



《计算机组网原理》

原理篇

第六章 交换型以太网与全双工以太网 组网技术

本章重点

以太网交换机是企业内部组网的中心设备

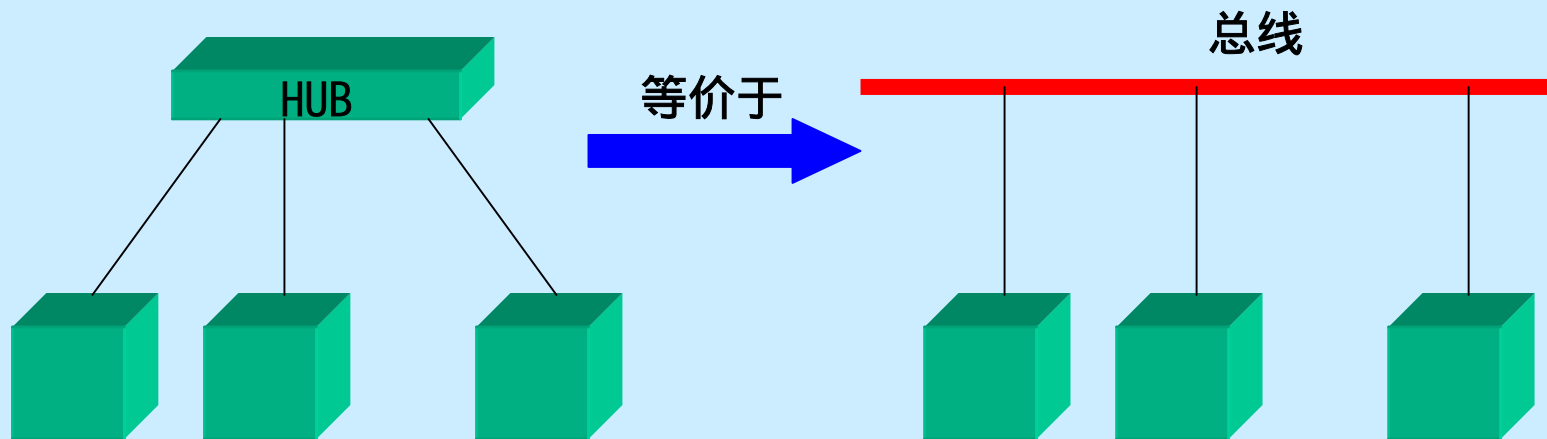
- 为什么要使用以太网交换机
- 交换机的基本工作原理
- 交换机的结构
- 几种不同的交换方式
- 交换机分类
- 基于交换机的组网方式
- 采用交换机构建全双工以太网
- 选择以太网交换机的要点

