



# 计算机网络与通信技术

知识点：性能指标

北京交通大学 刘彪



# 性能指标

## 1、速率

- 比特 (bit) 是计算机中数据量的单位，也是信息论中使用的信息量的单位。
- 比特 (bit) 来源于 binary digit，意思是一个“二进制数字”，因此一个比特就是二进制数字中的一个 1 或 0。
- 速率是计算机网络中最重要的一个性能指标，指的是数据的传送速率，也称为数据率 (data rate) 或比特率 (bit rate)。单位是 bit/s，或 kbit/s、Mbit/s、Gbit/s 等等



# 性能指标

## 2、带宽

两种不同意义：

- “带宽” (bandwidth) 本来是指信号具有的**频带宽度**，其单位是赫（或千赫、兆赫、吉赫等）
- 在计算机网络中，“带宽”用来表示网络中某通道传送数据的能力。表示在单位时间内网络中的某信道所能通过的“**最高数据率**”。单位是 bit/s，即“比特每秒”



# 性能指标

## 3、吞吐量

- 吞吐量 (throughput) 表示在单位时间内通过某个网络（或信道、接口）的数据量。
- 吞吐量更经常地用于对现实世界中的网络的一种测量，以便知道**实际上到底有多少数据量能够通过网络**。
- 吞吐量受网络的带宽或网络的额定速率的限制。



# 性能指标

## 4、时延

- 时延 (delay 或 latency) , 也称为**延迟**或**迟延**, 是指数据 (一个报文或分组, 甚至比特) 从网络 (或链路) 的一端传送到另一端所需的时间。
- 网络中的时延由以下几个不同的部分组成:
  - (1) 发送时延
  - (2) 传播时延
  - (3) 处理时延
  - (4) 排队时延



# 性能指标

## 时延

- (1) 发送时延

- 也称为传输时延。

- 发送数据时，数据帧从结点进入到传输媒体所需要的时间。

- 也就是从发送数据帧的第一个比特算起，到该帧的最后一个比特发送完毕所需的时间。

$$\text{发送时延} = \frac{\text{数据帧长度 (bit)}}{\text{发送速率 (bit/s)}}$$



# 性能指标

## 时延

- (2) 传播时延

- 电磁波在信道中需要传播一定的距离而花费的时间。
- 传输（发送）时延与传播时延有本质上的不同。
- 信号传输（发送）速率和信号在信道上的传播速率是完全不同的概念。

$$\text{传播时延} = \frac{\text{信道长度（米）}}{\text{信号在信道上的传播速率（米/秒）}}$$



# 性能指标

## 时延

- (3) 处理时延

- 主机或路由器在收到分组时，为处理分组（例如分析首部、提取数据、差错检验或查找路由）所花费的时间。

- (4) 排队时延

- 分组在路由器输入输出队列中排队等待处理所经历的时延。

- 排队时延的长短往往取决于网络中当时的通信量。





# 性能指标

## 时延

- 数据在网络中经历的总时延就是发送时延、传播时延、处理时延和排队时延之和。

$$\begin{aligned} \text{总时延} = & \text{发送时延} \\ & + \text{传播时延} \\ & + \text{处理时延} \\ & + \text{排队时延} \end{aligned}$$

