

1.5 计算机网络的性能指标

速率

带宽

吞吐量

时延

时延带宽积

往返时间

利用率

丢包率

速率

- ☐ 连接在计算机网络上的主机在数字信道上传送比特的速率，也称为**比特率**或**数据率**；
- ☐ 基本单位：bit/s (b/s, bps)，常用单位：kb/s, Mb/s, Gb/s, Tb/s

带宽

- ☐ 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**”；单位与速率单位相同。

吞吐量

- ☐ 吞吐量表示在**单位时间内通过某个网络（或信道、接口）的数据量**；
- ☐ 吞吐量被经常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**受网络的带宽或额定速率的限制**。

时延

- ☐ **发送时延** = $\frac{\text{分组长度 (b)}}{\text{发送速率 (b/s)}}$
- ☐ **传播时延** = $\frac{\text{信道长度 (m)}}{\text{电磁波传播速率 (m/s)}}$
- ☐ **处理时延** 一般不便于计算



1.5 计算机网络的性能指标

速率

带宽

吞吐量

时延

时延带宽积

往返时间

利用率

丢包率

时延带宽积 = 传播时延 × 带宽



- 若发送端连续发送数据，则在所发送的第一个比特即将到达终点时，发送端就已经发送了时延带宽积个比特；
- 链路的时延带宽积又称为**以比特为单位的链路长度**。

1.5 计算机网络的性能指标

速率

带宽

吞吐量

时延

时延带宽积

往返时间

利用率

丢包率

- 在许多情况下，因特网上的信息不仅仅单方向传输，而是双向交互；
- 我们有时很需要知道双向交互一次所需的时间；
- 因此，往返时间**RTT**(Round-Trip Time)也是一个重要的性能指标。



1.5 计算机网络的性能指标

速率

带宽

吞吐量

时延

时延带宽积

往返时间

利用率

丢包率

- 在许多情况下，因特网上的信息不仅仅单方向传输，而是双向交互；
- 我们有时很需要知道双向交互一次所需的时间；
- 因此，往返时间**RTT**(Round-Trip Time)也是一个重要的性能指标。