第六章 交换型以太网与全双工以太网组网技术

6.1 从共享型以太网发展到交换型以太网

6.1.1 共享型以太网系统存在的问题

因在网段中存在碰撞，大大减少了每个站所获得的带宽。（共享带宽）



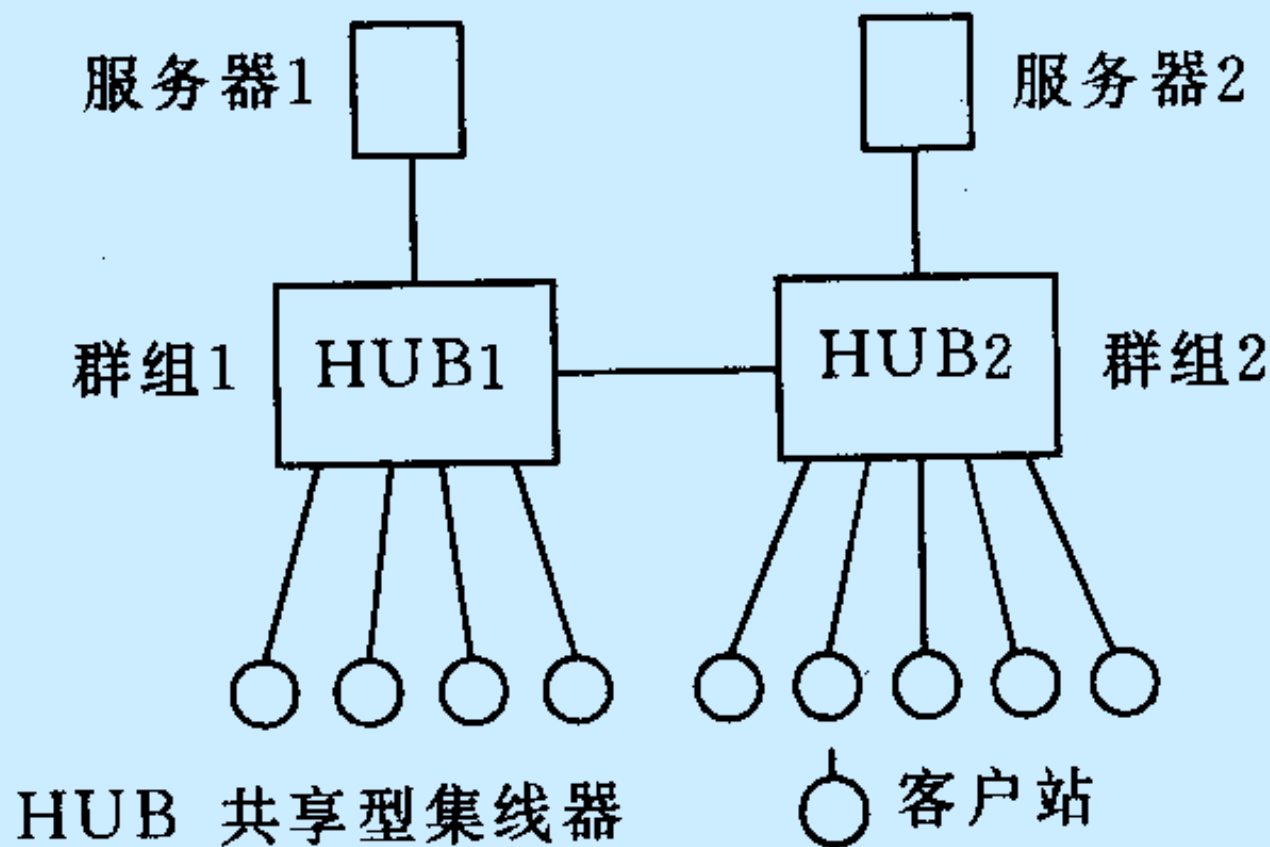


图 6.3 一个碰撞域中 2 个群组分割系统带宽

6.1.2 交换型以太网系统的特点

每个端口独享带宽

端口之间交换互不冲突

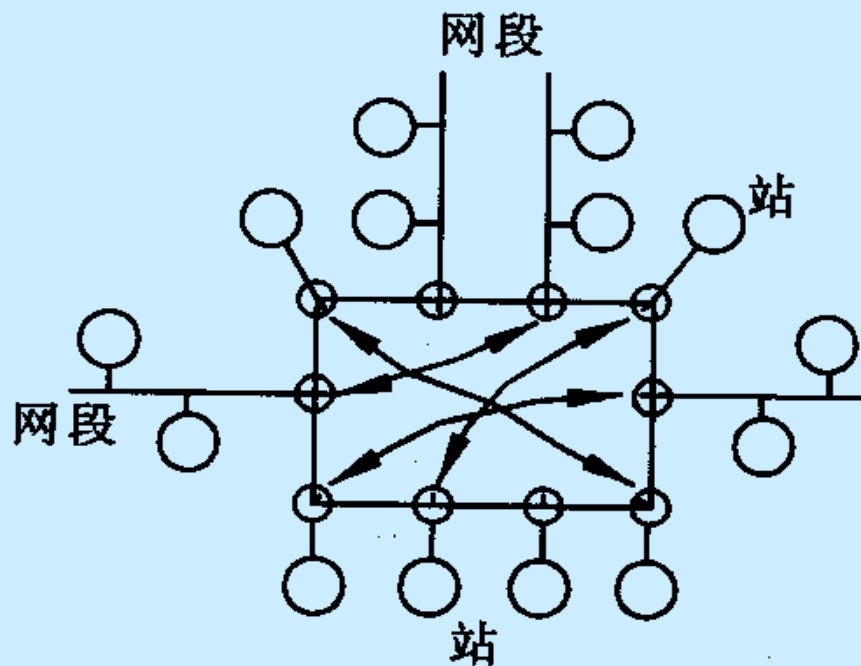


图 6.4 以太网交换端口之间同时存在多个数据通道

交换型以太网的优点

1. 每个端口的网段独享带宽
2. 最大带宽=端口带宽 × 端口数
3. 端口之间可交换数据，且互不冲突
4. 端口网段广播信息互相隔离

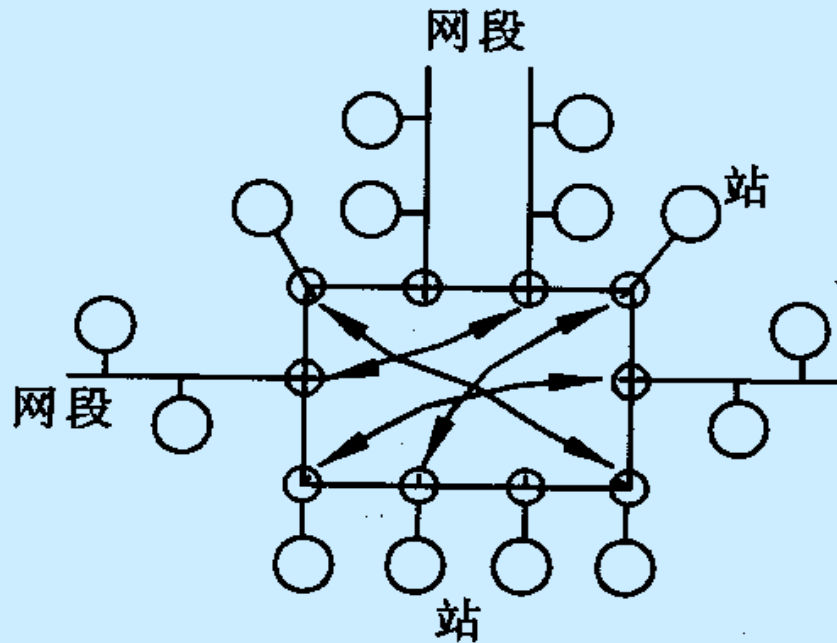


图 6.4 以太网交换端口之间同时存在多个数据通道

6.1.3 以太网交换机工作的逻辑机理

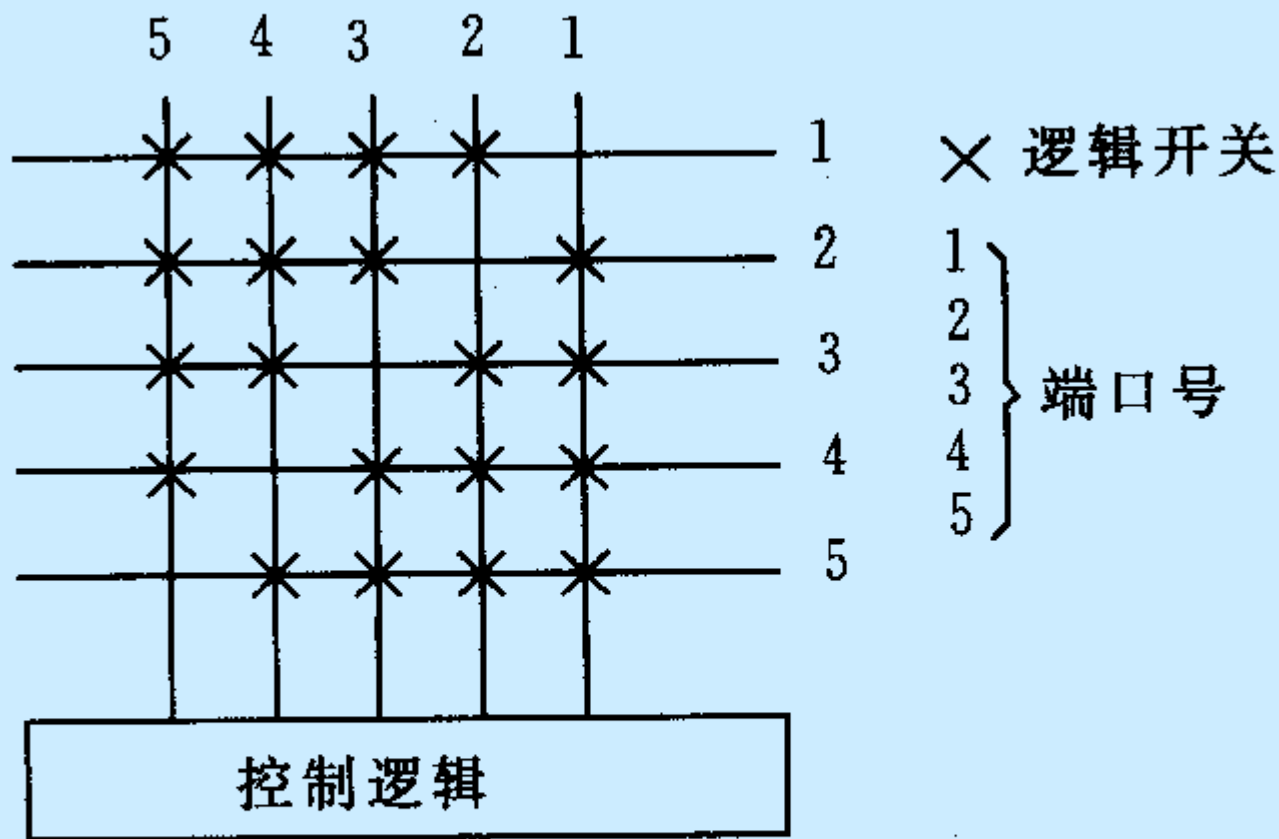


图 6.7 以太网交换机工作的逻辑机理

