

2 交换的概念



单元目标

模块标题: 交换的概念

模块主题: 说明第 2 层交换机如何转发数据。

主题标题	主题目标
帧转发	阐述交换网络中帧的转发方式。
交换域	比较冲突域与广播域。

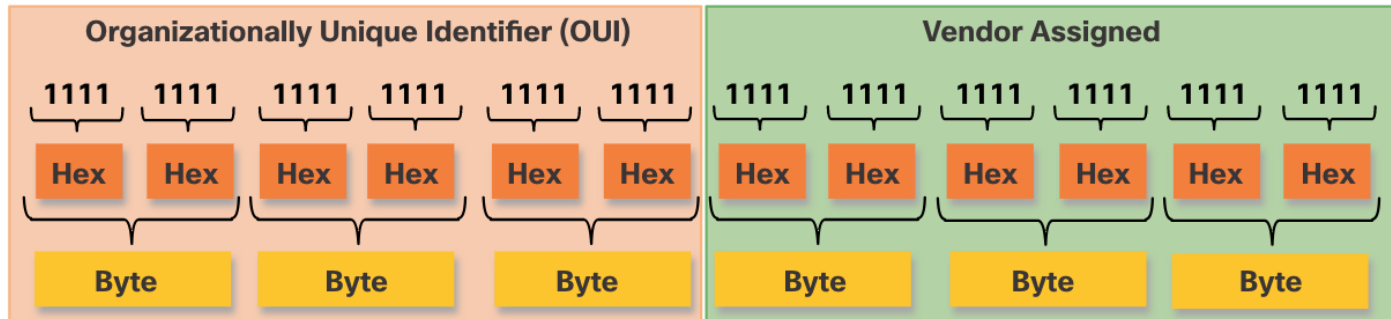
2.1 以太网 MAC 地址

MAC 地址和十六进制

- 以太网 MAC 地址由48位二进制值组成, 用12个十六进制值来表示。
- 8 位(1 个字节)是一种常用的二进制组, 从 00000000 到 11111111 的二进制可表示为从 00 到 FF 的十六进制。
- 当使用十六进制时, 前导零始终都会显示, 以完整的 8 位表示。例如, 二进制值 0000 1010 以十六进制会表示为 0A。
- 十六进制数字通常用 **0x**(例如 0 x73)后面的值表示, 这是为了区分文档中的十进制和十六进制值。
- 十六进制也可以用以16为下标的值或十六进制数字后跟 H(例如 73H)来表示。

以太网 MAC 地址

- 在以太网中，每台网络设备都连接到同一个共享介质。MAC 编址为 OSI 模型的数据链路层提供了标识设备的方法。
- 以太网 MAC 地址是使用 12个十六进制数字表示的 48 位地址。因为一个字节等于 8 位，我们也可以说一个MAC 地址的长度为 6 字节。
- 所有 MAC 地址对于以太网设备或以太网接口必须是唯一的。为了确保这一点，所有销售以太网设备的供应商必须向 IEEE 注册才能获得唯一的 6个十六进制(即 24 位或 3 字节)代码，称为组织唯一标识符 (OUI)。
- 以太网 MAC 地址由6个十六进制供应商 OUI 代码和6个十六进制供应商分配的值组成。



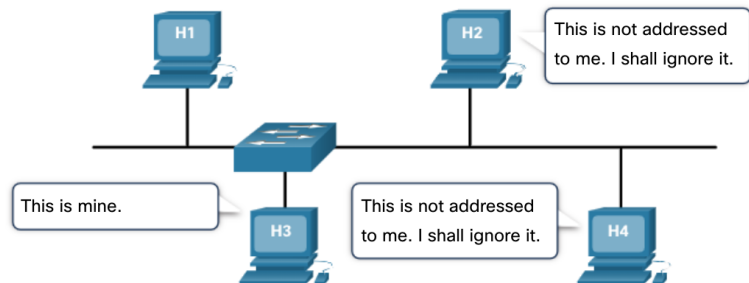
以太网 MAC 地址 帧处理

- 当一台设备将消息转发到以太网网络时，这个以太网报头中会包括一个源 MAC 地址和一个目的 MAC 地址。
- 接收到以太网帧时，网卡会查看帧中的目的 MAC 地址是否与设备 RAM 中存储的物理 MAC 地址相匹配。如果不匹配，设备就会丢弃这个帧。如果与帧中的目的 MAC 匹配，则网卡会将帧向上传送到 OSI 层进行解封处理。

注意：如果目的 MAC 地址是广播地址，或者主机所在的组播组地址时，该主机的以太网网卡也会接收这个帧。

- 任何充当以太网帧源或目的的设备都配备有一个以太网网卡，因此也拥有一个 MAC 地址。这些设备包括工作站、服务器、打印机、移动设备和路由器。

Destination Address	Source Address	Data
CC:CC:CC:CC:CC:CC	AA:AA:AA:AA:AA:AA	Encapsulated data
Frame Addressing		

