目数量	分值
单选题	25	25分
填空题	10	10分
简答题	6	30分
综合题	3	10分、12分、13分

## 课堂纪律

- 1、 直播课，次日在群里公布出勤详细表；
- 2、 有事儿必须来直播间请假；
- 3、 来就来了，待够两小时再走；  
7:15-7:30课前主播，讲前一节课的随堂考；  
7:30-9:30上课；  
9:30后随堂考，答疑
- 4、 选班长~
- 5、 每日早上十点发布群作业~
- 6、 最后一节课出勤的宝贝，可以进入复习群，嘘~

## 计算机网络原理

第一章 计算机网络概述

第二章 网络应用

第三章 传输层

第四章 网络层

第五章 数据链路层与局域网

第六章 物理层

第七章 无线与移动网络

第八章 网络安全基础

## 计算机网络概述

第一节 计算机网络基本概念

第二节 计算机网络结构

第三节 数据交换技术

第四节 计算机网络性能

第五节 计算机网络体系结构

第六节 计算机网络与因特网发展简史

# 1.3 数据交换技术

## 1.3.1 数据交换的概念

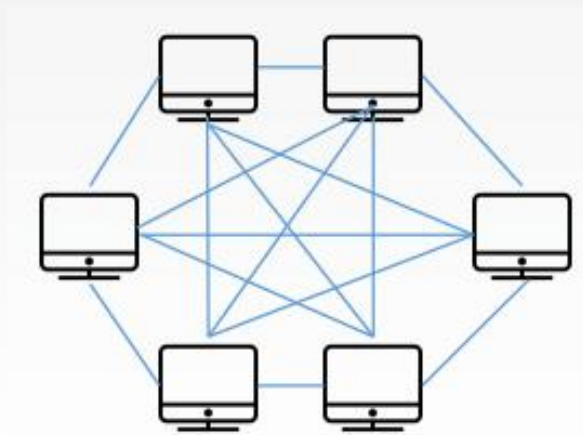
数据交换技术

数据交换的概念

电路交换

报文交换

分组交换



# 1.3 数据交换技术

## 1.3.1 数据交换的概念

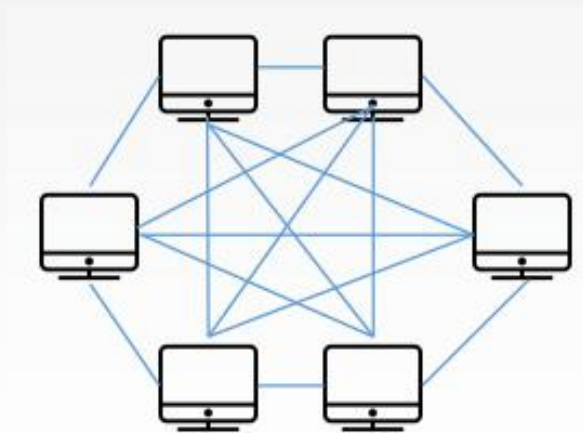
数据交换技术

数据交换的概念

电路交换

报文交换

分组交换





# 1.3 数据交换技术

## 1.3.1 数据交换的概念

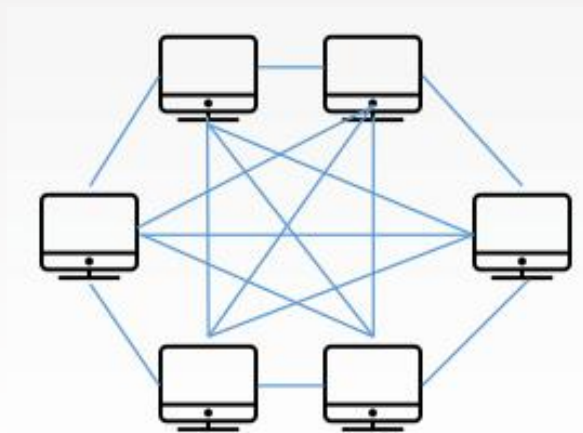
数据交换技术

数据交换的概念

电路交换

报文交换

分组交换



**交换设备**具有多通信端口，可以同时连接多个通信结点

# 1.3 数据交换技术

## 1.3.1 数据交换的概念

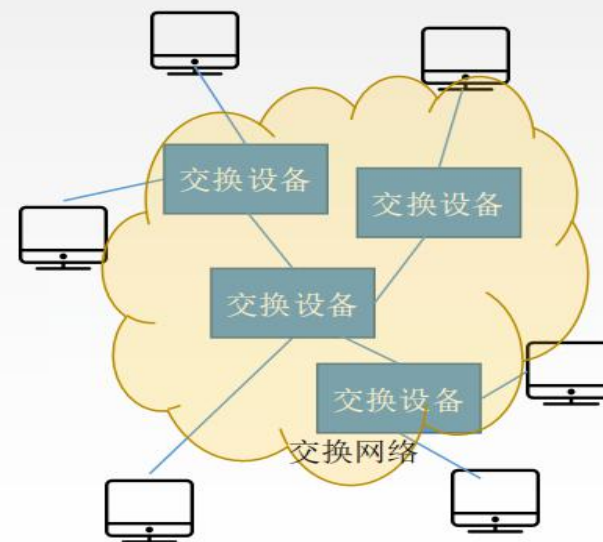
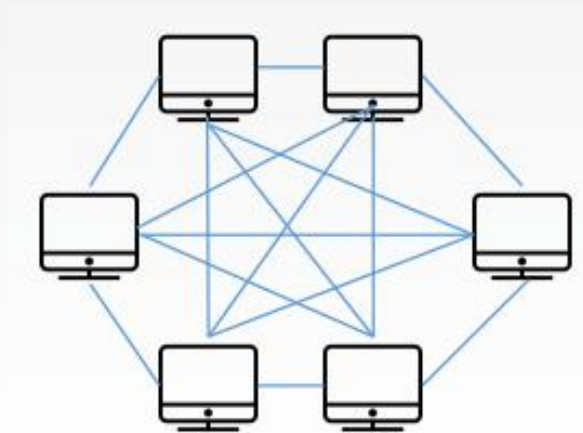
### 数据交换的概念

数据交换技术

电路交换

报文交换

分组交换



**交换设备**具有多通信端口，可以同时连接多个通信结点

# 1.3 数据交换技术

## 1.3.1 数据交换的概念

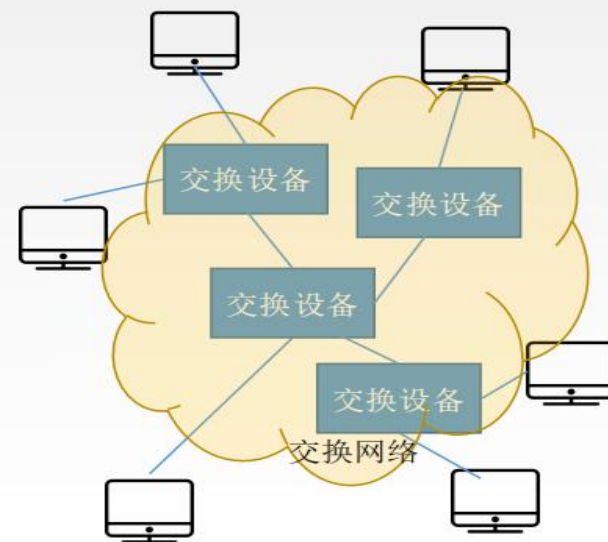
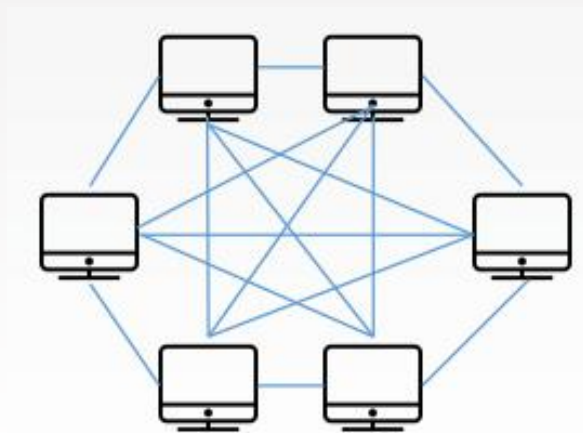
### 数据交换的概念

数据交换技术

电路交换

报文交换

分组交换



**交换设备**具有多通信端口，可以同时连接多个通信结点

**数据交换**是实现在大规模网络核心上进行数据传输的**技术基础**。

# 1.3 数据交换技术

## 1.3.1 数据交换的概念

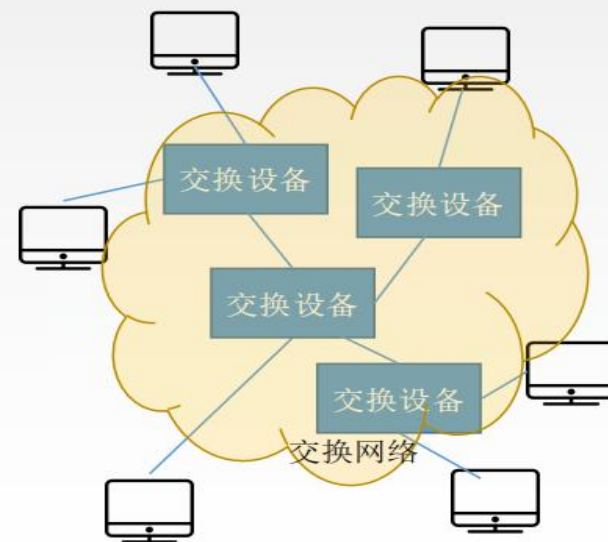
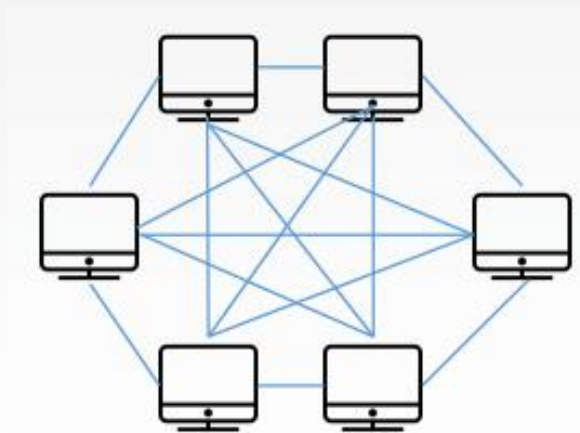
### 数据交换的概念

数据交换技术

电路交换

报文交换

分组交换



**交换设备**具有多通信端口，可以同时连接多个通信结点

**数据交换**是实现在大规模网络核心上进行数据传输的**技术基础**。

常见的数据交换技术包括：**电路交换**、**报文交换**、**分组交换**。

# 1.3 数据交换技术

数据交换技术

数据交换的概念

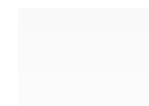
电路交换

报文交换

分组交换

## 1.3.2 电路交换

电路交换是**最早**出现的一种交换方式。，**电话网络是最早、最大的电路交换网络。**



# 1.3 数据交换技术

## 1.3.2 电路交换

数据交换技术

数据交换的概念

电路交换

报文交换

分组交换



天气冷了多穿衣服

# 1.3 数据交换技术

## 1.3.2 电路交换

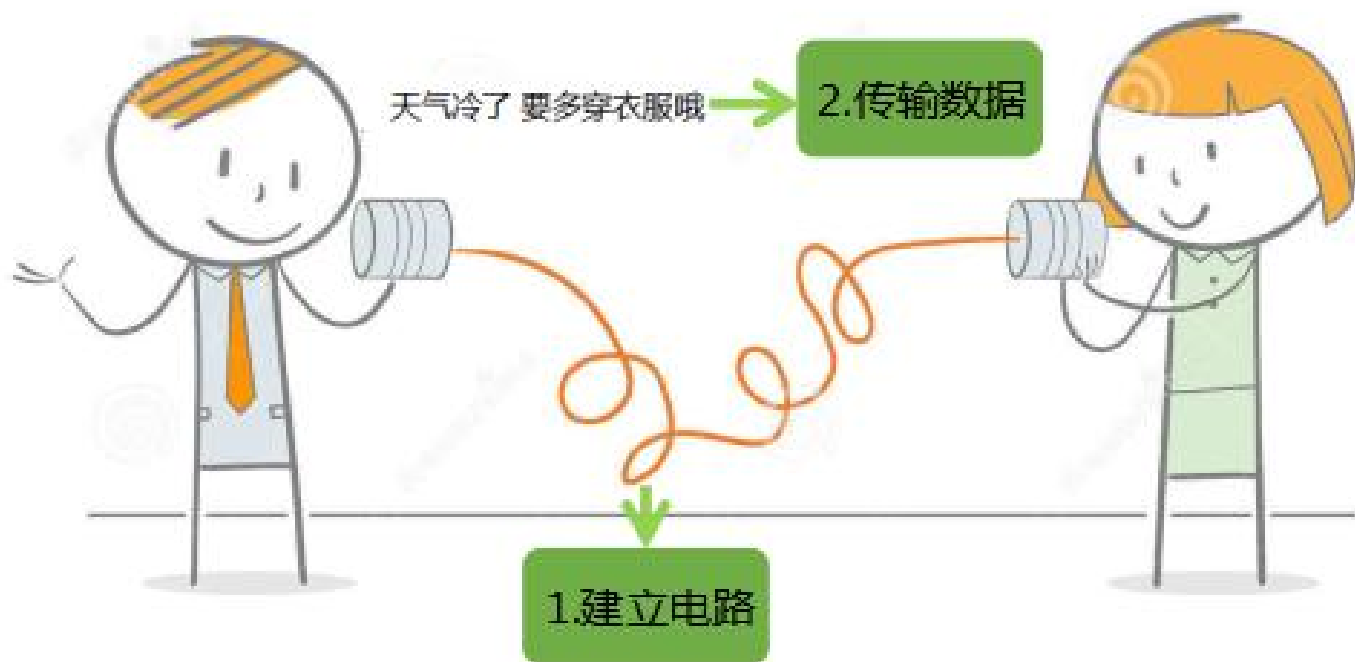
数据交换技术

数据交换的概念

电路交换

报文交换

分组交换



挂断电话

3.拆除电路

# 1.3 数据交换技术

数据交换技术

数据交换的概念

电路交换

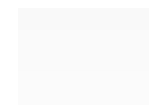
报文交换

分组交换

## 1.3.2 电路交换

- 电路交换的步骤

利用电路交换进行通信包括（                      ） 、 （                      ） 和 （                      ） 3个阶段。