6.2 网桥与交换器工作机理

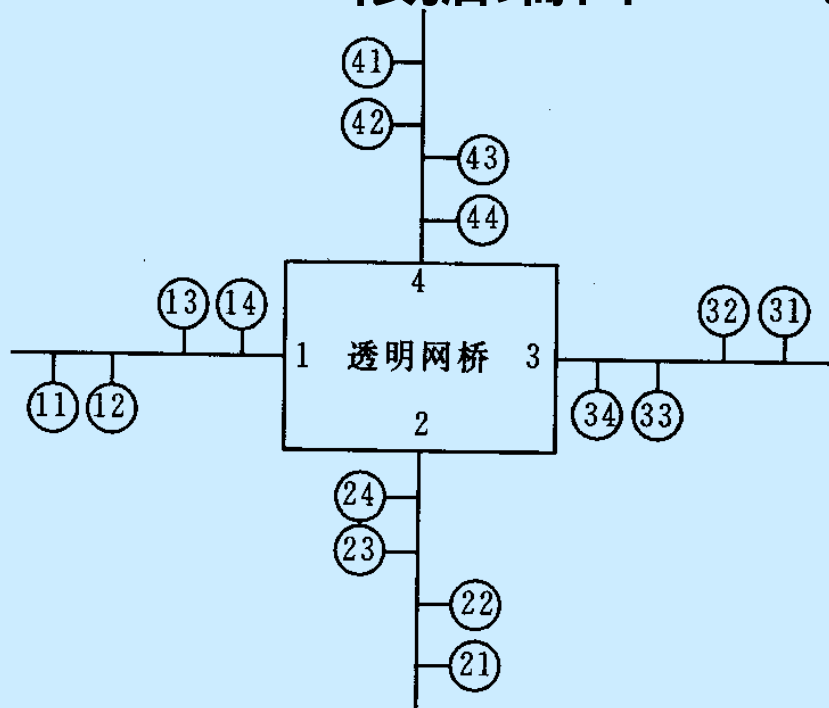
最简单的交换器就是多端口网桥

6.2.1 以太网上网桥的作用

隔离网段的碰撞域

6.2.2 透明网桥

根据端口——地址表寻找输出端口

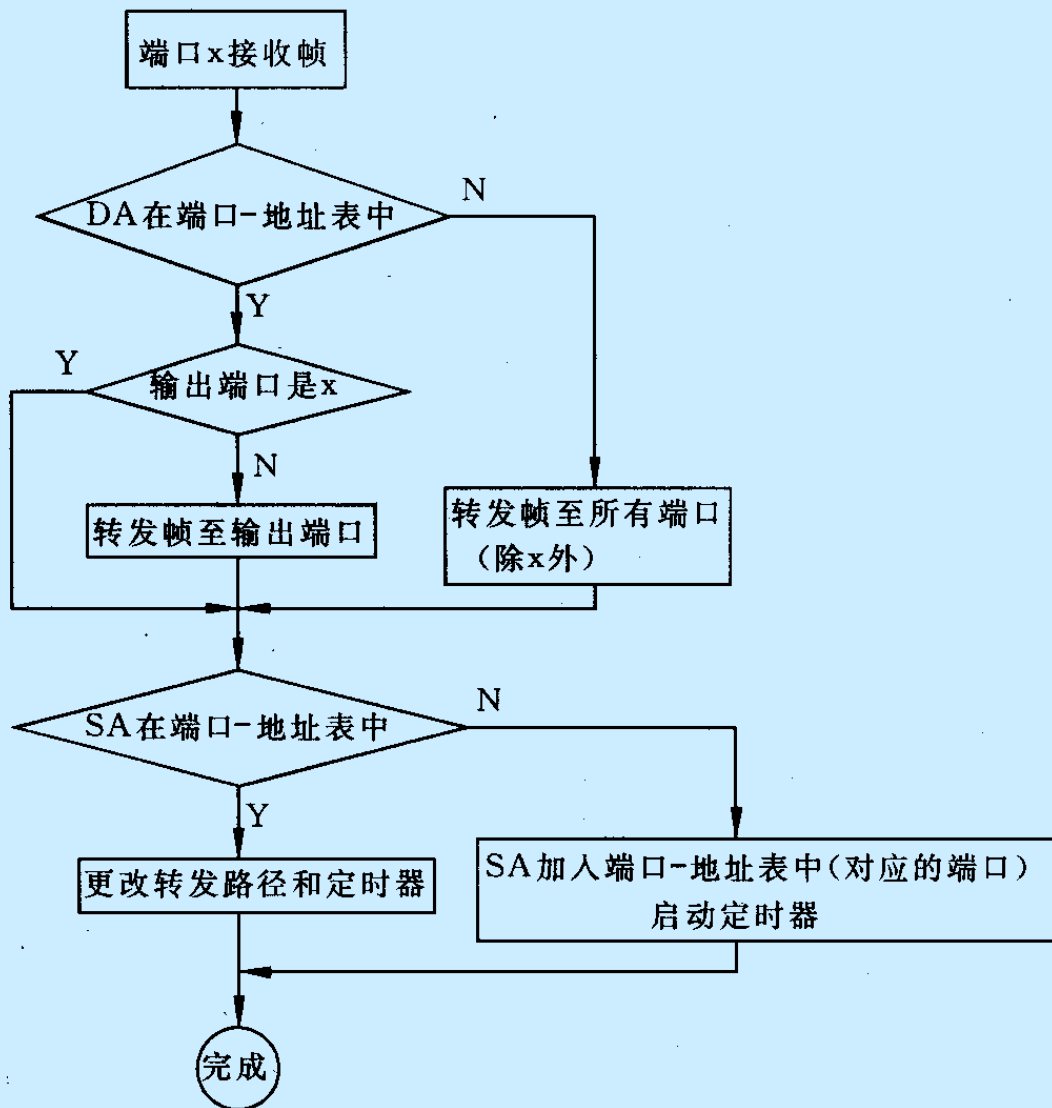


端口号	MAC 地址			
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

图 6.9 透明网桥连接 4 个网段

上海交通大学计算机系 计算机组网原理 图 6.11 端口-地址表

操作流程



上海交通大学计算机系
图 6.10 透明网桥操作流程

发送站经交换机发送报文的过程：

- 交换机检测发送站与接收站位于同一个端口，则不转发该报文，报文在同一个网段内传送。如该网段为以太网，则网段内按CSMA/CD方式工作。
- 如发送站与接收站属不同端口，则查找端口-地址表，将报文发往目的端口。
- 如在端口-地址表内查不到目的端口，则发广播报文，获知目的端口，并记入端口-地址表。

