

比特

计算机中的数据量单位，一个比特就是二进制数字中的1或0。

常用的数据量单位：单位换算是： $\times 2^{10}$

$$8bit = 1Byte$$

$$KB = 2^{10} B$$

$$MB = K \cdot KB = 2^{10} \cdot 2^{10} B = 2^{20} B$$

$$GB = K \cdot MB = 2^{10} \cdot 2^{20} B = 2^{30} B$$

$$TB = K \cdot GB = 2^{10} \cdot 2^{30} B = 2^{40} B$$

一、速率

- 定义：网络技术中的速率指的是数据的传送速率，也称为数据率或比特率。
- 单位：**bit/s** 或者 **b/s** 或者 **bps**（比特每秒）。单位换算： $\times 10^3$

$$kb/s = 10^3 b/s(bps)$$

$$Mb/s = 10^6 b/s(bps)$$

$$Gb/s = 10^9 b/s(bps)$$

二、带宽

- 带宽在**模拟信号**中的意义：
信号所包含的各种不同频率成分所占据的频率范围。单位：Hz（KHz, MHz, GHz）
- 带宽在**计算机网络**中的意义：
用来表示网络的通信线路所能传送数据的能力，因此网络带宽表示在单位时间内从网络中的某一点到另一点所能通过的“最高数据率”（速率最大值）。单位：bit/s（比特每秒）（kbit/s, Mbit/s, Gbit/s, Tbit/s）

两种表述联系：一条通信线路的“频带宽度”越宽，其传输数据的“最高数据率”也越高。

三、吞吐量

在单位时间内通过某个网络（或信道，接口）的实际**数据量**。

吞吐量受网络的带宽或额定速率的限制。

有时吞吐量还可以用**每秒传送的字节或帧数**来表示。

四、时延

时延是指数据从网络的一端到另一端所需的时间。

发送时延在机器内部发生，与**传输信道长度**没有任何关系；传播时延在传输媒体上，与**信号的发送速率**没有关系。

总时延 = 发送时延 + 传播时延 + 处理时延 + 排队时延

发送时延

发送时延是主机或路由器发送数据帧所需要的时间。也就是从发送数据帧的第一个比特开始，到该帧最后一个比特发送完所需时间。

$$\text{发送时延} = \frac{\text{分组长度} (bit)}{\text{发送速率} (bit/s)}$$

发送速率取决于网卡发送速率、信道带宽、接口速率的最小值。

传播时延

传播时延是电磁波在信道中传播一定距离需要花费的时间。

$$\text{传播时延} = \frac{\text{信道长度} (m)}{\text{电磁波在信道上的传输速率} (m/s)}$$

电磁波的传播速率：自由空间： 3×10^8 m/s；铜线： 2.3×10^8 m/s；光纤： 2.0×10^8 m/s

处理时延

主机或路由器收到分组时要花费一定的时间进行处理。

排队时延

分组在进过网络传输时，要经过很多路由器，分组进入路由器后要先在输入队列中排队处理。

五、时延带宽积

又称为以比特为单位的链路长度：

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

六、往返时间RTT

从源主机发送分组开始，直到源主机收到来自目的主机的确认分组为止所需要额定时间。

七、利用率

信道利用率

用来表示某信道有百分之几的时间是被利用的（有数据通过）。信道利用率并不是越高越好。

网络利用率

全网络的信道利用率的加权平均。

D_0 表示网络空闲时延，D表示网络当前时延，则 D_0 , D 和利用率U之间的关系：

$$D = \frac{D_0}{1 - U}$$

可以写成这样： $D * (1 - U) = D_0$ 即网络当前时延没有被利用的是空闲时延。

信道或网络的利用率过高会产生非常大的时延：

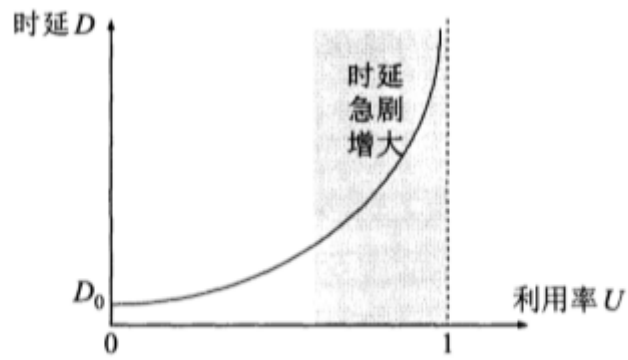


图 1-16 时延与利用率的关系

八、丢包率

即分组丢失率，指在一定的时间内，传输过程中丢失的分组数量与总分组数量的比率。

具体分为：接口丢包率，节点丢包率，链路丢包率，路径丢包率，网络丢包率。

分组丢失的两种情况：

1. 在传输过程中出现误码，被节点丢弃。
2. 分组到达一台队列已满的分组交换机时被丢弃，在通信量较大时可能造成网络阻塞