# 1.3 数据交换技术

数据交换技术

数据交换的概念

电路交换

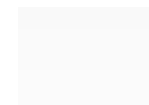
报文交换

分组交换

## 1.3.2 电路交换

- 电路交换的步骤

利用电路交换进行通信包括（建立电路）、（                      ）和（                      ）3个阶段。



# 1.3 数据交换技术

数据交换技术

数据交换的概念

电路交换

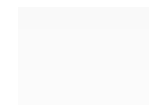
报文交换

分组交换

## 1.3.2 电路交换

- 电路交换的步骤

利用电路交换进行通信包括（**建立电路**）、（**传输数据**）和（                      ）3个阶段。



# 1.3 数据交换技术

数据交换技术

数据交换的概念

电路交换

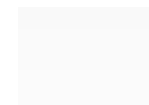
报文交换

分组交换

## 1.3.2 电路交换

- 电路交换的步骤

利用电路交换进行通信包括（建立电路）、（传输数据）和（拆除电路）3个阶段。



# 1.3 数据交换技术

数据交换技术

数据交换的概念

电路交换

报文交换

分组交换

## 1.3.2 电路交换

- 电路交换的优点：
- 电路交换的缺点：

# 1.3 数据交换技术

数据交换技术

数据交换的概念

电路交换

报文交换

分组交换

## 1.3.2 电路交换

- 电路交换的优点：实时性高、时延短。
- 电路交换的缺点：

# 1.3 数据交换技术

数据交换技术

数据交换的概念

电路交换

报文交换

分组交换

## 1.3.2 电路交换

- 电路交换的优点：实时性高、时延短。
- 电路交换的缺点：不适用于猝发式通信，信道利用率低。

# 练习题

利用电路交换进行通信不包括（ ）

A:建立电路

B:检查电路

C:传输数据

D:拆除电路

# 练习题

利用电路交换进行通信不包括（B）

A:建立电路

B:检查电路

C:传输数据

D:拆除电路



# 练习题

在常见的数据交换技术中，（ ）是最早出现的一种交换方式。

A:报文交换

B:电路交换

C:电话网络

D:分组交换

# 练习题

在常见的数据交换技术中，（B）是最早出现的一种交换方式。

A:报文交换

B:电路交换

C:电话网络

D:分组交换

# 1.3 数据交换技术

## 1.3.3 报文交换

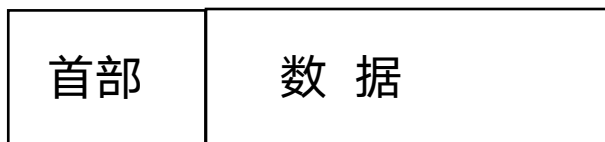
数据交换技术

数据交换的概念

电路交换

报文交换

分组交换



报文

# 1.3 数据交换技术

数据交换技术

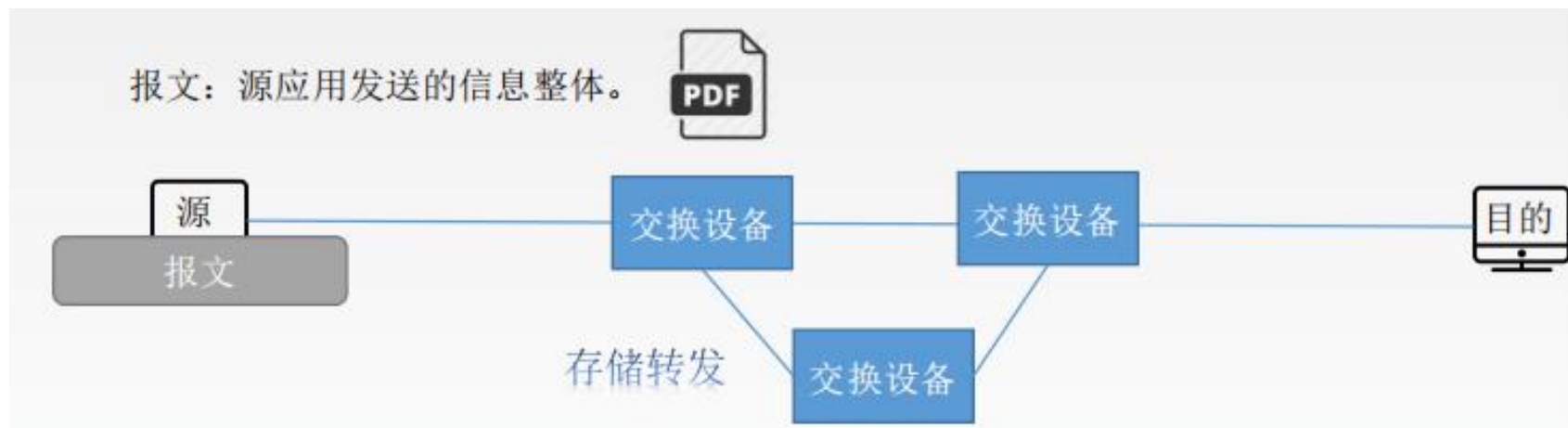
数据交换的概念

电路交换

报文交换

分组交换

## 1.3.3 报文交换



交换结点的这种接收-暂存 -转发的的工作方式，称为存储-转发的交换方式。

# 1.3 数据交换技术

数据交换技术

数据交换的概念

电路交换

报文交换

分组交换

## 1.3.3 报文交换

报文交换的优点：

报文交换的缺点：



# 1.3 数据交换技术

数据交换技术

数据交换的概念

电路交换

报文交换

分组交换

## 1.3.3 报文交换

报文交换的优点：信道利用率高

报文交换的缺点：



# 1.3 数据交换技术

数据交换技术

数据交换的概念

电路交换

报文交换

分组交换

## 1.3.3 报文交换

报文交换的优点：信道利用率高

报文交换的缺点：网络的延迟时间变长；有时还需要丢弃报文



# 1.3 数据交换技术

数据交换技术

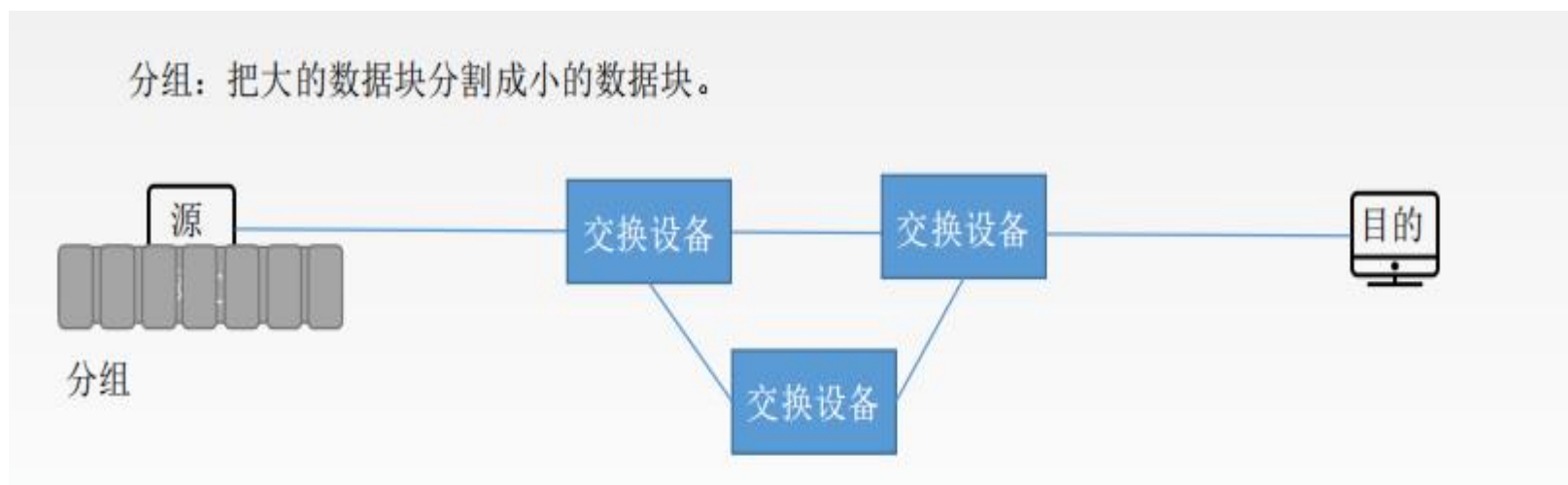
数据交换的概念

电路交换

报文交换

分组交换

## 1.3.4 分组交换





## 1.3 数据交换技术

数据交换技术

数据交换的概念

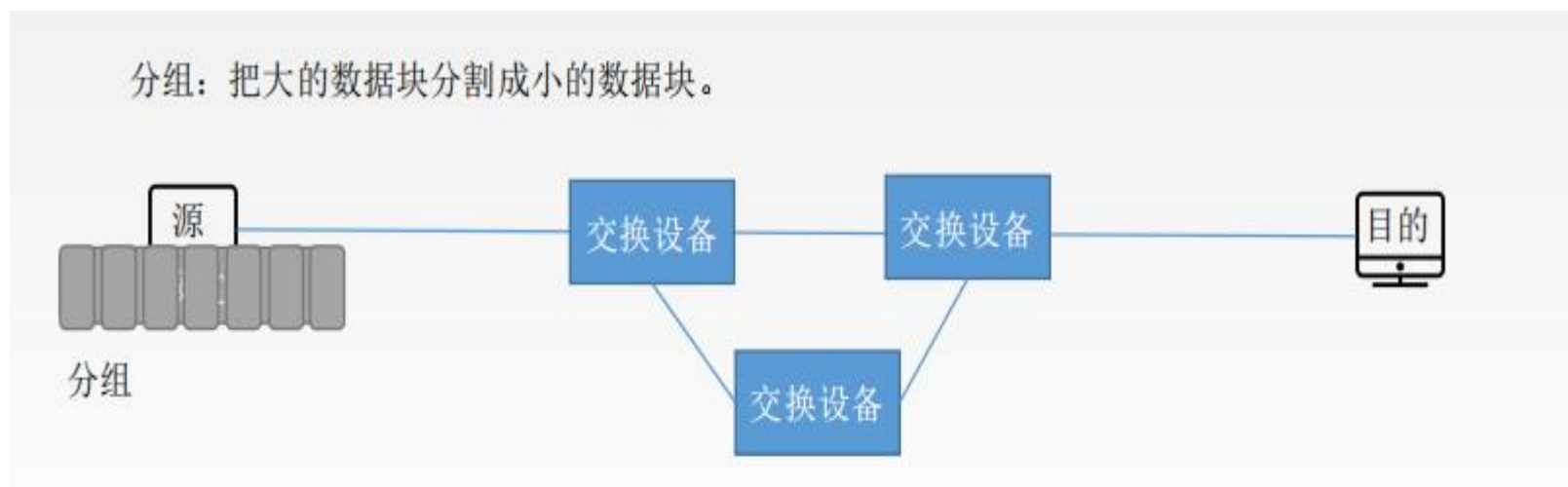
电路交换

报文交换

分组交换

### 1.3.4 分组交换

分组交换方式的优点：



分组交换也称为**包交换**，也采用**存储—转发**交换方式，是计算机网络中使用**最广泛**的交换技术。

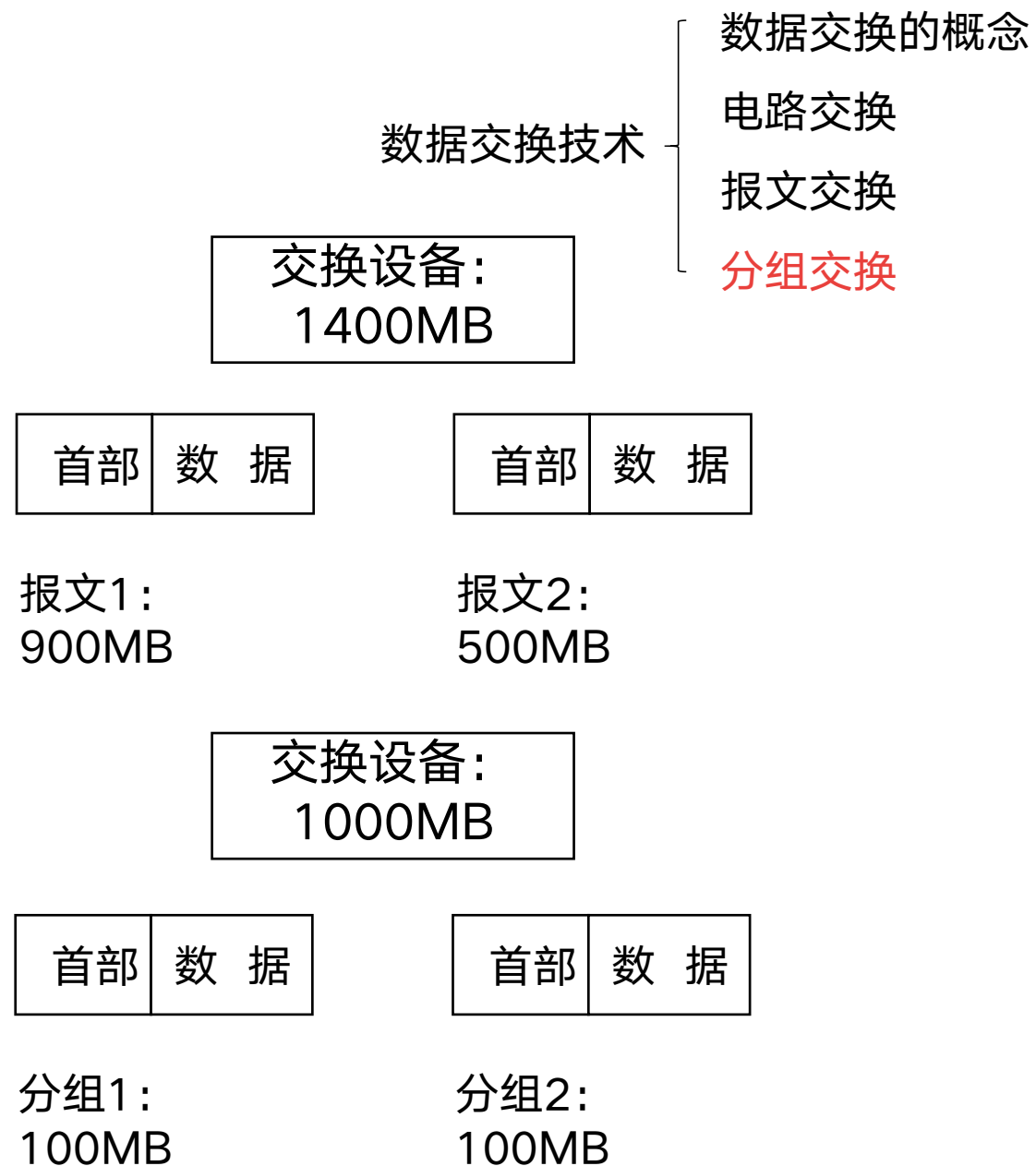
# 1.3 数据交换技术

## 1.3.4 分组交换

分组交换方式的优点：

- (1) 交换设备存储容量要求低
- (2) 交换速度快
- (3) 可靠传输效率高
- (4) 更加公平

分组交换的缺点：有效传输效率降低。



## 1.3 数据交换技术

数据交换技术

数据交换的概念

电路交换

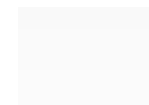
报文交换

分组交换

### 1.3.4 分组交换

分组长度的确定：

在其他条件相同的情况下，分组长度越长，延迟时间越长。



## 真题演练

在其他条件相同的情况下，分组长度越长，延迟时间（      ）。

## 真题演练

在其他条件相同的情况下，分组长度越长，延迟时间（**越长**）。

# 总结



## 第一章 计算机网络基本概念

计算机网络概述

计算机网络结构

数据交换技术

计算机网络性能

计算机网络体系结构

计算机网络与因特网发展简史

计算机网络性能

速率与带宽

时延

时延带宽积

丢包率

吞吐量



# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.1 速率与带宽

**速率**：网络单位时间内传送的数据量，用以描述网络传输数据的快慢。

也称为数据传输速率或数据速率（data rate）。

车速单位：m/s、km/s

2km/s ( ) 2000m/s

1km/s ( ) 1000m/s

速率单位：bit/s（位每秒）

# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.1 速率与带宽

