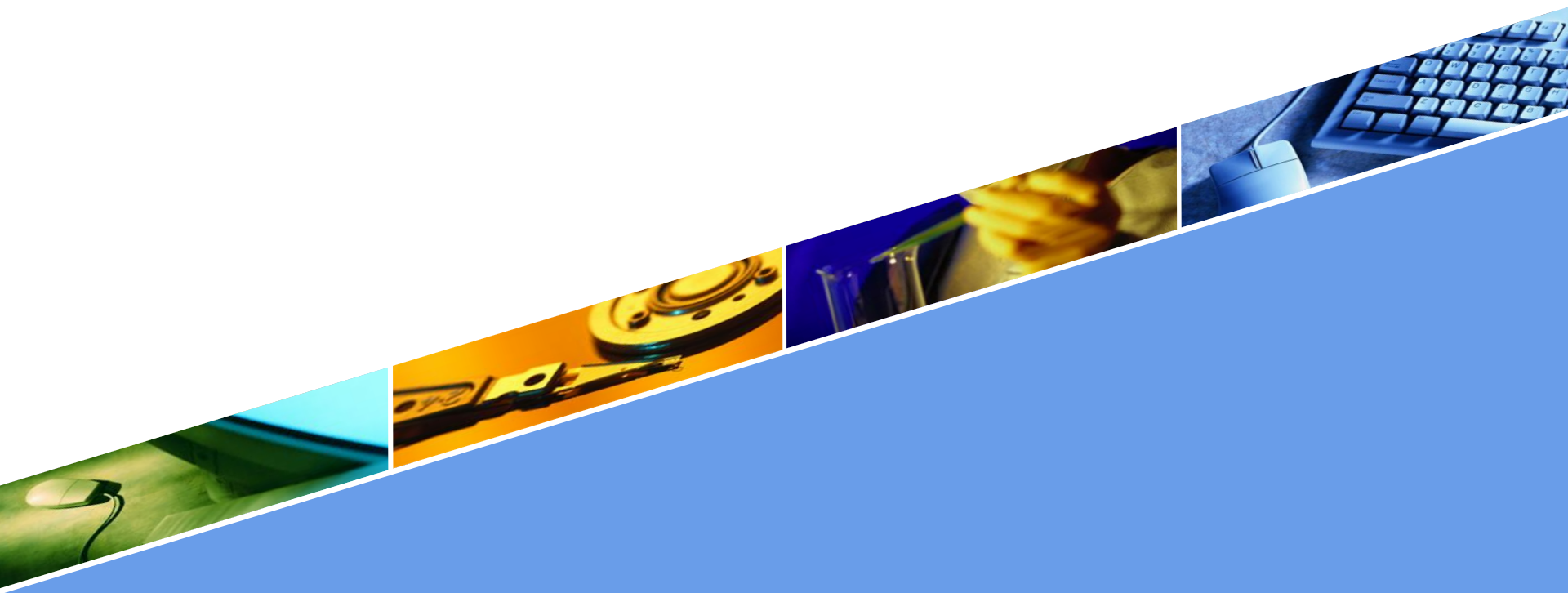
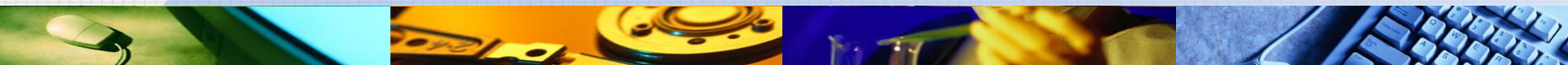


第四讲 局域网组网技术



主题 1



1 集线器连接的星型以太网

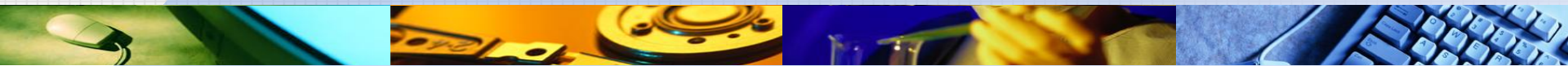
2 在物理层扩展局域网

3 在数据链路层扩展局域网

4 虚拟局域网 (VLAN)

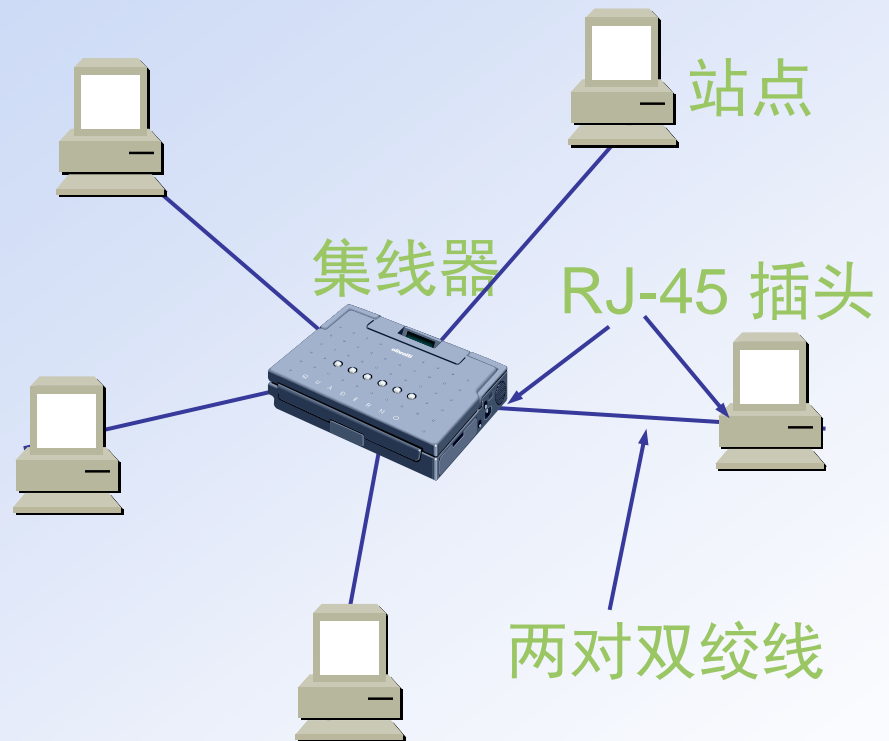
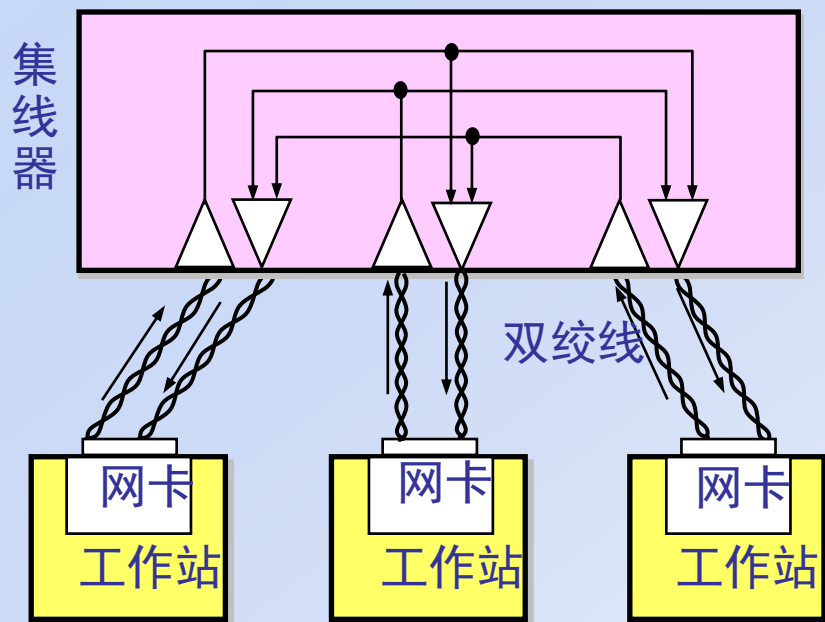
5 基于三层交换实现LAN之间互连互通

使用集线器连接的星型以太网

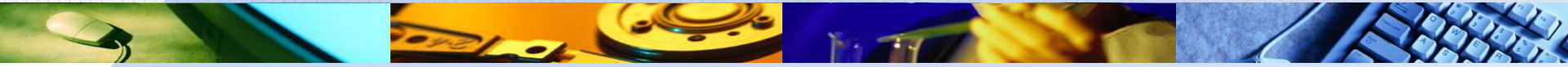


- ❖ 传统以太网最初是使用粗同轴电缆，后来演进到使用比较便宜的细同轴电缆，最后发展为使用更便宜和更灵活的双绞线。
- ❖ 使用双绞线的以太网采用星形拓扑，在星形的中心则增加了一种可靠性非常高的设备，叫做集线器(hub)

集线器连接的以太网示意

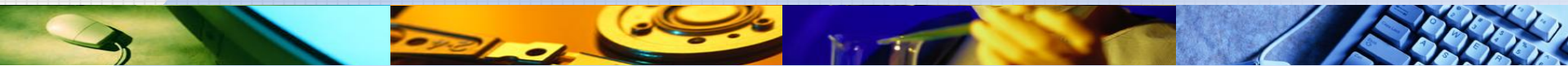


集线器的一些特点



- ❖ 集线器是使用电子器件来模拟实际电缆线的工作，因此整个系统仍然像一个传统的以太网那样运行。
- ❖ 使用集线器的以太网在逻辑上仍是一个总线网，各工作站使用的还是 CSMA/CD 协议，并共享逻辑上的总线。
- ❖ 集线器很像一个多接口的转发器，工作在物理层。

星形网 10BASE-T以太网

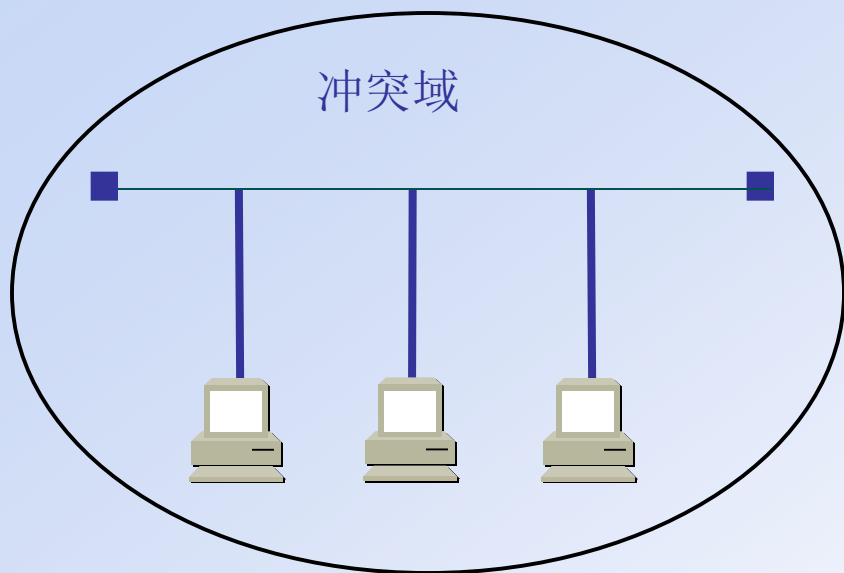


- ❖ 不用电缆而使用无屏蔽双绞线。每个站需要用两对双绞线，分别用于发送和接收。
- ❖ 集线器使用了大规模集成电路芯片，因此这样的硬件设备既降低了成本，可靠性已大大提高了。
- ❖ 10BASE-T 的通信距离稍短，每个站到集线器的距离不超过 100 m。
- ❖ 10BASE-T 双绞线以太网的出现，是局域网发展史上的一个非常重要的里程碑，它为以太网在局域网中的统治地位奠定了基础。

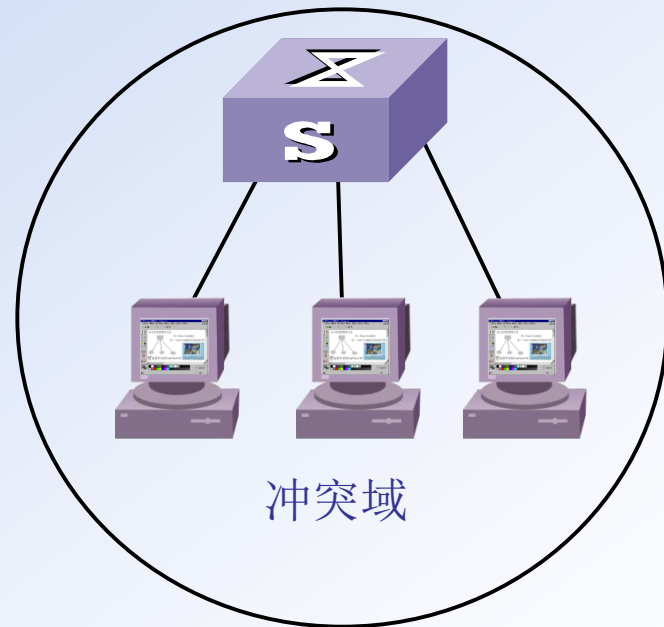
以太网构成碰撞域（冲突域）

- ❖ 碰撞域：域内的不同设备同时发出的以太网帧会互相冲突
- ❖ LAN共享介质上连接的设备组成冲突域
- ❖ 集线器等连接冲突域
- ❖ 特点：每台主机得到的可用带宽很低，网上冲突成倍增加，信息传输安全得不到保证