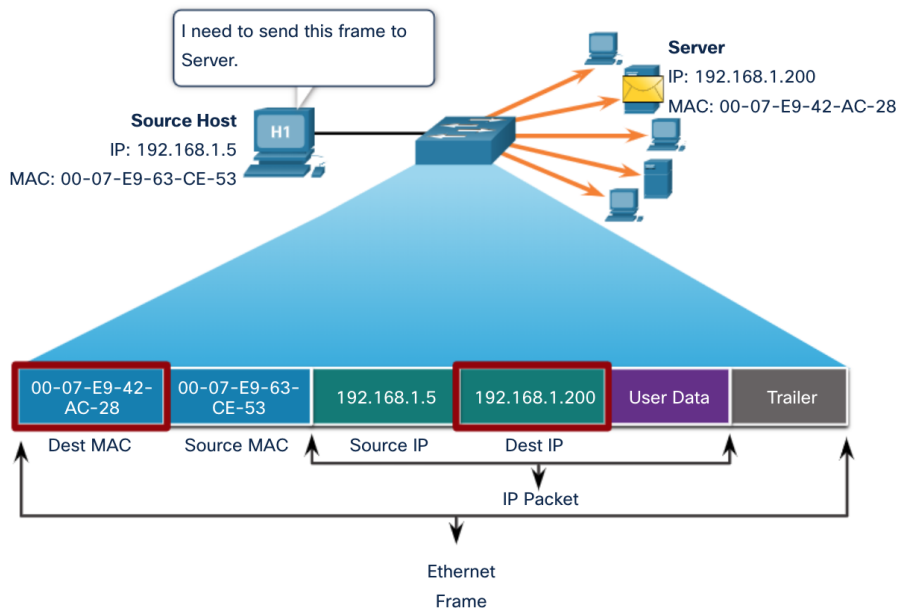


以太网 MAC 地址 单播 MAC 地址

在以太网中, 第 2 层单播、组播和广播通信会使用不同的 MAC 地址。

- 单播 MAC 地址是帧从一台发送设备发送到一台目的设备时使用的唯一地址。
- 源主机用来确定与IPv4地址关联的目的 MAC 地址, 这个流程称为地址解析协议 (ARP)。源主机用来确定与IPv6地址关联的目的 MAC 地址, 这个流程称为邻居发现 (ND)。

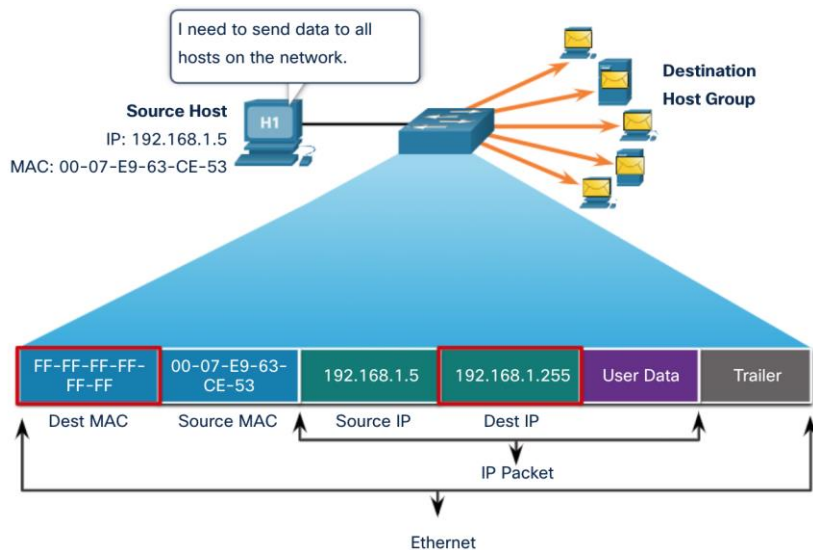
注意:源 MAC 地址必须始终为单播地址。



以太网 MAC 地址 广播 MAC 地址

以太网广播帧会由以太网局域网上的每台设备接收并处理。以太网广播的功能如下：

- 它的目的 MAC 地址是十六进制的（在二进制中是 48 个 1）FF-FF-FF-FF-FF-FF。
- 它会向除输入端口以外的所有以太网交换机端口进行泛洪。路由器不会转发这种数据。
- 如果封装的数据是IPv4广播包，这意味着该数据包包含一个目的IPv4地址，该地址的主机部分全部为一(1)。这种地址计数法表示本地网络（广播域）中的所有主机都将接收和处理该数据包。