**速率**：网络单位时间内传送的数据量，用以描述网络传输数据的快慢。

也称为数据传输速率或数据速率（data rate）。

车速单位：m/s、km/s

2km/s ( = ) 2000m/s

1km/s ( = ) 1000m/s

速率单位：bit/s（位每秒）

1Kbit/s=( )bit/s

1Mbit/s=( )bit/s

# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.1 速率与带宽

**速率**：网络单位时间内传送的数据量，用以描述网络传输数据的快慢。

也称为数据传输速率或数据速率（data rate）。

车速单位：m/s、km/s

2km/s ( = ) 2000m/s

1km/s ( = ) 1000m/s

速率单位：bit/s（位每秒）

1Kbit/s=1000bit/s

1Mbit/s=1000000bit/s

# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.1 速率与带宽

**速率**：网络单位时间内传送的数据量，用以描述网络传输数据的快慢。

也称为数据传输速率或数据速率（data rate）。

车速单位：m/s、km/s

2km/s ( = ) 2000m/s

1km/s ( = ) 1000m/s

速率单位：bit/s（位每秒）

1Kbit/s=1000bit/s= $10^3$ bit/s

1Mbit/s=1000000bit/s= $10^6$ bit/s

# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.1 速率与带宽

**速率**：网络单位时间内传送的数据量，用以描述网络传输数据的快慢。

也称为数据传输速率或数据速率（data rate）。

车速单位：m/s、km/s

2km/s ( = ) 2000m/s

1km/s ( = ) 1000m/s

速率单位：bit/s（位每秒）

1Kbit/s=1000bit/s= $10^3$ bit/s

1Mbit/s=1000000bit/s= $10^6$ bit/s

1Gbit/s=

# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.1 速率与带宽

**速率**：网络单位时间内传送的数据量，用以描述网络传输数据的快慢。

也称为数据传输速率或数据速率（data rate）。

车速单位：m/s、km/s

2km/s ( = ) 2000m/s

1km/s ( = ) 1000m/s

**速率**单位：bit/s（位每秒）

1Kbit/s=1000bit/s= $10^3$ bit/s

1Mbit/s=1000000bit/s= $10^6$ bit/s

1Gbit/s= $10^9$ bit/s

1Tbit/s= $10^{12}$ bit/s

# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.1 速率与带宽

**速率**：网络单位时间内传送的数据量，用以描述网络传输数据的快慢。

也称为数据传输速率或数据速率（data rate）。

速率基本单位：bit/s（位每秒）

Kbit/s、Mbit/s、Gbit/s、Tbit/s

单位的换算：

$1\text{Tbit/s} = 10^3\text{Gbit/s} = 10^6\text{Mbit/s} = 10^9\text{Kbit/s} = 10^{12}\text{bit/s}$

# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.1 速率与带宽

**速率**：网络单位时间内传送的数据量，用以描述网络传输数据的快慢。

也称为数据传输速率或数据速率（data rate）。

速率基本单位：bit/s（位每秒）

Kbit/s、Mbit/s、Gbit/s、Tbit/s

单位的换算：

$1\text{Tbit/s} = 10^3\text{Gbit/s} = 10^6\text{Mbit/s} = 10^9\text{Kbit/s} = 10^{12}\text{bit/s}$

速率单位：bit/s（位每秒）

$1\text{Kbit/s} = 10^3\text{bit/s}$

$1\text{Mbit/s} = 10^6\text{bit/s}$

$1\text{Gbit/s} = 10^9\text{bit/s}$

$1\text{Tbit/s} = 10^{12}\text{bit/s}$



# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.1 速率与带宽

带宽

在通信和信号处理领域，指的是信号的频带宽度(最高和最低频率之差)，单位：Hz（赫兹）。

# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.1 速率与带宽

带宽

在通信和信号处理领域，指的是信号的频带宽度(最高和最低频率之差)，单位：Hz（赫兹）。

在计算机网络中，指的是一条链路或信道的最高数据速率，单位：

# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.1 速率与带宽

带宽

在通信和信号处理领域，指的是信号的频带宽度(最高和最低频率之差)，单位：Hz（赫兹）。

在计算机网络中，指的是一条链路或信道的最高数据速率，单位：bit/s（位每秒）

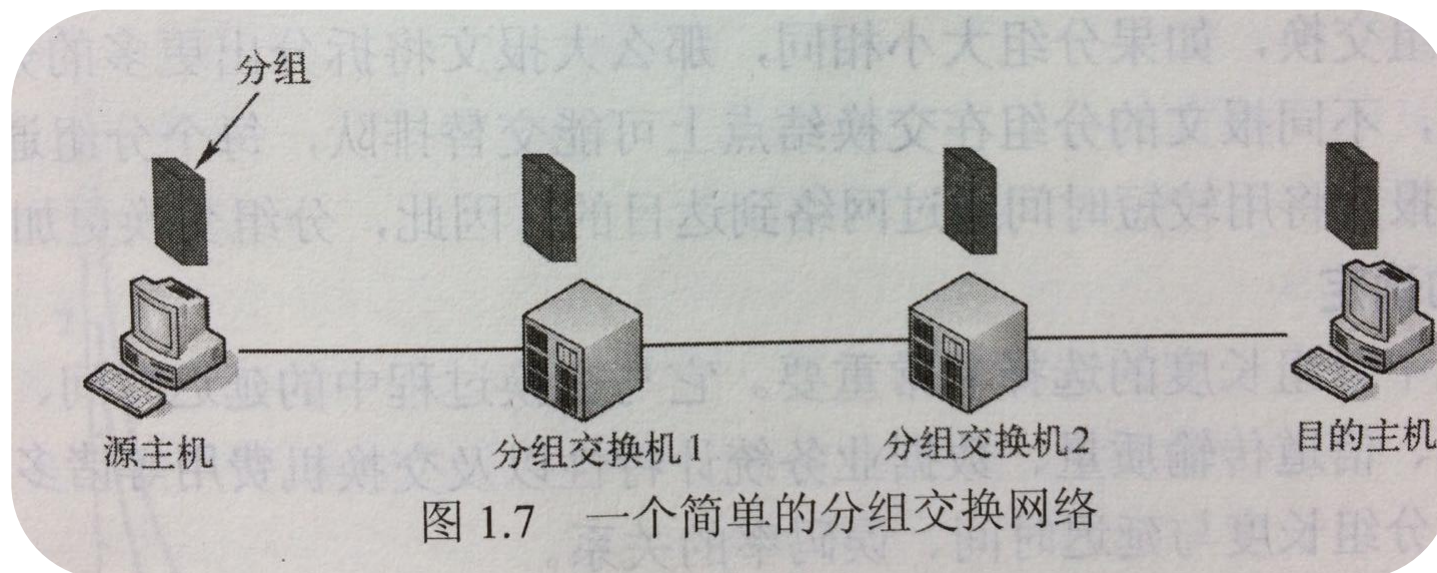
## 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

### 1.4.2.0 时延

通常将连接两个结点的直接链路称为一个“跳步”，简称“跳”。



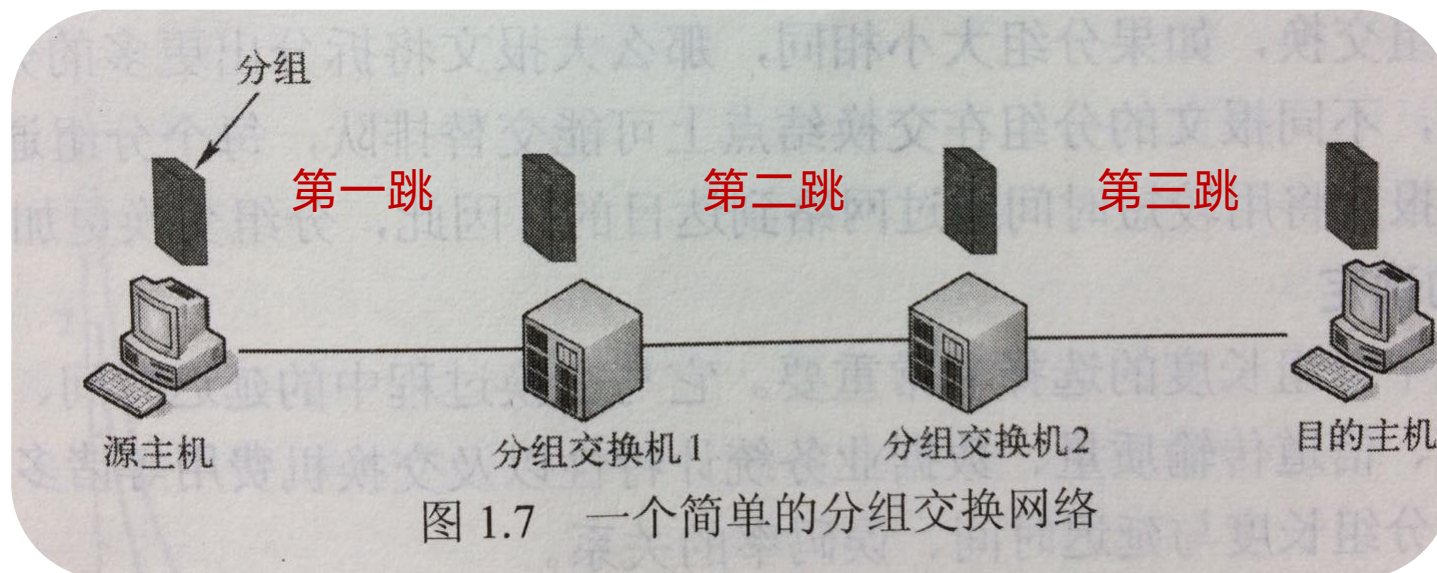
## 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