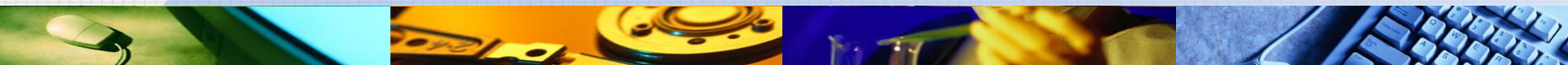
传统总线型以太网



集线器连接的星型以太网



主题 2



1 集线器连接的星型以太网

2 在物理层扩展局域网

3 在数据链路层扩展局域网

4 虚拟局域网 (VLAN)

5 基于三层交换实现LAN之间互连互通

使用光纤连接集线器

❖ 主机使用光纤和一对光纤调制解调器连接到集线器 —— 拓展连接距离



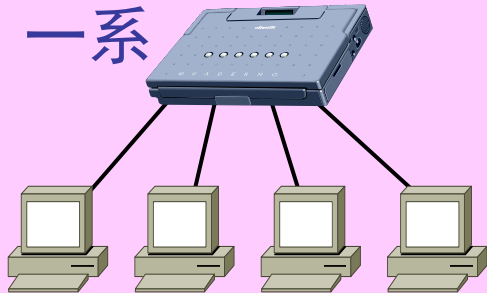
用多个集线器可连成更大的局域网

❖ 某大学有三个系，各自有一个局域网

三个独立的碰撞域

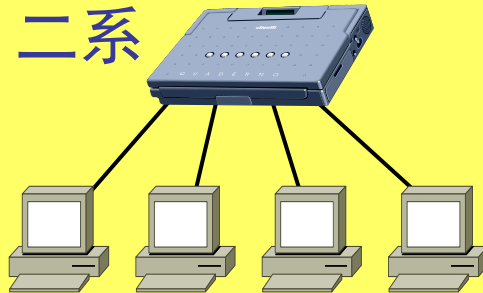
碰撞域

一系



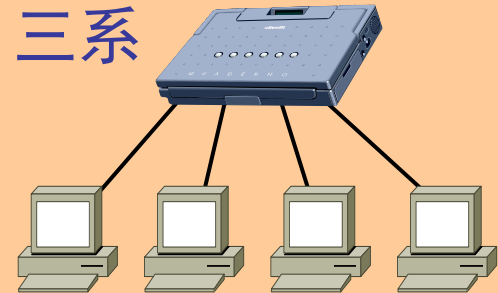
碰撞域

二系



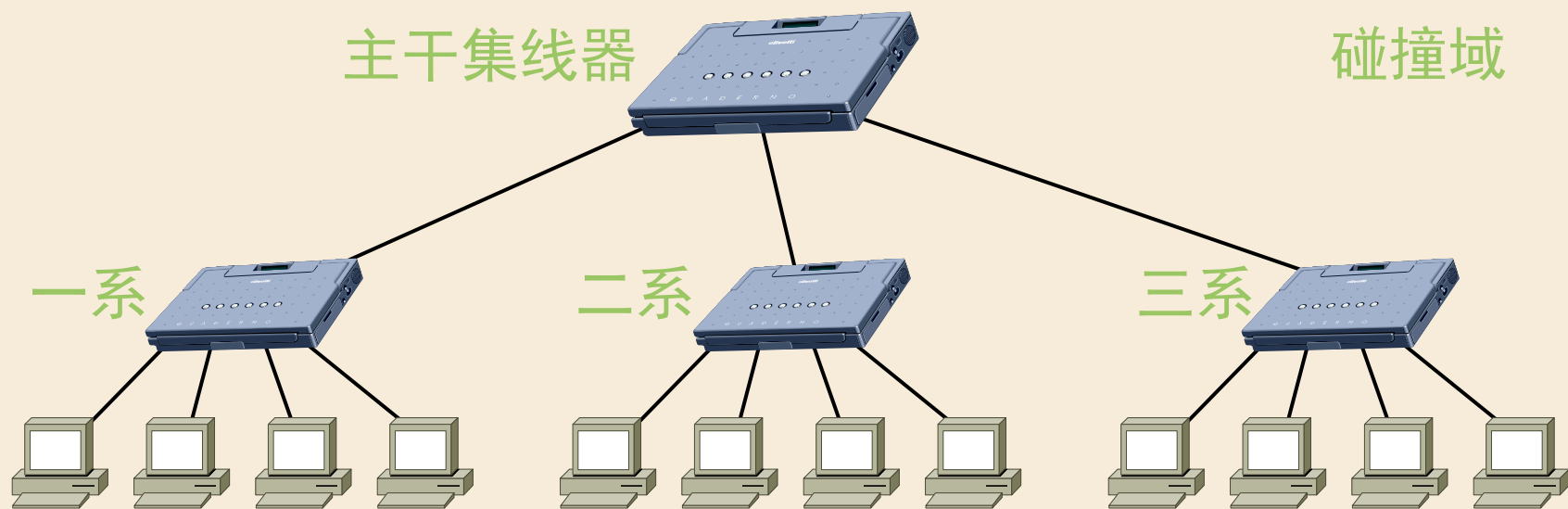
碰撞域

三系

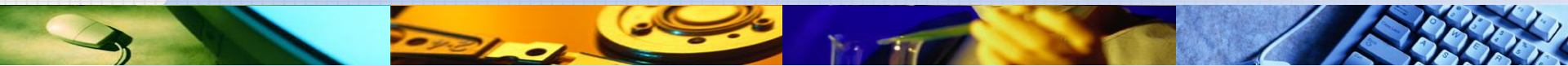


用集线器组成更大的局域网

一个更大的碰撞域



用集线器扩展的局域网特点



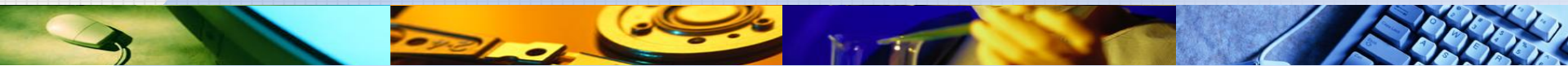
❖ 优点

- 使原来属于不同碰撞域的局域网上的计算机能够进行跨碰撞域的通信。
- 扩大了局域网覆盖的地理范围。

❖ 缺点

- 碰撞域增大了，但总的吞吐量并未提高。
- 如果不同的碰撞域使用不同的数据率，那么就不能用集线器将它们互连起来。

主题 3



1 集线器连接的星型以太网

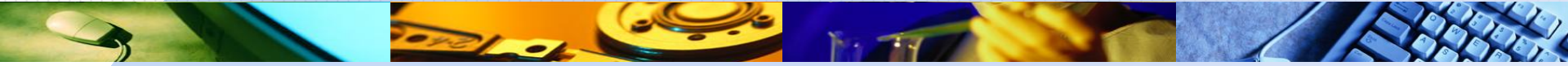
2 在物理层扩展局域网

3 在数据链路层扩展局域网

4 虚拟局域网 (VLAN)

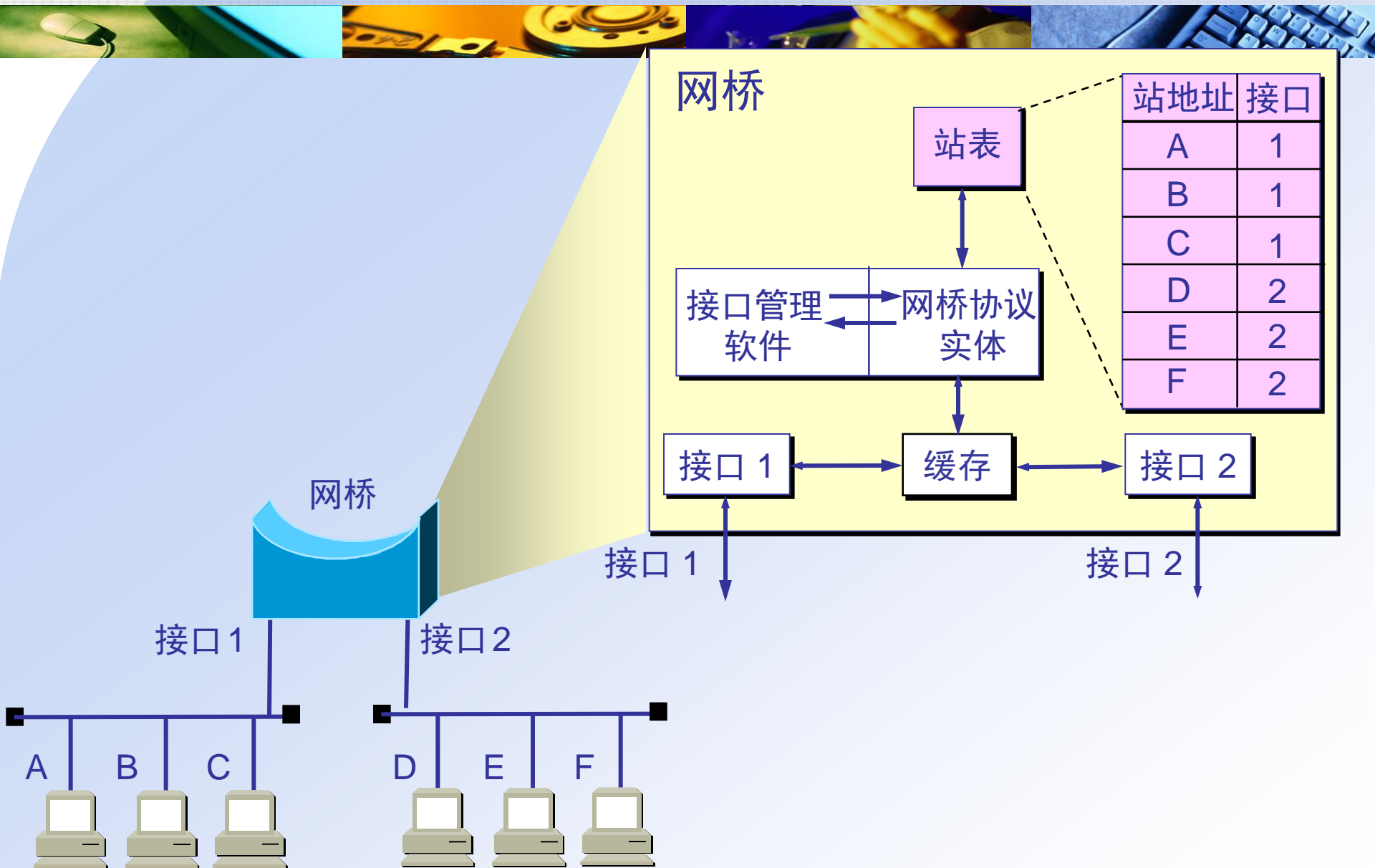
5 基于三层交换实现LAN之间互连互通

在数据链路层扩展局域网

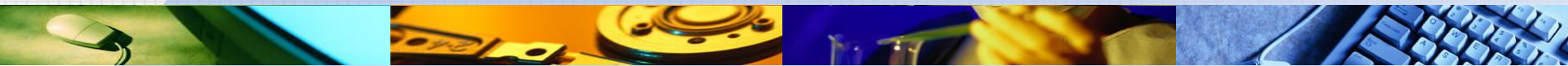


- ❖ 在数据链路层扩展局域网是使用网桥。
- ❖ 网桥工作在数据链路层，它根据 MAC 帧的目的地址对收到的帧进行转发。
- ❖ 网桥具有过滤帧的功能。当网桥收到一个帧时，并不是向所有的接口转发此帧，而是先检查此帧的目的 MAC 地址，然后再确定将该帧转发到哪一个接口

网桥的内部结构

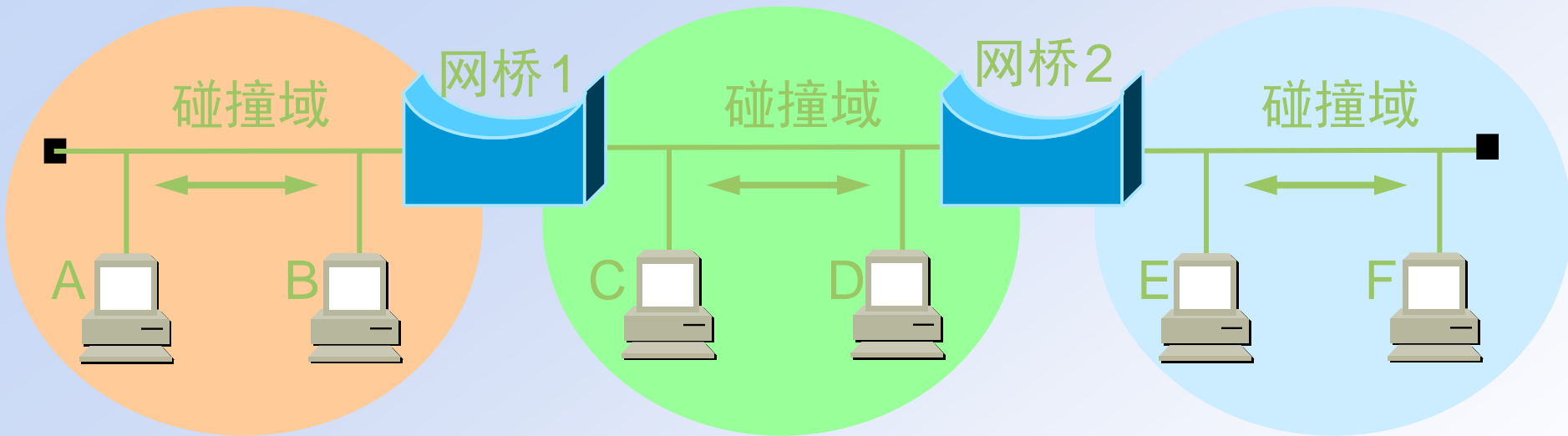
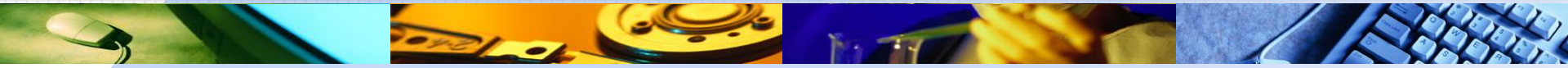