6.3 以太网交换机结构

6.3.1 软件执行交换结构

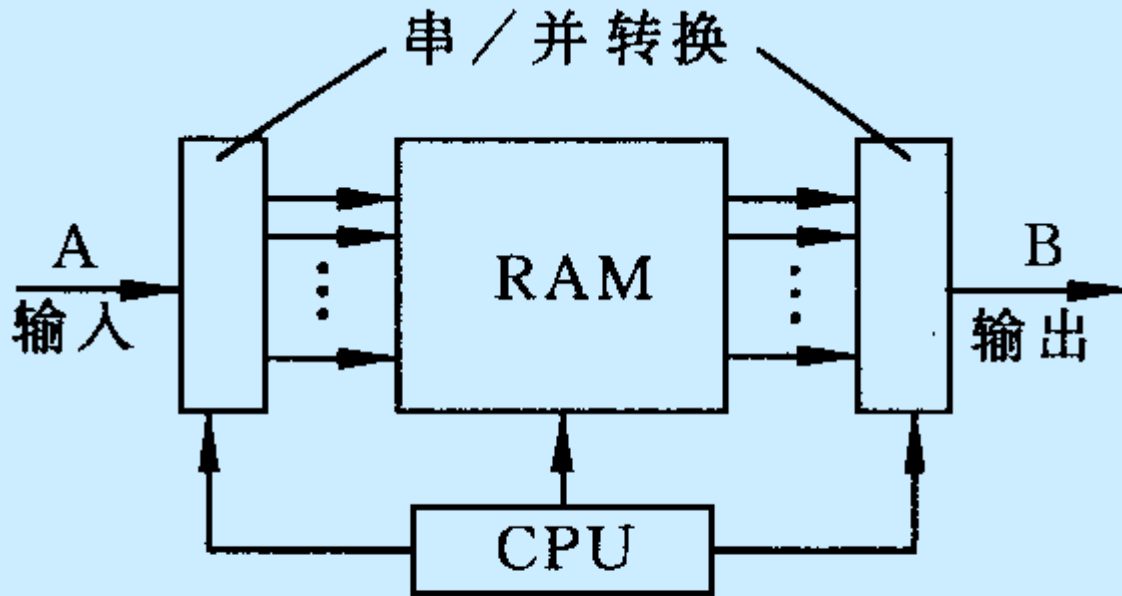


图 6.18 软件执行交换结构

工作速度慢，很少使用。

6.3.2 矩阵交换结构

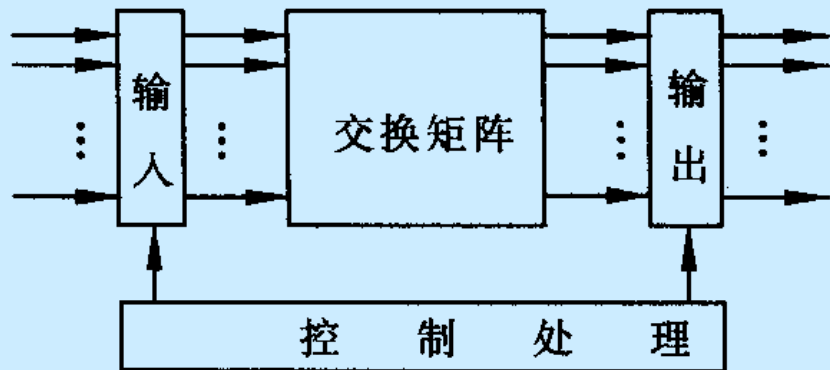


图 6.19 矩阵交换结构

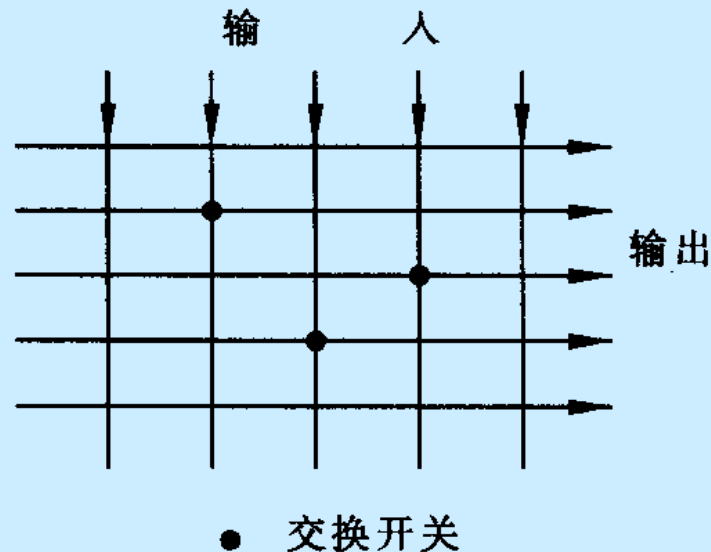


图 6.20 交换矩阵的逻辑机理

交换速度快，延迟时间短，但端口扩展困难，矩阵存在阻塞，不易实现广播传送。

6.3.3 总线交换结构

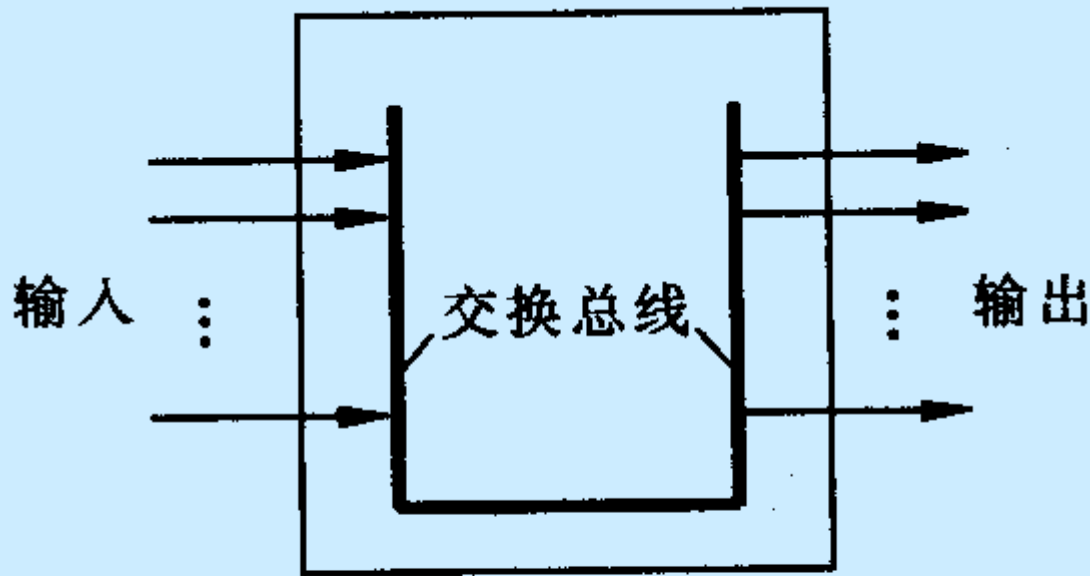


图 6.21 总线交换结构示意图

便于扩展；易于管理；容易实现广播传送；容易实现多对一方式工作。

要求背板速度高，几个Gbps~几十个Gbps。现在产品的背板速度已达到256Gbps。

6.4 以太网交换器的交换方式

6.4.1 静态交换方式 人工配置

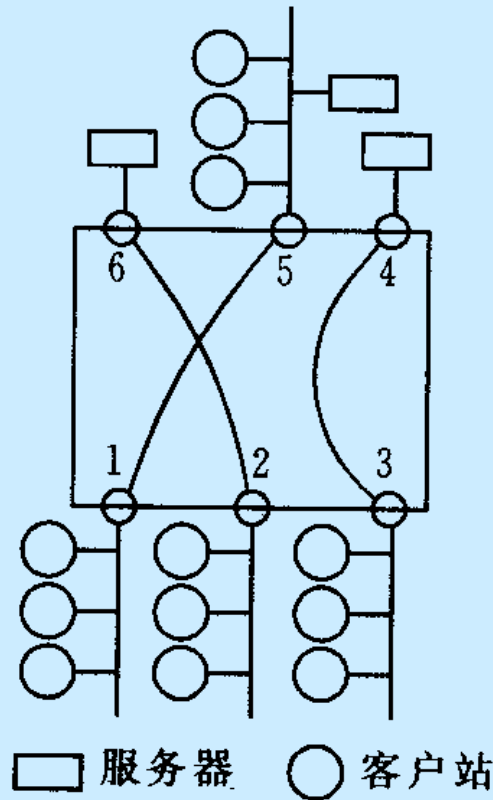


图 6.22 静态交换示意图
上海交通大学计算机系
计算机组网原理

6.4.2 动态交换方式

- 存储转发 (Store Forward)
- 直通 (Cut Through)
- 自适应 (Adaptation)
- 碎片丢弃 (Fragment Free)