### 1.4.2.0 时延

通常将连接两个结点的直接链路称为一个“跳步”，简称“跳”。



## 1.4 计算机网络性能

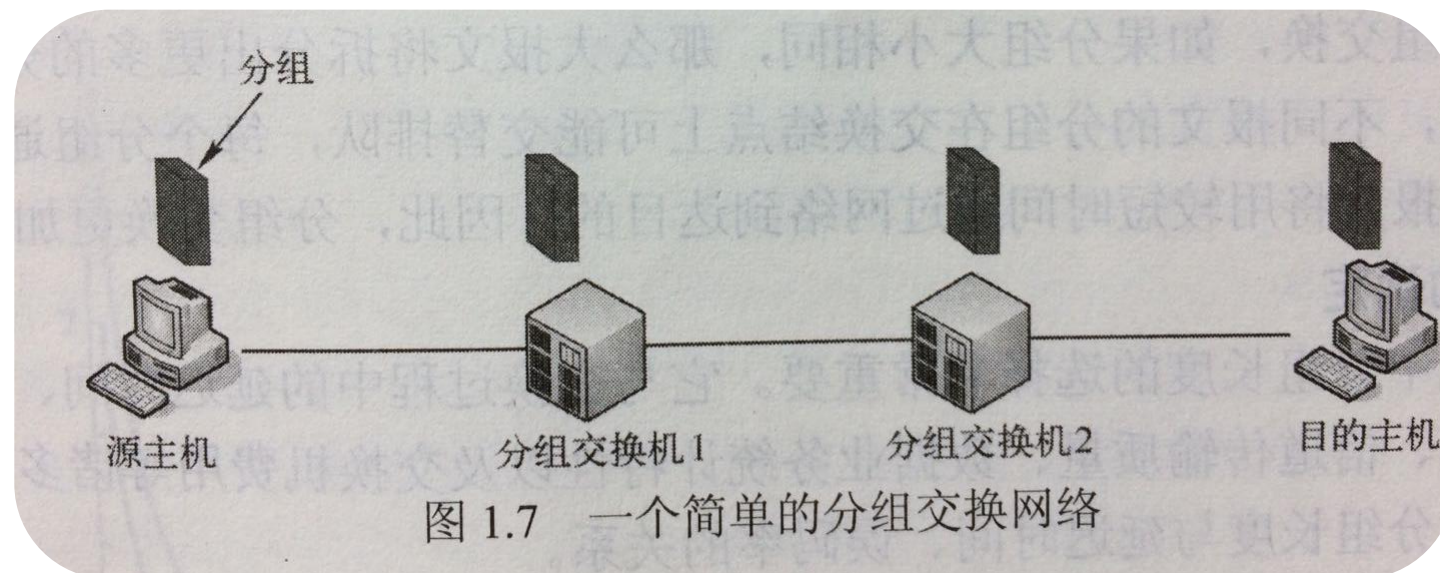
计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

### 1.4.2.0 时延

通常将连接两个结点的直接链路称为一个“跳步”，简称“跳”。

**时延**：指数据从网络中的一个结点（主机或交换设备）到达另一结点所需要的时间。



# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.2.0 时延

分组每跳传输过程中主要产生4类时间延迟：





# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.2.0 时延

分组每跳传输过程中主要产生4类时间延迟：





# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.2.0 时延

分组每跳传输过程中主要产生4类时间延迟：



## 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

### 1.4.2.0 时延

分组每跳传输过程中主要产生4类时间延迟：



# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.2.0 时延

分组每跳传输过程中主要产生4类时间延迟：



# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.2.0 时延

分组每跳传输过程中主要产生4类时间延迟：



## 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

### 1.4.2.0 时延

分组每跳传输过程中主要产生4类时间延迟：



# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.2.0 时延

分组每跳传输过程中主要产生4类时间延迟：



# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.2.0 时延

分组每跳传输过程中主要产生4类时间延迟：



## 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

### 1.4.2.0 时延

分组每跳传输过程中主要产生4类时间延迟：





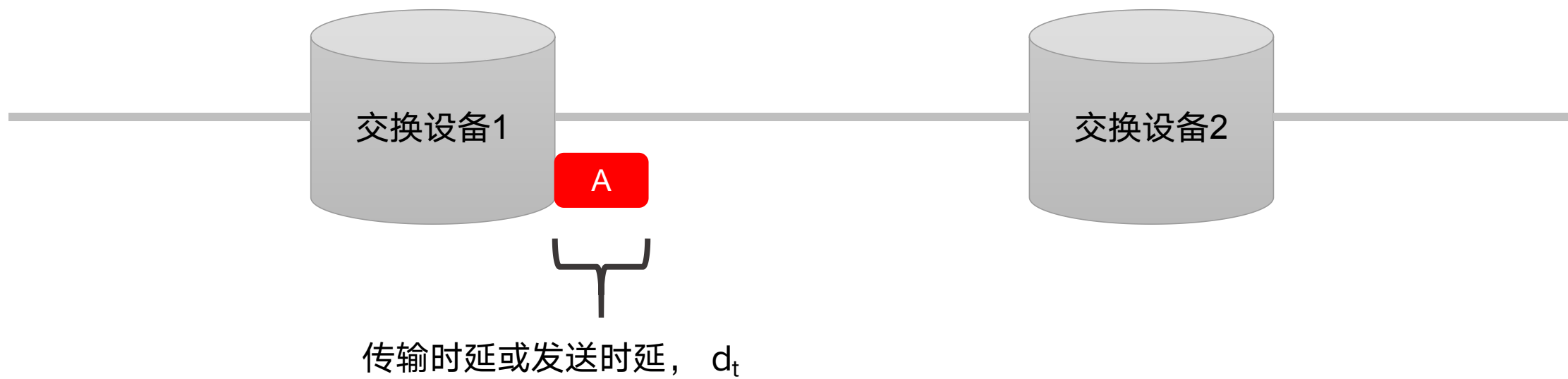
## 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

### 1.4.2.0 时延

分组每跳传输过程中主要产生4类时间延迟：



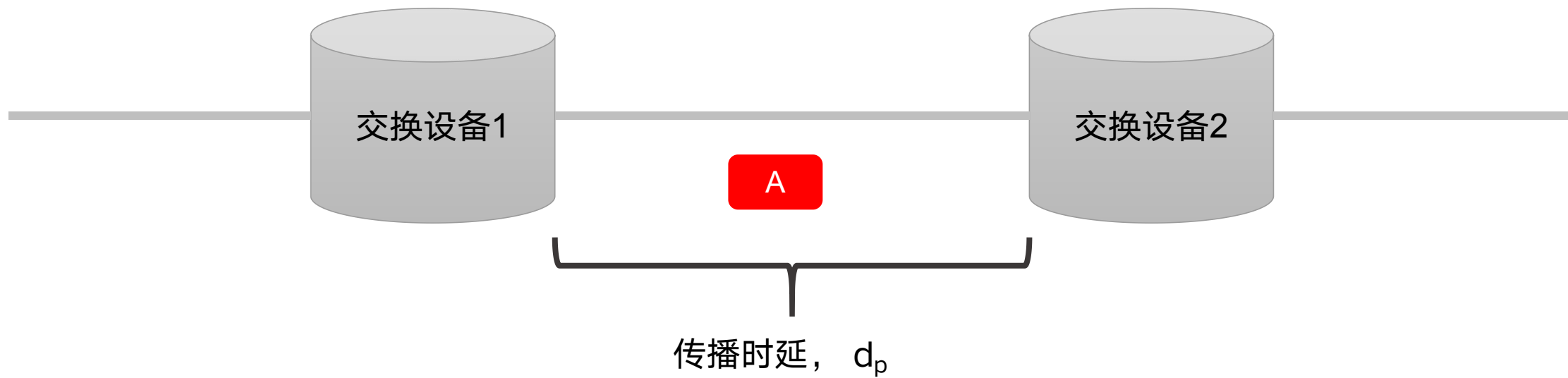
# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.2.0 时延

分组每跳传输过程中主要产生4类时间延迟：



# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.2 时延

- 1、结点处理时延，记为 $d_c$
- 2、排队时延，记为 $d_q$

## 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

### 1.4.2 时延

- 1、结点处理时延，记为 $d_c$
- 2、排队时延，记为 $d_q$
- 3、传输时延或发送时延，记为 $d_t$ ,  $d_t = L / R$

L: 分组长度，单位: bit

R: 链路带宽（即速率），单位: bit/s

## 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

### 1.4.2 时延

- 1、结点处理时延，记为 $d_c$
- 2、排队时延，记为 $d_q$
- 3、传输时延或发送时延，记为 $d_t$ ,  $d_t = L / R$

L: 分组长度，单位: bit

R: 链路带宽（即速率），单位: bit/s

- 4、传播时延，记为 $d_p$ ,  $d_p = D / V$

D: 物理链路长度，单位: m

V: 信号传播速度，单位: m/s

## 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

### 1.4.2 时延

- 1、结点处理时延，记为 $d_c$
- 2、排队时延，记为 $d_q$
- 3、传输时延或发送时延，记为 $d_t$ ,  $d_t = L / R$ 
  - L: 分组长度，单位: bit
  - R: 链路带宽（即速率），单位: bit/s
- 4、传播时延，记为 $d_p$ ,  $d_p = D / V$ 
  - D: 物理链路长度，单位: m
  - V: 信号传播速度，单位: m/s

$$d_h = d_c + d_q + d_t + d_p$$

## 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

### 1.4.3 时延带宽积

时延带宽积：物理链路的传播时延与链路带宽的乘积，记为G。

# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.3 时延带宽积

时延带宽积：物理链路的传播时延与链路带宽的乘积，记为G。

公式：  $G = \text{传播时延} \times \text{链路带宽} = d_p \times R$



# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.3 时延带宽积

时延带宽积：物理链路的传播时延与链路带宽的乘积，记为G。

公式：  $G = \text{传播时延} \times \text{链路带宽} = d_p \times R$

传播时延的单位：

带宽的单位：

时延带宽积的单位：

# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.3 时延带宽积

时延带宽积：物理链路的传播时延与链路带宽的乘积，记为G。

公式：  $G = \text{传播时延} \times \text{链路带宽} = d_p \times R$

传播时延的单位： s          带宽的单位： bit/s

时延带宽积的单位：

# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.3 时延带宽积

时延带宽积：物理链路的传播时延与链路带宽的乘积，记为G。

公式：  $G = \text{传播时延} \times \text{链路带宽} = d_p \times R$

传播时延的单位： s          带宽的单位： bit/s

时延带宽积的单位： bit

# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

## 1.4.3 时延带宽积

时延带宽积：物理链路的传播时延与链路带宽的乘积，记为G。

公式：  $G = \text{传播时延} \times \text{链路带宽} = d_p \times R$

传播时延的单位：s      带宽的单位：bit/s

时延带宽积的单位：bit

时延带宽积表示一段链路可以容纳的数据位数，也称为以位为单位的链路长度。

# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

有排队就会有流失~

## 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

### 1.4.4 丢包率

丢包率常被用于评价和衡量网络性能，在很大程度上反映网络拥塞程度。

$$\eta = \frac{N_1}{N_s} = \frac{N_s - N_r}{N_s}$$

$N_s$ ：为发送分组总数

$N_r$ ：接收分组总数

$N_1$ ：丢失分组总数

## 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

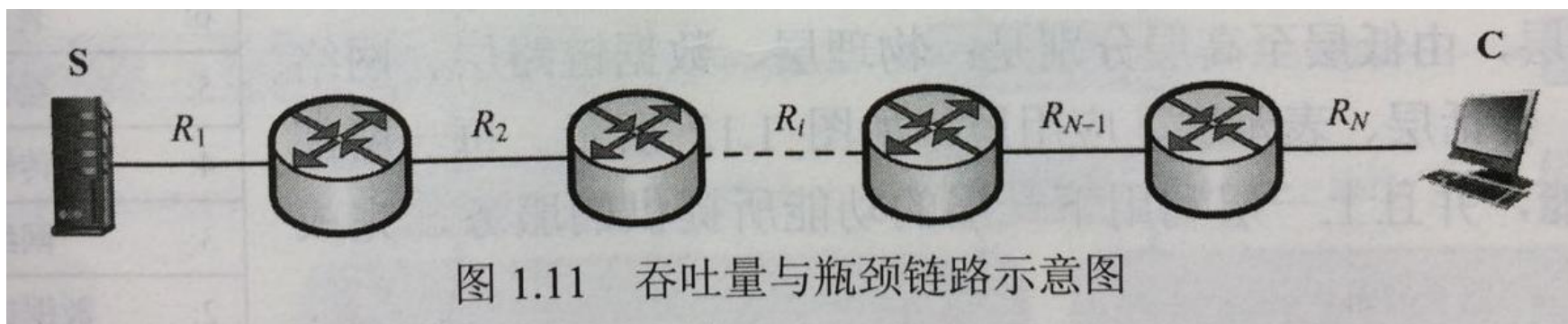
速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