使用网桥带来的好处

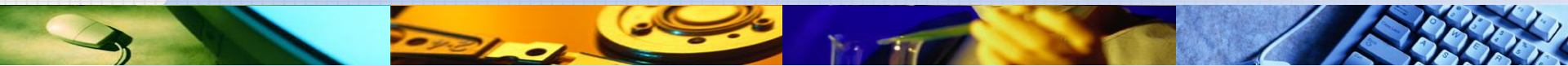


- ❖ 过滤通信量。
- ❖ 扩大了物理范围。
- ❖ 提高了可靠性。
- ❖ 可互连不同物理层、不同 MAC 子层和不同速率（如10 Mb/s 和 100 Mb/s 以太网）的局域网。

网桥使各网段成为隔离的碰撞域

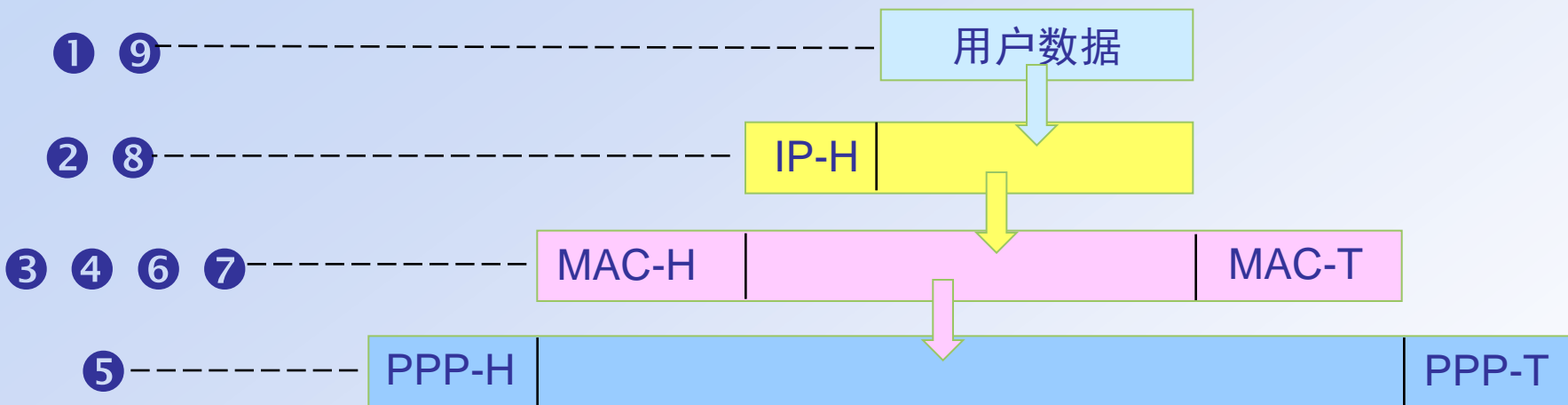
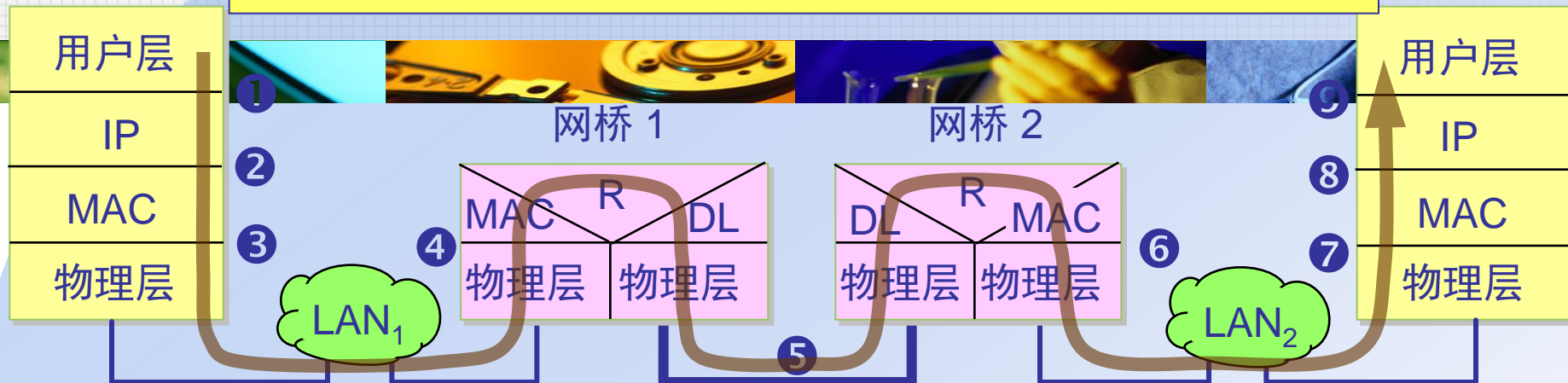


使用网桥带来的缺点



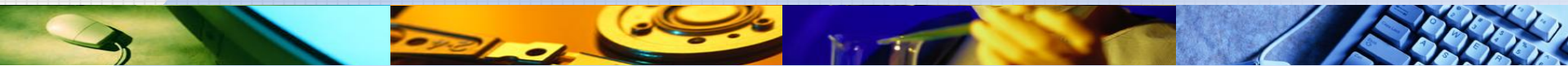
- ❖ 存储转发增加了时延。
- ❖ 在MAC 子层并没有流量控制功能。
- ❖ 具有不同 MAC 子层的网段桥接在一起时时延更大。
- ❖ 网桥只适合于用户数不太多(不超过几百个)和通信量不太大的局域网，否则有时还会因传播过多的广播信息而产生网络拥塞。

两个网桥之间还可使用一段点到点链路



网桥不改变它转发的帧的源地址

网桥和集线器（或转发器）不同



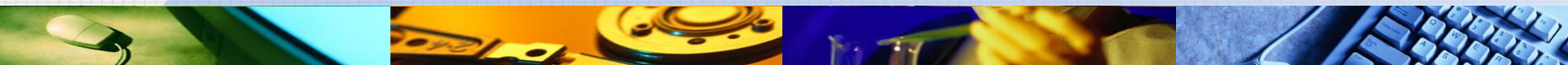
- ❖ 集线器在转发帧时，不对传输媒体进行检测。
- ❖ 网桥在转发帧之前必须执行 CSMA/CD 算法。
 - 若在发送过程中出现碰撞，就必须停止发送和进行退避。

透明网桥



- ❖ 目前使用得最多的网桥是透明网桥 (transparent bridge)。
- ❖ “透明”是指局域网上的站点并不知道所发送的帧将经过哪几个网桥，因为网桥对各站来说是看不见的。
- ❖ 透明网桥是一种即插即用设备，其标准是 IEEE 802.1D。

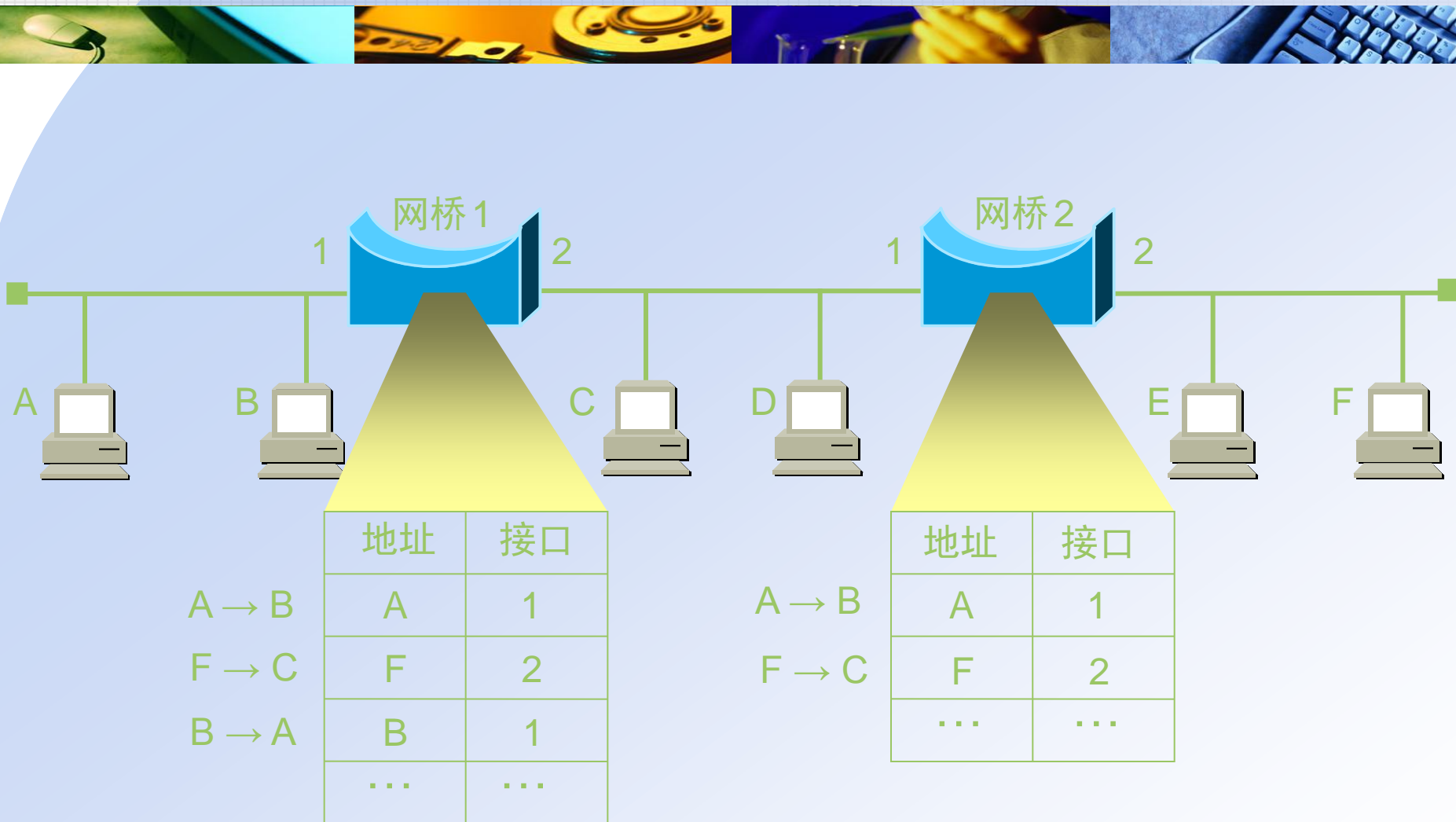
网桥的自学习算法



网桥应当按照以下自学习算法处理收到的帧和建立转发表：

- ❖ 若从 A 发出的帧从接口 x 进入了某网桥，那么从这个接口出发沿相反方向一定可把一个帧传送到 A。
- ❖ 网桥每收到一个帧，就记下其源地址和进入网桥的接口，作为转发表中的一个项目。
- ❖ 在建立转发表时是把帧首部中的源地址写在“地址”这一栏的下面。
- ❖ 在转发帧时，则是根据收到的帧首部中的目的地址来转发的。这时就把在“地址”栏下面已经记下的源地址当作目的地址，而把记下的进入接口当作转发接口。