1.5 计算机网络的性能指标

速率

带宽

吞吐量

时延

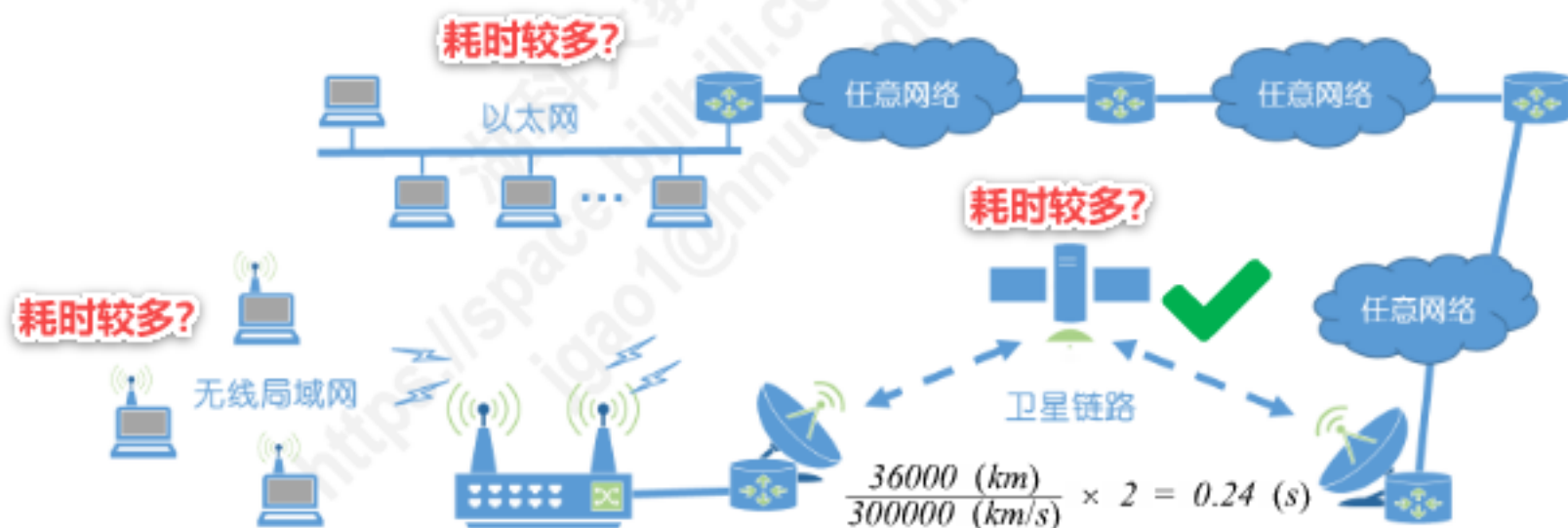
时延带宽积

往返时间

利用率

丢包率

- 在许多情况下，因特网上的信息不仅仅单方向传输，而是双向交互；
- 我们有时很需要知道双向交互一次所需的时间；
- 因此，往返时间**RTT**(Round-Trip Time)也是一个重要的性能指标。



1.5 计算机网络的性能指标

速率

带宽

吞吐量

时延

时延带宽积

往返时间

利用率

丢包率

利用率

信道利用率

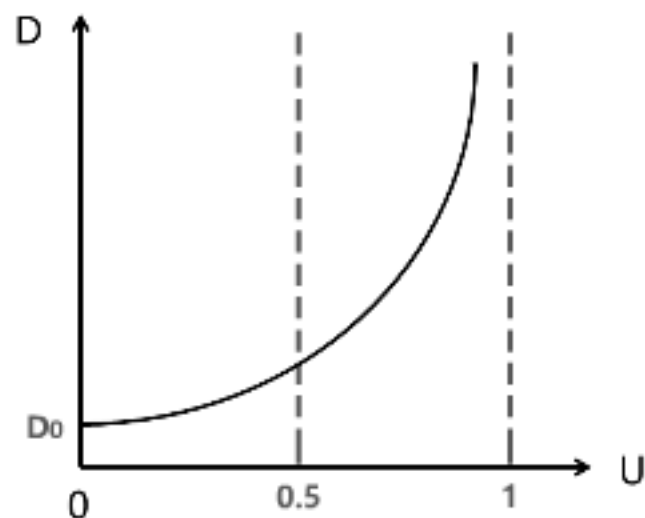
用来表示某信道有百分之几的时间是被利用的（有数据通过）。

网络利用率

全网络的信道利用率的加权平均。

- 根据排队论，当某信道的利用率增大时，该信道引起的时延也会迅速增加；
- 因此，**信道利用率并非越高越好**；
- 如果令 D_0 表示网络空闲时的时延， D 表示网络当前的时延，那么在适当的假定条件下，可以用下面的简单公式来表示 D 、 D_0 和利用率 U 之间的关系：

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



1.5 计算机网络的性能指标

速率

带宽

吞吐量

时延

时延带宽积

往返时间

利用率

丢包率

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）。

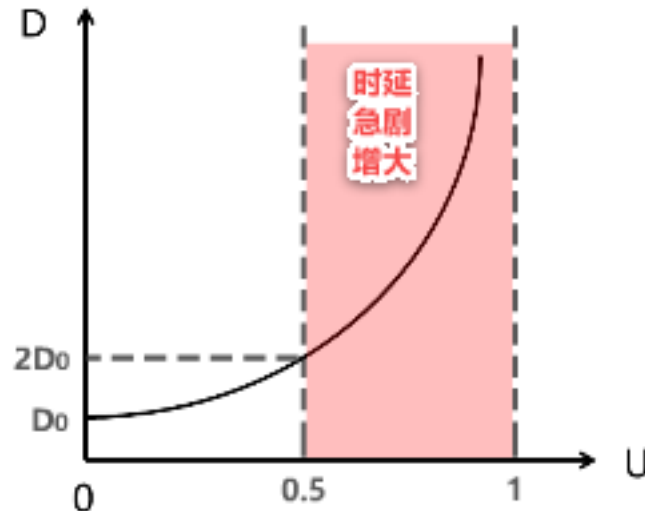
网络利用率

全网络的信道利用率的加权平均。

- 根据排队论，当某信道的利用率增大时，该信道引起的时延也会迅速增加；
- 因此，**信道利用率并非越高越好**；
- 如果令 D_0 表示网络空闲时的时延， D 表示网络当前的时延，那么在适当的假定条件下，可以用下面的简单公式来表示 D 、 D_0 和利用率 U 之间的关系：