### 1.4.5 吞吐量

吞吐量：在单位时间内源主机通过网络向目的主机实际送达的数据量，记为Thr。

单位：bit/s或B/s（字节每秒）

1B=8bit



## 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

速率与带宽  
时延  
时延带宽积  
丢包率  
吞吐量

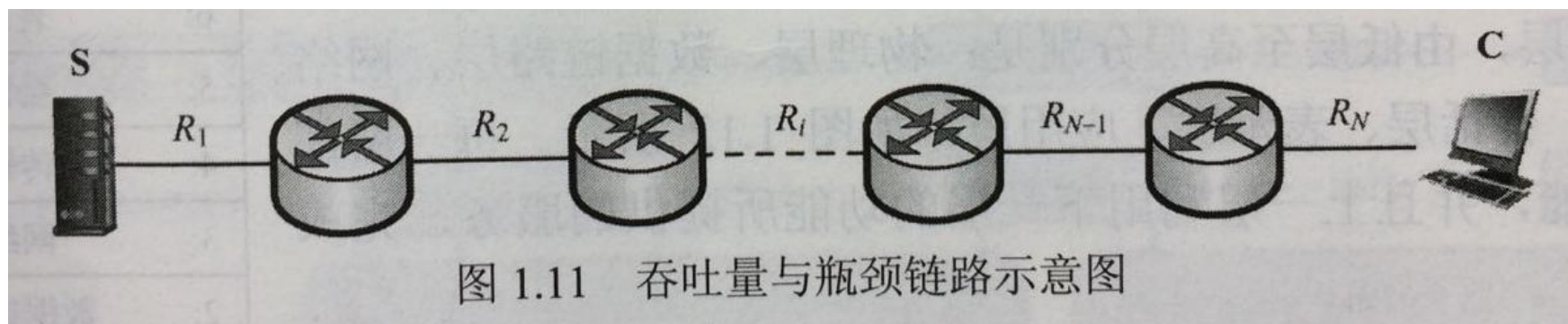
### 1.4.5 吞吐量

吞吐量：在单位时间内源主机通过网络向目的主机实际送达的数据量，记为Thr。

单位：bit/s或B/s（字节每秒）

1B=8bit

受网络链路带宽，网络复杂性，网络协议，网络拥塞程度影响。





# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

- 速率与带宽
- 时延
- 时延带宽积
- 丢包率
- 吞吐量

速率、带宽	
时延	
时延带宽积	
丢包率	
吞吐量	

# 1.4 计算机网络性能

计算机网络性能

- 速率与带宽
- 时延
- 时延带宽积
- 丢包率
- 吞吐量

速率、带宽	bit/s
时延	s
时延带宽积	bit
丢包率	%
吞吐量	bit/s、B/s

# 练习题

在以下计算机网络性能指标中，（ ）是指网络单位时间内传送的数据量。

A:速率

B:带宽

C:时延

D:吞吐量

# 练习题

在以下计算机网络性能指标中，（A）是指网络单位时间内传送的数据量。

A:速率

B:带宽

C:时延

D:吞吐量

# 练习题

在以下计算机网络性能指标中，（ ）指数据从网络中的一个结点（主机或交换设备等）到达另一结点所需要的时间。

A:速率

B:带宽

C:时延

D:吞吐量

# 练习题

在以下计算机网络性能指标中，（C）指数据从网络中的一个结点（主机或交换设备等）到达另一结点所需要的时间。

A:速率

B:带宽

C:时延

D:吞吐量

# 练习题

在计算机网络性能指标中，时延带宽积是指一段物理链路的（ ）与链路带宽的乘积。

A: 结点处理时延

B: 传播时延

C: 排队时延

D: 传输时延

# 练习题

在计算机网络性能指标中，时延带宽积是指一段物理链路的（B）与链路带宽的乘积。

A: 结点处理时延

B: 传播时延

C: 排队时延

D: 传输时延



## 练习题

在以下计算机网络性能指标中，（ ）表示在单位时间内源主机通过网络向目的主机实际送达的数据量。

A:速率

B:带宽

C:时延

D:吞吐量

## 练习题

在以下计算机网络性能指标中，（**D**）表示在单位时间内源主机通过网络向目的主机实际送达的数据量。

A:速率

B:带宽

C:时延

**D:吞吐量**

## 练习题

设信号传播速度 $V=2500\text{km/s}$ ,链路长度 $D=500\text{m}$ ,链路带宽  $R=10\text{Mbit/s}$ ,则该段链路的时延带宽积为()

A:1500bit

B:2000bit

C:2500bit

D:4000bit

## 练习题

设信号传播速度 $V=2500\text{km/s}$ ,链路长度 $D=500\text{m}$ ,链路带宽  $R=10\text{Mbit/s}$ ,则该段链路的时延带宽积为()

A:1500bit

B:2000bit

C:2500bit

D:4000bit

时延带宽积= ×

## 练习题

设信号传播速度 $V=2500\text{km/s}$ ,链路长度 $D=500\text{m}$ ,链路带宽  $R=10\text{Mbit/s}$ ,则该段链路的时延带宽积为()

A:1500bit

B:2000bit

C:2500bit

D:4000bit

时延带宽积=传播时延 $\times$ 带宽

传播时延:  $D/V=500\text{m}/(2500\text{km/s})$

带宽:  $R=10\text{Mbit/s}$



前方高能

## 练习题

设信号传播速度 $V=2500\text{km/s}$ ,链路长度 $D=500\text{m}$ ,链路带宽  $R=10\text{Mbit/s}$ ,则该段链路的时延带宽积为(B)

A:1500bit

B:2000bit

C:2500bit

D:4000bit

时延带宽积=传播时延 $\times$ 带宽 $=0.0002\times 10\times 10^6=2000\text{bit}$

传播时延:  $D/V=500\text{m}/(2500\text{km/s})=500\text{m}/(2500000\text{m/s})=0.0002\text{s}$

带宽:  $R=10\text{Mbit/s}=10\times 10^6\text{bit/s}$

## 练习题

设主机A和主机B由一条带宽为 $R=10^8\text{bit/s}$ 、长度为 $D=100\text{m}$ 的链路互连，信号传播速率为 $V=250000\text{km/s}$ 。如果主机A从 $t=0$ 时刻开始向主机B发送长度为 $L=1024\text{bit}$ 的分组。

试求：

1. 主机A和主机B间的链路传输时延 $d_t$ 。
2. 主机A发送该分组的传播时延 $d_p$ 。
3. 该分组从主机A到主机B的延迟 $T$ 。(忽略结点处理时延和排队时延)
4. 主机A与主机B间链路的时延带宽积 $G$ 。



## 第一章 计算机网络基本概念

计算机网络概述

计算机网络结构

数据交换技术

计算机网络性能

计算机网络体系结构

计算机网络与因特网发展简史

## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.1 计算机网络分层体系结构

计算机网络体系结构

计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

有关术语

TCP/IP参考模型

五层参考模型



## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.1 计算机网络分层体系结构

计算机网络体系结构

计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

有关术语

TCP/IP参考模型

五层参考模型

计算机网络所划分的（ ）以及（ ）的集合就称为**计算机网络体系结构**

## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.1 计算机网络分层体系结构

计算机网络体系结构

计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

有关术语

TCP/IP参考模型

五层参考模型

计算机网络所划分的（层次）以及（各层协议）的集合就称为计算机网络体系结构

## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.2.1 OSI参考模型

国际标准化组织ISO，提出开放系统互连（Open System Interconnection）参考模型，简称OSI。

计算机网络体系结构

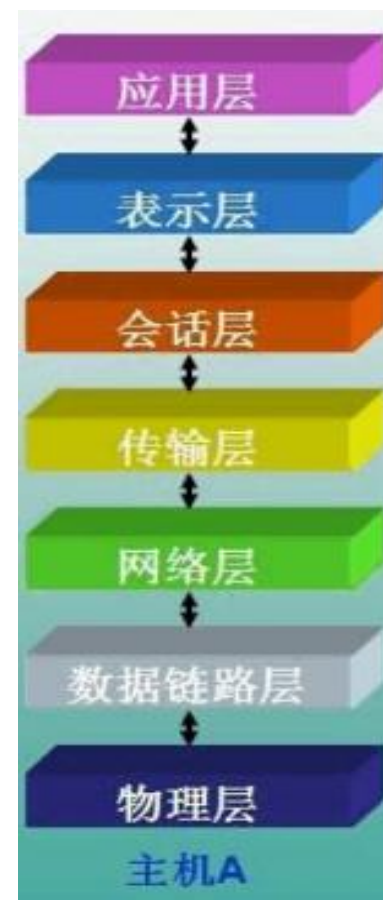
计算机网络体系结构定义

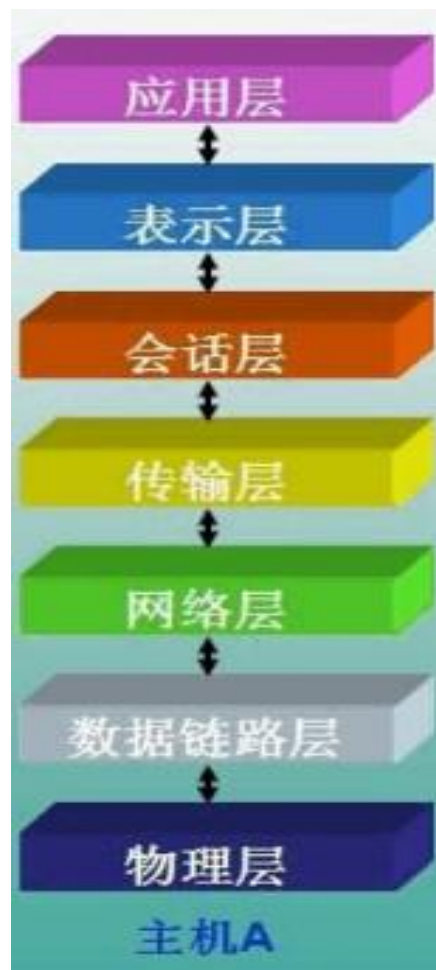
OSI参考模型

有关术语

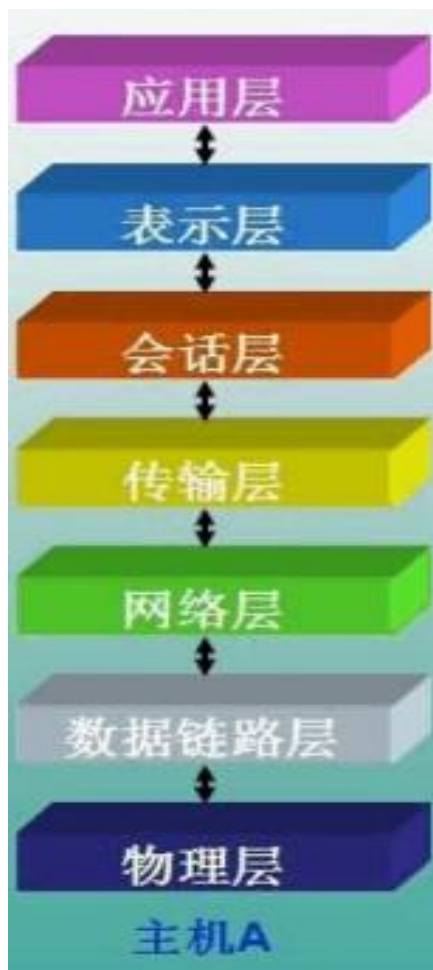
TCP/IP参考模型

五层参考模型



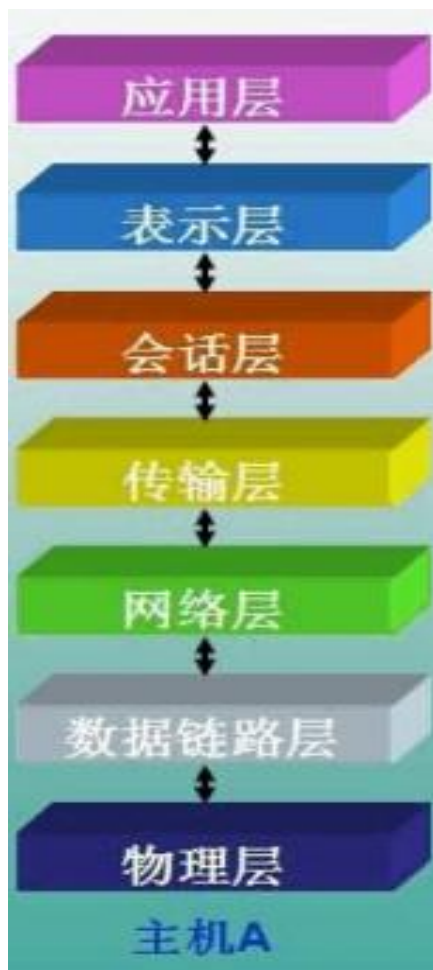


老板



老板

帮老板写信的秘书

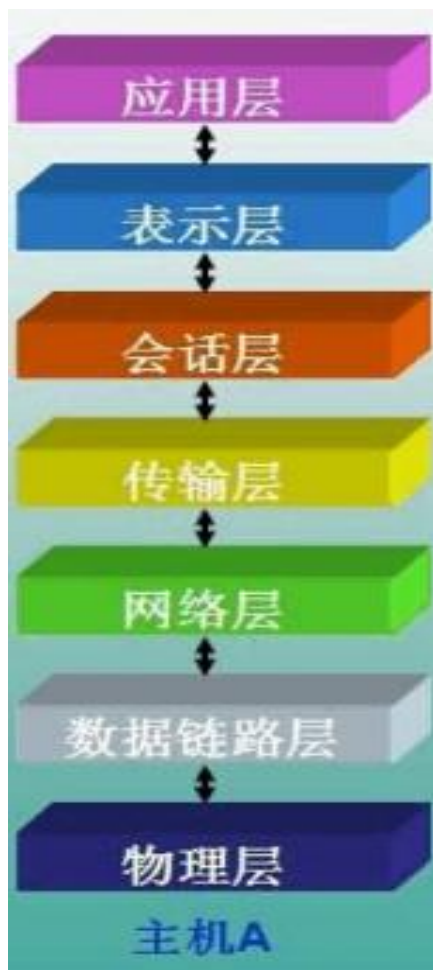


老板

帮老板写信的秘书

寄信、写信封、拆信封的秘书



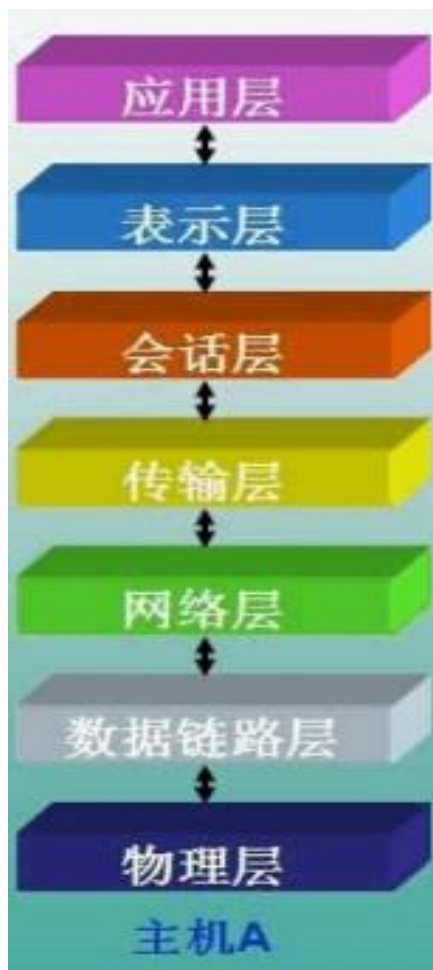


老板

帮老板写信的秘书

寄信、写信封、拆信封的秘书

公司中送信去邮局的工作人员



老板

帮老板写信的秘书

寄信、写信封、拆信封的秘书

公司中送信去邮局的工作人员

邮局中的排序工人

邮局中的装拆箱工人

邮局中的搬运工人



每层功能特定，且下一层为上一层提供服务

数据由上到下  
层层封装。



老板

帮老板写信的秘书

寄信、写信封、拆信封的秘书

公司中送信去邮局的工作人员

邮局中的排序工人

邮局中的装拆箱工人

邮局中的搬运工人

应用层

表示层

会话层

传输层

网络层

数据链路层

物理层

主机A

每层功能特定，且下一层为上一层提供服务

# 1.5 计算机网络体系结构

## 1.5.2.1 OSI参考模型

计算机网络体系结构

- 计算机网络体系结构定义
- OSI参考模型
- 有关术语
- TCP/IP参考模型
- 五层参考模型



- 7: 用 : 应用层
- 6: 示 : 表示层
- 5: 会 : 会话层
- 4: 输 : 传输层
- 3: 网 : 网络层
- 2: 链 : 数据链路层
- 1: 物 : 物理层

## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.2.1 OSI参考模型

计算机网络体系结构

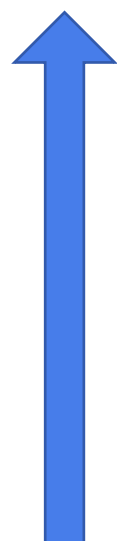
计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

有关术语

TCP/IP参考模型

五层参考模型



7: 用（用）：应用层

6: 示（使）：表示层

5: 会（会）：会话层

4: 输（叔）：传输层

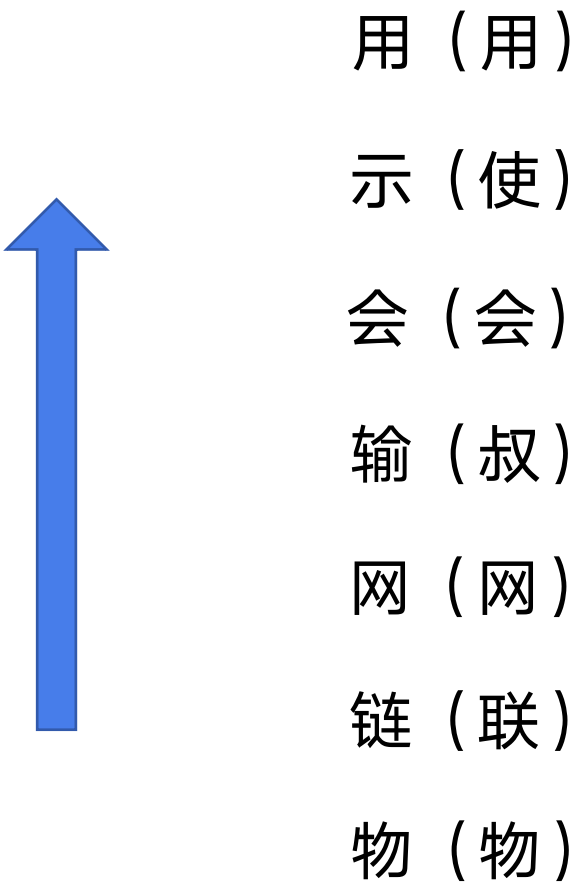
3: 网（网）：网络层

2: 链（联）：数据链路层

1: 物（物）：物理层

# 1.5 计算机网络体系结构

## 1.5.2.1 OSI参考模型



计算机网络体系结构	计算机网络体系结构定义
	OSI参考模型
	有关术语
	TCP/IP参考模型
	五层参考模型

# 1.5 计算机网络体系结构

## 1.5.2.1 OSI参考模型

计算机网络体系结构

计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

有关术语

TCP/IP参考模型

五层参考模型





# 1.5 计算机网络体系结构

## 1.5.2.1 OSI参考模型

计算机网络体系结构

- 计算机网络体系结构定义
- OSI参考模型
- 有关术语
- TCP/IP参考模型
- 五层参考模型



- 用（用）
- 示（使）
- 会（会）：
- 输（叔）
- 网（网）：
- 链（联）： 数据链路层
- 物（物）： 物理层

## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.2.1 OSI参考模型

计算机网络体系结构

计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

有关术语

TCP/IP参考模型

五层参考模型



用（用）

示（使）

会（会）：

输（叔）：

网（网）：网络层

链（联）：数据链路层

物（物）：物理层

## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.2.1 OSI参考模型

计算机网络体系结构

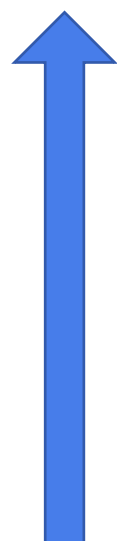
计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

有关术语

TCP/IP参考模型

五层参考模型



用（用）

示（使）

会（会）

输（叔）：传输层

网（网）：网络层

链（联）：数据链路层

物（物）：物理层

## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.2.1 OSI参考模型

计算机网络体系结构

计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

有关术语

TCP/IP参考模型

五层参考模型



用（用）

示（使）

会（会）：会话层

输（叔）：传输层

网（网）：网络层

链（联）：数据链路层

物（物）：物理层

## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.2.1 OSI参考模型

计算机网络体系结构

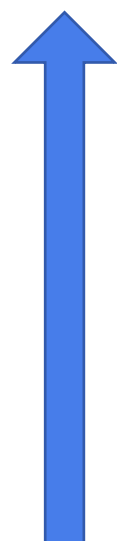
计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

有关术语

TCP/IP参考模型

五层参考模型



用（用）

示（使）：表示层

会（会）：会话层

输（叔）：传输层

网（网）：网络层

链（联）：数据链路层

物（物）：物理层

## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.2.1 OSI参考模型

计算机网络体系结构

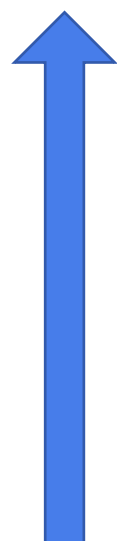
计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

有关术语

TCP/IP参考模型

五层参考模型



7: 用（用）：应用层

6: 示（使）：表示层

5: 会（会）：会话层

4: 输（叔）：传输层

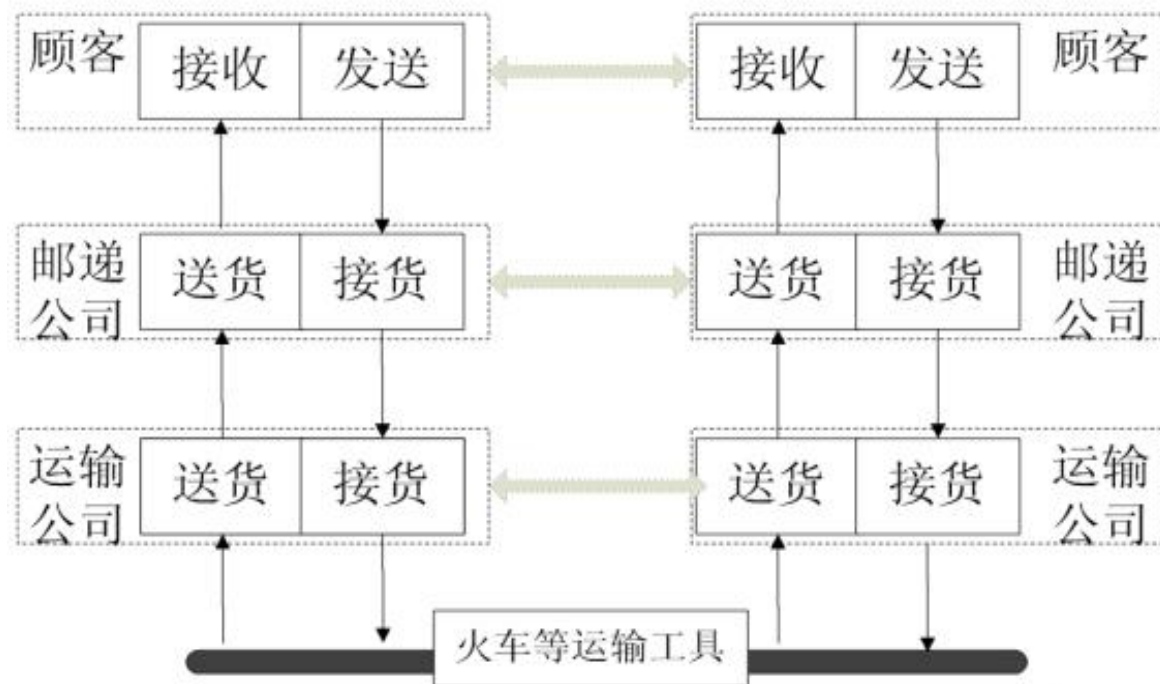
3: 网（网）：网络层

2: 链（联）：数据链路层

1: 物（物）：物理层

## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.2.1 OSI参考模型



计算机网络体系结构

计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

有关术语

TCP/IP参考模型

五层参考模型

## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.2.1 OSI参考模型

计算机网络体系结构

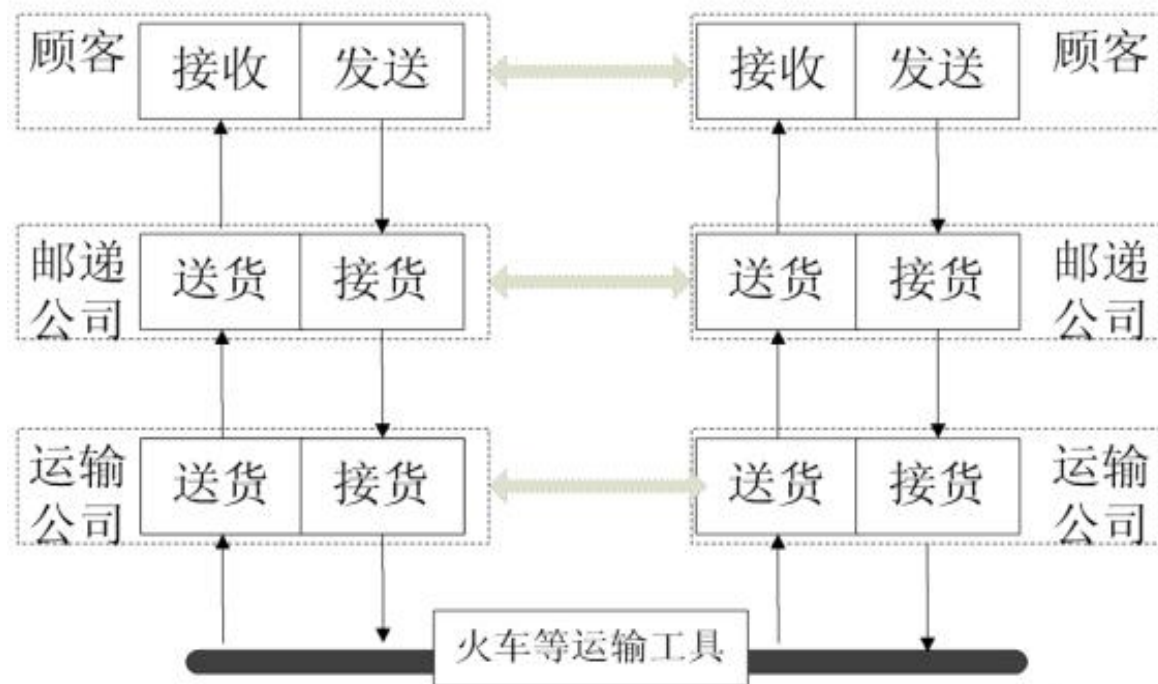
计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