转发表的建立过程举例

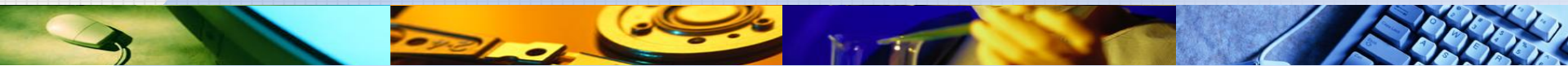


网桥在转发表中登记以下三个信息



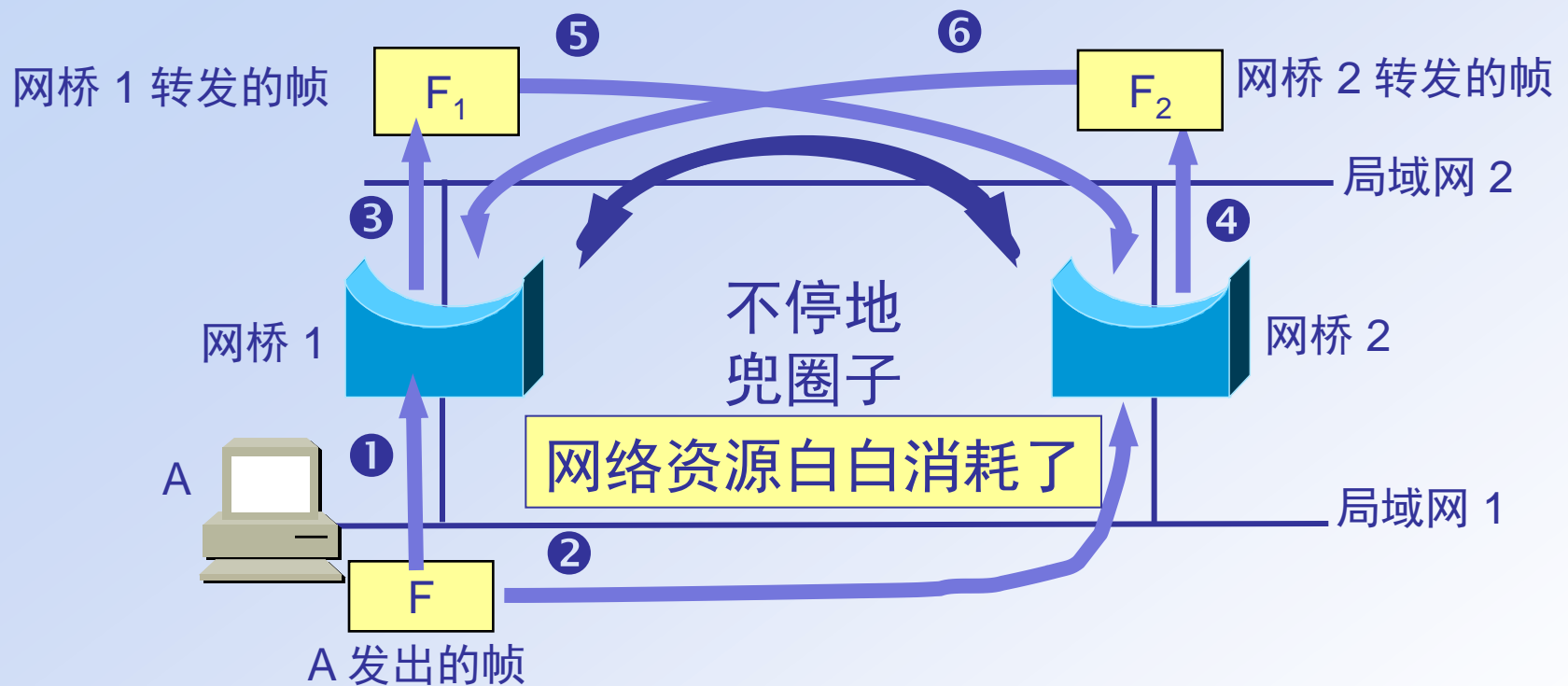
- ❖ 在网桥的转发表中写入的信息除了地址和接口外，还有帧进入该网桥的时间。
- ❖ 这是因为以太网的拓扑可能经常会发生变化，站点也可能会更换适配器（这就改变了站点的地址）。另外，以太网上的工作站并非总是接通电源的。
- ❖ 把每个帧到达网桥的时间登记下来，就可以在转发表中只保留网络拓扑的最新状态信息。这样就使得网桥中的转发表能反映当前网络的最新拓扑状态。

网桥的自学习和转发帧的步骤归纳



- ❖ 网桥收到一帧后先进行**自学习**。查找转发表中与收到帧的源地址有无相匹配的项目。如没有，就在转发表中增加一个项目（源地址、进入的接口和时间）。如有，则把原有的项目进行更新。
- ❖ **转发帧**。查找转发表中与收到帧的目的地址有无相匹配的项目。
 - 如没有，则通过所有其他接口（但进入网桥的接口除外）进行转发。
 - 如有，则按转发表中给出的接口进行转发。
 - 若转发表中给出的接口就是该帧进入网桥的接口，则应丢弃这个帧（因为这时不需要经过网桥进行转发）。

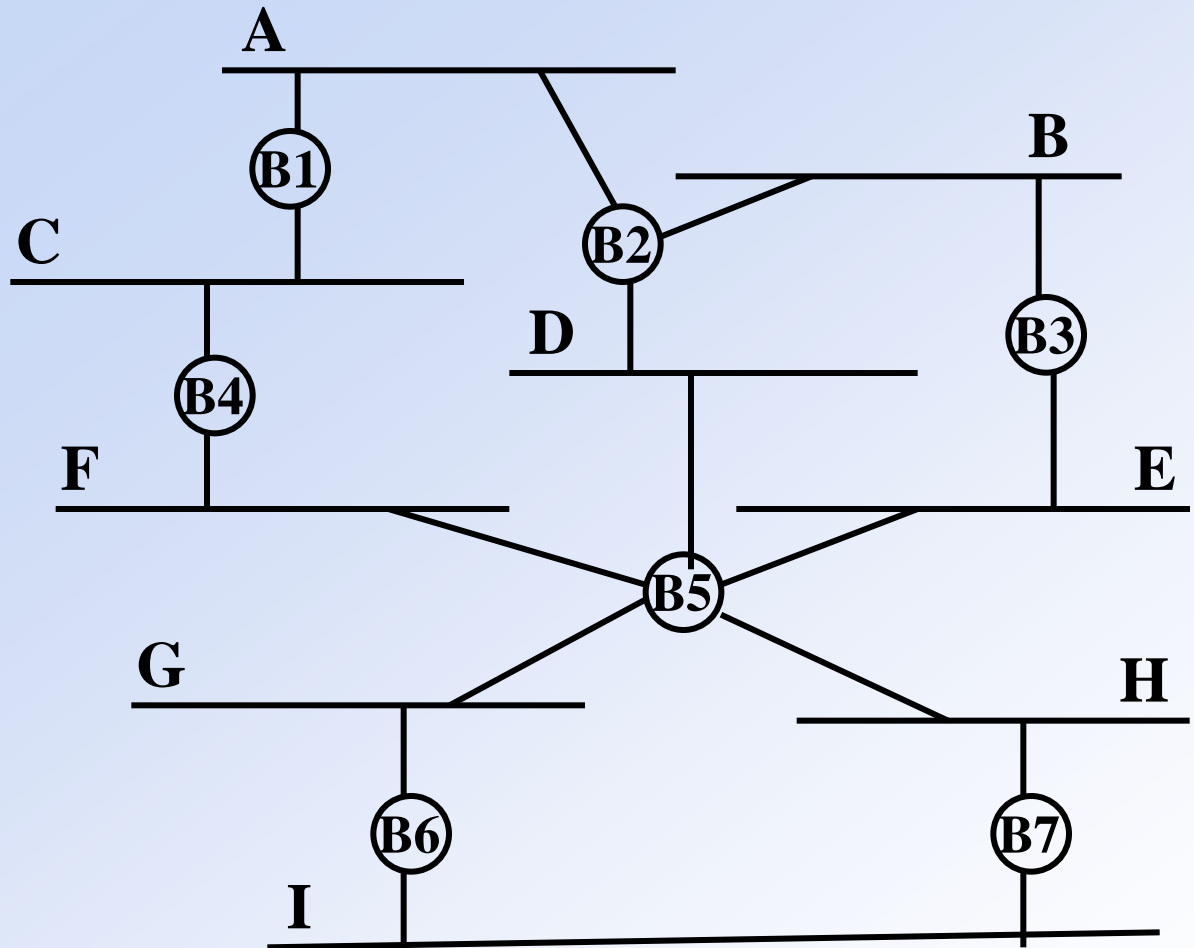
冗余环路引起广播风暴



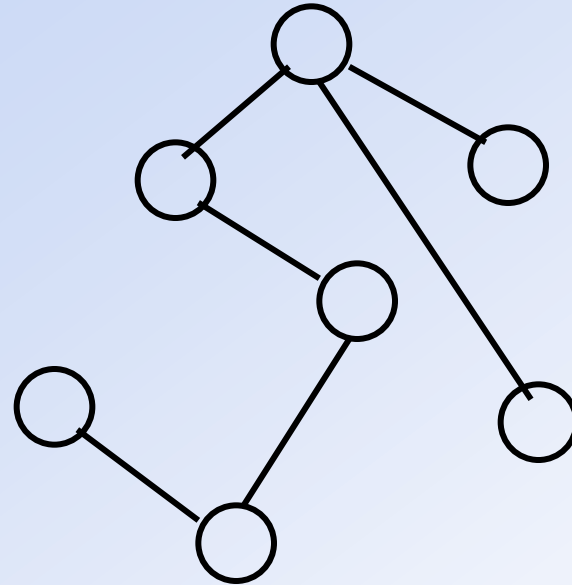
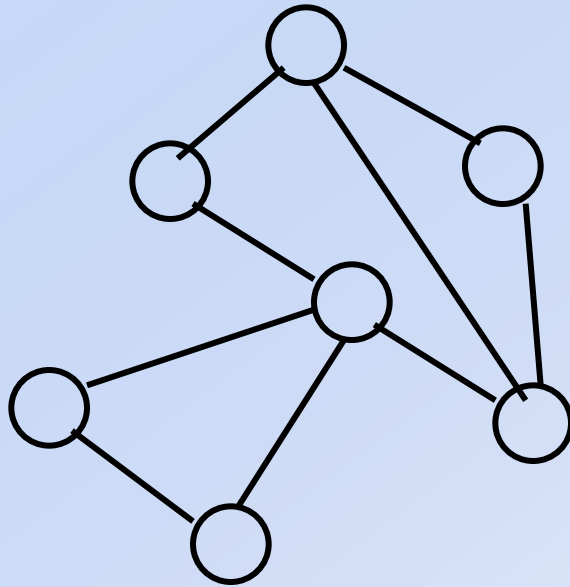
多个网桥连接的局域网导致循环

循环将使得
数据帧来回无
止境地在局域
网上传播

广播风暴！



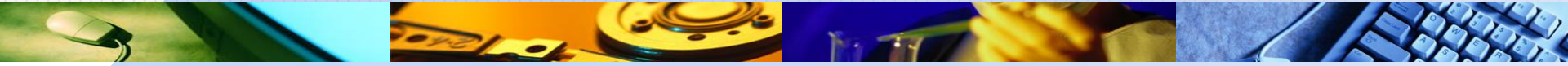
透明网桥使用了生成树算法



生成树是一个拓扑结构，它是一个无环树，并能保证任何一对局域网之间都有连接

生成树算法的目的是动态发现

生成树的得出



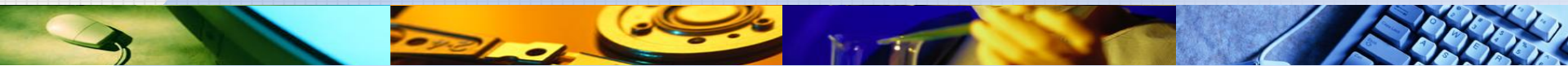
- ❖ 互连在一起的网桥在进行彼此通信后，就能找出原来的网络拓扑的一个子集。在这个子集里，整个连通的网络中不存在回路，即在任何两个站之间只有一条路径。
- ❖ 为了避免产生转发的帧在网络中不断地兜圈子。
- ❖ 为了得出能够反映网络拓扑发生变化时的生成树，在生成树上的根网桥每隔一段时间还要对生成树的拓扑进行更新。

源路由网桥



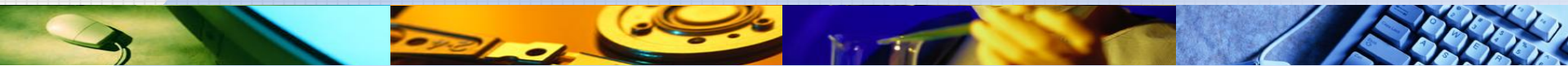
- ❖ 透明网桥容易安装，但网络资源的利用不充分。
- ❖ 源路由(source route)网桥在发送帧时将详细的路由信息放在帧的首部中。
- ❖ 源站以广播方式向欲通信的目的站发送一个“发现帧”，每个发现帧都记录所经过的路由。
- ❖ 发现帧到达目的站时就沿各自的路由返回源站。
- ❖ 源站在得知这些路由后，从所有可能的路由中选择一个最佳路由。凡从该源站向该目的站发送的帧的首部，都必须携带源站所确定的这一路由信息。

多接口网桥——以太网交换机



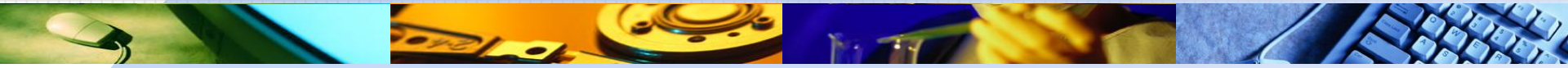
- ❖ 1990 年问世的**交换式集线器**(switching hub) , 可明显地提高局域网的性能。
- ❖ 交换式集线器常称为**以太网交换机**(switch)或第二层交换机 (表明此交换机工作在数据链路层) 。
- ❖ 以太网交换机通常都有十几个接口。因此, 以太网交换机实质上就是一个**多接口的网桥**, 可见交换机工作在数据链路层。

以太网交换机的特点



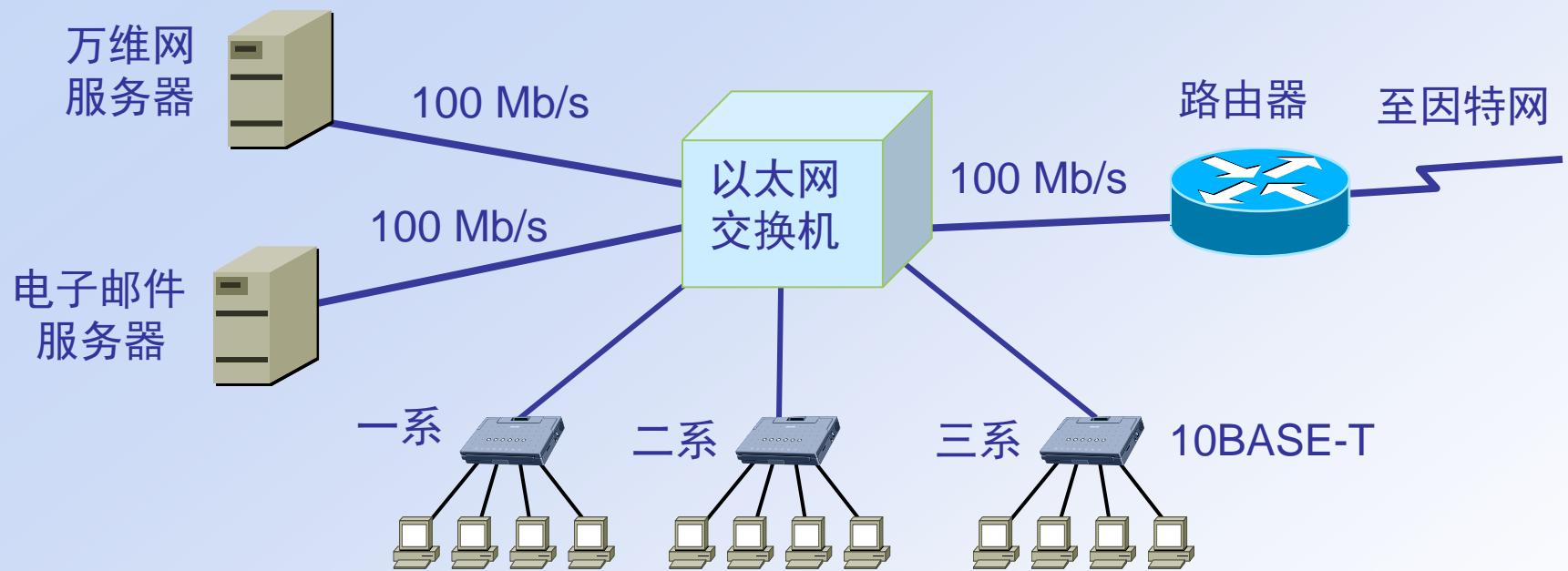
- ❖ 以太网交换机的每个接口都直接与主机相连，并且一般都工作在全双工方式。
- ❖ 交换机能同时连通许多对的接口，使每一对相互通信的主机都能像独占通信媒体那样，进行无碰撞地传输数据。
- ❖ 以太网交换机由于使用了专用的交换结构芯片，其交换速率就较高。

