

# CSMA/CD

编辑<sup>[1]</sup> 锁定<sup>[2]</sup>

CSMA/CD（Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection）即带冲突检测的载波监听多路访问技术(载波监听多点接入/碰撞检测)。在传统的共享以太网<sup>[3]</sup>中，所有的节点共享传输介质<sup>[4]</sup>。如何保证传输介质有序、高效地为许多节点<sup>[5]</sup>提供<sup>[6]</sup>传输服务<sup>[7]</sup>，就是以太网的介质访问控制<sup>[8]</sup>协议要解决的问题。

中文名  
CSMA/CD  
外文名  
Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection  
定 义  
载波监听多路访问技术  
开发单位  
美国夏威夷大学<sup>[9]</sup>

## CSMA/CD基础篇

编辑<sup>[10]</sup>

CSMA/CD是一种争用型的介质访问控制<sup>[11]</sup>协议。它起源于美国夏威夷大学<sup>[12]</sup>开发的ALOHA网所采用的争用型协议，并进行了改进，使之具有比ALOHA协议更高的介质利用率。主要应用于现场总线Ethernet中。另一个改进是，对于每一个站而言，一旦它检测到有冲突，它就放弃它当前的传送任务。换句话说，如果两个站都检测到信道是空闲的，并且同时开始传送数据，则它们几乎立刻就会检测到有冲突发生。它们不应该再继续传送它们的帧，因为这样只会产生垃圾而已；相反一旦检测到冲突之后，它们应该立即停止传送数据。快速地终止被损坏的帧可以节省<sup>[13]</sup>时间和带宽。

CSMA/CD控制方式的优点是：

原理比较简单，技术上易实现，网络中各工作站处于平等地位，不需集中控制，不提供优先级控制。但在网络负载增大时，发送时间增长，发送效率急剧下降。

CSMA/CD应用在 OSI 的第二层数据链路层<sup>[14]</sup>

它的工作原理是: 发送数据前 先侦听信道是否空闲 ,若空闲，则立即发送数据。若信道忙碌，则等待一段时间至信道中的信息传输结束后再发送数据；若在上一段信息发送结束后，同时有两个或两个以上的节点都提出发送请求，则判定为冲突。若侦听到冲突,则立即停止发送数据，等待一段随机时间,再重新尝试。

其原理简单总结为：先听后发，边发边听，冲突停发，随机延迟后重发

CSMA/CD采用IEEE 802.3<sup>[15]</sup>标准。

它的主要目的是：提供寻址和媒体存取的控制方式，使得不同设备或网络上的节点<sup>[16]</sup>可以在多点的网络上通信而不相互冲突。

有人将CSMA/CD的工作过程形象的比喻成很多人在一间黑屋子中举行讨论会，参加会议的人都是只能听到其他人的声

音。每个人在说话前必须先倾听，只有等会场安静下来后，他才能够发言。人们将发言前监听以确定是否已有人在发言的动作称为“载波监听”；将在会场安静的情况下每人都有平等机会讲话成为“多路访问”；如果有两人或两人以上同时说话，大家就无法听清其中任何一人的发言，这种情况称为发生“冲突”。发言人在发言过程中要及时发现是否发生冲突，这个动作称为“冲突检测”<sup>[17]</sup>。如果发言人发现冲突已经发生，这时他需要停止讲话，然后随机后退延迟，再次重复上述过程，直至讲话成功。如果失败次数太多，他也许就放弃这次发言的想法。通常尝试16次后放弃。

## CSMA/CD进阶篇

编辑<sup>[18]</sup>

## CSMA/CD控制规程

控制规程的核心问题：解决在公共通道上以广播方式传送数据中可能出现的问题（主要是数据碰撞问题）

控制过程包含四个处理内容：监听、发送、检测、冲突处理

### （1）监听：

通过专门的检测机构，在站点准备发送前先侦听一下总线上是否有数据正在传送（线路是否忙）？

若“忙”则进入后述的“退避”处理程序，进而进一步反复进行侦听工作。

若“闲”，则一定算法原则（“X坚持”算法）决定如何发送。

### （2）发送：

当确定要发送后，通过发送机构，向总线发送数据。

### （3）检测：

数据发送后，也可能发生数据碰撞。因而，要对数据边发送，边检测，以判断是否冲突了。

### （4）冲突处理：

当确认发生冲突后，进入冲突处理程序。有两种冲突情况：

#### ① 侦听中发现线路忙

#### ② 发送过程中发现数据碰撞

① 若在侦听中发现线路忙，则等待一个延时后再次侦听，若仍然忙，则继续延迟等待，一直到可以发送为止。每次延时的时间不一致，由退避算法<sup>[19]</sup>确定延时值。

