

以太网交换机

多端口网桥—以太网交换机

- 1990 年问世的交换式集线器(switching hub), 常称为以太网交换机(switch)或第二层交换机 (表明这种交换机工作在数据链路层)。
- 以太网交换机实质上就是一个多端口的网桥, 以太网交换机通常都有十几个端口, 每个端口直接与一台主机或另一个以太网交换相连, 一般工作在全双工方式。

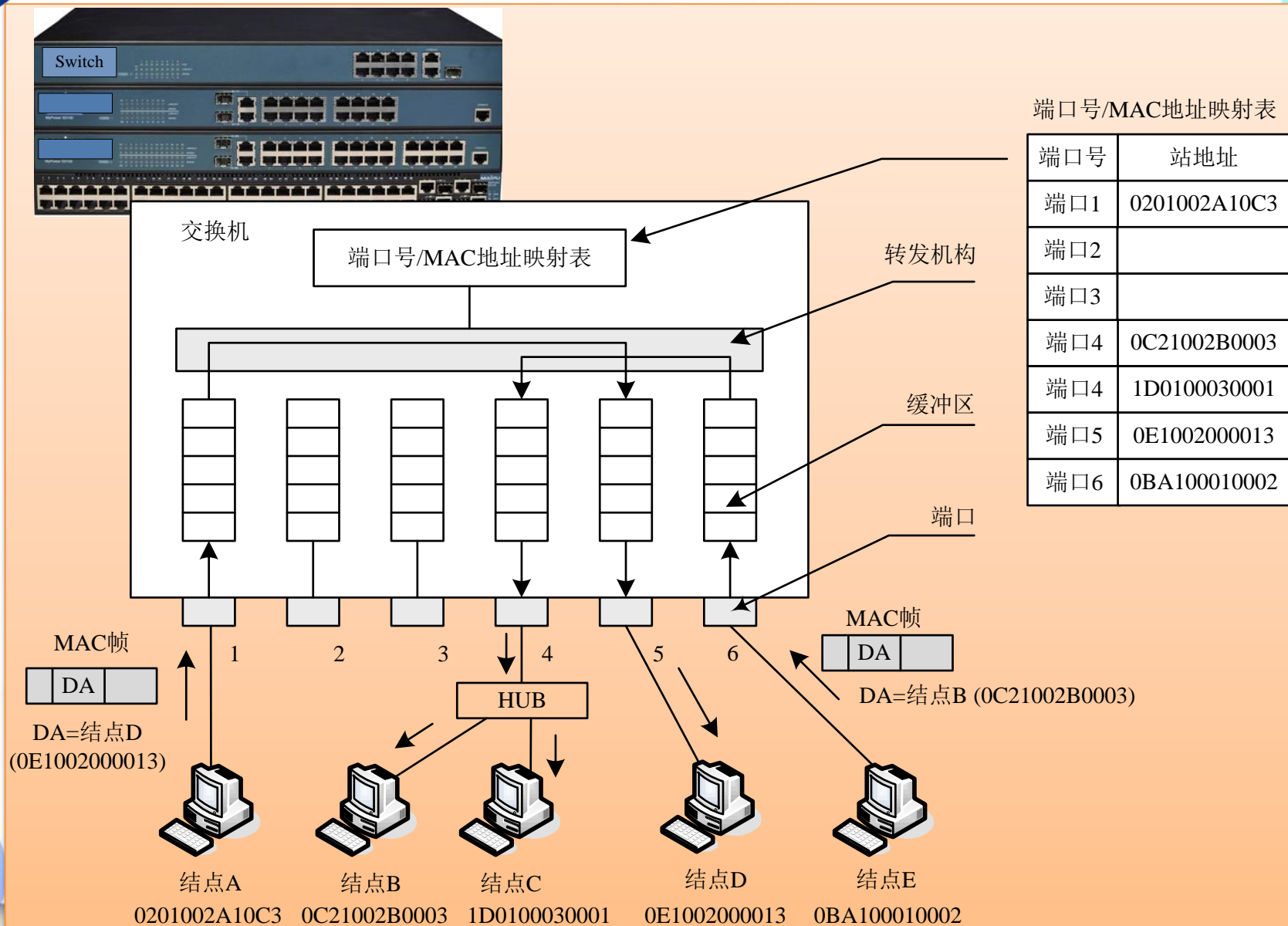
以太网交换机的特点

- 以太网交换机具有并行性，即能同时连通多对接口，使多对主机能同时通信（而网桥一次只能分析和转发一个帧）。相互通信的多对主机都是独占传输媒体，无碰撞地传输数据。
- 以太网交换机是一种即插即用设备，其内部的帧**交换表**（又称为地址表）是通过**逆向学习**（backward learning，或称自学习）**算法**自动地逐渐建立起来的。
- 以太网交换机使用了专用的交换结构芯片，用硬件转发，其交换速率比使用软件转发的网桥快得多。