1. 存储转发

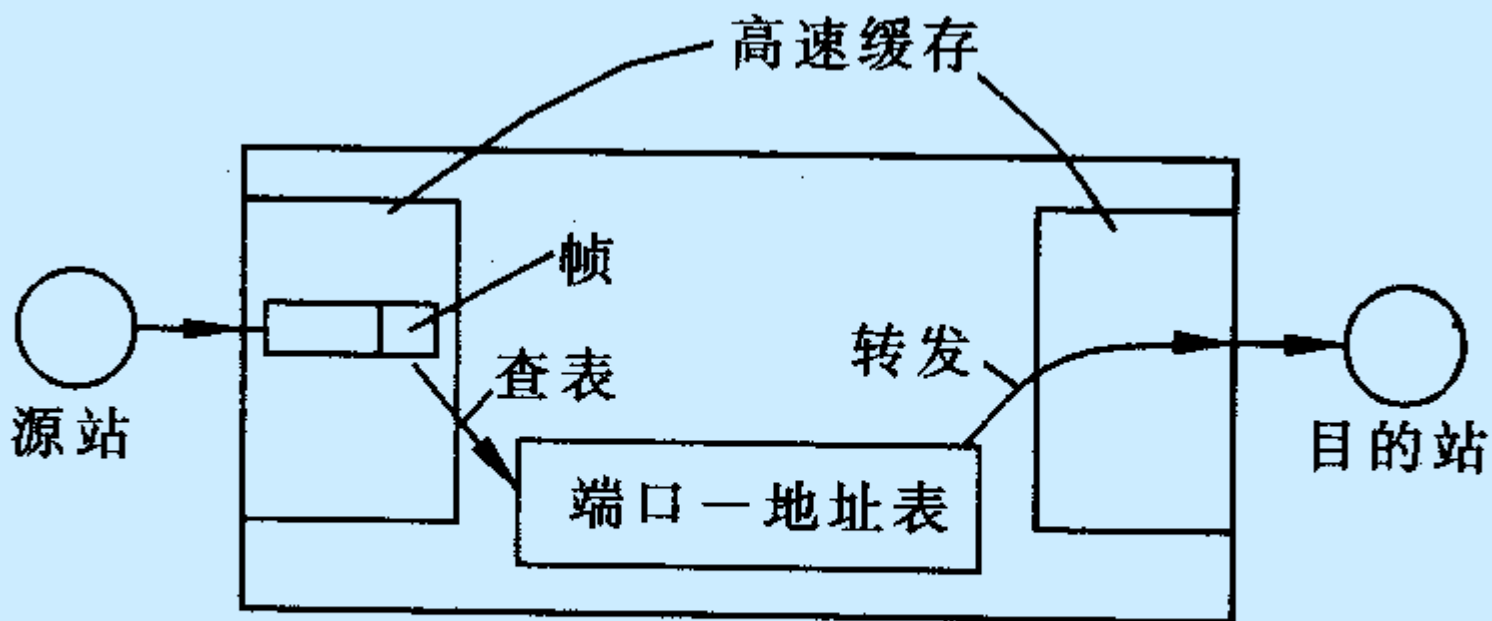


图 6.23 存储转发交换方式

优点：可靠性好

缺点：处理延迟时间长

2. 直通

输入端收到报文的目的地地址字段后，
经查表，直接转到输出端口。

优点：处理延迟时间短。

缺点：可靠性差。

3. 自适应

一般情况下交换器工作在直通方式，
工作速度很快。当检测到出错率高
（如丢包个数增加）或帧碎片太多时，
交换器自动切换到存储转发方式工作。
该类型综合了前面两种方式的优点。

4. 碎片丢弃

是一种折衷方案。

当报文小于512位时（以太网最短帧），交换器不转发，大于512位时接直通方式工作。

优点：过滤了小于512位的碎片，工作速度介于第1、2种方式之间。

缺点：可靠性较第1种方式差。

6.5 以太网交换器的分类和应用

6.5.1 按带宽分类

10Mbps、100Mbps、1000Mbps.....

