

## 第四章 介质访问控制子层

# ALOHA协议



# 多路访问协议

## ❑ 随机访问协议（Random Access）

- 特点：站点争用信道，可能出现站点之间的冲突
- 典型的随机访问协议
  - ALOHA协议
  - CSMA协议
  - CSMA/CD协议（以太网采用此协议）

## ❑ 受控访问协议（Controlled Access）

- 特点：站点被分配占用信道，无冲突



# ALOHA协议

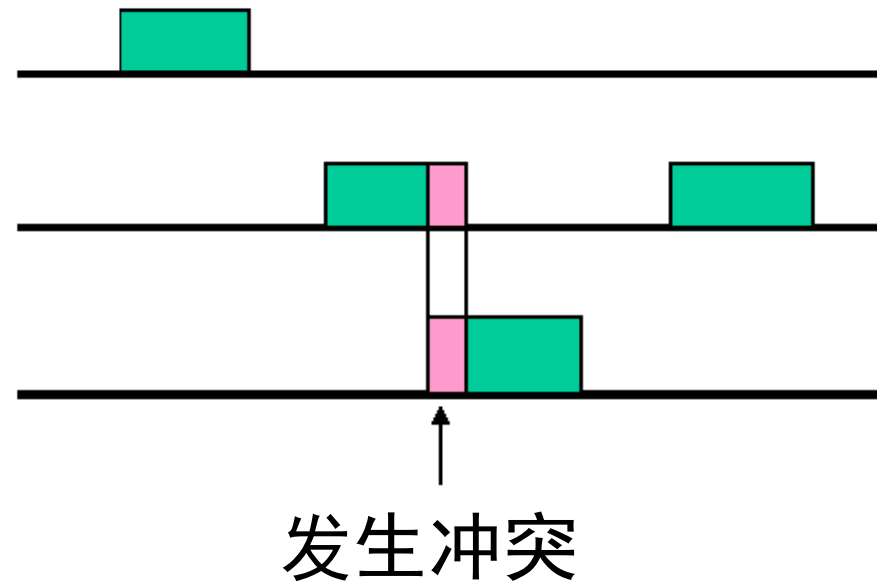
- ❑ 夏威夷大学Norman Abramson及他的同事设计
- ❑ 两个版本
  - 纯ALOHA协议
  - 分隙ALOHA协议