以太网交换机的功能

- 以太网交换需要建立和维护一个内部的交换转发表（即MAC地址与交换机端口号对应关系的映射表）。
- 在发送主机与接收主机端口之间建立虚连接。
- 完成帧的过滤（filtering）与转发（forwarding）。
- 执行生成树协议，防止出现环路。

以太网交换机的工作原理举例



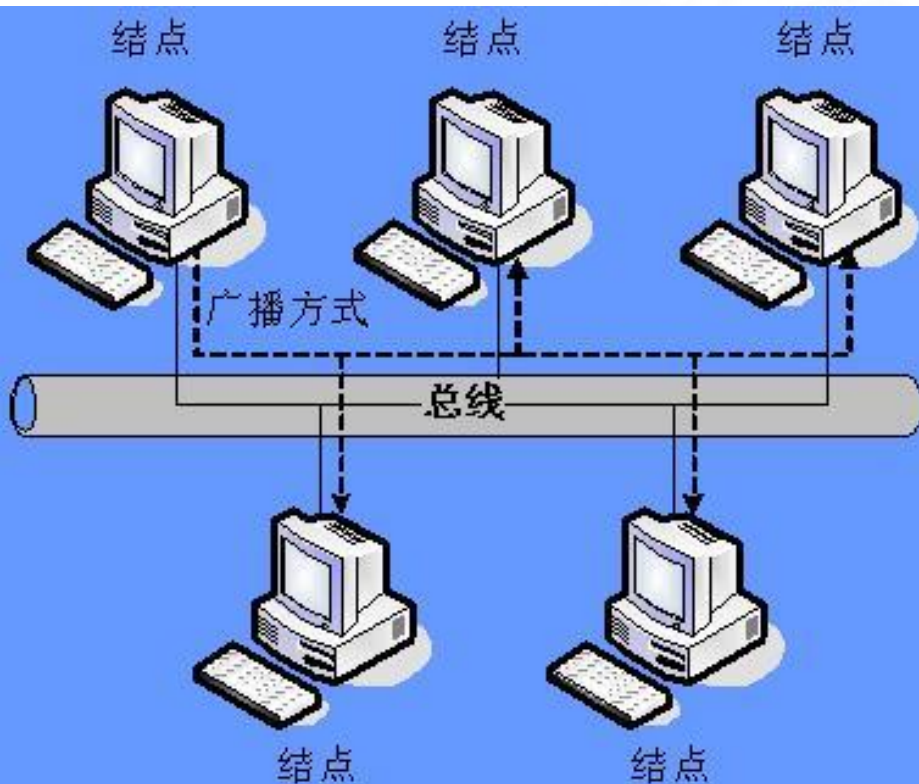
以太网交换机的工作原理

- 如图给出了一台以太网交换机的内部结构，以太网交换机包含一组十几个端口，每个端口拥有高速缓冲区暂存接收的帧，内部的帧**交换表**建立存储维护一组端口号/MAC地址映射。通过转发机构实现多对不同端口之间的交换转发。
- 如图，交换机端口1上的结点A向D发送帧，其MAC帧的目的地址是站点D的MAC地址，即DA=0E1002000013，交换机从端口1收到此帧，通过查找端口/MAC地址映射表，找到目的地址D转发的端口号是5，则将此帧转发到5号端口上。