往往一个交换器上有不同速率的端口，称为不对称式交换器。

6.5.2 按端口上支持的媒体分类

双绞线、光缆

一个交换器可支持多种传输介质

6.5.3 按架构分类

堆叠式、机框式

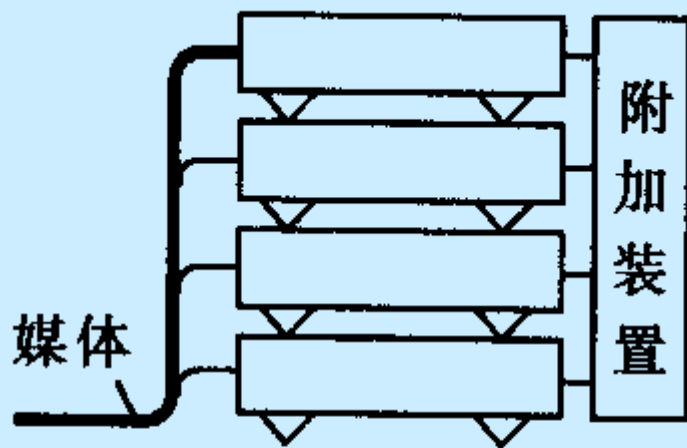


图 6.25 交换器的叠堆集成

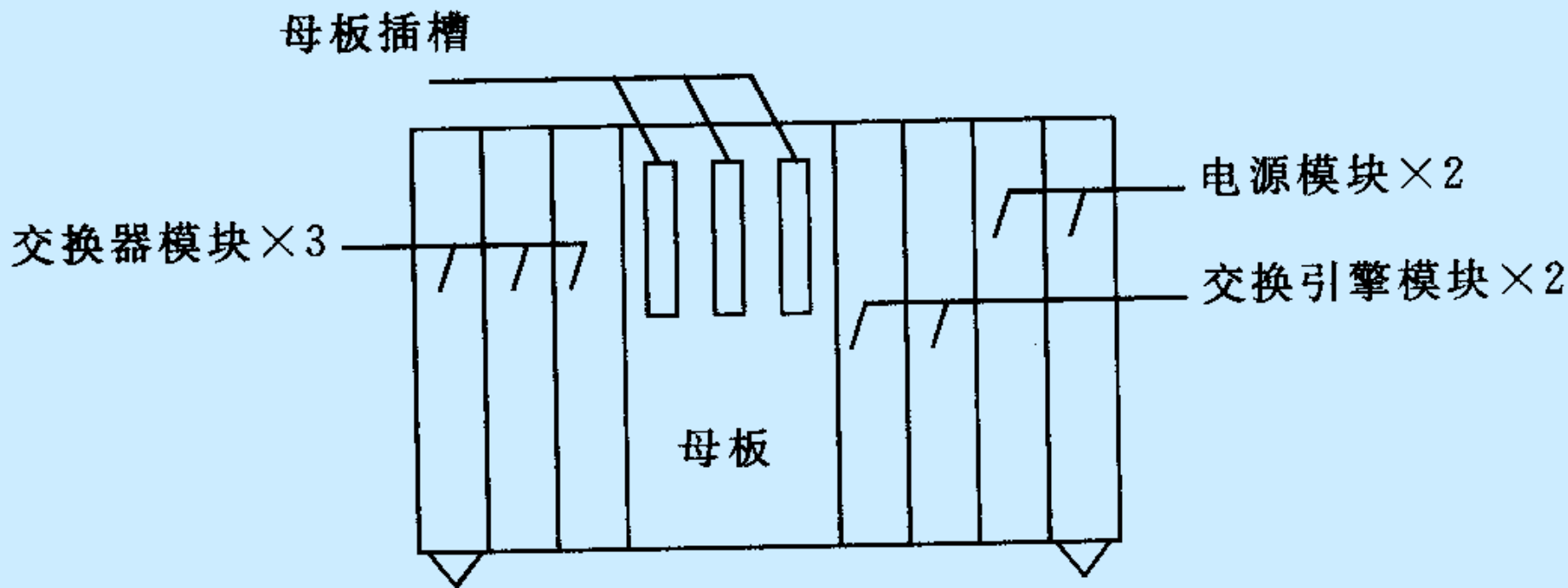


图 6.26 厢体模块架构

机框式优点：

1. 维修方便
2. 高可靠性
3. 系统集成和配置灵活

补充：按交换机工作的协议层次分

- 工作在数据链路层

相当于多端口网桥

- 工作在网络层

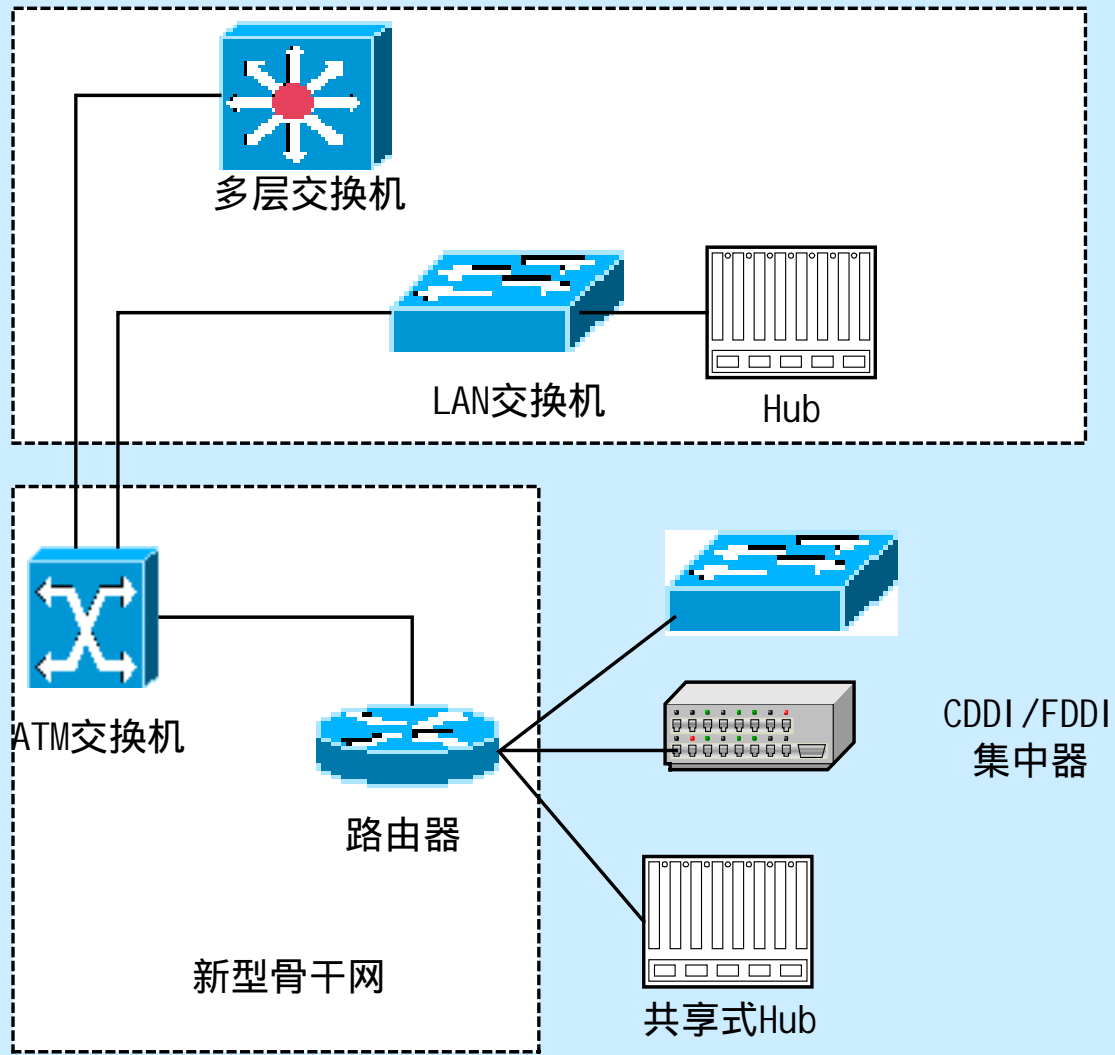
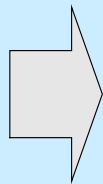
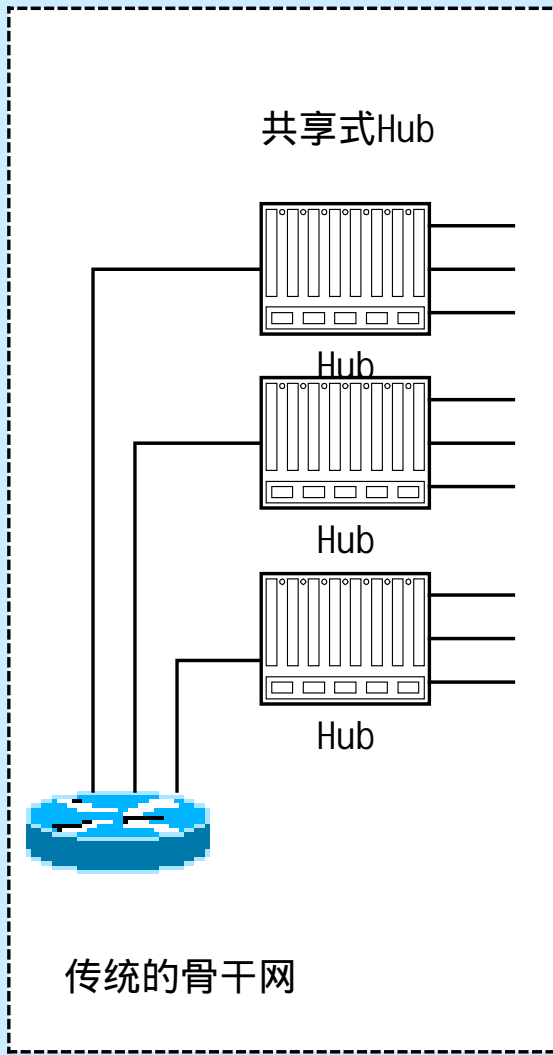
同时具有路由功能，功能强，用于主干网。