交换机组网——独占传输媒体的带宽

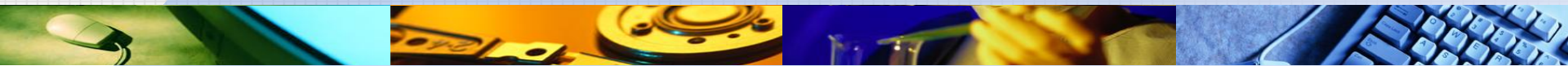


- ❖ 对于普通 10 Mb/s 的共享式以太网，若共有 N 个用户，则每个用户占有的平均带宽只有总带宽 (10 Mb/s) 的 N 分之一。
- ❖ 使用以太网交换机时，虽然在每个接口到主机的带宽还是 10 Mb/s，但由于一个用户在通信时是独占而不是和其他网络用户共享传输媒体的带宽，因此对于拥有 N 对接口的交换机的总容量为 $N \times 10$ Mb/s。这正是交换机的最大优点。

用以太网交换机扩展局域网



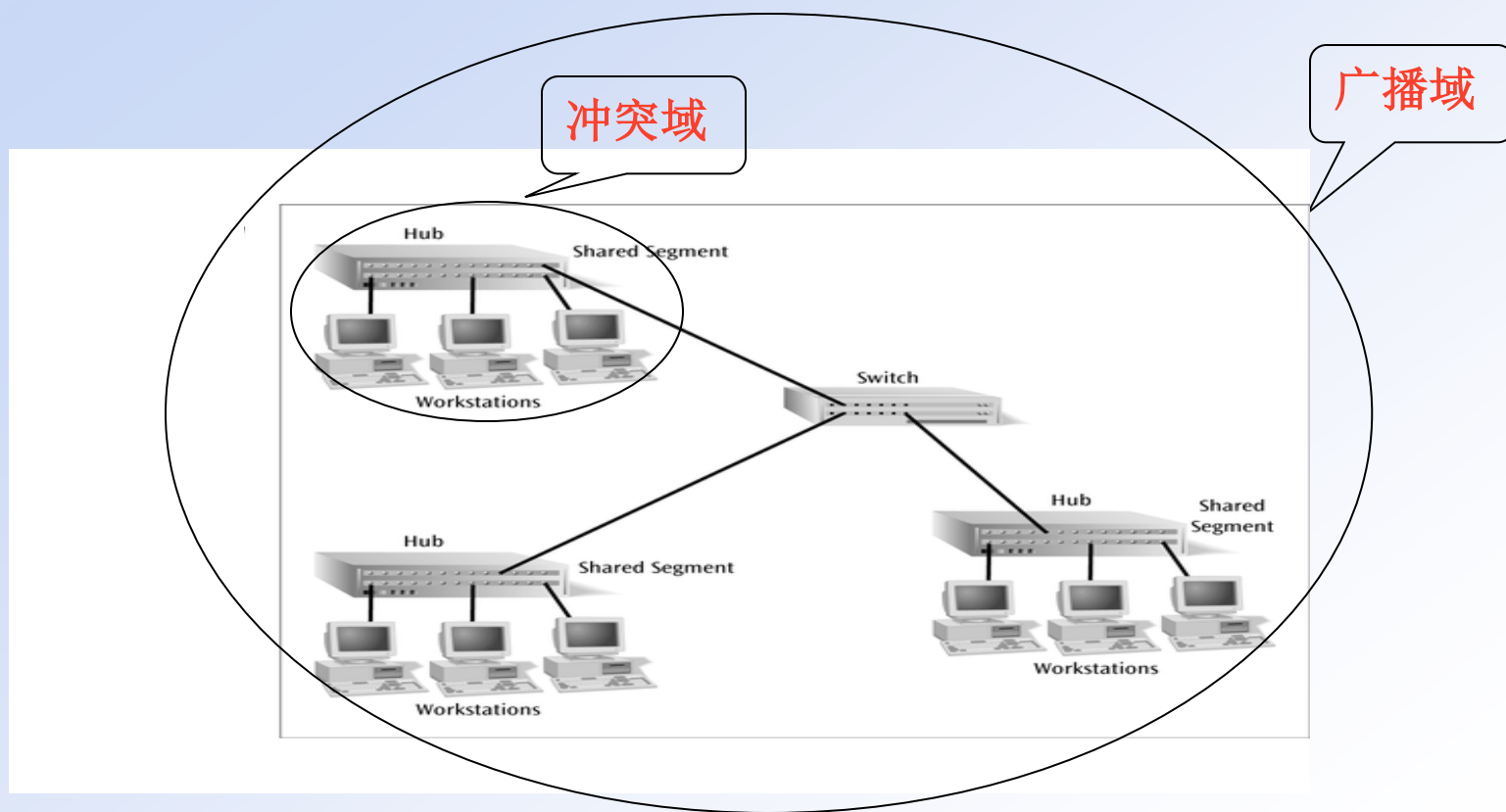
广播域



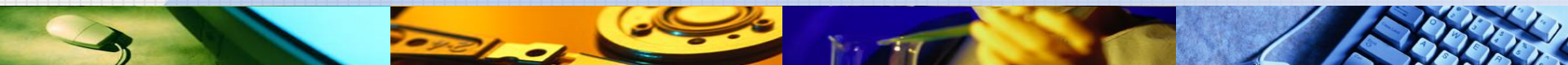
- ❖ 广播域：网络中的一组设备集合；当这些设备中的一个发出一个广播时，所有其它的它设备都能接收到这个广播帧。
- ❖ 广播是局域网的特性，集线器、网桥、交换机互连组建的局域网构成一个广播域。
- ❖ 局域网中发送广播帧的场合？
 - 主机加入网络
 - ARP协议的执行

广播域示例

- ❖ 连接在一个集线器HUB上的所有设备构成一个冲突域，同时也构成一个广播域；
- ❖ 连接在一个交换机各个端口上的设备分别属于不同的冲突域，即每一个交换端口构成一个冲突域，但同属于一个广播域。



主题 4



1 集线器连接的星型以太网

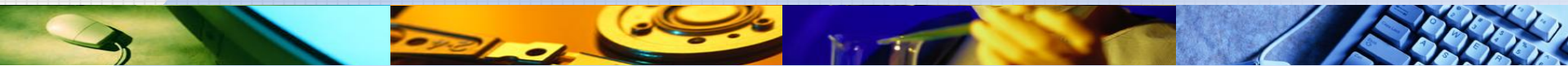
2 在物理层扩展局域网

3 在数据链路层扩展局域网

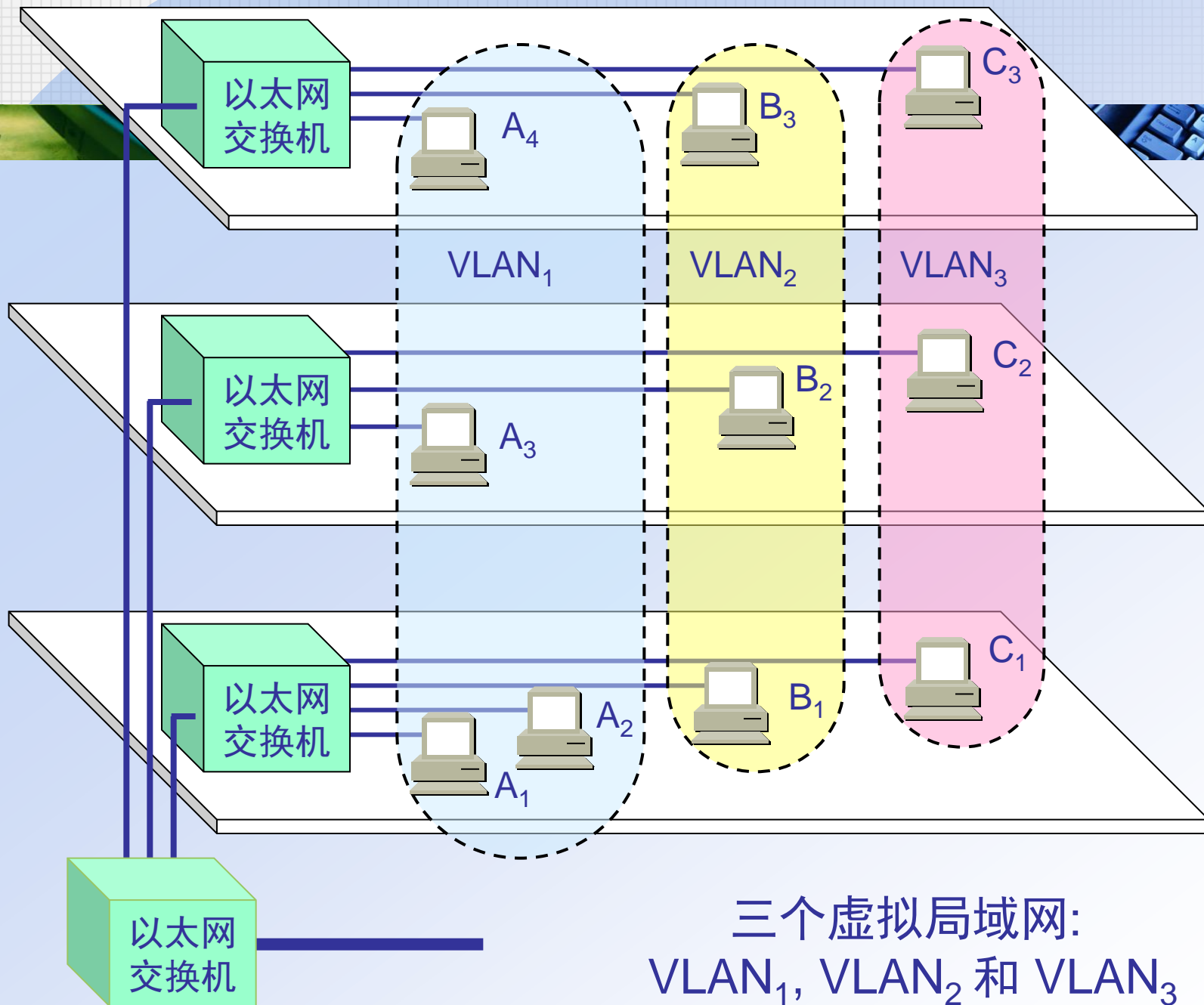
4 虚拟局域网 (VLAN)