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

- ☐ 当网络的利用率达到50%时，时延就要加倍；
- ☐ 当网络的利用率超过50%时，时延急剧增大；
- ☐ 当网络的利用率接近100%时，时延就趋于无穷大；
- ☐ 因此，一些拥有较大主干网的ISP通常会控制它们的信道利用率不超过50%。如果超过了，就要准备扩容，增大线路的带宽。



1.5 计算机网络的性能指标

速率

带宽

吞吐量

时延

时延带宽积

往返时间

利用率

丢包率

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）。

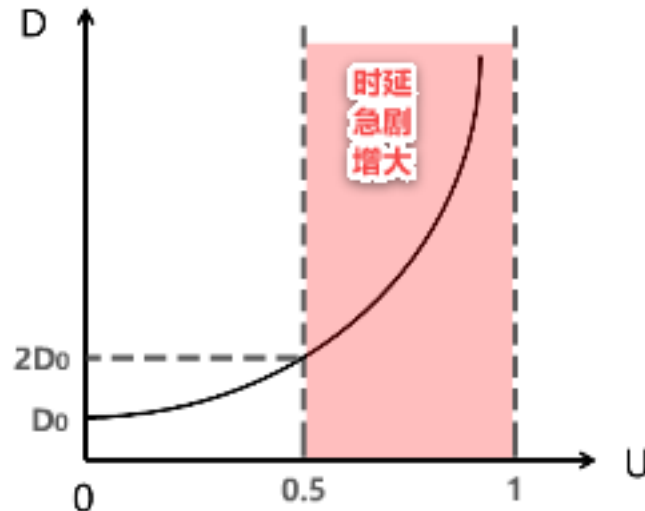
网络利用率

全网络的信道利用率的加权平均。

- 根据排队论，当某信道的利用率增大时，该信道引起的时延也会迅速增加；
- 因此，**信道利用率并非越高越好**；
- 如果令 D_0 表示网络空闲时的时延， D 表示网络当前的时延，那么在适当的假定条件下，可以用下面的简单公式来表示 D 、 D_0 和利用率 U 之间的关系：

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

- ☐ 当网络的利用率达到50%时，时延就要加倍；
- ☐ 当网络的利用率超过50%时，时延急剧增大；
- ☐ 当网络的利用率接近100%时，时延就趋于无穷大；
- ☐ 因此，一些拥有较大主干网的ISP通常会控制它们的信道利用率不超过50%。如果超过了，就要准备扩容，增大线路的带宽。
- 也不能使信道利用率太低，这会使宝贵的通信资源被白白浪费。应该使用一些机制，可以根据情况动态调整输入到网络中的通信量，使网络利用率保持在一个合理的范围内。