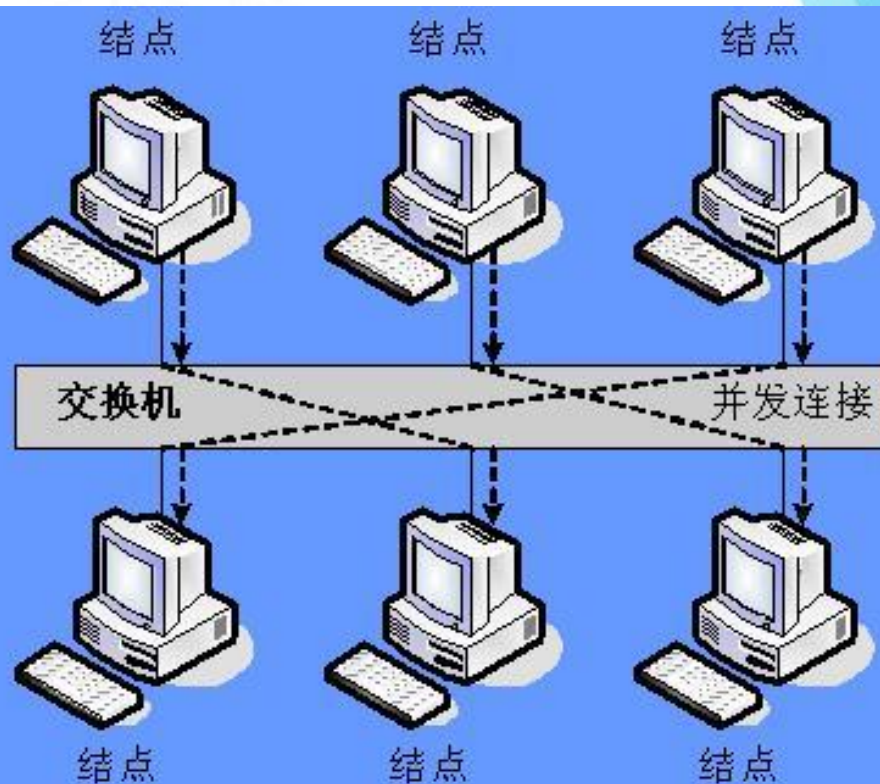
以太网交换机的工作原理

- 图中端口6上的结点E向结点B发送帧,帧的目的MAC是站点B的MAC地址,即DA=0C21002B0003,以太网交换机从端口6收到此帧,通过查找端口/MAC地址映射表,找到目的地址DA相应的端口号是4,则将此帧转发到4号端口上,4号端口连接的HUB收到此帧,向除连接交换机的4号端口之外的HUB的所有的端口转发此帧,HUB连接的结点B和结点C都可以收到此帧,结点B正确接受,结点C发现目的MAC地址不是给自己的,就丢弃。
- 图中使用以太网交换机,同时实现了不同端口上的结点A和结点D及结点E与结点B这两对主机的通信。