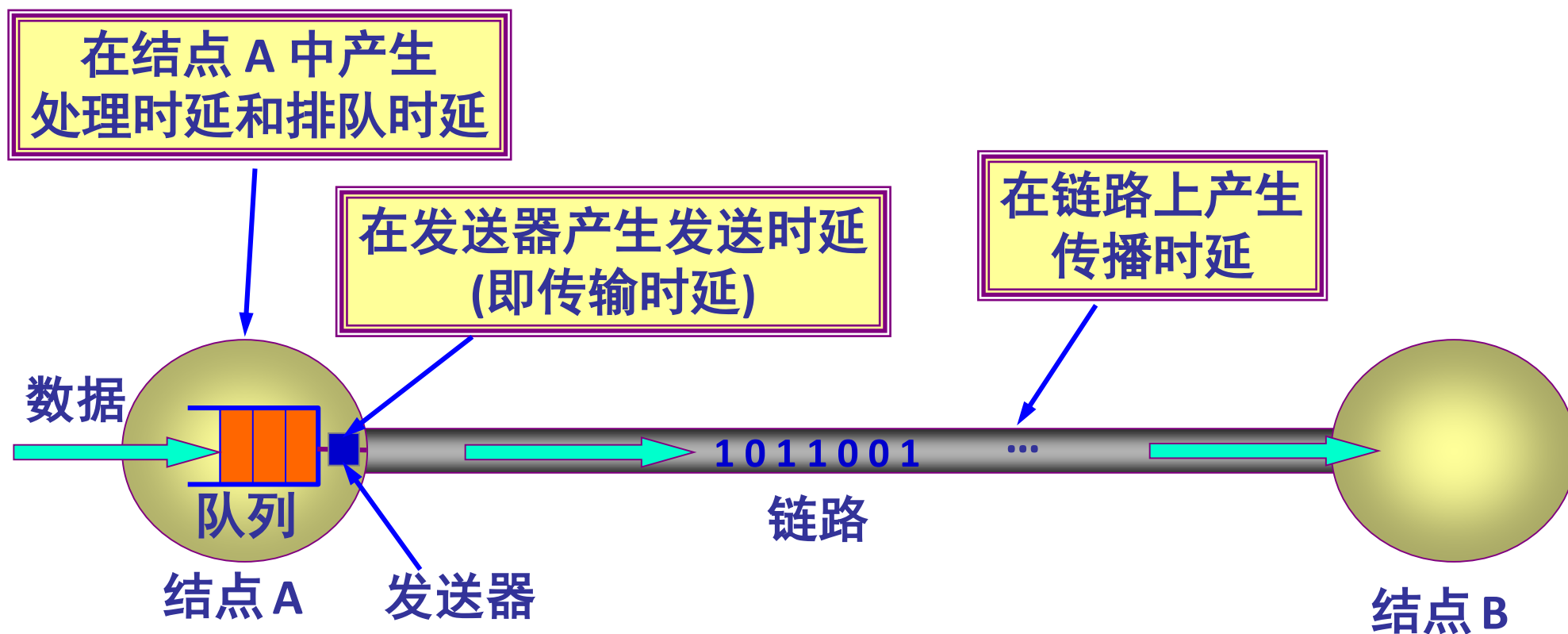
需要注意，在总时延中，究竟是哪一种时延占主导地位，必须具体分析。



# 性能指标

## 4种时延产生的位置

假设从结点 A 向结点 B 发送数据



几种时延产生的地方不一样



# 性能指标

## 时延的错误概念

宽带线路  在宽带线路  比特传播得快 

窄带线路  在窄带线路  比特传播得慢 

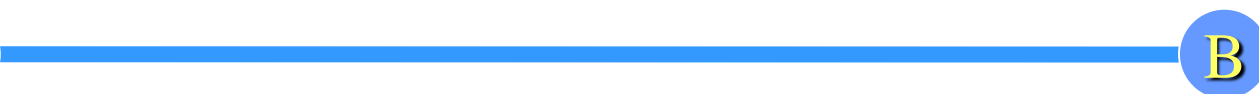


# 性能指标

## 正确的概念

宽带线路

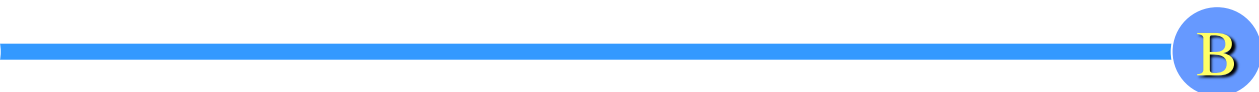
A



B

窄带线路

A



B

宽带线路和窄带线路上比特的传播速率是一样的。

宽带线路：每秒有更多比特从计算机注入到线路。



# 性能指标

## 正确的概念

宽带线路

窄带线路

宽带和窄带线路：车速一样

宽带线路：车距缩短

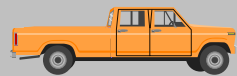
- 对于高速网络链路，我们提高的仅仅是数据的**发送速率**而不是比特在链路上的**传播速率**。



# 性能指标

## 另一种错误概念

——“宽带”相当于“多车道”



多车道公路是并行传输

通信线路上通常都是串行传输





# 性能指标

## 5、时延带宽积

$$\text{时延带宽积} = \text{传播时延} \times \text{带宽}$$



- 链路的时延带宽积又称为以比特为单位的链路长度。



# 性能指标

## 6、往返时间RTT

- 互联网上的信息不仅仅单方向传输，而是双向交互的。因此，有时很需要知道双向交互一次所需的时间。
- **往返时间**表示从发送方发送数据开始，到发送方收到来自接收方的确认，总共经历的时间。
- 在互联网中，往返时间还包括**各中间结点**的处理时延、排队时延以及转发数据时的发送时延。
- **PING**命令可以测试往返时间。





# 性能指标

## 7、利用率

- 分为信道利用率和网络利用率。
- 信道利用率指出某信道有百分之几的时间是被利用的（有数据通过）。完全空闲的信道的利用率是零。
- 网络利用率则是全网络的信道利用率的加权平均值。
- 信道利用率并非越高越好。当某信道的利用率增大时，该信道引起的时延也就迅速增加。



# 性能指标

## 一些非性能指标

- 一些非性能特征也很重要。它们与前面介绍的性能指标有很大的关系。主要包括：
  - 费用
  - 质量
  - 标准化
  - 可靠性
  - 可扩展性和可升级性
  - 易于管理和维护



# 计算机网络与通信技术

知识点：性能指标

北京交通大学 刘彪