有关术语

TCP/IP参考模型

五层参考模型



对等层并没有直接接触，因而称为**虚拟通信**；

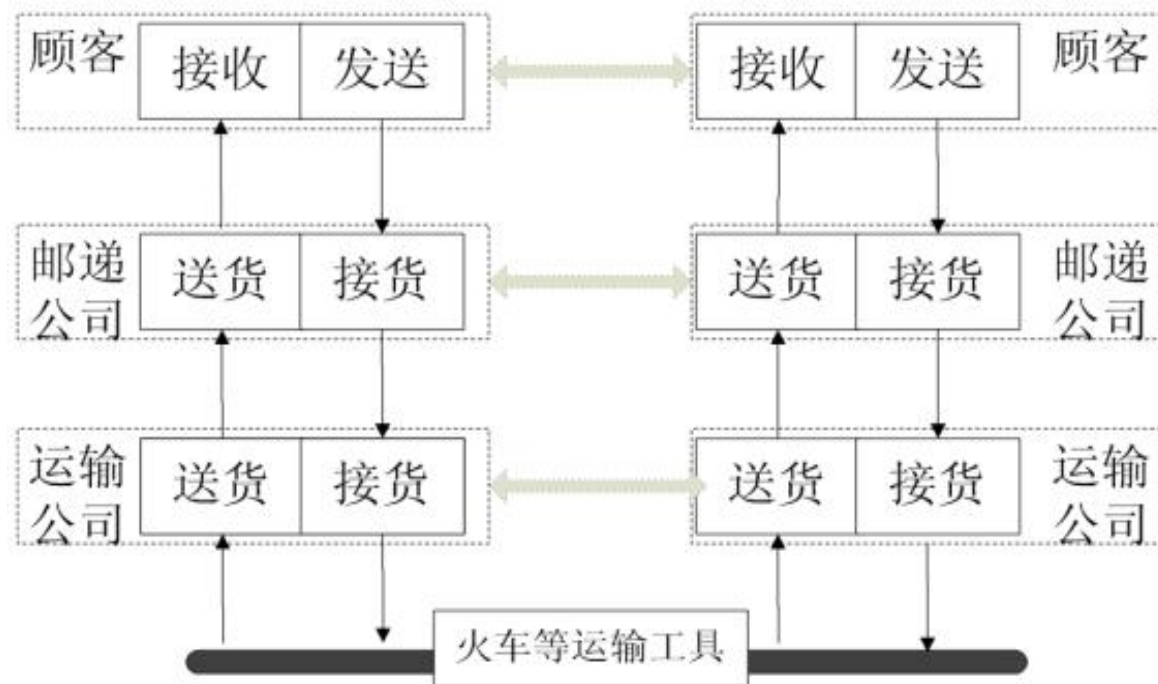
快件是**自上而下**传递的；

火车等运输工具是在实打实的运输快递，称为**实通信**。



## 1.5 计算机网络体系结构

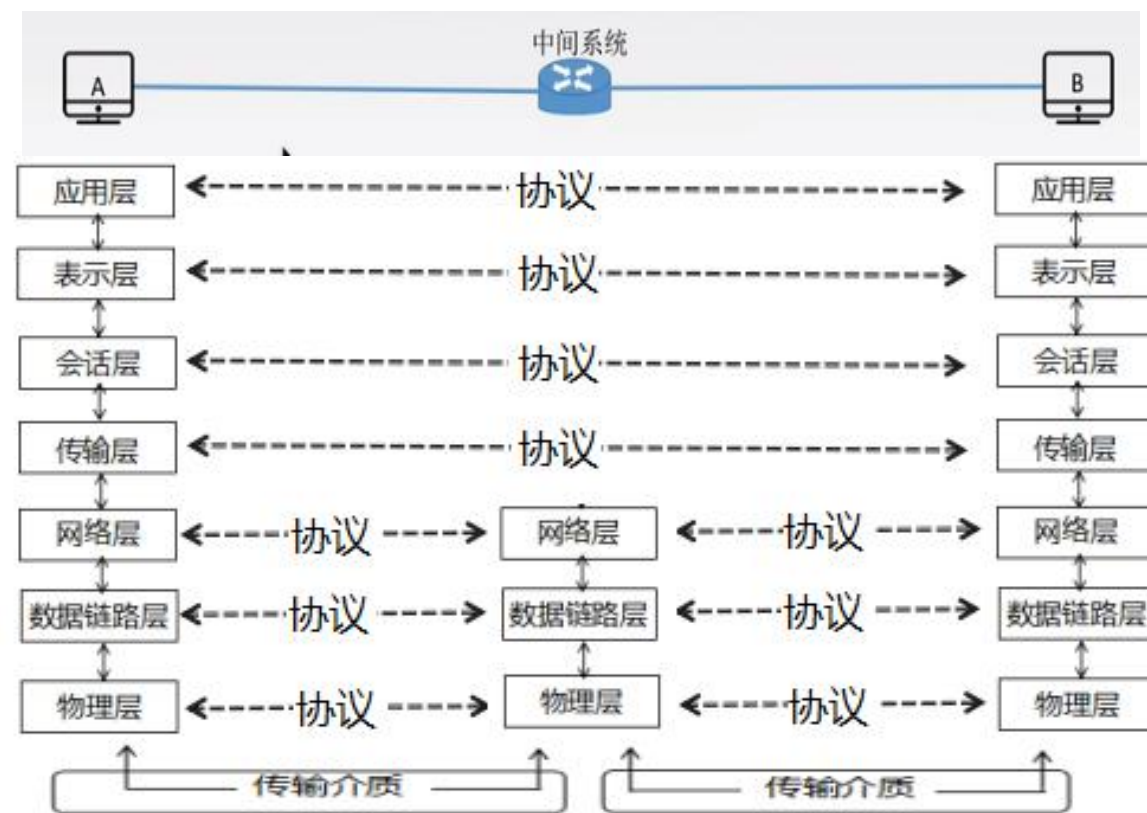
### 1.5.2.1 OSI参考模型



对等层并没有直接接触，因而称为**虚拟通信**；

快件是**自上而下**传递的；

火车等运输工具是在实打实的运输快递，称为**实通信**。



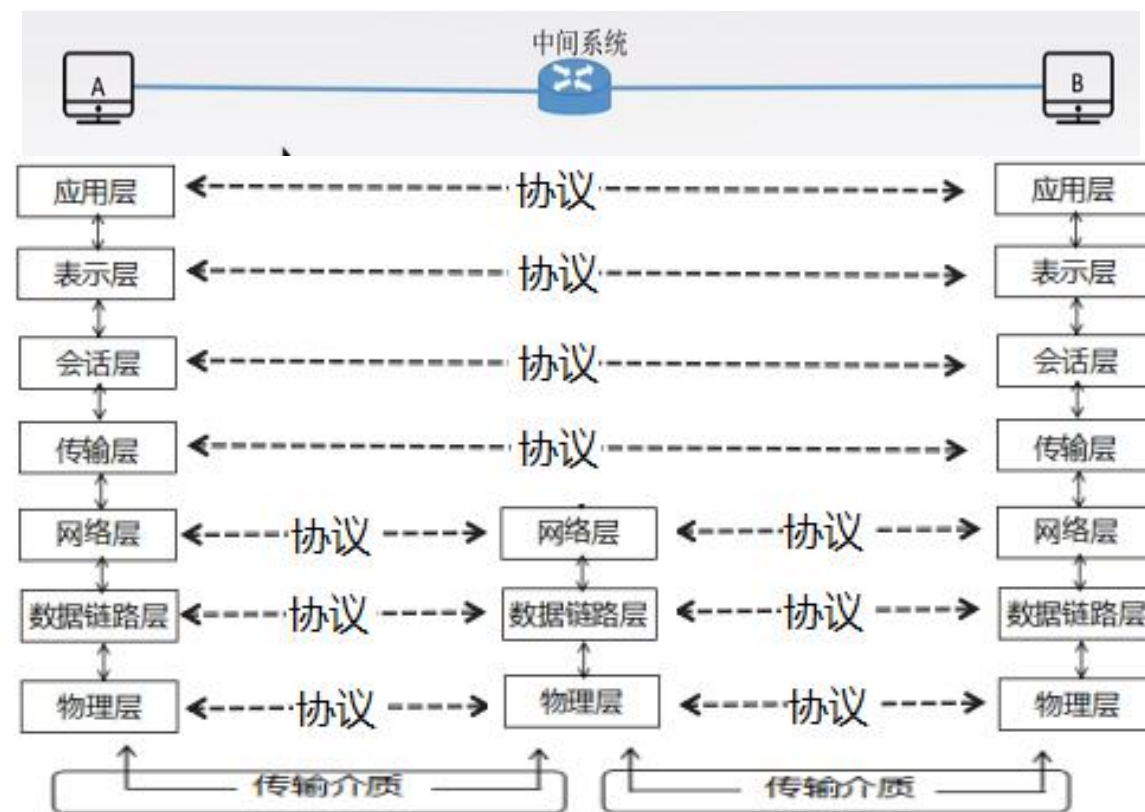
对等层通信并不是直接进行，因而称为**虚拟通信**；

数据在垂直的层次中**自上而下**地逐层传递直至物理层；

物理层的两个端点进行**物理通信**，称为**实通信**。

## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.2.1 OSI参考模型



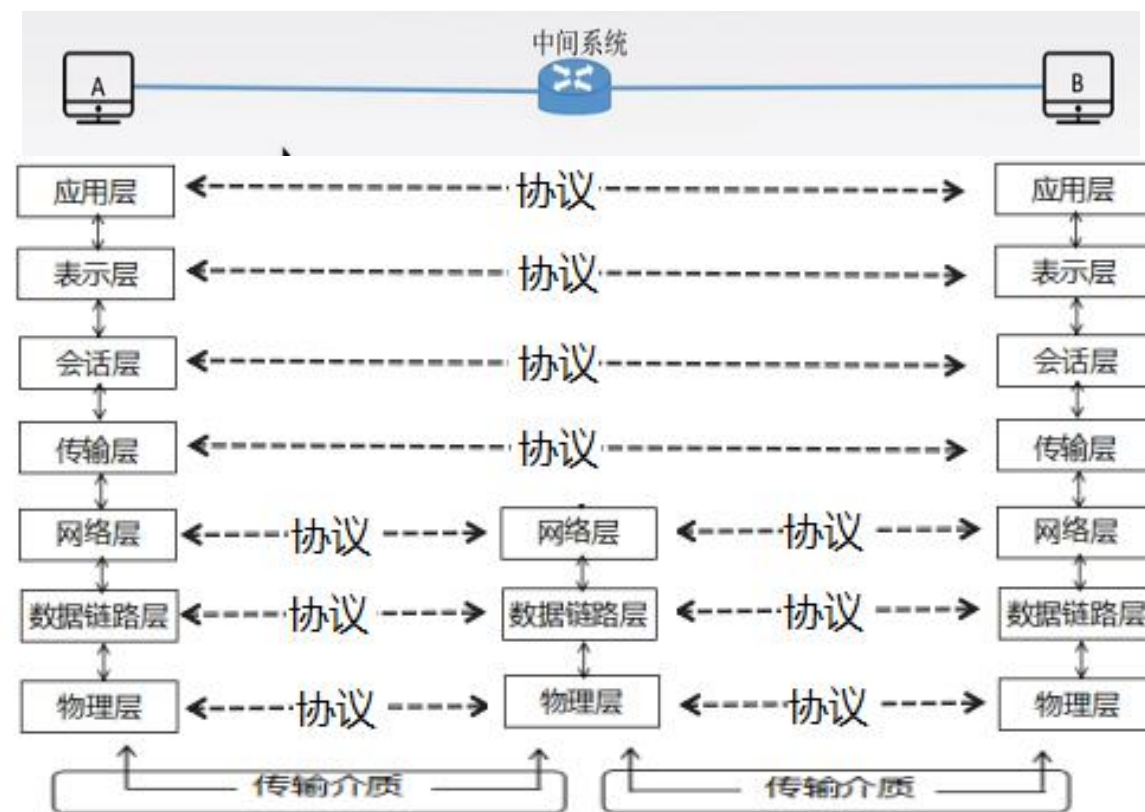
对等层通信并不是直接进行，因而称为（ ）；

数据在垂直的层次中（ ）地逐层传递直至物理层；

物理层的两个端点进行物理通信，称为（ ）。

## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.2.1 OSI参考模型



对等层通信并不是直接进行，因而称为**虚拟通信**；  
数据在垂直的层次中**自上而下**地逐层传递直至物理层；  
物理层的两个端点进行**物理通信**，称为**实通信**。

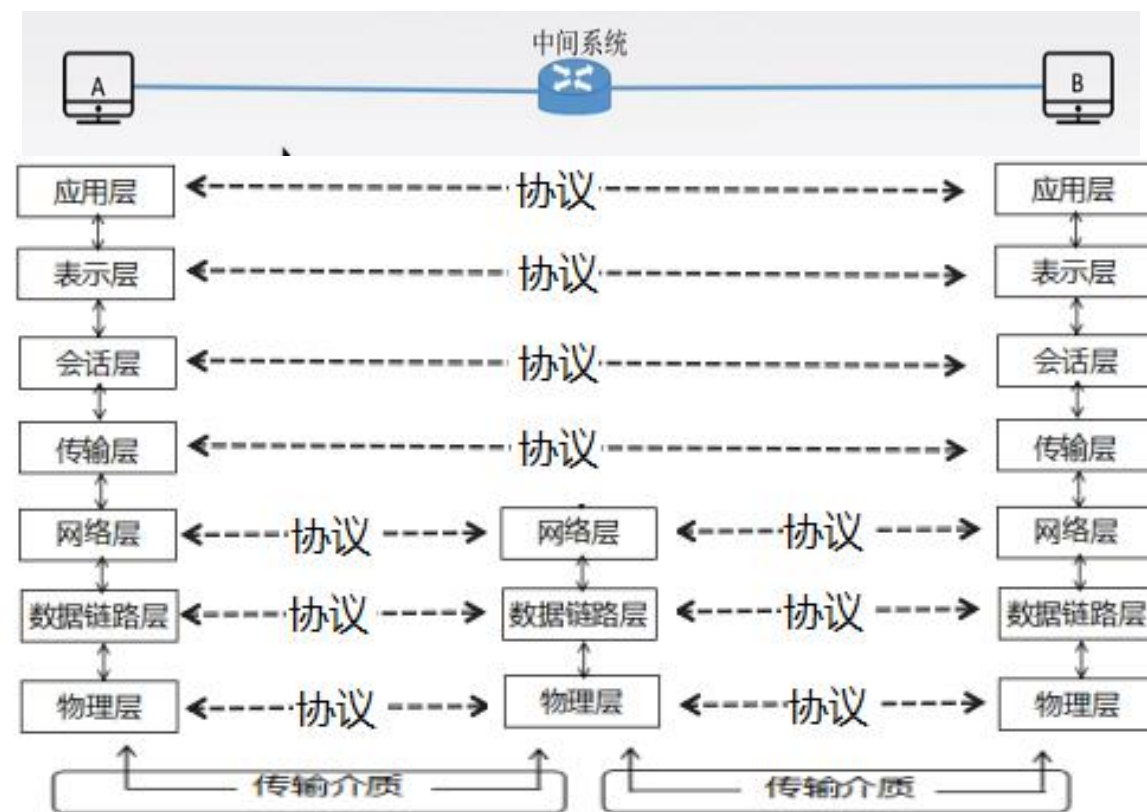
# 1.5 计算机网络体系结构

## 1.5.2.1 OSI参考模型

- 1、对等层通信并不是直接进行，因而称为**虚拟通信**；
- 2、数据在垂直的层次中**自上而下**地逐层传递直至物理层；
- 3、物理层的两个端点进行**物理通信**，称为**实通信**。
- 4、中间系统通常只实现**物理层**、**数据链路层**和**网络层**功能。

