

交换机与虚拟局域网



主要内容

- 交换机的工作原理
- 交换式局域网
- 虚拟局域网的原理
- 配置虚拟局域网

以太网已经变得越来越拥挤,主要是由于网络应用和网络用户的需求迅速增长。现在,处于同一个以太网上的两个站点很容易就会使网络不堪重负。为了提高局域网的效率,交换技术就产生了。本章主要围绕交换技术来介绍交换机、交换式局域网以及虚拟局域网的知识。

3.1 交换机

3.1.1 核心知识

1. 交换机简介

交换机是局域网中使用非常广泛的网络设备,它工作在数据链路层,属于数据链路层的交换设备。交换机的分类方法比较多,根据交换机所应用的局域网类型不同,可将交换机分为 10Mbps 以太网交换机、100Mbps 快速交换机、千兆交换机等。交换机如图 3.1 所示。

2. 交换机的工作原理

典型的交换机就是以太网交换机。交换机是可以通过端口与端口之间的多个并发连接,实现多节点之间数据的并发传输。这种数据传输方式与集线器那种共享带宽的方式完全不同。在 2.3.3 小节中,讲过 MAC 地址这部分知识。事实上,在交换机里存在一个“端口 MAC 地址映射表”,在这个表中,每个 MAC 地址都对应于交换机的一个唯一的端口。对应于图 3.2,交换机中的“端口 MAC 地址映射表”如表 3.1 所示。

表 3.1 MAC 地址映射表

MAC 地址	端口号	计时
01-13-AF-45-6E-7D(节点 A)	1	...
01-13-AF-AC-1D-83(节点 B)	2	...
12-3E-42-8D-91-28(节点 C)	2	...
12-3E-42-4C-7A-79(节点 D)	3	...
34-56-89-2A-4E-7F(节点 E)	4	...
...

如图 3.2 所示,计算机 B、计算机 C 是通过集线器连接到交换机,而计算机 A、计算机 D 和计算机 E 是直接连在交换机上。根据表 3.1 和图 3.2,可以将计算机和端口的图描绘出来,如图 3.3 所示。

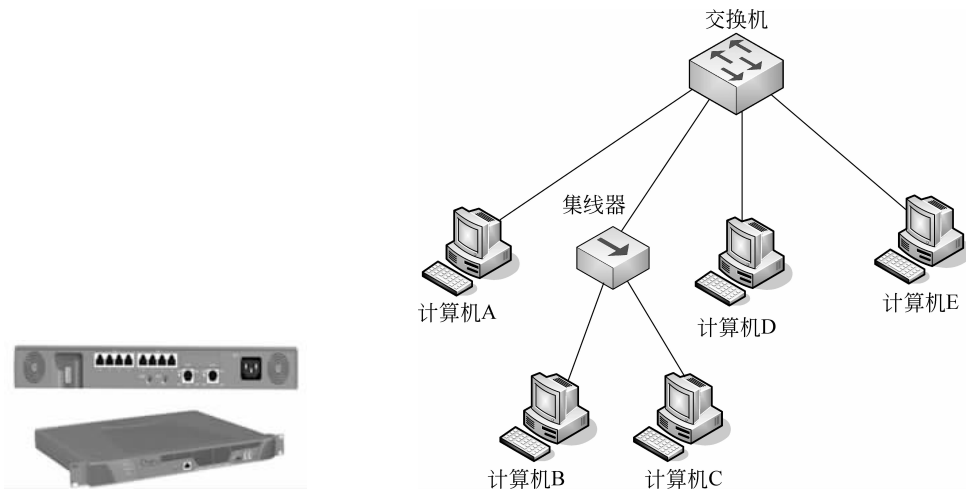


图 3.1 交换机

图 3.2 交换机连接的网路

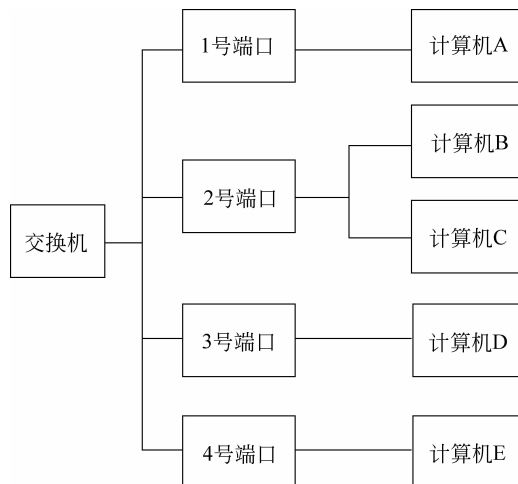


图 3.3 交换机端口和计算机对应图

如果计算机 D 要发送信息给计算机 E, 计算机 D 首先将目的 MAC 地址指向计算机 E 的帧发往交换机。交换机接收该帧, 并且检测到了目的 MAC 地址后, 在交换机的“端口/MAC 地址表”中查找计算机 E 的端口号, 即 4 号端口。这样, 源主机 D(3 号端口)和目的主机 E(4 号端口)都已经确定, 数据包的传送路径也只需从 3 号端口通过交换机直接转发给 4 号端口。