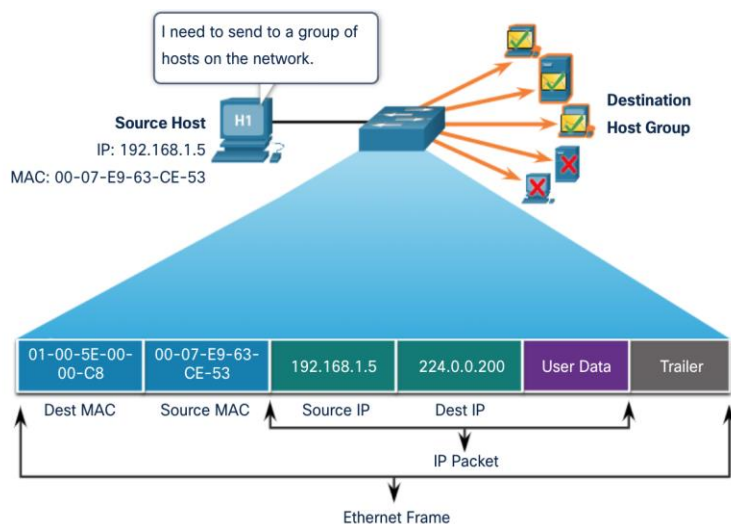


以太网 MAC 地址

组播 MAC 地址

以太网组播帧会由属于同一组播组的一组设备进行接收和处理。

- 当封装数据为IPv4组播包时，目的MAC地址为 01-00-5E ;当封装数据为IPv6组播包时，目的MAC地址为 33-33。
- 当封装的数据不是IP时，还有其他预留的组播目的MAC地址，如生成树协议(STP)。
- 除非交换机被配置为用于组播嗅探(snooping)，否则它会向除入站端口之外的所有以太网交换机端口进行泛洪。路由器不会转发这种数据，除非管理员配置路由器使它路由组播数据包。
- 由于组播地址代表一组地址(有时称为主机组)，因此只能用作数据包的目的地址。源地址始终为单播地址。
- 如同单播和广播地址一样，组播 IP 地址也需要对应的组播 MAC 地址。