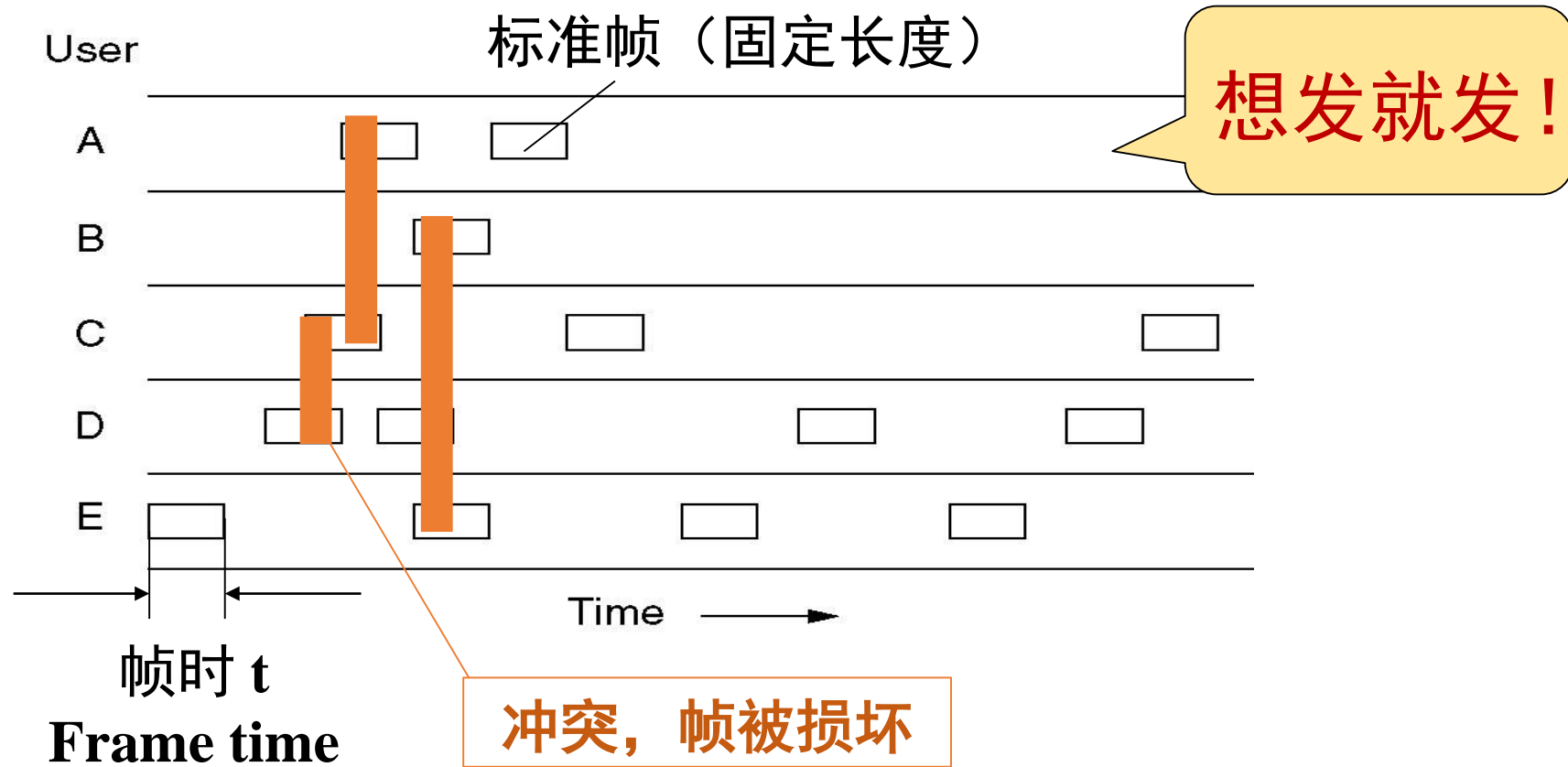
# 纯ALOHA (Pure ALOHA)工作原理

- 任何一个站都可以在帧生成后立即发送（可能冲突），并通过信号的反馈，检测信道，以确定发送是否成功。
- 如发送失败，则经随机延时后再发送。





# 纯ALOHA (Pure ALOHA)工作原理



- ❑ 每个站点可在任意时间发送数据（不关心信道是否已被占用）；
- ❑ 两个以上站点都在发送数据时就会发生冲突。



# 纯ALOHA协议的数学描述

## □ 定义

- 帧时：发送一个标准长的帧所需的时间

## □ 服从泊松分布

- 一个帧时内用户产生新帧：均值 $N$ 个
- 一个帧时内信道中产生的帧（包括重传）：均值 $G$ 个



# 纯ALOHA协议的数学描述

## □ 分析：

- $0 < N < 1$ ，轻载 $N$ 接近0，重载 $N$ 接近1
- $G \geq N$ ，轻载 $G=N$ （无冲突），重载 $G>N$ （冲突/重传）

## □ 概率

$\Pr[k] = G^k e^{-G} / k!$  (一个帧时内信道中产生 $k$ 个帧，泊松分布)

$\Pr[k=0] = e^{-G}$  (一个帧时内信道中产生0个帧)



## ▣ 吞吐率(Throughout) $S$

➤ 在发送时间 $T$ 内发送成功的平均帧数。

显然,  $0 < S < 1$

➤  $S = 1$ 时分组一个接一个地发送出去, 帧之间没有空隙。一般用 $S$ 接近于1的程度来衡量信道的利用率。





# 性能分析

## ▣ 运载负载(Carried load) $G$ ，又称网络负载

- 时间 $T$ 内所有通信站总共发送的帧平均值(包括原发和重发的分组)。
- 显然， $G \geq S$ ，只有在不发生冲突时 $G$ 才等于 $S$ 。当重负载( $G \gg 1$ )时，冲突频繁。