总线局域网与交换式局域网的比较



(a) 共享介质局域网



(b) 交换式局域网

独占传输媒体的带宽

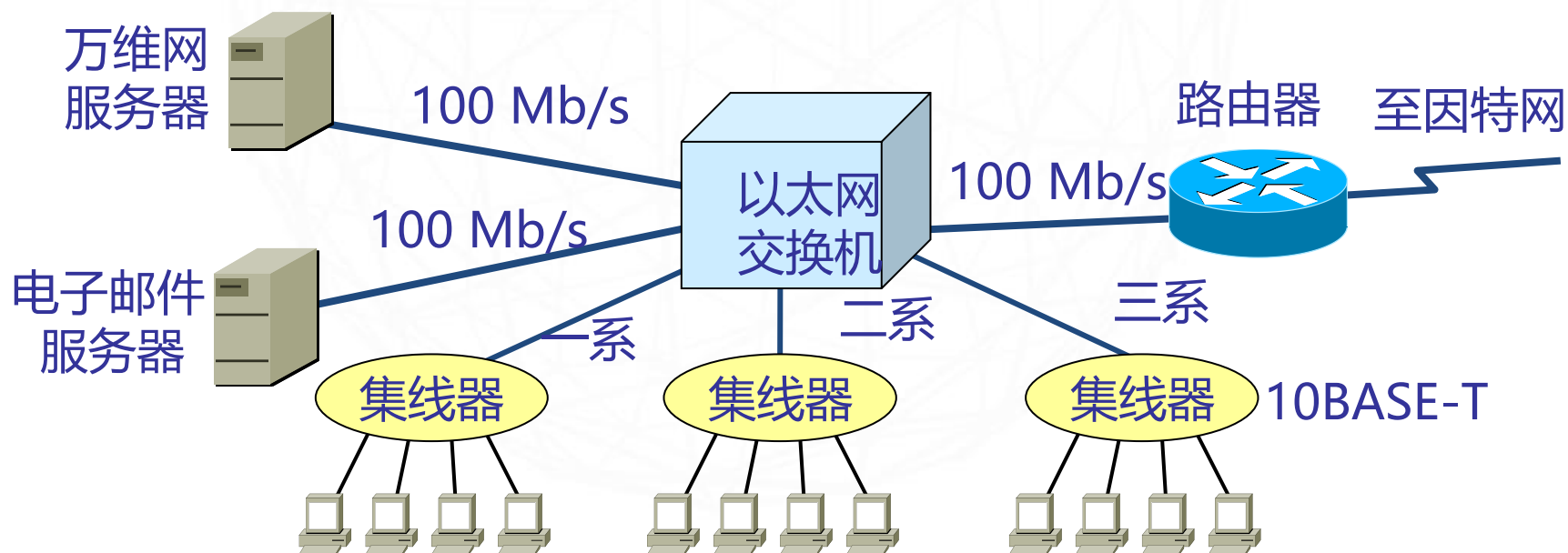
- 对于普通 10 Mb/s 的共享式以太网，若共有 N 个用户，则每个用户占有的平均带宽只有总带宽(10 Mb/s)的 N 分之一。
- 使用以太网交换机时，虽然在每个端口到主机的带宽还是 10 Mb/s，但由于一个用户在通信时是独占而不是和其他网络用户共享传输媒体的带宽，因此对于拥有 N 对端口的交换机的总容量为 $N \times 10$ Mb/s。这正是交换机的最大优点。

从总线以太网到星形以太网

- 从传统10Mbit/s共享总线以太网到以太网交换机作为交换结点的星形以太网，所有接入设备的软件和硬件、适配器等都不需要做任何改动。
- 总线以太网使用了CSMA/CD工作方式，以半双工方式工作。
- 星形以太网不使用共享总线，没有碰撞问题，不使用CSMA/CD，而是以**全双工方式工作**。但仍然**采用以太网的帧结构**。
- 以太网交换机一般具有多种速率的接口，可以使用10Mbit/s、100Mbit/s和1Gbit/s的接口的组合，极大方便了各种用户的使用。

用以太网交换机扩展局域网

- 图中的以太网交换机有三个10Mb/s端口分别和学院三个系的10Base-T局域网相连，还有三个100 Mb/s的端口分别和电子邮件服务器、万维网服务器和一个连接因特网路由器相连。