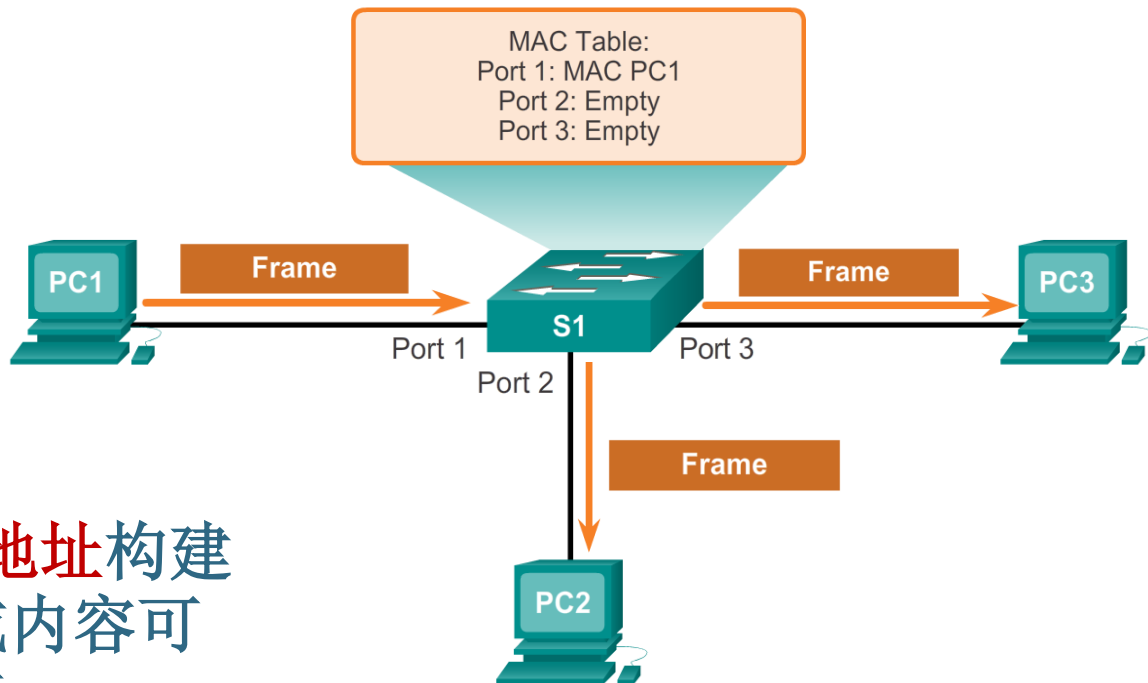
2.2 帧转发

作为一般概念的交换



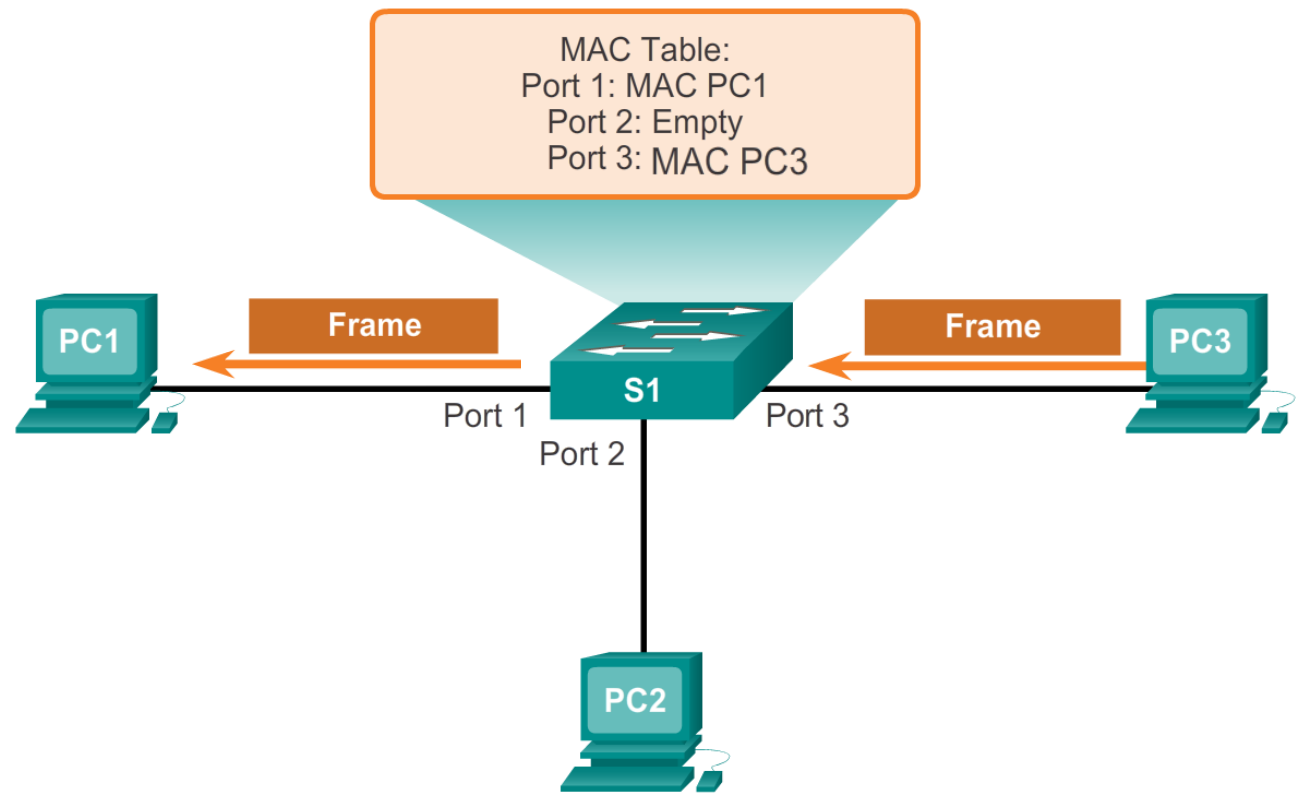
Port Table	
Destination Addresses	Port
EE	1
AA	2
BA	3
EA	4
AC	5
AB	6

动态填写交换机 MAC 地址表



- 交换机通过学习源地址构建一个 MAC 地址表或内容可寻址内存 (CAM) 表

动态填写交换机 MAC 地址表



- **Forwarding Broadcast and Multicast Address**

Multicast: An address associated with a group of logically related stations

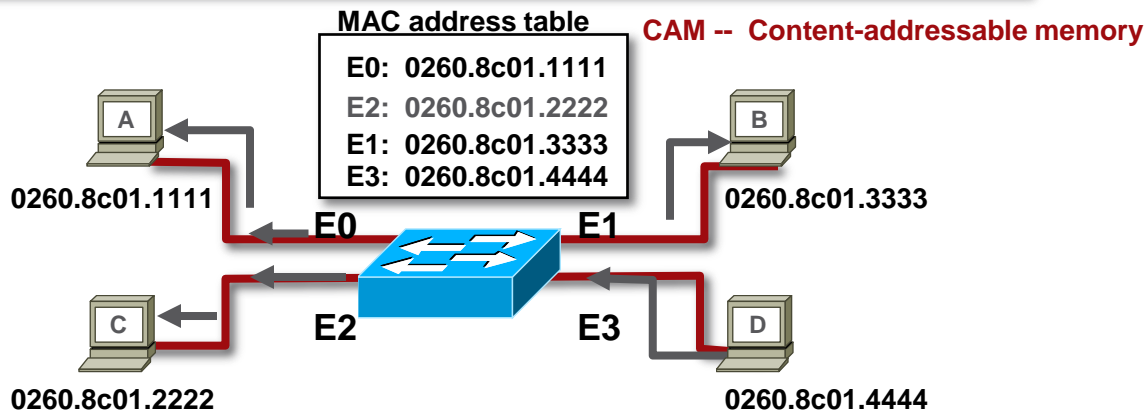
01-XX-XX-XX-XX-XX

Broadcast: Predefined multicast address that always denotes the set of all active stations on a given network