$P_0$ :  $P_0$ 是一帧发送成功(即未发生冲突)的概率。就是发送成功的分组在已发送分组的总数中所占的比例。

$$S = G \times P_0$$

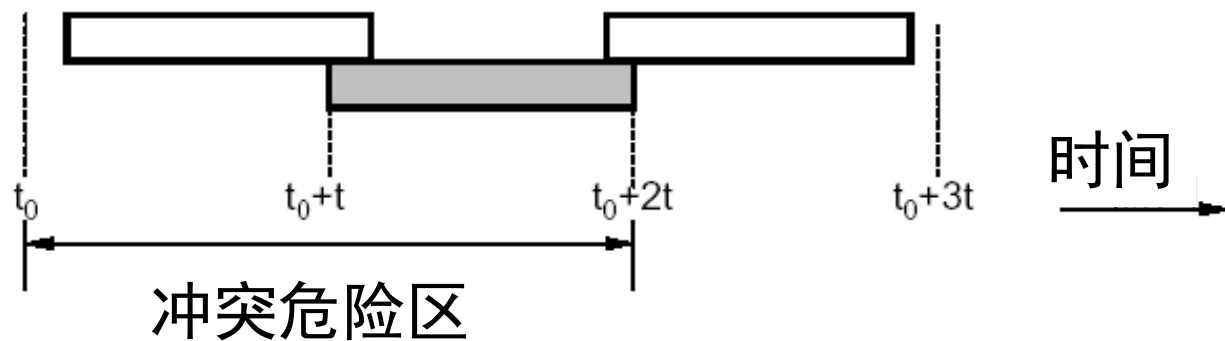


# 如何计算 $P_0$ ? 危险冲突期

□ 时间长度:  $2t$

➤ 生成帧均值:  $2G$

➤ 不遭冲突概率:  $P_0 = e^{-2G}$  ?



# $P_0$ 的计算

- $P_0$ 的含义是在连续两个T的时间内都没有其它帧生成的概率，即连续两个T的时间内都生成0帧的概率( $P[0]$ )之乘积。
- 生成0帧的概率(即不生成帧的概率)，即是将  $k=0$  代入上式，得： $P[0] = e^{-G}$ 
  - 注意： $P_0$ 与 $P[0]$ 是两个完全不同的概念。
- 所以： $P_0 = P[0]P[0] = (e^{-G})^2 = e^{-2G}$