1.5 计算机网络的性能指标

速率

带宽

吞吐量

时延

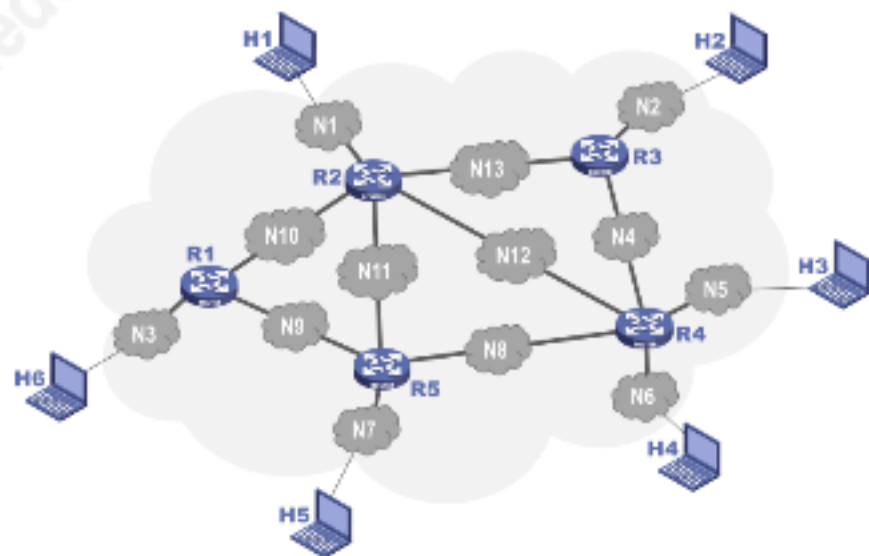
时延带宽积

往返时间

利用率

丢包率

- 丢包率即分组丢失率，是指在一定的时间范围内，传输过程中**丢失的分组数量与总分组数量的比率**。
- 丢包率具体可分为接口丢包率、结点丢包率、链路丢包率、路径丢包率、网络丢包率等。
- 丢包率是网络运维人员非常关心的一个网络性能指标，但对于普通用户来说往往并不关心这个指标，因为他们通常意识不到网络丢包。
- 分组丢失主要有两种情况：



1.5 计算机网络的性能指标

速率

带宽

吞吐量

时延

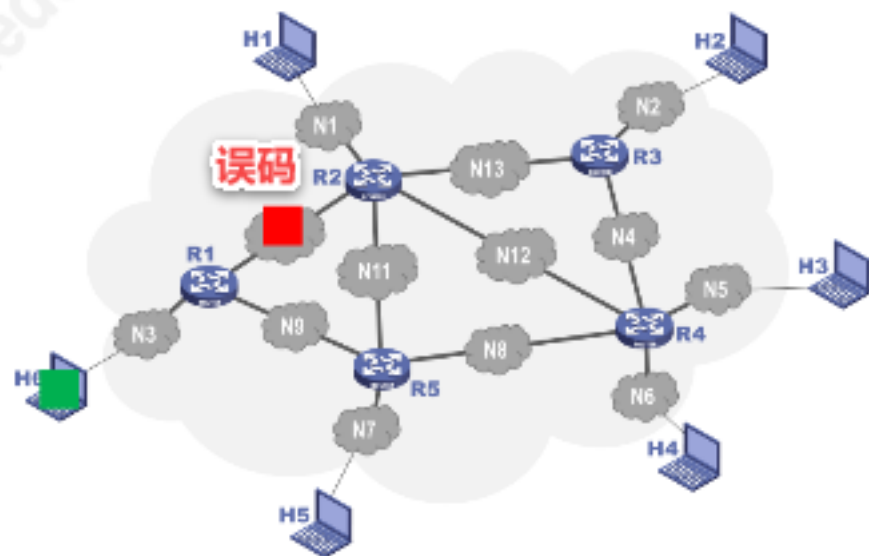
时延带宽积

往返时间

利用率

丢包率

- 丢包率即分组丢失率，是指在一定的时间范围内，传输过程中**丢失的分组数量与总分组数量的比率**。
- 丢包率具体可分为接口丢包率、结点丢包率、链路丢包率、路径丢包率、网络丢包率等。
- 丢包率是网络运维人员非常关心的一个网络性能指标，但对于普通用户来说往往并不关心这个指标，因为他们通常意识不到网络丢包。
- 分组丢失主要有两种情况：
 - 分组在传输过程中出现**误码**，被结点丢弃；