FF-FF-FF-FF-FF-FF

MAC 地址表 交换机学习和转发

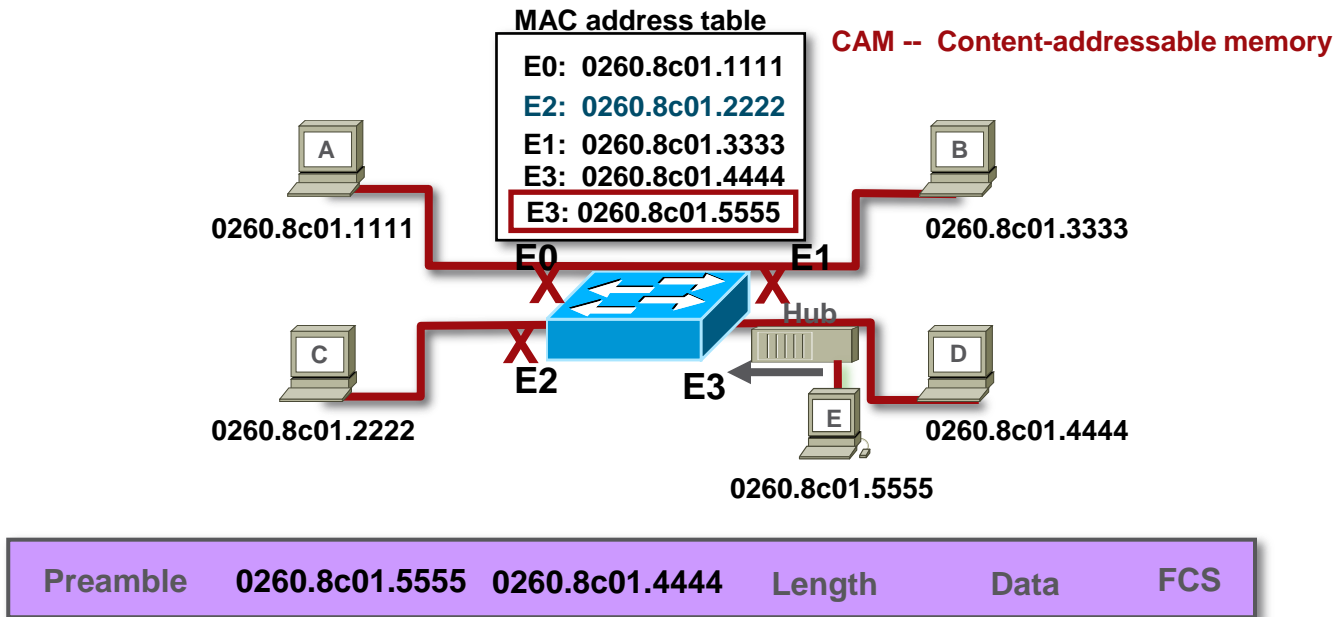
Preamble	FFFF.FFFF.FFFF	0260.8c01.4444	Length	Data	FCS
----------	----------------	----------------	--------	------	-----



- Station D sends a broadcast or multicast frame
- **Broadcast** and **multicast frames** are **flooded** to all ports other than the originating port

MAC 地址表 过滤帧

• 交换机是从不同的设备接收帧，因此它可以通过检查每个帧的源 MAC 地址来填充它的 MAC 地址表。如果 MAC 地址表包含目的 MAC 地址，那么交换机就可以把它从单个端口转发出去。

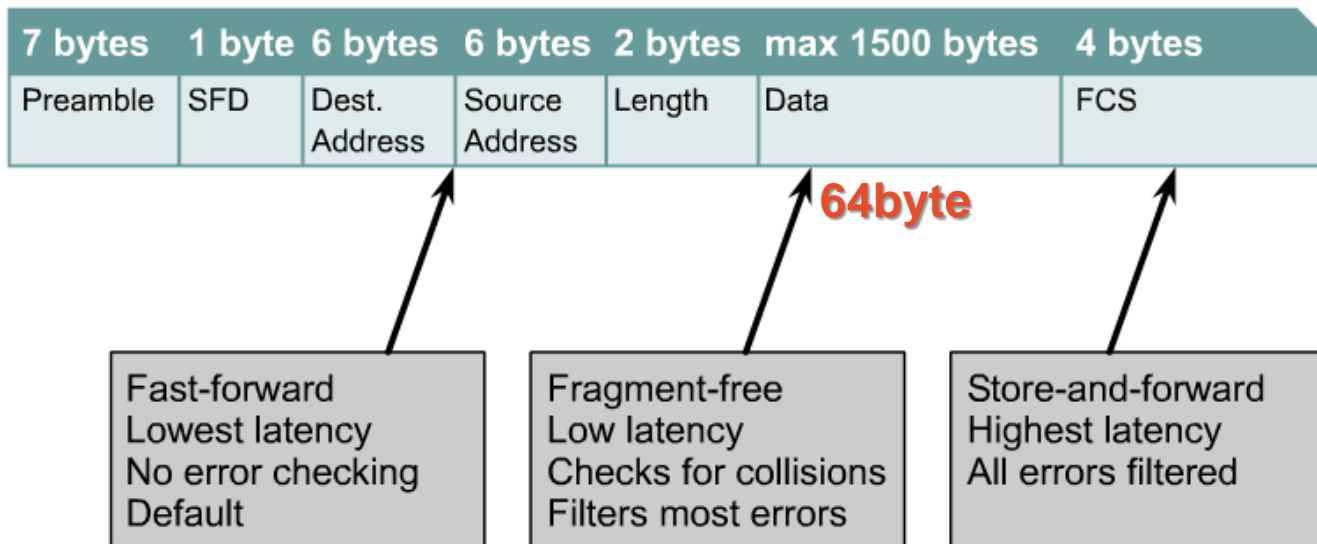


- Station D sends a frame to station E
- Switch **filter** the frame based on CAM

2.3 交换速率和转发方法

交换机的转发方法

- 交换机使用下面两种转发方法之一来进行网络端口间的数据交换：
 - Store-and-forward: **存储转发**
 - Cut-through: **直通交换** (**快速转发交换** 和 **免分片**)