# 纯ALOHA协议的性能

- 将 $P_0 = e^{-2G}$ 代入 $S = GP_0$ 得：

$$S = Ge^{-2G}$$

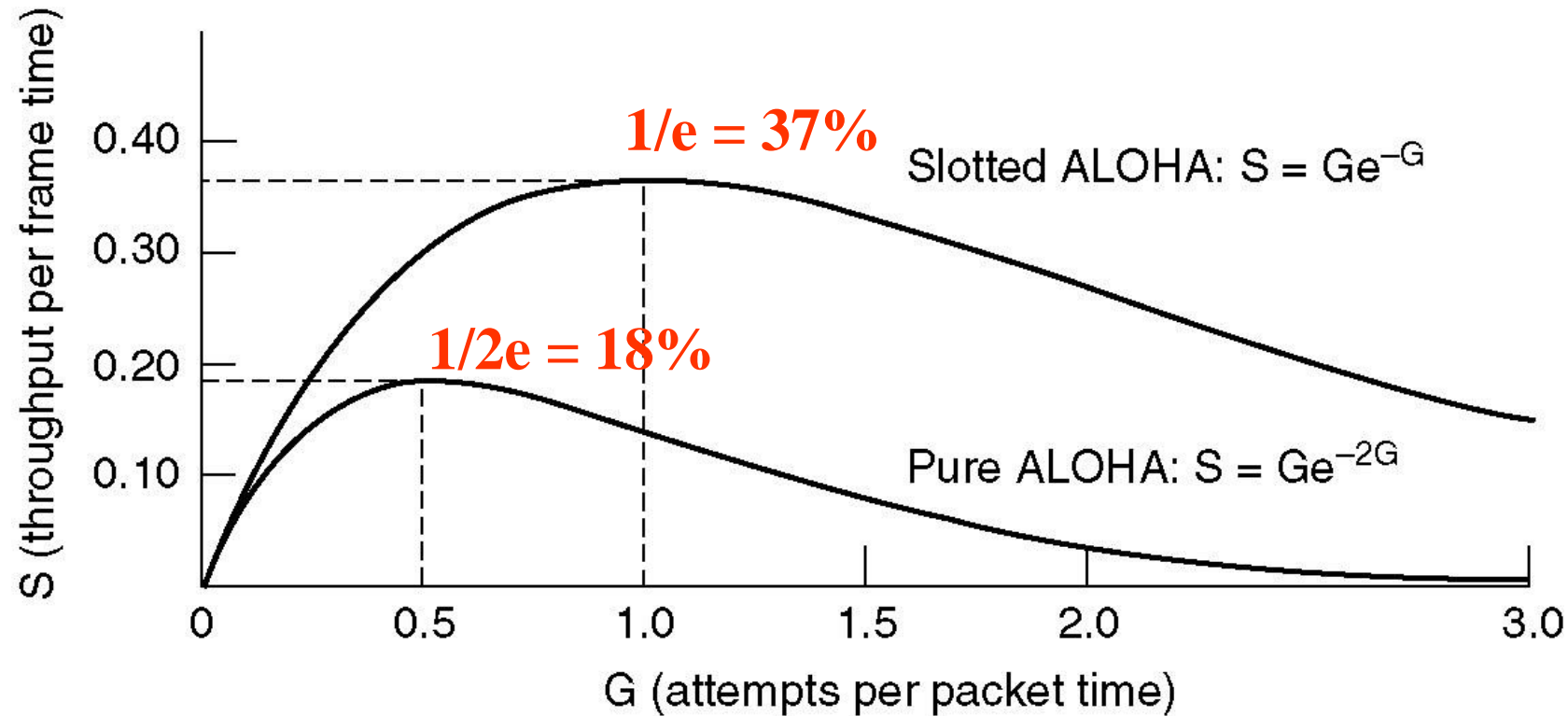
- 求吞吐率 $S$ 的极大值：

$$S' = e^{-2G} - 2Ge^{-2G} = 0$$

- 当 $G = 0.5$  时， $S \cong 0.184$
- 即纯ALOHA信道的利用率最高为18.4%



# ALOHA吞吐率和G之间的关系

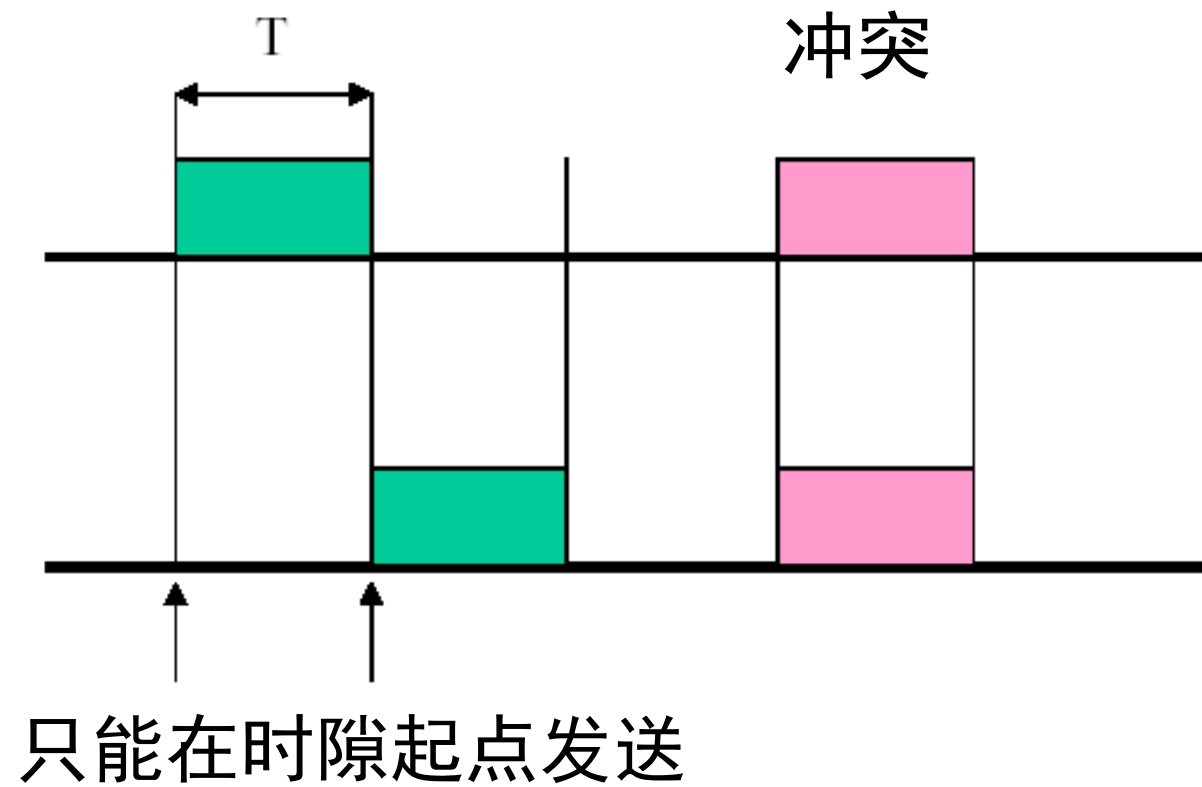


# 分隙ALOHA (Slotted ALOHA)工作原理

- 分隙ALOHA是把时间分成时隙（时间片）
- 时隙的长度对应一帧的传输时间。
- 新帧的产生是随机的，但分隙ALOHA不允许随机发送，凡帧的发送必须在时隙的起点。
- 冲突只发生在时隙的起点，冲突发生时只浪费一个时隙。一旦某个站占用时隙并发送成功，则在该时隙内不会出现冲突。



# 分隙ALOHA图示







# 分隙ALOHA的性能分析

- $P[0] = e^{-G}$

- $P_0 = P[0] = e^{-G}$  ?