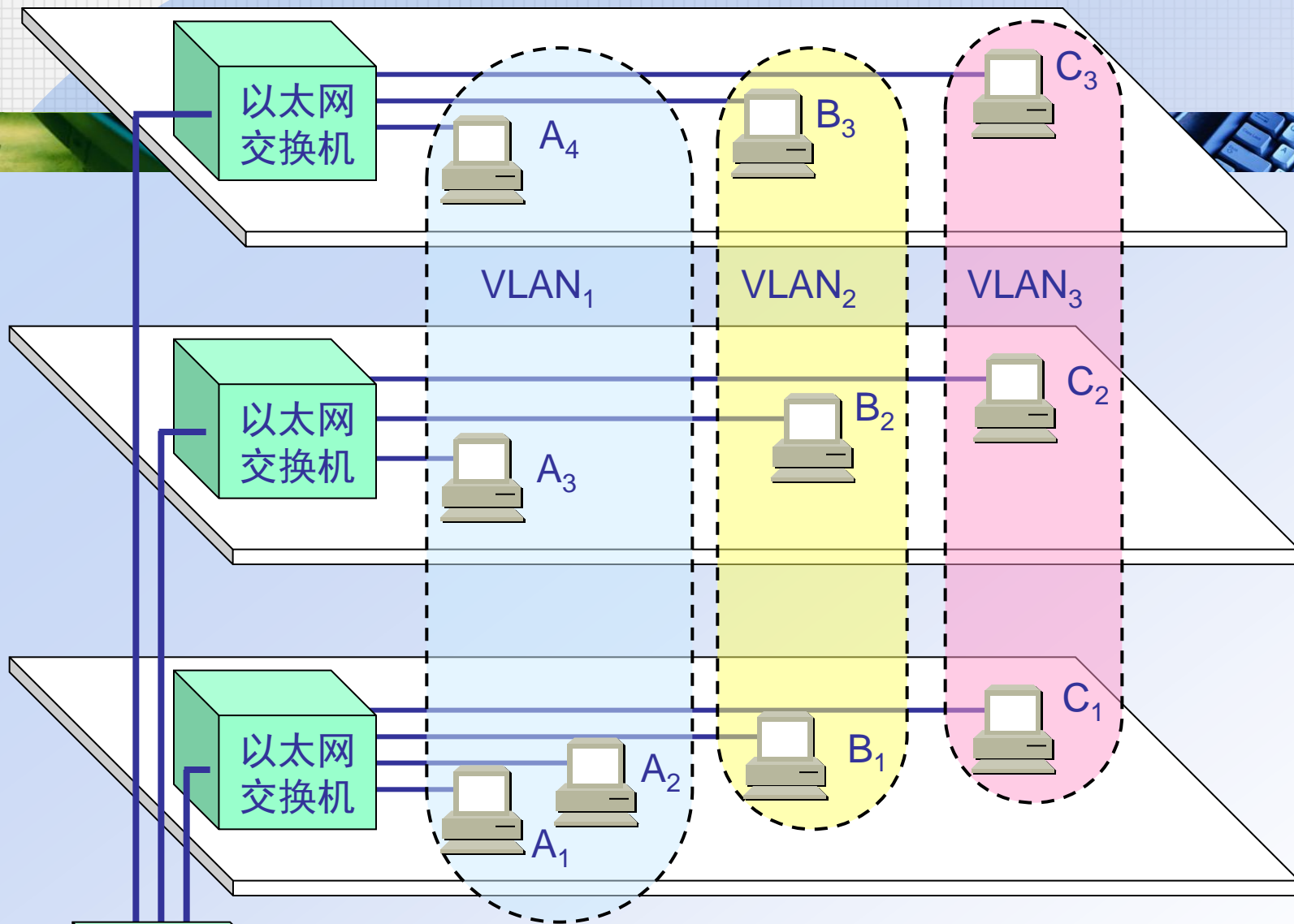
5 基于三层交换实现LAN之间互连互通

利用以太网交换机实现虚拟局域网

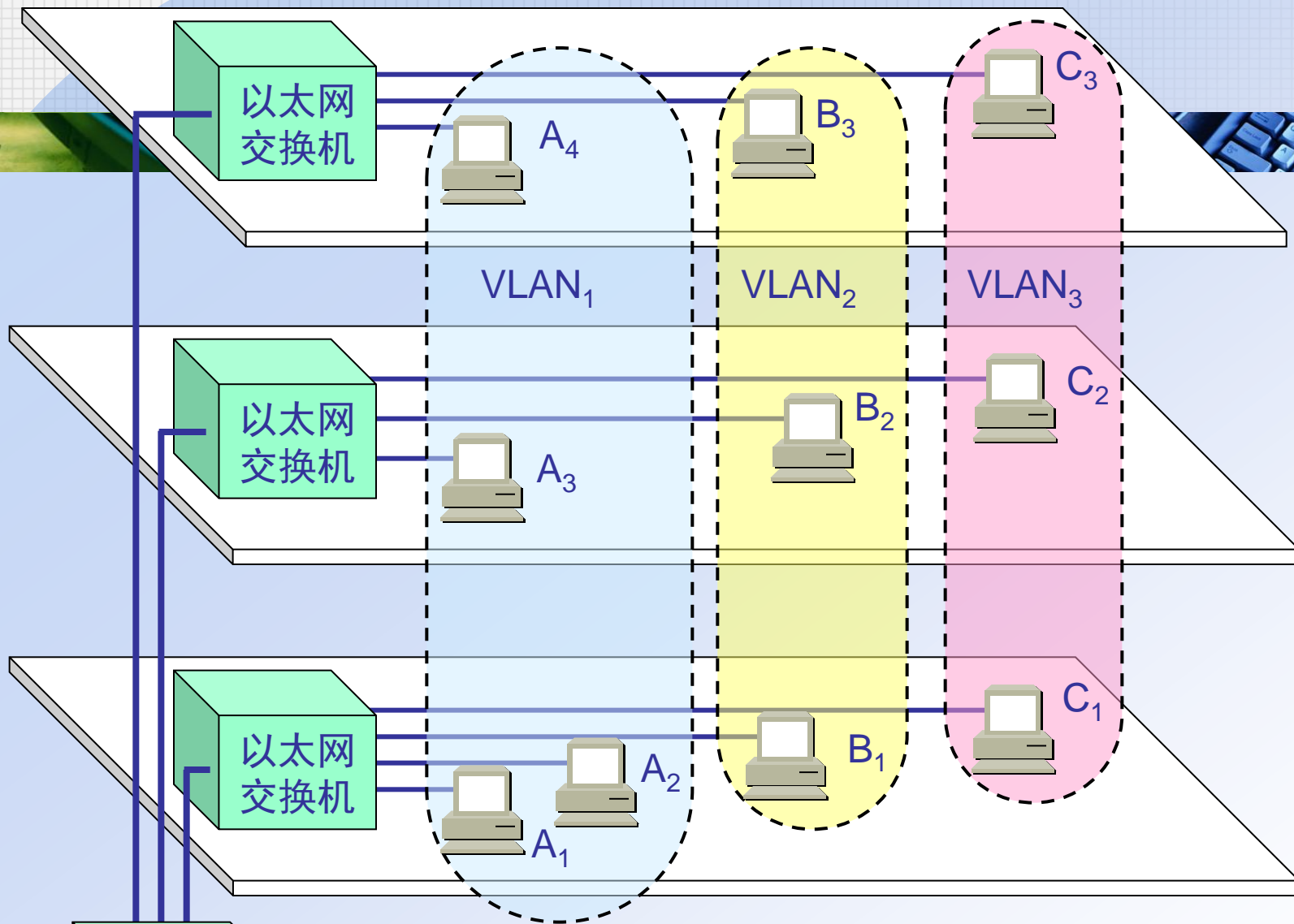


- ❖ **虚拟局域网 VLAN** 是由一些局域网网段构成的与物理位置无关的逻辑组。
 - 这些网段具有某些共同的需求。
 - 每一个 VLAN 的帧都有一个明确的标识符，指明发送这个帧的工作站是属于哪一个 VLAN。
- ❖ 虚拟局域网其实只是局域网给用户提供服务的一种服务，而并不是一种新型局域网。

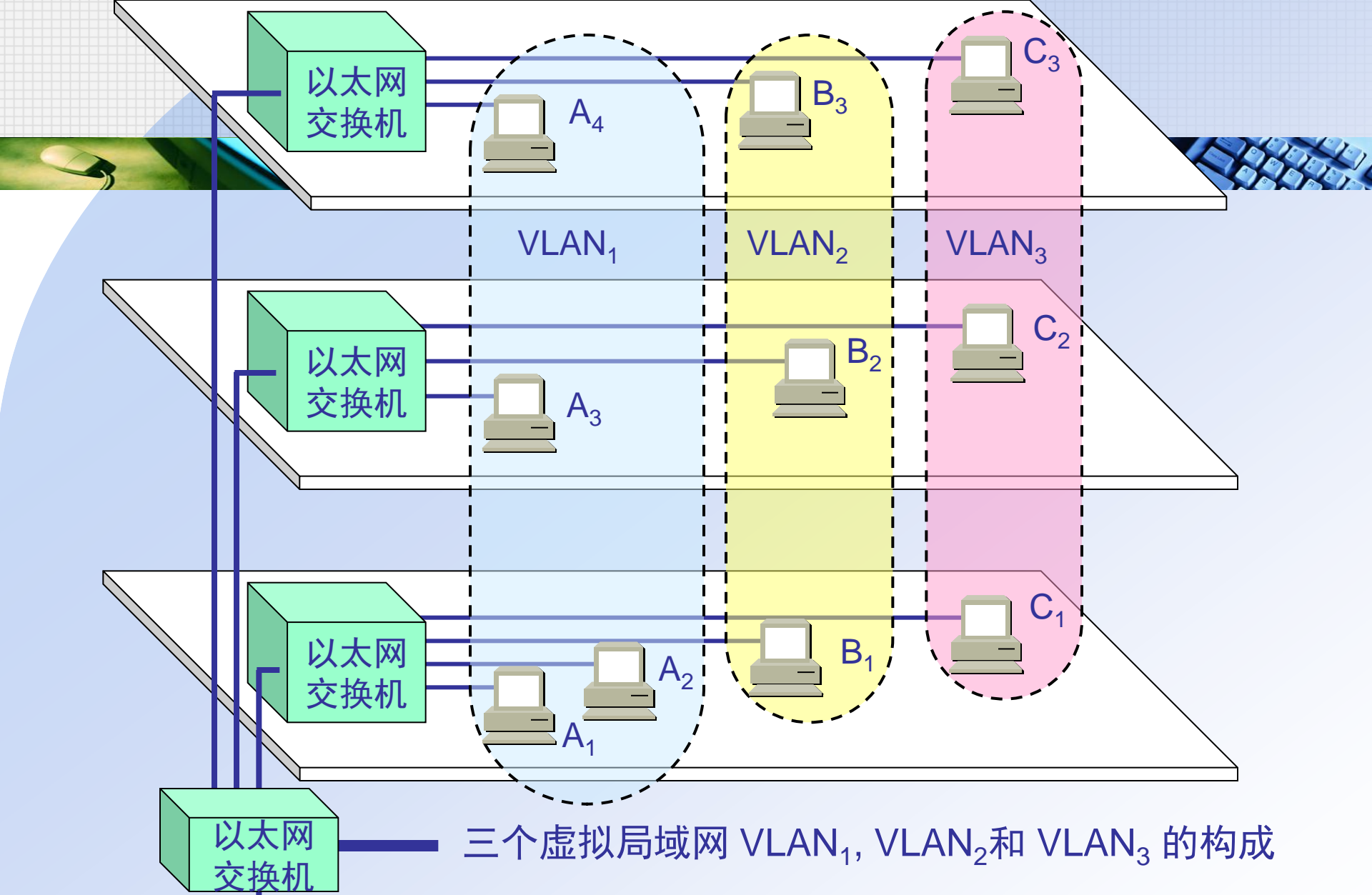




当 B_1 向 $VLAN_2$ 工作组内成员发送数据时，
工作站 B_2 和 B_3 将会收到广播的信息。



B₁ 发送数据时，工作站 A₁, A₂ 和 C₁ 都不会收到 B₁ 发出的广播信息。

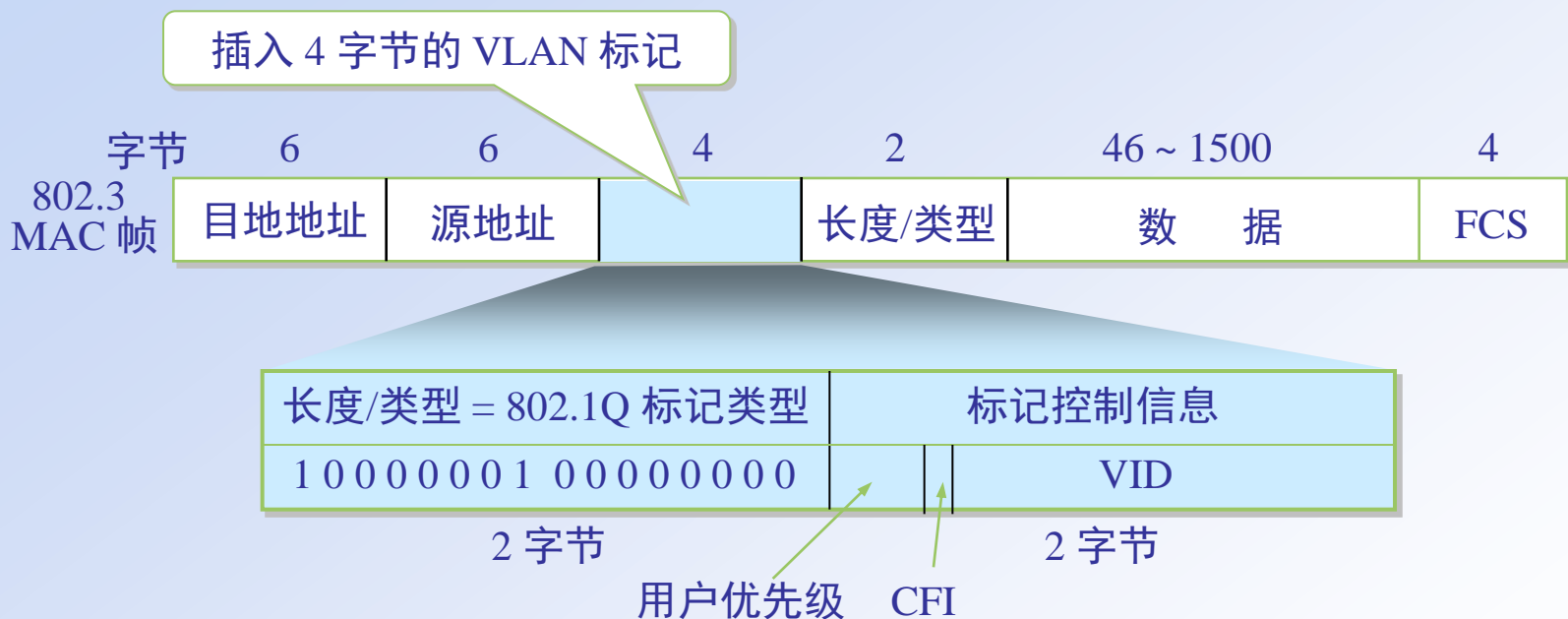


三个虚拟局域网 VLAN₁, VLAN₂和 VLAN₃ 的构成

虚拟局域网限制了接收广播信息的工作站数，使得网络不会因传播过多的广播信息（即“广播风暴”）而引起性能恶化。

虚拟局域网使用的以太网帧格式

- ❖ 虚拟局域网协议允许在以太网的帧格式中插入一个 4 字节的标识符，称为 VLAN 标记(tag)，用来指明发送该帧的工作站属于哪一个虚拟局域网。

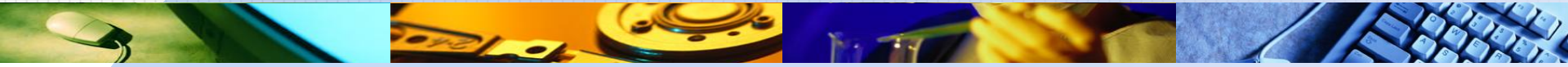


VLAN的作用和好处

❖ VLAN 技术的采用，有助于：

1. 遏制和围堵广播通信流量
2. 增强网络的安全性
3. 减少移动和改变的代价，简化网络管理
4. 打破局域网物理空间的限制，实现虚拟工作组

基于VLAN构建虚拟工作组



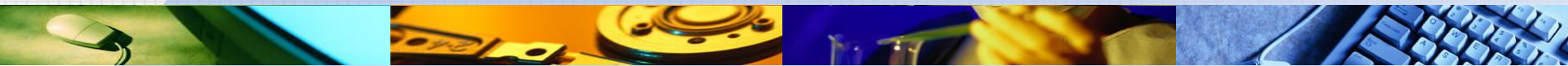
❖ 虚拟工作组:

使用 VLAN 的最终目标就是建立虚拟工作组模型

一个人如果从一个办公地点换到另外一个地点，而他仍然在该部门，那么，该用户的配置无须改变；

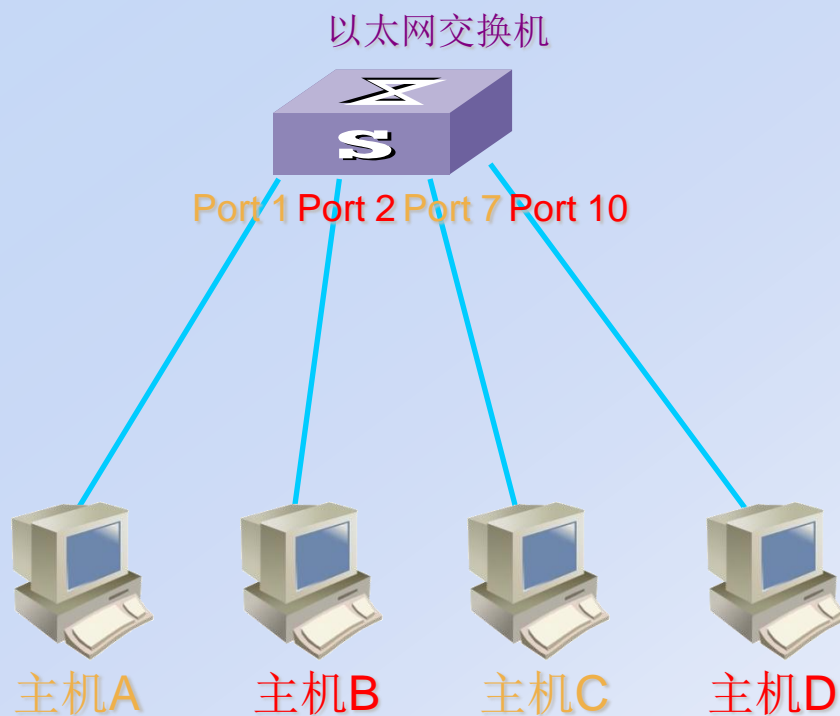
同时，如果一个人虽然办公地点没有变，但他更换了部门，那么，只需网络管理员更改一下该用户的配置即可。

VLAN 划分方法



- ❖ 基于端口划分VLAN
- ❖ 基于硬件MAC地址划分VLAN
- ❖ 基于子网划分VLAN
- ❖ 基于协议划分VLAN

基于端口划分 VLAN



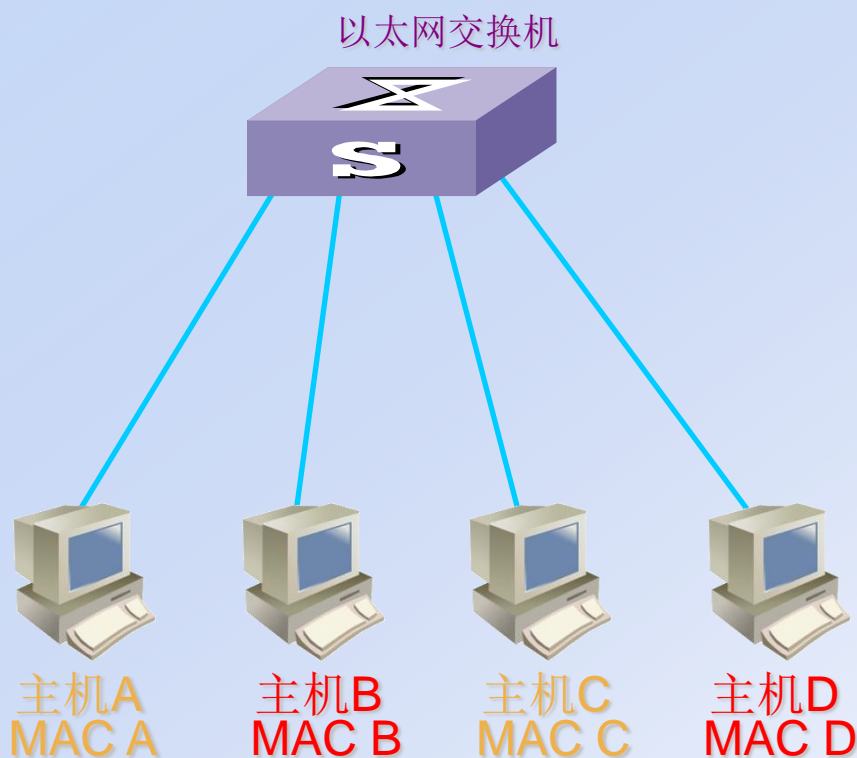
VLAN表

端口	所属VLAN
Port 1	VLAN 5
Port 2	VLAN 10
.....
Port 7	VLAN 5
.....
Port 10	VLAN 10

- ❖ 最常用的划分方法，简单，方便配置。
- ❖ 应用广泛

基于硬件MAC地址划分VLAN

VLAN表

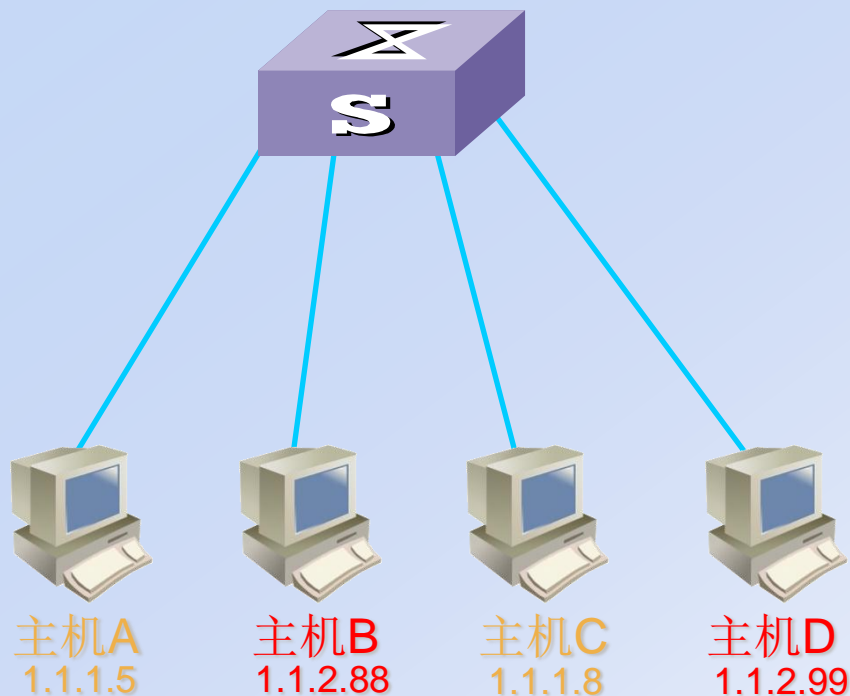


MAC地址	所属VLAN
MAC A	VLAN 5
MAC B	VLAN 10
MAC C	VLAN 5
MAC D	VLAN 10

- ❖ 优点：当用户物理位置移动时，VLAN不用重新配置；
- ❖ 缺点：初始化时所有的用户都必须初始配置在至少一个VLAN中；
- ❖ 如果用户数目上百，很可能会导致交换机执行效率的降低。

基于子网 (IP地址) 划分VLAN

以太网交换机



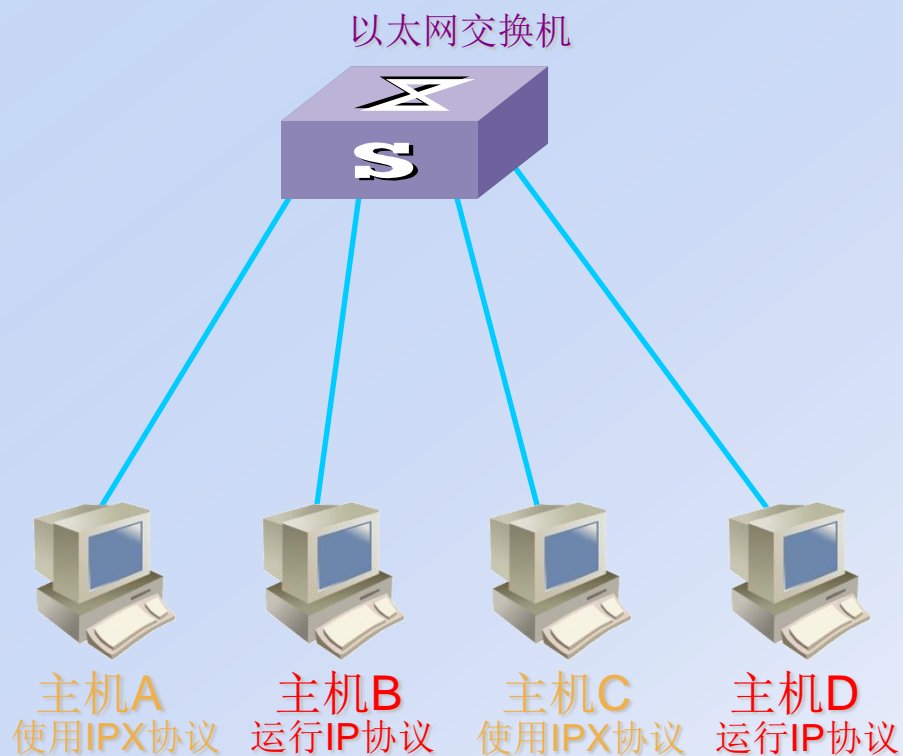
VLAN表

IP网络	所属VLAN
IP 1.1.1.0/24	VLAN 5
IP 1.1.2.0/24	VLAN 10
.....

优点：用户的物理位置改变了，不需要重新配置所属的VLAN，
而且可以根据协议类型来划分VLAN

缺点：效率低，交换机芯片可自动检查数据包的以太网帧头，
但要让芯片能检查IP帧头，需要更高的技术，同时也更费时。

基于协议划分VLAN



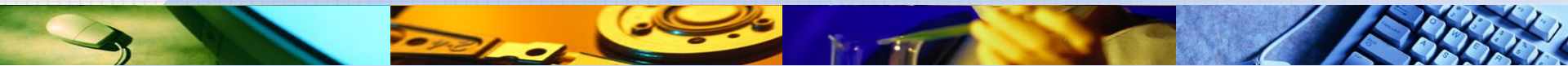
VLAN表

协议类	所属VLAN
IPX协议	VLAN 5
IP协议	VLAN 10
.....