交换速率和转发方法

交换机上的内存缓冲

以太网交换机在转发帧之前，或因拥塞导致目的端口忙时，可以使用缓冲技术存储帧。

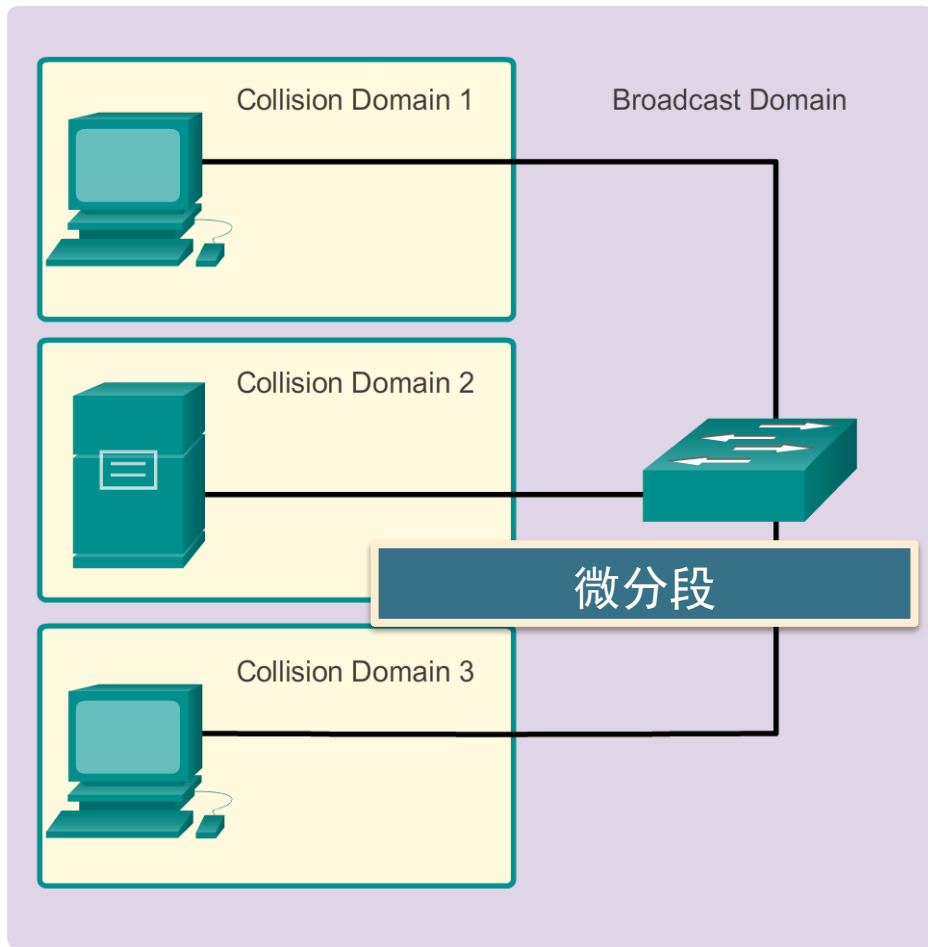
方法	描述
基于端口的内存	<ul style="list-style-type: none">• 帧存储在链接到特定入站端口和出站端口的队列中。• 一个帧只有在队列中位于它前面的所有帧都成功传送之后才会被传送到出站端口。• 有可能因为一个目的端口繁忙，而造成一个帧拖延了内存中所有帧的传输。• 即使其他帧可以传送到开放的目的端口，这种延迟仍然会发生。
共享内存	<ul style="list-style-type: none">• 将所有帧放入所有交换端口共享的内存缓冲区中，并且端口所需的缓冲内存量是动态分配的。• 缓存中的帧是动态链接到目的端口的，这样一来可以使从一个端口接收到的数据包传输到另一个端口，而无需把它转移到不同的队列中。

- 共享内存缓冲可能会让比较大的帧也可以传输出去，从而让丢弃帧的情况有所减少。这对于非对称交换非常重要，因为它可以在不同端口上使用不同的数据速率。因此，可以将更多的带宽分配给某些端口（例如服务器端口）。