那么, 如果同时计算机 A 要给计算机 B 发送信息, 则交换机的 1 号端口与 2 号端口也将建立一条连接, 并将 1 号端口接收到的信息转发到 2 号端口。

这样, 交换机在 1 号端口至 2 号端口和 3 号端口至 4 号端口之间就建立了两条并发的连接。计算机 A 和计算机 D 可以同时发送信息, 计算机 B 和计算机 C 因为接在集线器连接的共享式以太网中, 所以同时会收到计算机 A(1 号端口)的数据包。同样地, 根据共享式以太网的原理, 通过对目的 MAC 地址的识别, 计算机 C 会抛弃数据包, 计算机 B 留下数据包, 数据传送完毕。

由此可以看出, 交换机是利用这些并发连接, 对要求交换机接收到的数据信息进行转发和交换。

3. 交换机的功能

1) 地址学习

以太网交换机利用“端口/MAC 地址映射表”进行信息的交换, 因此, “端口/MAC 地址映射表”的建立和维护就变得非常重要。因为, 一旦“端口/MAC 地址映射表”出现错误, 就可能造成信息转发错误。那么“端口/MAC 地址映射表”是如何建立和维护的呢?

这里需要解决的问题一共有两个, 一是交换机如何知道哪台计算机连接到哪个端口; 二是当计算机在交换机的端口之间移动时, 交换机如何维护地址映射表。如果通过人工建立交换机的“端口/MAC 地址映射表”是非常不现实的, 因为端口连接计算机的情况是经常改变的。因此, 交换机应该自动建立“端口/MAC 地址映射表”。

换句话说, 交换机应该动态建立和维护“端口/MAC 地址映射表”, 将这种维护“端口/MAC 地址映射表”的方式称为“地址学习”。

“地址学习”是通过读取两个内容, 一个是数据包的源地址; 另一个是数据包进入交换机的端口, 并将源地址和端口一一记录到交换机的“端口/MAC 地址映射表”, 这样就建立了端口与 MAC 地址的对应关系。当得到对应关系后, 交换机将检查地址映射表中是否已经存在该对应关系。如果不存在, 就添加到“端口/MAC 地址映射表”; 如果存在, 就将“端口/MAC 地址映射表”该表项更新。

例如, 在图 3.2 中, 假设“端口/MAC 地址映射表”中没有计算机 E 的 MAC 地址与交换机的端口对应关系, 那么, 计算机 A 要向计算机 E 发送数据包, 而交换机在接收到 1 号端口的数据包之后, 发现目的 MAC 地址(计算机 E)在“端口/MAC 地址映射表”中查询不到。为了保证数据包能够到达正确的目的地, 交换机会向除了源端口(1 号端口)之外的所有端口发送这个数据包。当然, 大家都知道, 网络传输永远是双向的, 当计算机 E 给计算机 A 发送回应数据包时, 交换机就会捕捉到计算机 E 的 MAC 地址与端口的对应关系, 就将这个对应关系存储到“端口/MAC 地址映射表”。

假设计算机 E 的端口发生改变, 由 4 号端口换到了 5 号端口, 则计算机 D 要给计算

机 E 发送信息时,通过“端口/MAC 地址映射表”,将数据包发送到了 5 号端口,但却收不到 4 号端口的回应数据包,则证明此次数据传输失败。因此,计算机 D 重新发送数据包给交换机的所有端口,而计算机 D 在收到这个数据包并通过交换机 5 号端口回应数据包时,交换机将计算机 D 的 MAC 地址与 5 号端口的对应关系更新到交换机的“端口/MAC 地址映射表”。

在每次添加或更新地址映射表时,这个过程会增加一个计时器。所以,每个“端口/MAC 地址映射表”的映射表项在计时器的范围内,会存储在交换机中。如果在计时器溢出之前都没有再次学习到这个“端口/MAC 地址映射表”表项,则视为这个映射表项已经过期,交换机将其删除。这样,交换机就能维护一个实时更新的“端口/MAC 地址映射表”。

2) 通信过滤

交换机的“端口/MAC 地址映射表”建立之后,它就可以对通过的信息进行过滤了。这个“通信过滤”的过程,可以做以下详细描述。如图 3.4 所示,计算机 A 和计算机 B 以及计算机 D 和计算机 E 都是通过集线器连接,计算机 C 和计算机 F 是直接连接交换机。