② 若发送过程中发现数据碰撞，先发送阻塞信息，强化冲突，再进行监听工作，以待下次重新发送（方法同①）

CSMA/CD工作原理及性能分析（指标与影响因素）

CSMA/CD是Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection 的缩写，可译为“载波侦听多路访问/冲突检测”，或“带有冲突检测的载波侦听多路访问”。所谓载波侦听<sup>[20]</sup>（carrier sense），意思是网络上各个工作站在发送数据前都要侦听总线上有没有数据传输。若有数据传输（称总线为忙），则不发送数据；若无数据传输（称总线为空），立即发送准备好的数据。所谓多路访问（multiple access）意思是网络上所有工作站收发数据共同使用同一条总线，且发送数据是广播式的。所谓冲突（collision），意思是，若网上有两个或两个以上工作站同时发送数据，在总线上就会产生

生信号的混合，两个工作站都同时发送数据，在总线上就会产生信号的混合，两个工作站都辨别不出真正的数据是什么。这种情况称数据冲突又称碰撞。为了减少冲突发生后的影响。工作站在发送数据过程中还要不停地检测自己发送的数据，有没有在传输过程中与其它工作站的数据发生冲突，这就是冲突检测<sup>[21]</sup>（collision detected）。

CSMA/CD媒体访问控制<sup>[22]</sup>方法的工作原理，可以概括如下：

先听后说，边听边说；

一旦冲突，立即停说；

等待时机，然后再说；

注：“听”，即监听、检测之意；“说”，即发送数据之意。

上面几句话意思是在发送数据前，先监听总线是否空闲。若总线忙，则不发送。若总线空闲，则把准备好的数据发送到总线上。在发送数据的过程中，工作站边发送边检测总线，是否自己发送的数据有冲突。若无冲突则继续发送直到发完全部数据；若有冲突，则立即停止发送数据，但是要发送一个加强冲突的JAM信号，以便使网络上所有工作站都知道网上发生了冲突，然后，等待一个预定的随机时间，且在总线为空闲时，再重新发送未发完的数据。

性能指标：信道利用率、吞吐量、介质利用率

CSMA/CD的主要影响因素：传播时延、工作站数。

①CSMA/CD对站点个数不是很敏感，对实际的输入负载比较敏感。

②CSMA/CD对传播时延比较敏感。

③CSMA/CD冲突不可避免。

④CSMA/CD的介质利用率随a的上升下降较快。

⑤CSMA/CD适合通信量不大，交互频繁的场所

⑥对于CSMA/CD帧越长，吞吐量越大，要求帧具有最小长度，当有许多短消息时，带宽<sup>[23]</sup>浪费严重。

⑦CSMA/CD在轻负载时提供最短延迟，但对重负载敏感。

主要参数：

时间片512比特时间

帧间间隔9.6微秒

尝试极限16

退避极限10

人为干扰长32比特

最大帧长1518字节

最小帧长64字节

地址字段长48比特

## CSMA/CD几个概念

上述两种冲突情况都会涉及一个共同算法——退避算法<sup>[24]</sup>。

①退避算法：当出现线路冲突时，如果冲突的各站点都采用同样的退避间隔时间，则很容易产生二次、三次的碰撞。因此，要求各个站点的退避间隔时间具有差异性。这要求通过退避算法来实现。