1.5 计算机网络的性能指标

速率

带宽

吞吐量

时延

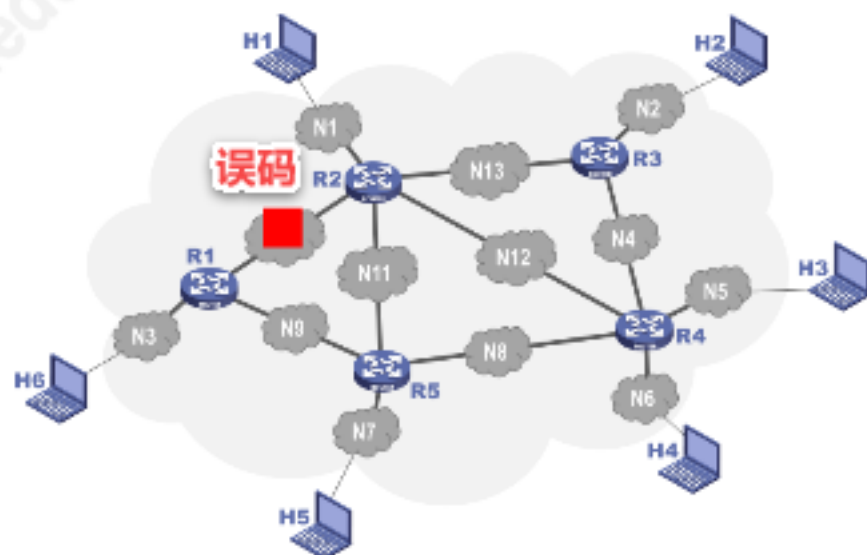
时延带宽积

往返时间

利用率

丢包率

- 丢包率即分组丢失率，是指在一定的时间范围内，传输过程中**丢失的分组数量与总分组数量的比率**。
- 丢包率具体可分为接口丢包率、结点丢包率、链路丢包率、路径丢包率、网络丢包率等。
- 丢包率是网络运维人员非常关心的一个网络性能指标，但对于普通用户来说往往并不关心这个指标，因为他们通常意识不到网络丢包。
- 分组丢失主要有两种情况：
 - 分组在传输过程中出现**误码**，被结点丢弃；



1.5 计算机网络的性能指标

速率

带宽

吞吐量

时延

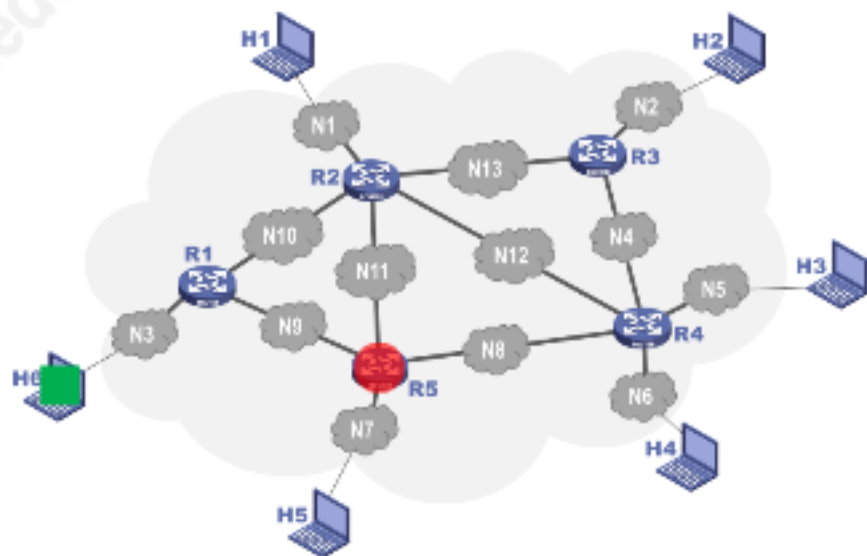
时延带宽积

往返时间

利用率

丢包率

- 丢包率即分组丢失率，是指在一定的时间范围内，传输过程中**丢失的分组数量与总分组数量的比率**。
- 丢包率具体可分为接口丢包率、结点丢包率、链路丢包率、路径丢包率、网络丢包率等。
- 丢包率是网络运维人员非常关心的一个网络性能指标，但对于普通用户来说往往并不关心这个指标，因为他们通常意识不到网络丢包。
- 分组丢失主要有两种情况：
 - ☐ 分组在传输过程中出现**误码**，被结点丢弃；
 - ☐ 分组到达一台队列已满的分组交换机时被丢弃；在通信量较大时就可能造成**网络拥塞**。