- 工作在传输层

能识别端口号

- 工作在应用层

能区分不同的应用

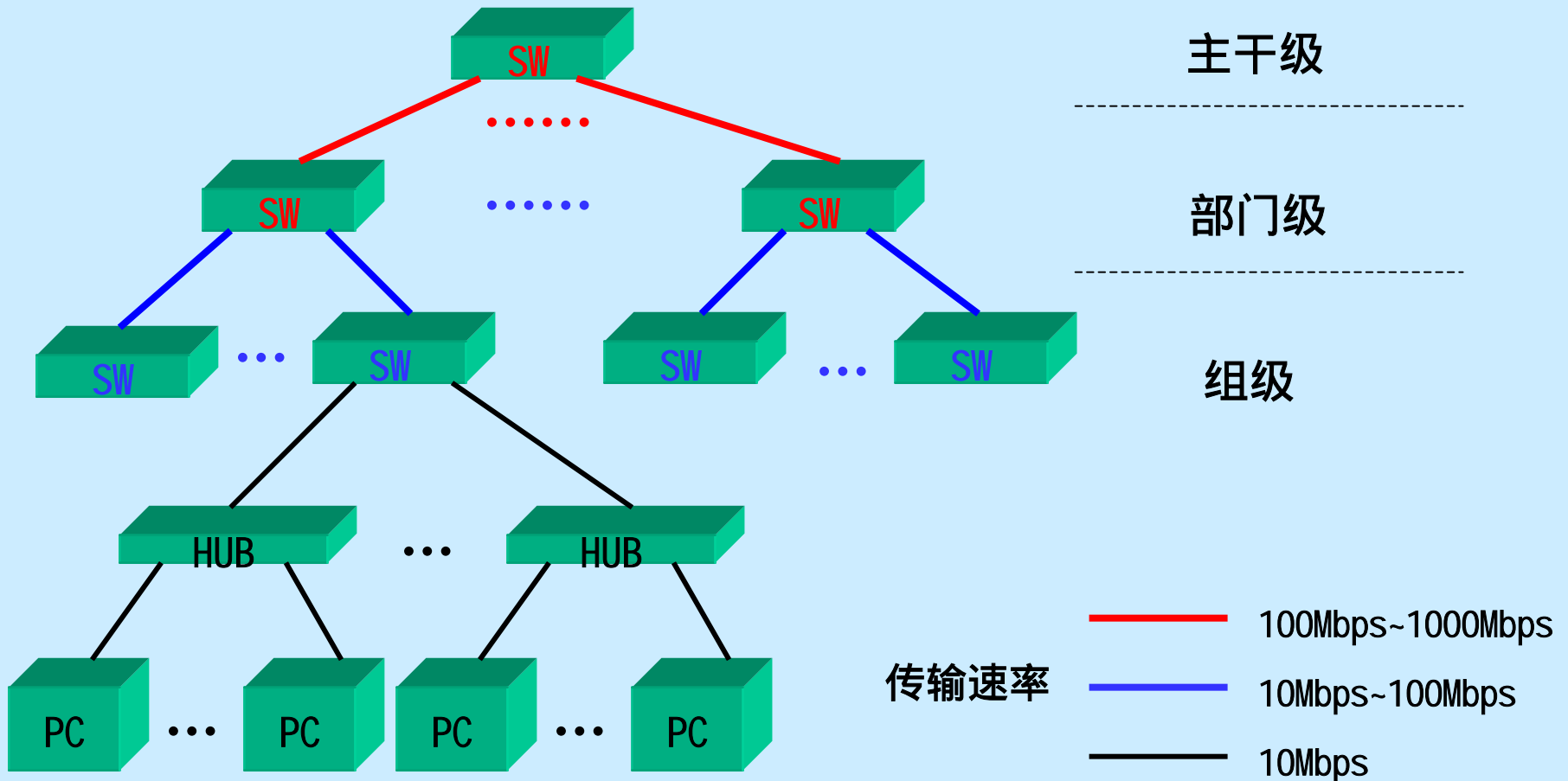


组网方法的发展：从以路由器为中心到以交换机为中心

上海交通大学计算机系
计算机组网原理

6.5.4 按应用分类与相应的典型组网方式

层次化的体系结构



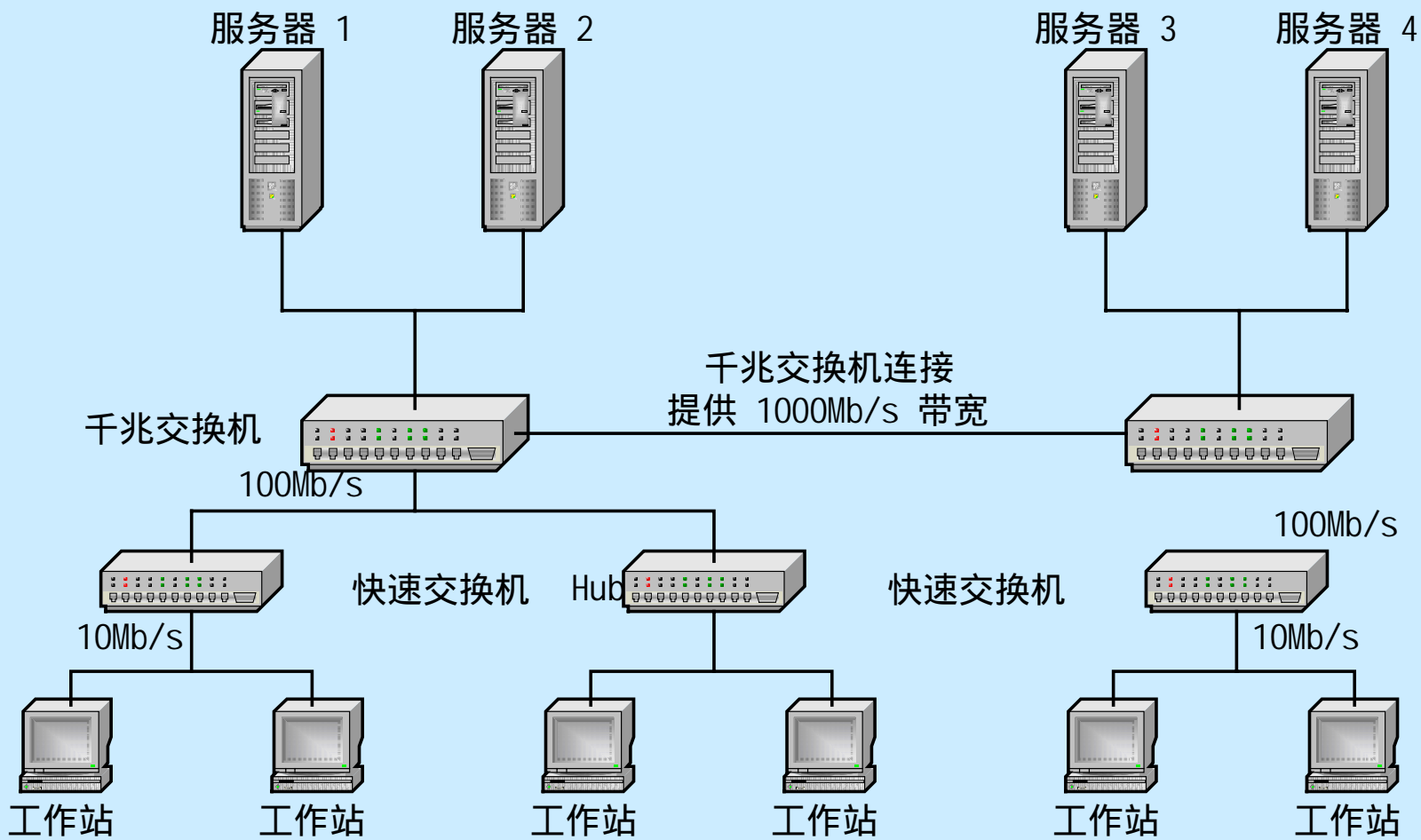
各层特性

表 6.1 以太网交换机按应用分类

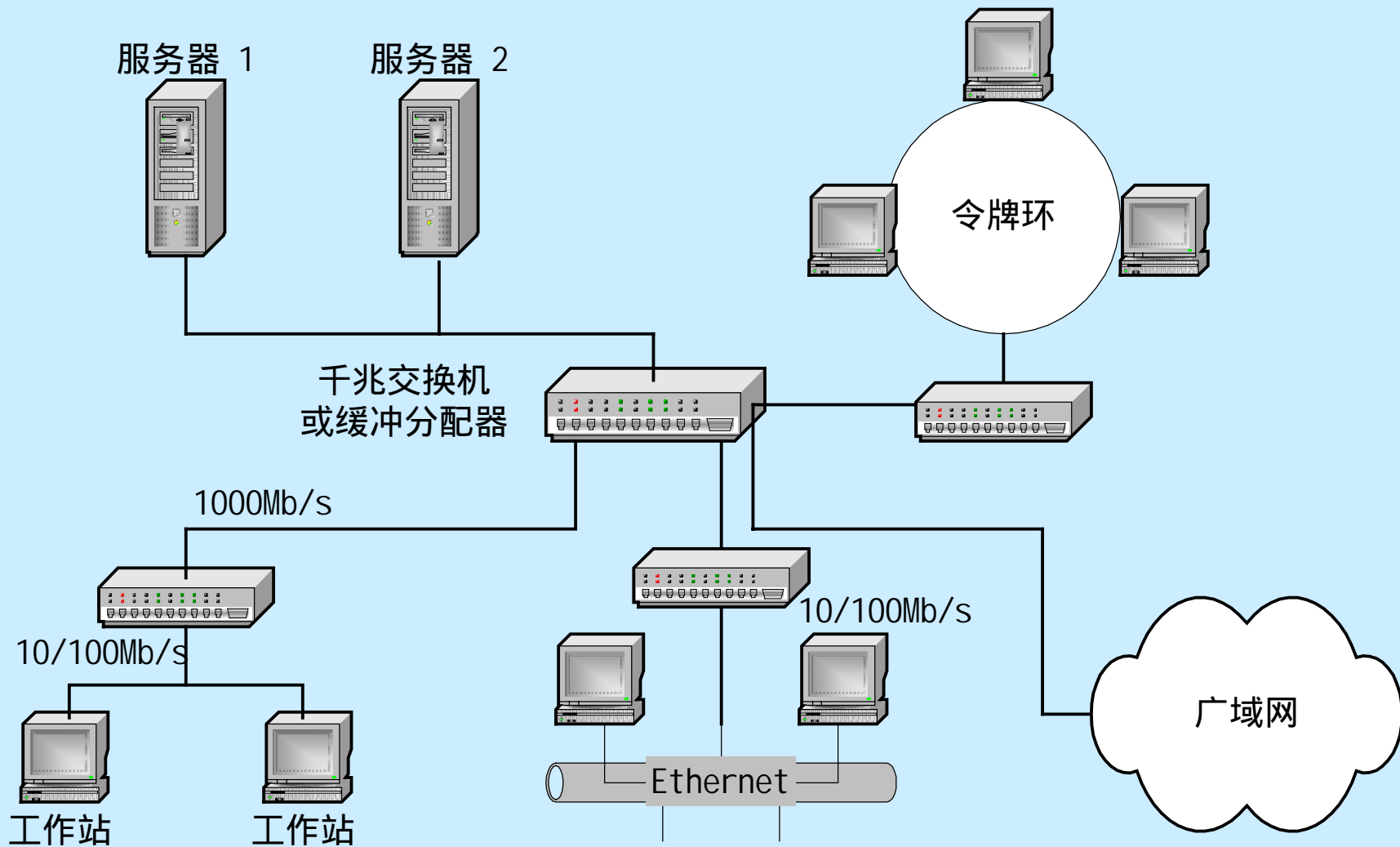
	群 组	部 门	主 干
架构	单台	可叠堆集成	箱体模块式
典型端口数	8,12,24	12~24,可成倍扩展	12/模块,可成倍地扩展
端口传输率	10 Mb/s	10M/100 Mb/s,100 Mb/s	100 Mb/s,1 Gb/s
高速端口	1~2 个 100 Mb/s (接服务器、干线)	1~2 个,1 Gb/s,ATM (接服务器、干线)	
支持其他网络			FDDI,ATM
支持 L3 路由			可能支持
典型背板带宽	200 Mb/s	2 Gb/s	4~10 Gb/s
典型组网	办公室群组桌面连网	小型楼宇或园区系统干线 直接面向桌面连网	中、大型楼宇 或园区系统干线