截断的二进制指数退避算法<sup>[25]</sup>（退避算法之一）：

当一个站点发现线路忙时，要等待一个延时时间M，然后再进行侦听工作。延时时间M以以下算法决定：

$M = 0 \sim (2^k - 1)$  之间的一个随机数乘以512比特时间（例如对于10Mbps以太网<sup>[26]</sup>，为51.2微秒），k为冲突（碰撞）的次数，M的最大值为1023，即当k=10及以后M始终是0~1023之间的一个随机值与51.2的乘积，当k增加到16时，就发出错误信息。

② 特殊阻塞信息：是一组特殊数据信息。在发送数据后发现冲突时，立即发送特殊阻塞信息（连续几个字节的全1，一般为32-48位），以强化冲突信号，使线路上站点可以尽早探测得到冲突的信号，从而减少造成新冲突的可能性。

③ 冲突检测时间 $\geq 2\alpha$ ： $\alpha$ 表示网络中最远两个站点的传输线路延迟时间。该式表示检测时间必须保证最远站点发出数据产生冲突后被对方感知的最短时间。在 $2\alpha$ 时间里没有感知冲突，则保证发出的数据没有产生冲突。（只要保证检测 $2\alpha$ 时间，没有必要整个发送过程都进行检测）

④ X-坚持的CSMA算法：当在侦听中发现线路空闲时，不一定马上发送数据，而采用X-坚持的CSMA算法决定如何进行数据发送：

## CSMA/CD算法特点

- 非坚持的CSMA：线路忙，等待一段时间，再监听；不忙时，立即发送；减少冲突，信道利用率降低：

- 1坚持的CSMA：线路忙，继续侦听；不忙时，立即发送；提高信道利用率，增大冲突：

- p坚持的CSMA：线路忙，继续侦听；不忙时，根据p概率进行发送，另外的 $1-p$ 概率为继续侦听（p是一个指定概率值）；有效平衡，但复杂：

（5）控制流程图（右上角图）：

（6）CSMA控制规程的特征

② 具有广播功能

③ 平均带宽： $f = F / n$

④ 绝对平等，无优先级

⑤ 低负荷高效，高负荷低效

⑥ 延时时间不可预测

⑦ 传输速率与传输距离为一定值

## CSMA/CD应用篇

编辑<sup>[27]</sup>

CSMA/CD 曾经用于各种总线结构<sup>[28]</sup>以太网<sup>[29]</sup> (bus topology Ethernet) 和双绞线以太网(twisted-pair Ethernet)的早期版本中。

CSMA/CD网络上进行传输时，必须按下列五个步骤来进行

- (1) 传输前监听
- (2) 如果忙则等待
- (3) 如果空闲则传输并检测冲突
- (4) 如果冲突发生，重传前等待
- (5) 重传或夭折

计算机网络

---

### Links

1. javascript;;
2. <http://baike.baidu.com/view/10812319.htm>
3. <http://baike.baidu.com/view/848.htm>
4. <http://baike.baidu.com/view/305337.htm>
5. <http://baike.baidu.com/view/47398.htm>
6. <http://baike.baidu.com/view/834302.htm>
7. <http://baike.baidu.com/subview/133203/11217422.htm>
8. <http://baike.baidu.com/view/1324971.htm>
9. <http://baike.baidu.com/view/4175034.htm>
10. javascript;;
11. <http://baike.baidu.com/view/1324971.htm>
12. <http://baike.baidu.com/view/4175034.htm>
13. <http://baike.baidu.com/view/782014.htm>
14. <http://baike.baidu.com/view/239592.htm>
15. <http://baike.baidu.com/view/203586.htm>
16. <http://baike.baidu.com/view/47398.htm>
17. <http://baike.baidu.com/view/497278.htm>
18. javascript;;
19. <http://baike.baidu.com/view/2420336.htm>
20. <http://baike.baidu.com/view/1780539.htm>
21. <http://baike.baidu.com/view/497278.htm>
22. <http://baike.baidu.com/view/544332.htm>

23. <http://baike.baidu.com/view/10821.htm>

24. <http://baike.baidu.com/view/2420336.htm>

25. <http://baike.baidu.com/view/2984826.htm>

26. <http://baike.baidu.com/view/848.htm>

27. javascript::;

28. <http://baike.baidu.com/view/576327.htm>

29. <http://baike.baidu.com/view/848.htm>