1.5 计算机网络的性能指标

速率

带宽

吞吐量

时延

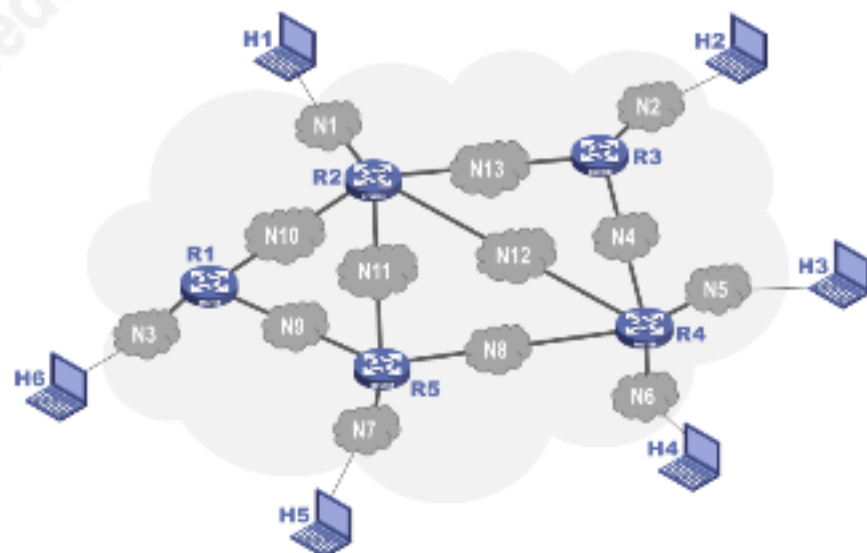
时延带宽积

往返时间

利用率

丢包率

- 丢包率即分组丢失率，是指在一定的时间范围内，传输过程中**丢失的分组数量与总分组数量的比率**。
- 丢包率具体可分为接口丢包率、结点丢包率、链路丢包率、路径丢包率、网络丢包率等。
- 丢包率是网络运维人员非常关心的一个网络性能指标，但对于普通用户来说往往并不关心这个指标，因为他们通常意识不到网络丢包。
- 分组丢失主要有两种情况：
 - ☐ 分组在传输过程中出现**误码**，被结点丢弃；
 - ☐ 分组到达一台队列已满的分组交换机时被丢弃；在通信量较大时就可能造成**网络拥塞**。
- 因此，丢包率反映了网络的拥塞情况：
 - ☐ 无拥塞时路径丢包率为0
 - ☐ 轻度拥塞时路径丢包率为1%~4%
 - ☐ 严重拥塞时路径丢包率为5%~15%



1.5 计算机网络的性能指标

速率

带宽

吞吐量

时延

时延带宽积

往返时间

利用率

丢包率

时延带宽积

- ☐ 传播时延和带宽的成绩;
- ☐ 若发送端连续发送数据, 则在所发送的第一个比特即将到达终点时, 发送端就已经发送了时延带宽积个比特;
- ☐ 链路的时延带宽积又称为以比特为单位的链路长度。

往返时间RTT

- ☐ 在许多情况下, 因特网上的信息不仅仅单方向传输, 而是双向交互;
- ☐ 我们有时很需要知道双向交互一次所需的时间。

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);
- ☐ 网络利用率: 全网络的信道利用率的加权平均;
- ☐ 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会迅速增加;
- ☐ 也不能使信道利用率太低, 这会使宝贵的通信资源被白白浪费。

丢包率

- ☐ 丢包率即分组丢失率, 是指在一定的时间范围内, 传输过程中丢失的分组数量与总分组数量的比率;
- ☐ 分组丢失的两个主要原因: 分组误码, 结点交换机缓存队列满 (网络拥塞);

1.5 计算机网络的性能指标

速率

带宽

吞吐量

时延

时延带宽积

往返时间

利用率

丢包率

时延带宽积

- ☐ 传播时延和带宽的成绩;
- ☐ 若发送端连续发送数据, 则在所发送的第一个比特即将到达终点时, 发送端就已经发送了时延带宽积个比特;
- ☐ 链路的时延带宽积又称为以比特为单位的链路长度。

往返时间RTT

- ☐ 在许多情况下, 因特网上的信息不仅仅单方向传输, 而是双向交互;
- ☐ 我们有时很需要知道双向交互一次所需的时间。

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);
- ☐ 网络利用率: 全网络的信道利用率的加权平均;
- ☐ 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会迅速增加;
- ☐ 也不能使信道利用率太低, 这会使宝贵的通信资源被白白浪费。

丢包率

- ☐ 丢包率即分组丢失率, 是指在一定的时间范围内, 传输过程中丢失的分组数量与总分组数量的比率;
- ☐ 分组丢失的两个主要原因: 分组误码, 结点交换机缓存队列满 (网络拥塞);