2.4 交换域

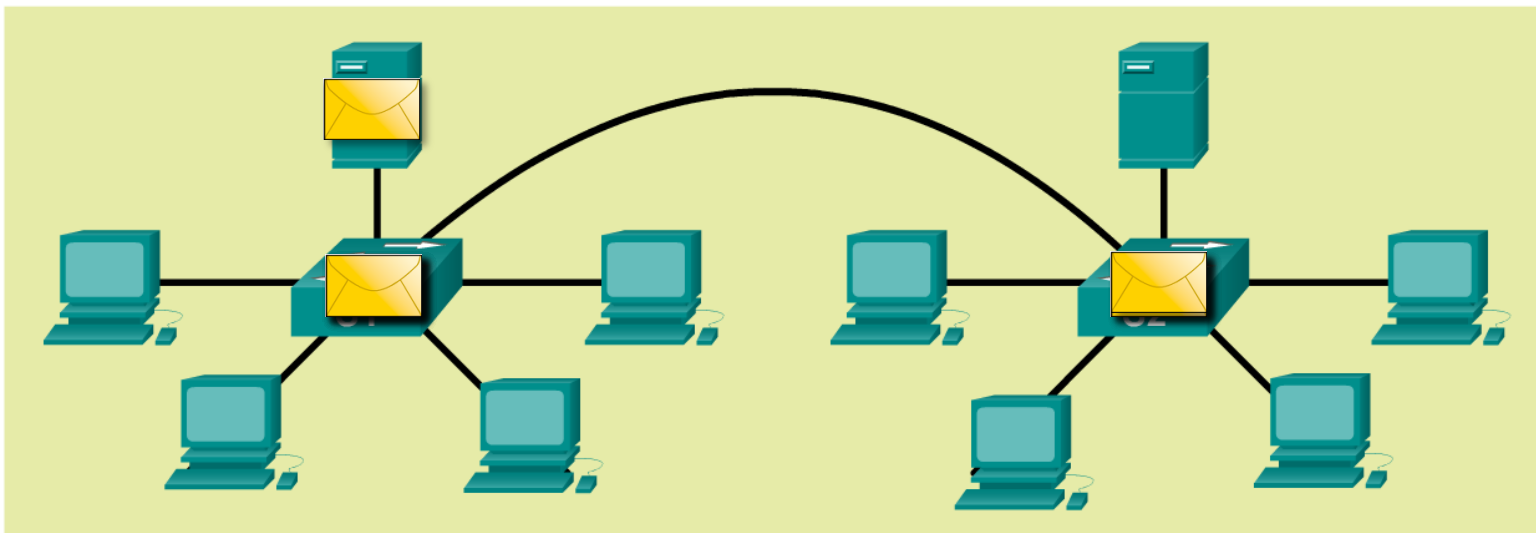
冲突域

- 交换机上的**每一个端口**代表一个**网段**
- 每个**网段**是一个**冲突域**

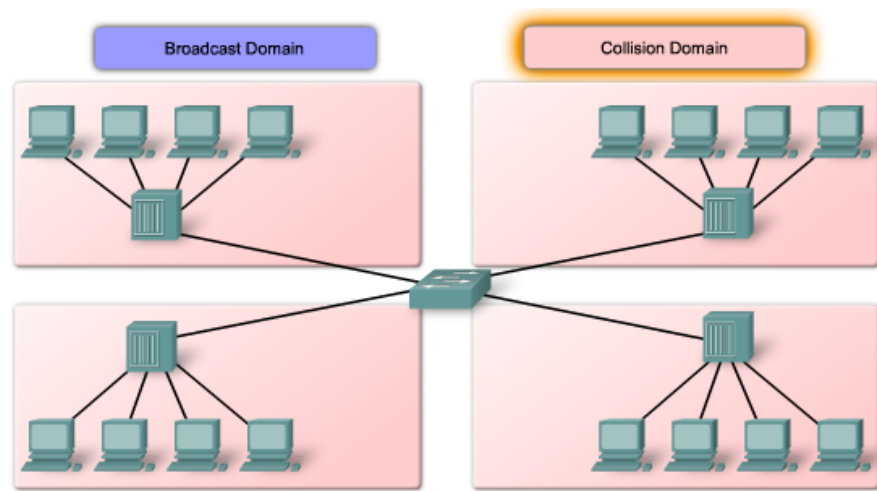
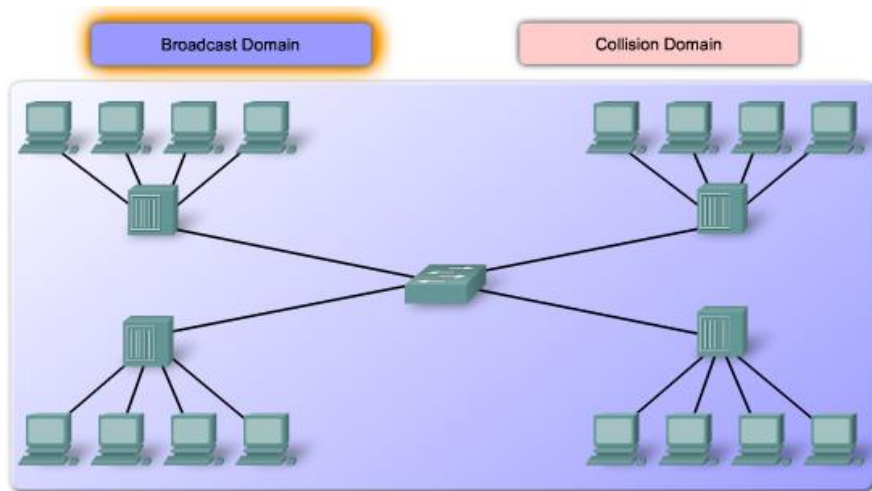