层次化结构的优点

1. 各层功能分工明确，便于设计、实现和调试
2. 充分发挥不同规格交换器的功能
3. 层次结构使内部网的信息流与业务流的流向、流量基本一致



以交换机为中心组网的拓扑结构



通过交换机与不同网络的连接

6.6 全双工以太网

6.6.1 全双工以太网技术的重要性

增加带宽、扩展网段长度

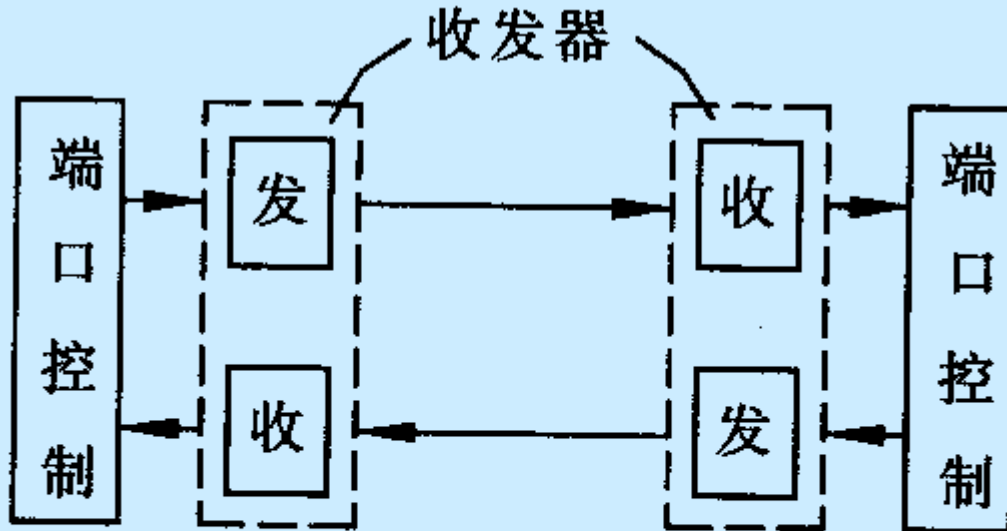


图 6.31 端口间全双工传输

发送与接收可同时进行，不会发生冲突碰撞。所以不受CSMA/CD的约束，扩展了网段长度。

6.6.2 全双工以太网技术特点

- 由一对线连接，发送与接收同时进行
- 点对点的通信
 - 不可以用HUB
- 速率提高一倍
- 扩展距离

实际上仅对100BASE FX有意义。
其余标准下因受电光信号本身的传输
损耗影响，在实际应用中并不能加长
距离。

6.6.3 全双工以太网技术的应用

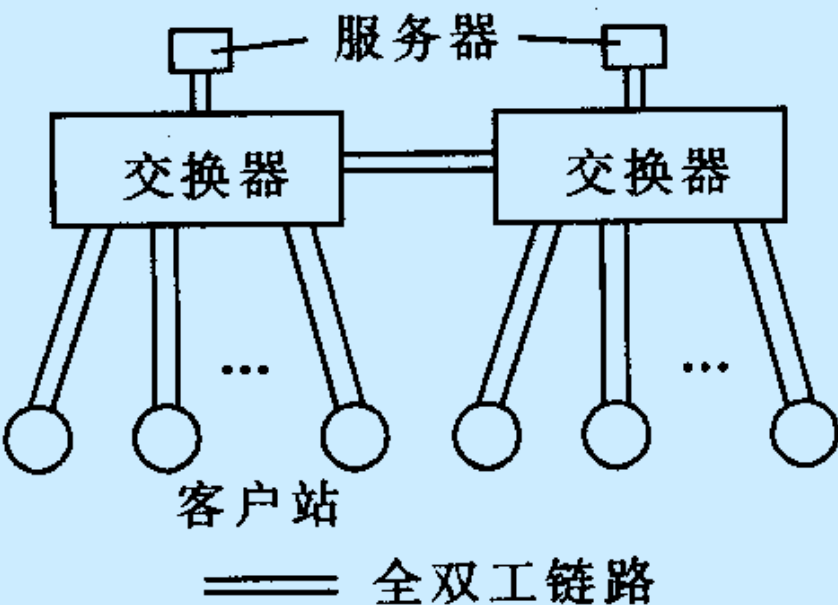


图 6.32 全双工操作连接

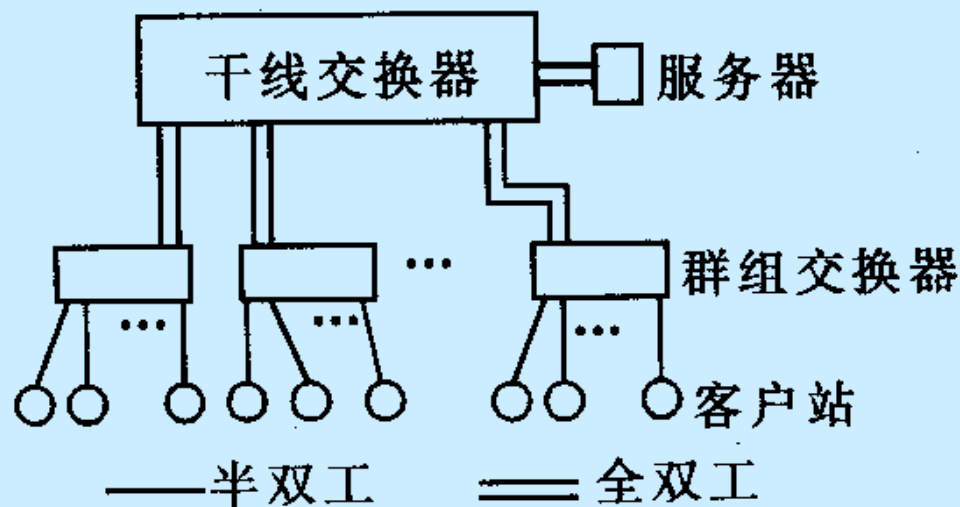


图 6.33 园区中,用全双工操作方式连接交换器

选择以太网交换器的要点：

1. 交换技术
存储转发、直通、自适应.....
2. 吞吐量和背板速度
吞吐量指所有端口同时收发数据速率的总和
3. 端口传输速率

4. 延迟时间

接收到数据直至目的端口开始发送

5. 端口MAC地址个数

MAC地址个数越多，每个端口可以连接的主机就越多

6. 全双工能力

7. 虚拟网（VLAN）能力

8. 网络管理能力

提供完善的管理软件