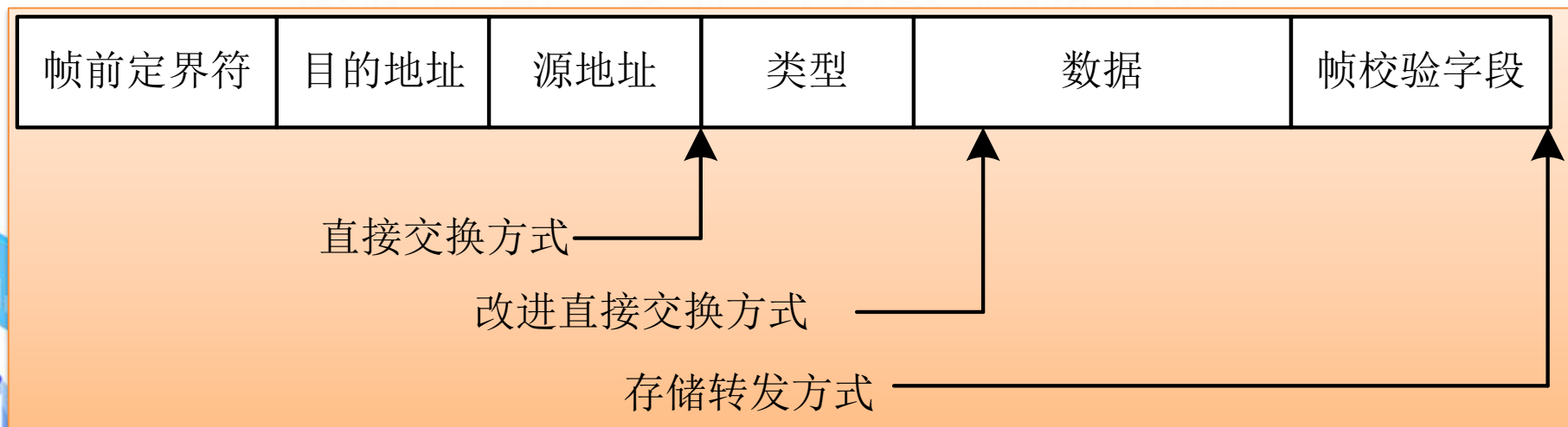
以太网交换机的交换模式

- **直接 (cut-through)** 交换方式：交换机接收并检测到帧的目的地址字段，立即将该帧转发出去，不进行差错校验。
 - ✓ 这种方式提高了帧的转发速度，交换时延小；但缺乏智能性和安全性，也无法支持具有不同速率的端口的交换。
- **存储转发式**：交换机先将接收到的帧存储在高速缓存里，并检查数据是否正确，确认无误后通过查找转发表将该帧发送出去。如果发现帧有错，就将其抛弃。
 - ✓ 优点是可靠性高，能支持不同速率端口间的转换，缺点是延迟较大。

交换机的交换模式

- 改进直接交换方式：在接收到帧的前64字节后，判断帧头字段是否正确，如果正确就转发。对于短帧来说，交换延迟时间与直接交换接近；对于长帧来说，由于只对地址字段和控制字段进行差错检测，交换延迟时间将会减少。

现有的生产厂商已生产出能支持不同交换方式的以太网交换机。在结构化布线系统中，广泛地使用了以太网交换机。



碰撞域和广播域的概念

- 碰撞域描述了一组共享网络访问媒体的网络设备覆盖的区域。
 - 一个集线器连接的一个网络是一个碰撞域；
 - 以太网交换机每个端口构成一个独立的碰撞域。
- 广播域是指广播分组直接到达的区域。
 - 所有直接相连的二层交换机都位于一个广播域中；
 - 所有直接相连的集线器都位于一个广播域中；
 - 只有路由器才能隔离广播域。

小结

- 以太网交换机(switch)又称为第二层交换机（工作在数据链路层）。以太网交换机实质上就是一个多端口的网桥，每个端口都直接与一台主机或一个集线器相连，且工作在全双工方式。

小结

- 以太网交换机具有并行性，能同时连通多对接口同时通信（而网桥一次只能分析和转发一个帧），每对主机都是独占传输媒体，无碰撞地传输数据。

小结

- 以太网交换机兼容直接（cut-through）交换方式和存储转发方式。

小结

- 从总线以太网到采用以太网交换机的星形以太网，不再使用CSMA/CD，而是以全双工方式工作。但仍然采用以太网的帧结构。

小结

- 以太网交换机一般具有多种速率的接口，可以方便各种用户的接入。