广播域

- 交换机不过滤广播帧
- 相连的交换机的集合构成了单个广播域
- 路由器用于分割冲突域和广播域

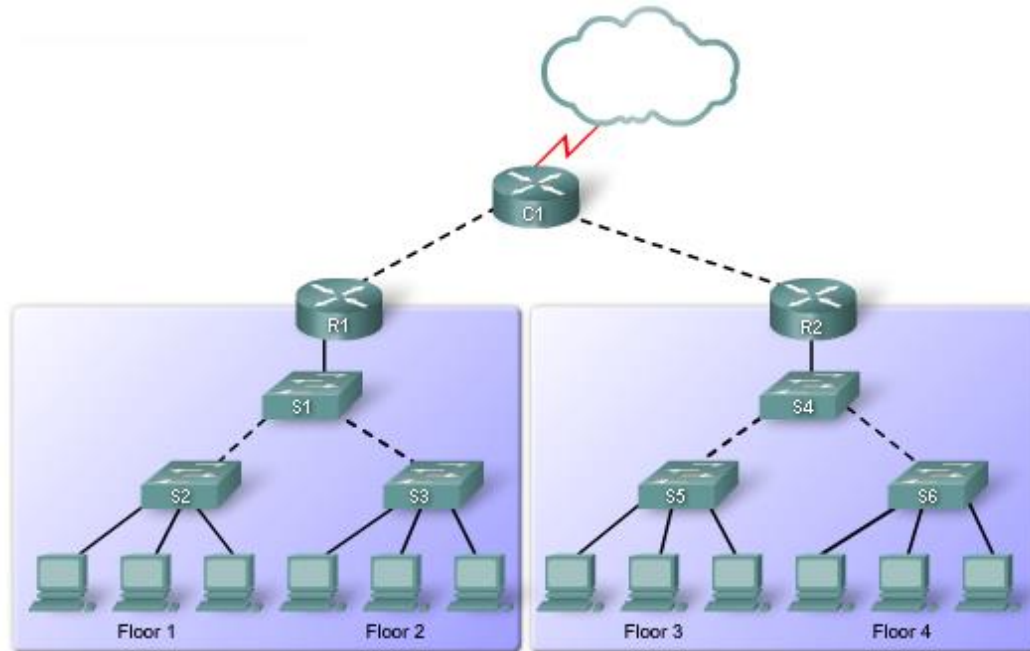


交换域 广播域



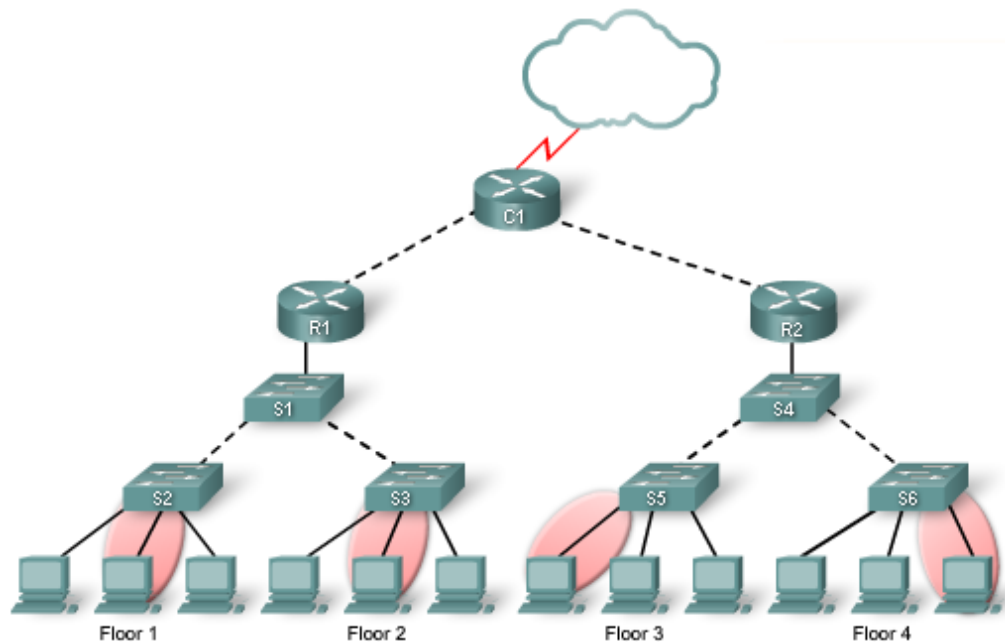
交换域 广播域

- LAN Segmentation
 - Each router **reduces the size of the broadcast domain** on the LAN.



交换域 广播域

- LAN Segmentation
 - Each switch **reduces the size of the collision** domain on the LAN to a single link.



缓解网络拥塞

以下是有助于缓解网络拥塞的交换机的一些重要特征：

- 提高端口速率
- 快速内部交换
- 大型帧缓冲区
- 高密度端口



2.5 单元练习与测验

我在这个模块中学到了什么？

帧转发

- 入站是进入的端口，出站是离开的端口。
- 交换机会建立一个 MAC 地址表在 LAN 中转发帧。
- 交换机可以使用存储转发或直通转发的方式。

交换域

- 半双工模式的以太网端口是冲突域中的一部分。
- 全双工则会消除冲突域。
- 如果帧是广播或者未知单播，那么交换机就会把帧从除入站端口之外的所有接口转发出去。
- 第 3 层设备(如路由器)可能会打断广播域。
- 交换机可以扩展广播域，但可以消除冲突域并缓解拥塞。