- $S = Ge^{-G}$

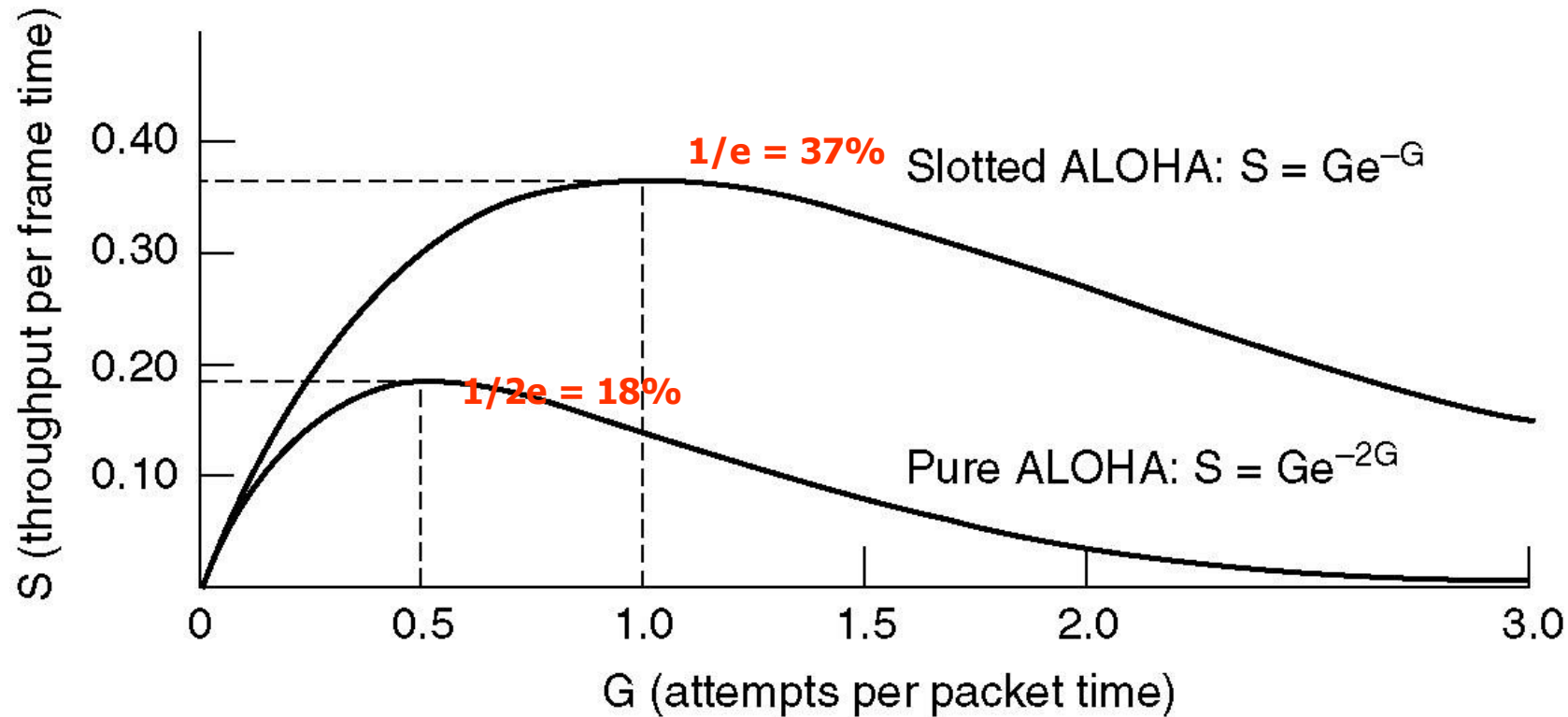
- 在  $G = 1$  时得到最大吞吐率：

- $S_{\max} = 1/e \cong 0.368$

- 该值是纯ALOHA  $S$  值的两倍



# ALOHA吞吐率和G之间的关系





## 小结

- 纯ALOHA中，一旦产生新帧，就立即发送，全然不顾是否有用户正在发送，所以发生冲突的可能伴随着发送的整个过程。
  - 冲突危险期： $2t$ ，信道利用率18.4%
- 分隙ALOHA中，规定发送行为必须在时隙的开始，一旦在发送开始时没有冲突，则该帧将成功发送。
  - 冲突危险期： $t$ ，信道利用率36.8%

# 思考题

- 纯ALOHA协议的工作原理是什么？
- 纯ALOHA协议的冲突危险期是多少？
- 纯ALOHA协议的信道利用率怎样？
- 分隙ALOHA协议的工作原理是什么？
- 分隙ALOHA协议的冲突危险期是多少？
- 分隙ALOHA协议的信道利用率怎样？

谢谢观看

# 致谢

本课程课件中的部分素材来自于：（1）清华大学出版社出版的翻译教材《计算机网络》（原著作者：Andrew S. Tanenbaum, David J. Wetherall）；（2）思科网络技术学院教程；（3）网络上搜到的其他资料。在此，对清华大学出版社、思科网络技术学院、人民邮电出版社、以及其它提供本课程引用资料的个人表示衷心的感谢！

对于本课程引用的素材，仅用于课程学习，如有任何问题，请与我们联系！