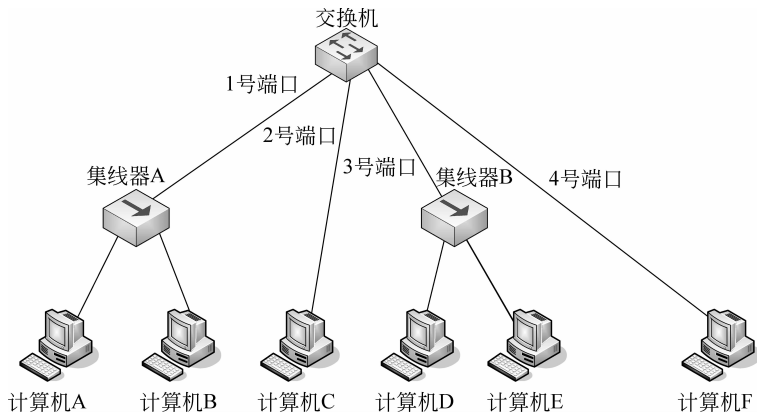


图 3.4 网络拓扑图

从前面讲到的交换机原理可以知道,如果计算机 A 要给计算机 C 发送数据包,通过“端口/MAC 地址映射表”,信息只从交换机的 1 号端口传送到 2 号端口,而不再向 3 号、4 号端口转发。

如果计算机 A 要给计算机 B 发送数据包,交换机在 1 号端口收到数据包,而交换机发现目的端口与源端口一致,就不再转发数据包,直接把数据包抛弃,数据包就在集线器连接的局域网中传送。类似这样的过程就被称为交换机的“通信过滤”。交换机的“通信过滤”能够避免网络上不必要的数据传输,减少了网络的通信负荷,为网络提供了更多的带宽,提高了网络的利用率。

4. 交换机的访问方式

交换机的访问一般都支持 4 种方式:连接控制台方式、连接设备 AUX 端口方式、远程登录方式和 Web 配置方式。

1) 连接控制台方式

Console 端口是交换机提供的专用管理端口,可以通过相关的连接电缆,一端插入交换机的 Console 端口,另一端接入计算机的串口,以建立计算机与交换机的配置连接。通过 Console 端口连接并配置交换机是管理交换机必须经过的步骤,因为其他的管理和配置方式都需要先通过 Console 端口对交换机实施基本配置后才能进行。

不同品牌交换机的 Console 端口有不同的类型,但绝大多数都采用 RJ-45 端口,也有少数是串行端口。因此,要通过 Console 端口配置交换机就需要专门的 Console 连接线,Console 连接线主要有两种:一种是串行线,采用 DB-9 或 DB-25 的串行插口线;另一种是采用 RJ-45 接头的翻转线。图 3.5 展示了一台计算机终端通过控制台端口与交换机连接的实例,具体连接步骤会在 3.1.4 小节实践环节中具体阐述。

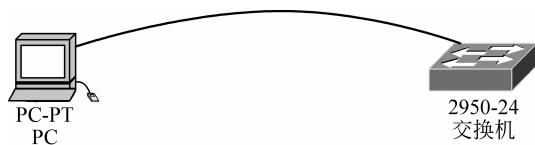


图 3.5 连接控制台方式

2) 连接设备 AUX 端口方式

连接设备 AUX 端口方式一般适用于远程移动用户的登录配置,有时网络管理员经常需要对远程的交换机进行操作,那么,采用这种方式,如果管理员需要对网络设备进行远程配置操作,就可以通过 Modem 连接设备的 AUX 端口,通过电话拨号的方式远程配置设备。

3) 远程登录方式

远程登录方式(Telnet)是网络管理员经常使用的配置方式之一。在实际网络环境中,网络的规模可能相当庞大,其地域覆盖甚至超过几十千米甚至上千千米。这种情况下,一个网络管理员是无法随时在设备面前对该设备实施配置操作的。通过 Telnet 方式,管理员就可以通过网络登录到远程设备上,像在设备面前一样轻松地完成配置。

4) Web 配置方式

大多数的网络设备都支持 Web 配置方式,像访问 WWW 一样,只需打开 IE 浏览器,直接输入交换机的管理地址(IP 地址),就能进入交换机的管理界面,如一些基于 Web 的管理软件 Cisco Work 或 HP Open View 等。Web 配置方式是基于 HTTP 的,这样网络管理员就能够从远程通过浏览器以图形化的界面方式来配置,因此具有操作直观、简便的优点。但是,由于 Web 配置在安全性方面比前几种方式要差且管理功能有限,所以在大型网络管理中并不常见。

3.1.2 能力目标

- 掌握计算机与交换机的连接。
- Console 端口的配置。
- 掌握查看“端口/MAC 地址映射表”的方法。