物理层、数据链路层、网络层为**结点到结点层**；

传输层、会话层、表示层、应用层为**端到端层**。



## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.2.1 OSI参考模型

计算机网络体系结构

计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

有关术语

TCP/IP参考模型

五层参考模型

物理层功能：

1、在传输介质上实现无结构比特流传输。





## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.2.1 OSI参考模型

计算机网络体系结构

计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

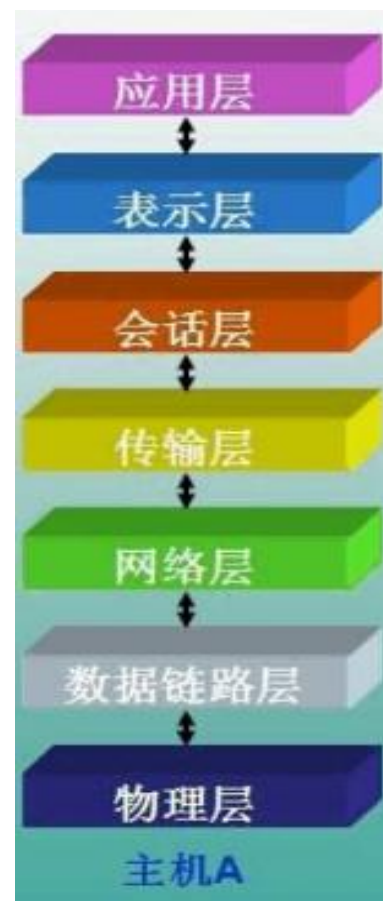
有关术语

TCP/IP参考模型

五层参考模型

数据链路层功：

- 1、差错控制
- 2、流量控制。
- 3、链路管理
- 4、寻址



## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.2.1 OSI参考模型

计算机网络体系结构

计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

有关术语

TCP/IP参考模型

五层参考模型

网络层功能：转发和路由



## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.2.1 OSI参考模型

计算机网络体系结构

计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

有关术语

TCP/IP参考模型

五层参考模型

传输层：第一个端到端的层次，也是进程 — 进程的层次。

实现端到端的可靠数据传输；

复用与分解；

连接控制；

流量控制和拥塞控制





## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.2.1 OSI参考模型

计算机网络体系结构

计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

有关术语

TCP/IP参考模型

五层参考模型

会话层：通过两台计算机间建立、管理、终止通信来完成会话。

表示层：主要用于处理应用实体间交换数据的语法，解决格式和数据表示的差别。不独立存在。

应用层：为用户提供了一个使用网络应用的“接口”。



## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.2.2 OSI参考模型的有关术语

计算机网络体系结构

计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

**有关术语**

TCP/IP参考模型

五层参考模型

**1、数据单元**：在层的实体之间传送的比特组称为数据单元。

对等层之间传输的数据单元：协议数据单元（PDU）



## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.2.2 OSI参考模型的有关术语



1、**数据单元**：在层的实体之间传送的比特组。

物理层：比特流或位流；

数据链路层：帧

网络层：分组或包

传输层：数据段或报文段

应用层：报文



## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.2.2 OSI参考模型的有关术语

计算机网络体系结构

计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

**有关术语**

TCP/IP参考模型

五层参考模型

### 2、服务访问点：

相邻层间的服务是通过其接口面上的服务访问点(Service Access Point ,SAP)进行的，N层SAP就是（N+1）层可以访问N层的地方。**每个SAP都有一个唯一的地址号码。**



## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.2.2 OSI参考模型的有关术语

计算机网络体系结构

计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

**有关术语**

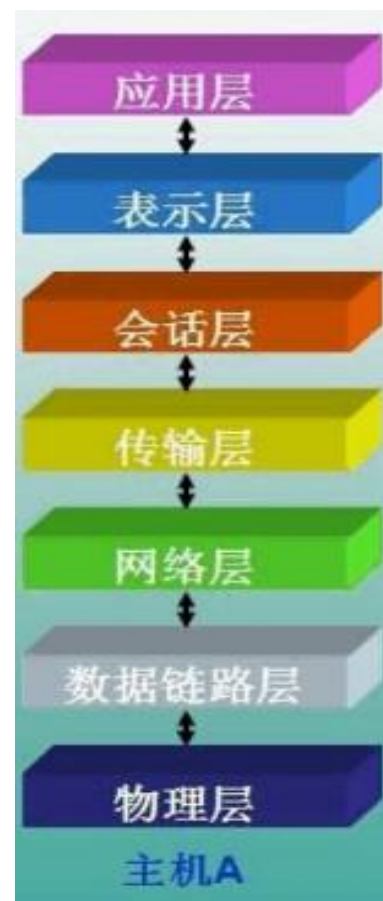
TCP/IP参考模型

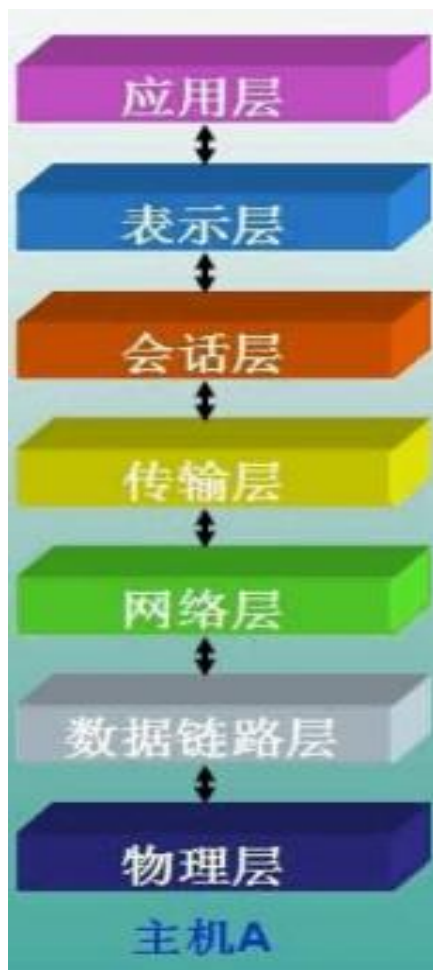
五层参考模型

### 3、服务原语：

第N层向（N+1）层提供服务，  
或第（N+1）层请求N层提供服务，都是用一组原语描述的。

**原语：**请求、指示、响应、证实。





老板

帮老板写信的秘书

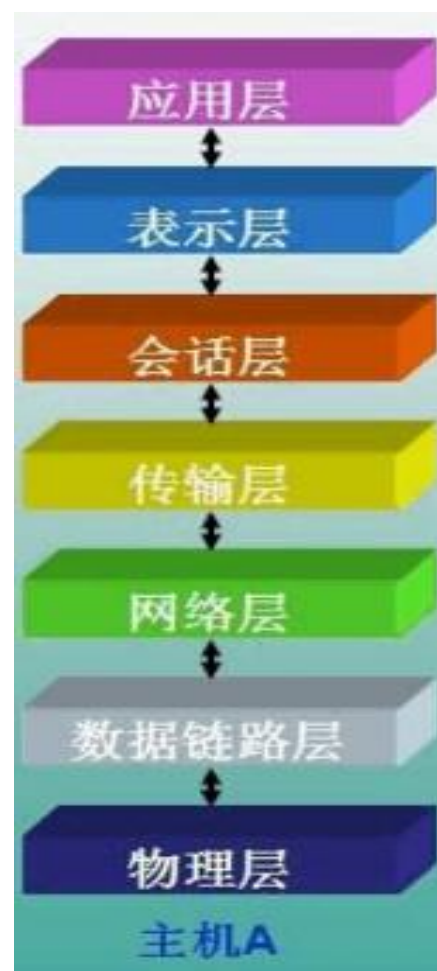
寄信、写信封、拆信封的秘书

公司中送信去邮局的工作人员

邮局中的排序工人

邮局中的装拆箱工人

邮局中的搬运工人









## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.3 TCP/IP参考模型

计算机网络体系结构

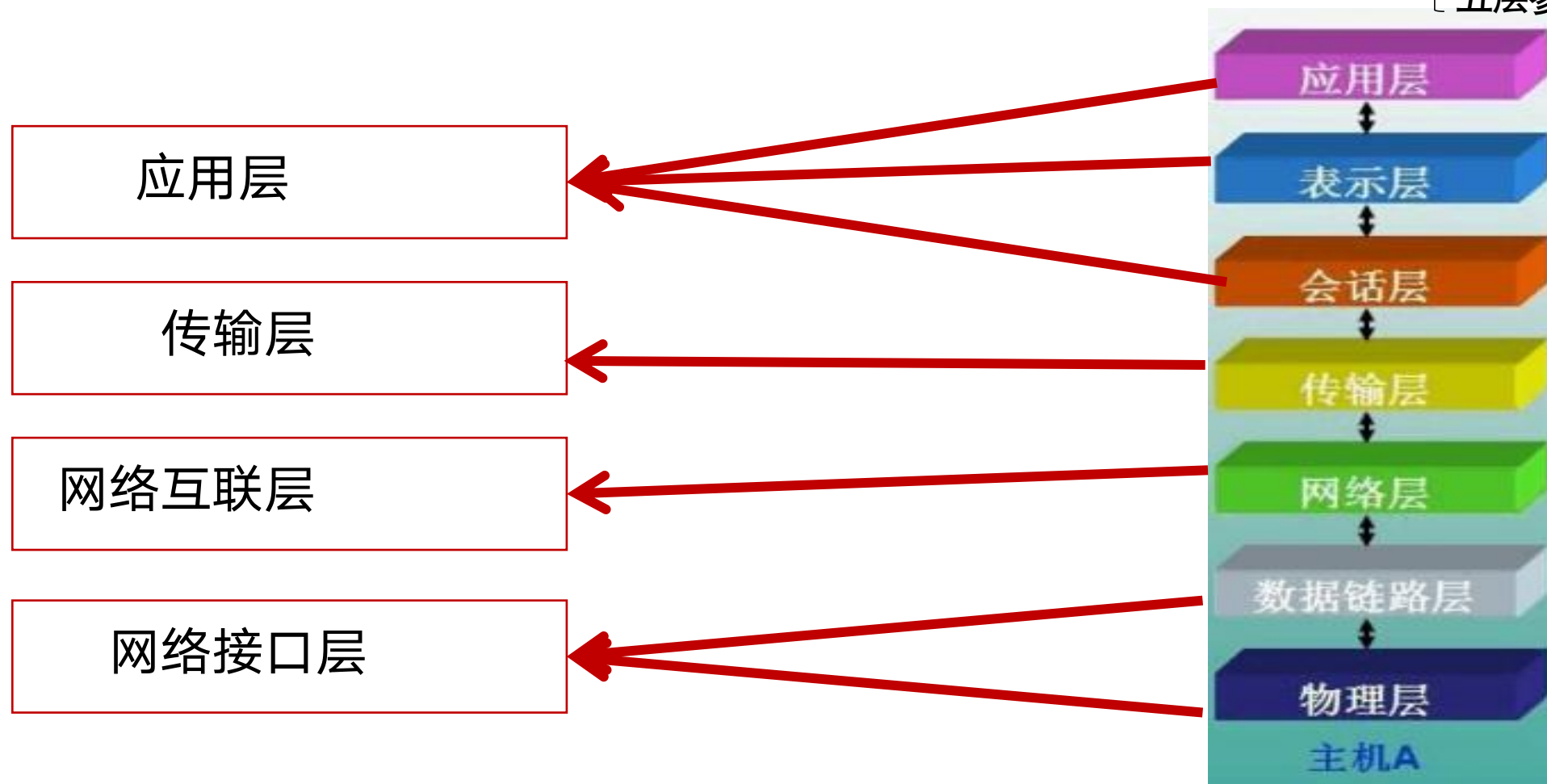
计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

有关术语

TCP/IP参考模型

五层参考模型



## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.3 TCP/IP参考模型（领会）

计算机网络体系结构

计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

有关术语

TCP/IP参考模型

五层参考模型

应用层：报文

传输层：段

网络互联层：数据报

网络接口层：帧

## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.3 TCP/IP参考模型（领会）

计算机网络体系结构

计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

有关术语

TCP/IP参考模型

五层参考模型

应用层：报文

在Internet上常见的一些网络应用大多在这一层。

www服务：HTTP

传输层：段

文件传输：FTP

网络互联层：数据报

电子邮件：SMTP和POP3

网络接口层：帧

## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.3 TCP/IP参考模型

计算机网络体系结构

计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

有关术语

TCP/IP参考模型

五层参考模型

应用层：报文

传输层：段

网络互联层：数据报

网络接口层：帧

面向连接、提供可靠数据流传输的传输控制协议：TCP

无连接、不提供可靠数据传输的用户数据协议：UDP

## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.3 TCP/IP参考模型



应用层：报文

传输层：段

网络互联层：数据报

网络接口层：帧

TCP/IP参考模型核心。IP协议，ICMP（互联网控制报文协议）；

## 1.5 计算机网络体系结构

### 1.5.3 TCP/IP参考模型

计算机网络体系结构

计算机网络体系结构定义

OSI参考模型

有关术语

TCP/IP参考模型

五层参考模型

应用层：报文

传输层：段

网络互联层：数据报

网络接口层：帧

提供给网络互联层一个访问接口

## 练习题

TCP / IP是一组协议的代名词，一般来说IP提供（ ）

A:应用层服务

B:网络层服务

C:传输层服务

D:物理层服务

## 练习题

TCP / IP是一组协议的代名词，一般来说IP提供（**B**）

A:应用层服务

**B:网络层服务**

C:传输层服务

D:物理层服务



too young too simple



# 1.5 计算机网络体系结构

## 1.5.4: 五层参考模型



应用层：报文

传输层：段

网络层：数据报

链路层：帧

物理层：比特流

五层参考模型：  
描述计算机网络中最常用、最接近实际网络的参考模型

## 练习题

在描述计算机网络中最常用、最接近实际网络的参考模型是（ ）

## 练习题

在描述计算机网络中最常用、最接近实际网络的参考模型是（五层参考模型）

## 第一章 计算机网络基本概念

计算机网络概述

计算机网络结构

数据交换技术

计算机网络性能

计算机网络体系结构

计算机网络与因特网发展简史

## 1.6 计算机网络体与因特网发展简史

- 1、MIT、兰德公司和NPL推动**分组交换**的研究与发展；
- 2、分组交换推动**因特网**的发展；
- 3、**ARPAnet是第一个分组交换的计算机网络，也是当今因特网的祖先。**
- 4、1986年，NSFNET创建，用于商业。
- 5、20世纪90年代，万维网（www）应用诞生。
- 6、“互联网+”