优点：简单高效。

缺点：受限于特定的应用场合。

主题 5



1 集线器连接的星型以太网

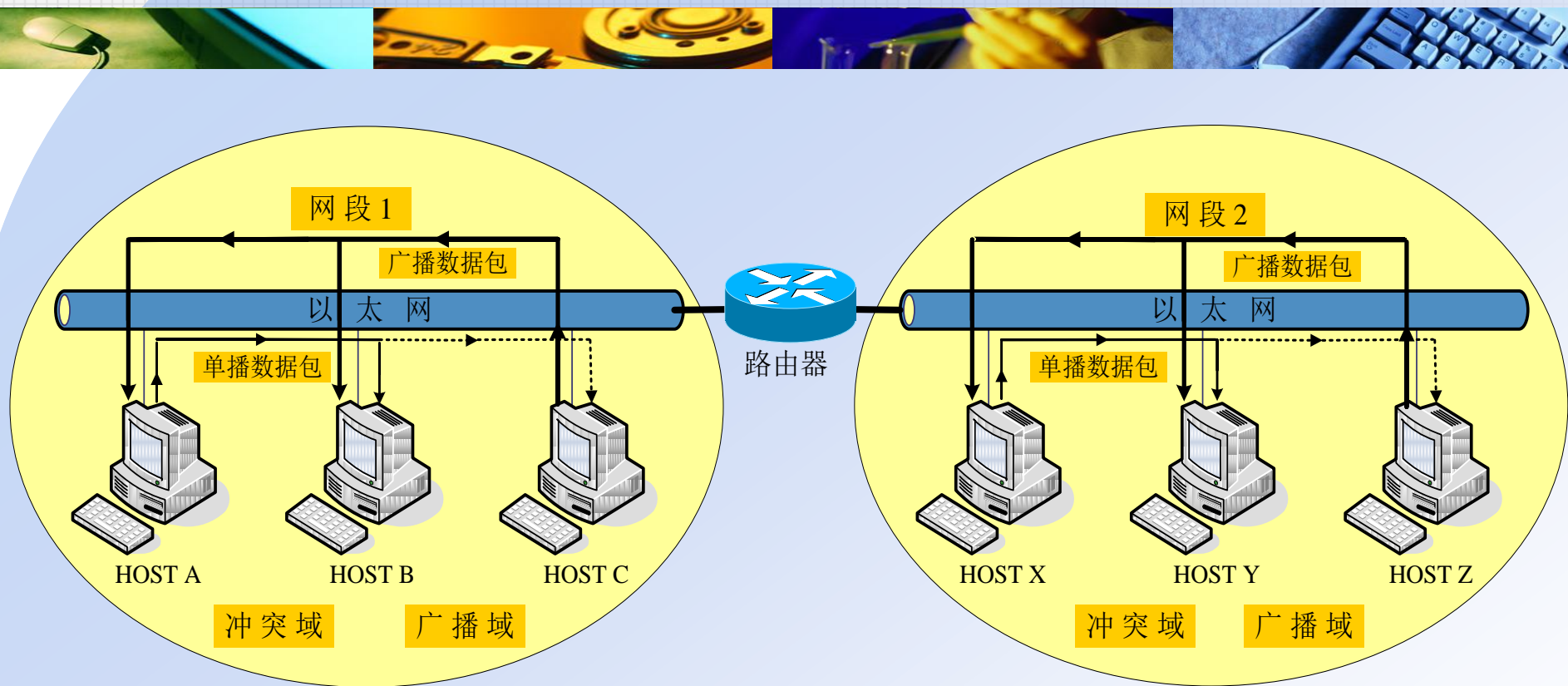
2 在物理层扩展局域网

3 在数据链路层扩展局域网

4 虚拟局域网 (VLAN)

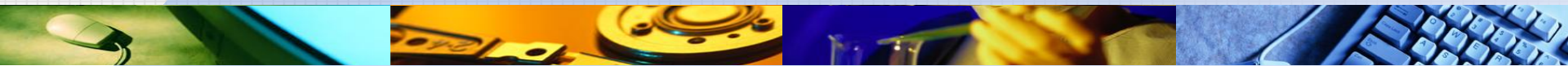
5 基于三层交换实现LAN之间互连互通

不同局域网之间通信需要第三层通信设备



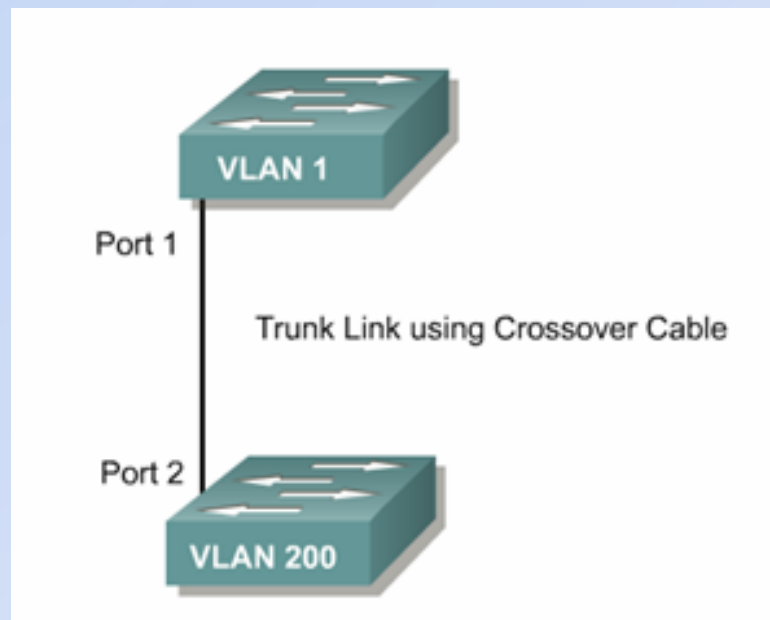
- 冲突域/广播域构成LAN（包括VLAN）
- LAN内通信是二层通信，LAN之间互通位于第三层转发IP包。
- LAN之间的通信必须通过IP(三层)通信设备（如路由器）

网段的概念



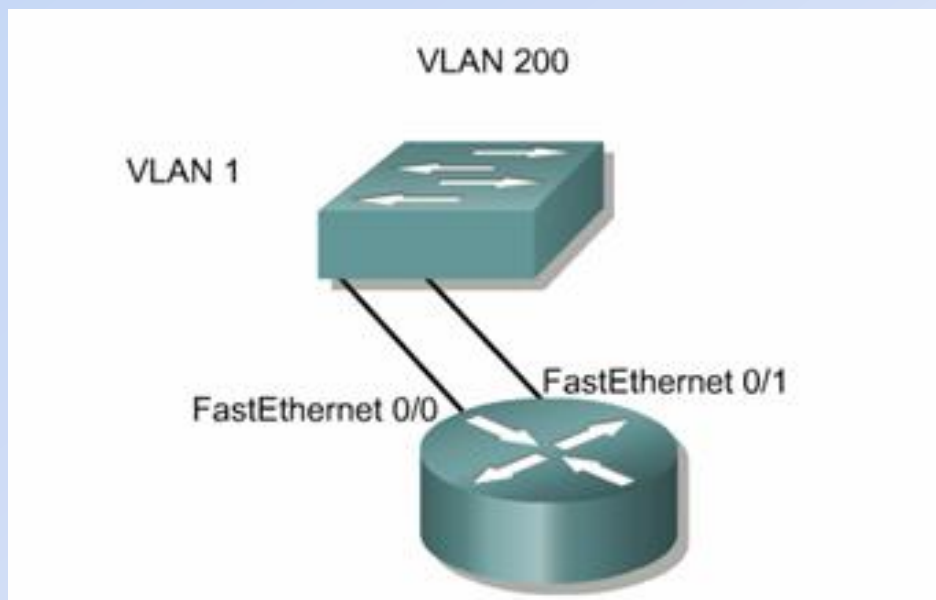
- ❖ 网段（子网）：具有**相同子网号的IP地址**所构成的LAN区域；
 - **网络层（三层）的概念。**
 - **通常一个LAN广播域可构成一个网段（通过分配相同的子网地址实现）。**
- ❖ Internet/Intranet逻辑上是由IP通信设备将很多网段互连成网络而组成的；
- ❖ 不同网段主机之间是通过IP通信设备（路由器或三层交换机）实现互连互通(IP包的转发）。

没有路由器LAN之间不能通信



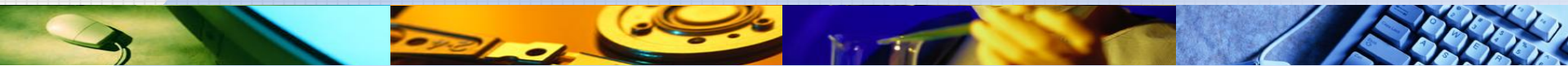
❖ 没有路由的器辅助，VLAN1和VLAN200不能通信。

路由器与LAN之间的物理连接



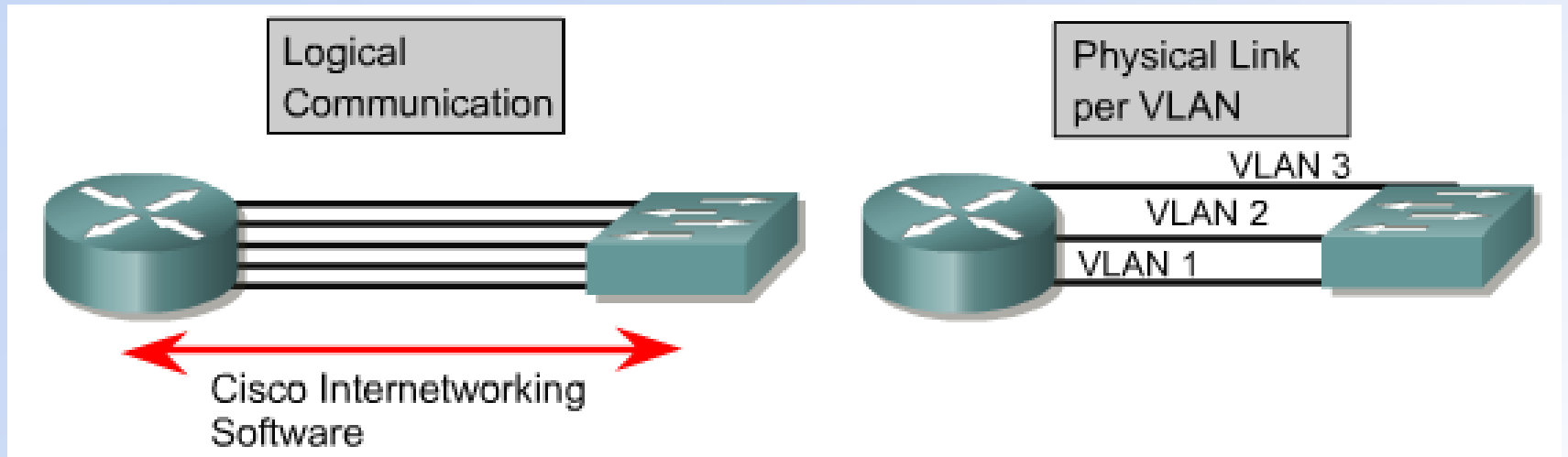
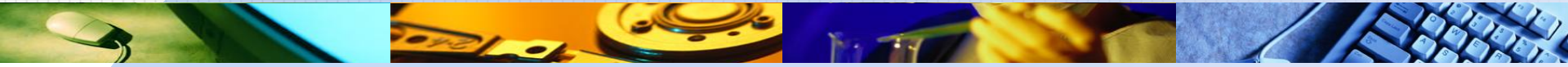
- ❖ 在一个非Trunk环境下实现VLAN1和200间的路由，路由器必须用一个接口连接在VLAN1中，用另一个接口连接在VLAN200中。

物理连接存在的弊端

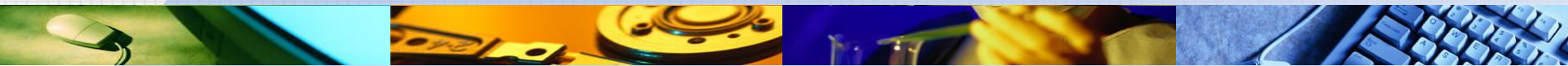


- ❖ 物理连接需要为每一个VLAN指定一个单独的物理接口。
- ❖ 例如：有4个VLAN的网络需要交换机和路由器之间使用四个物理连接

逻辑和物理连接

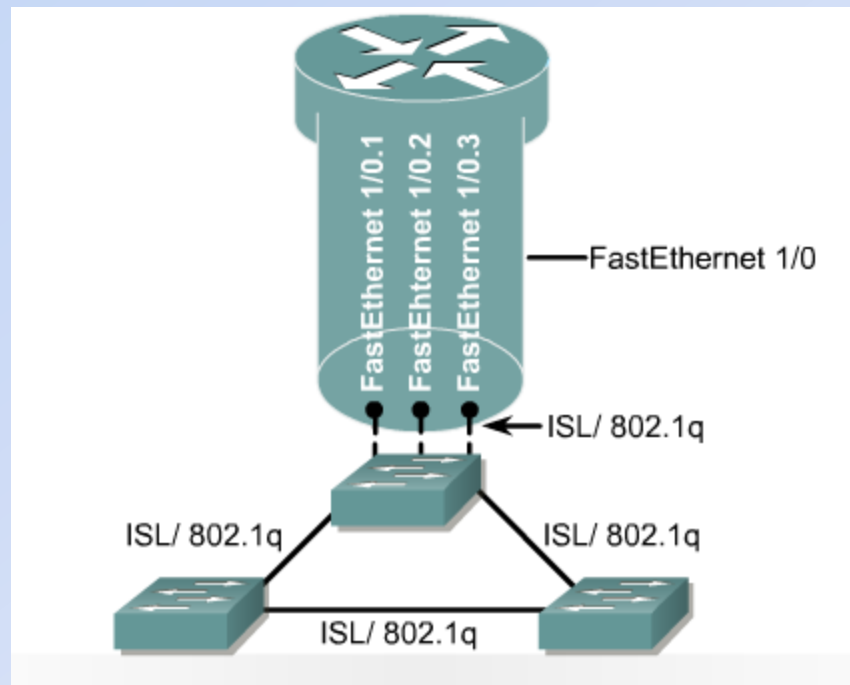


LAN互连互通解决方案



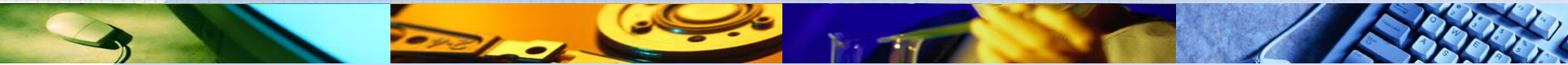
- ❖ 如果一个VLAN 跨越多个设备，在设备之间要用Trunk连接。
- ❖ ISL和 802.1Q是快速以太网接口链路Trunk链路的封装格式。
- ❖ 路由器和交换机之间可以基于Trunk链路建立各VLAN与路由器的逻辑链接。
- ❖ 每一个子接口（逻辑）支持一个VLAN,可以指定一个IP地址

Trunk连接的路由器



- ❖ 在路由器的接口上封装ISL 或 802.1q，可以连接交换机的Trunk接口。
- ❖ 使用Trunk的主要好处是节省路由器和交换机的接口。不仅省钱，而且减少配置的复杂性。

三层交换的提出



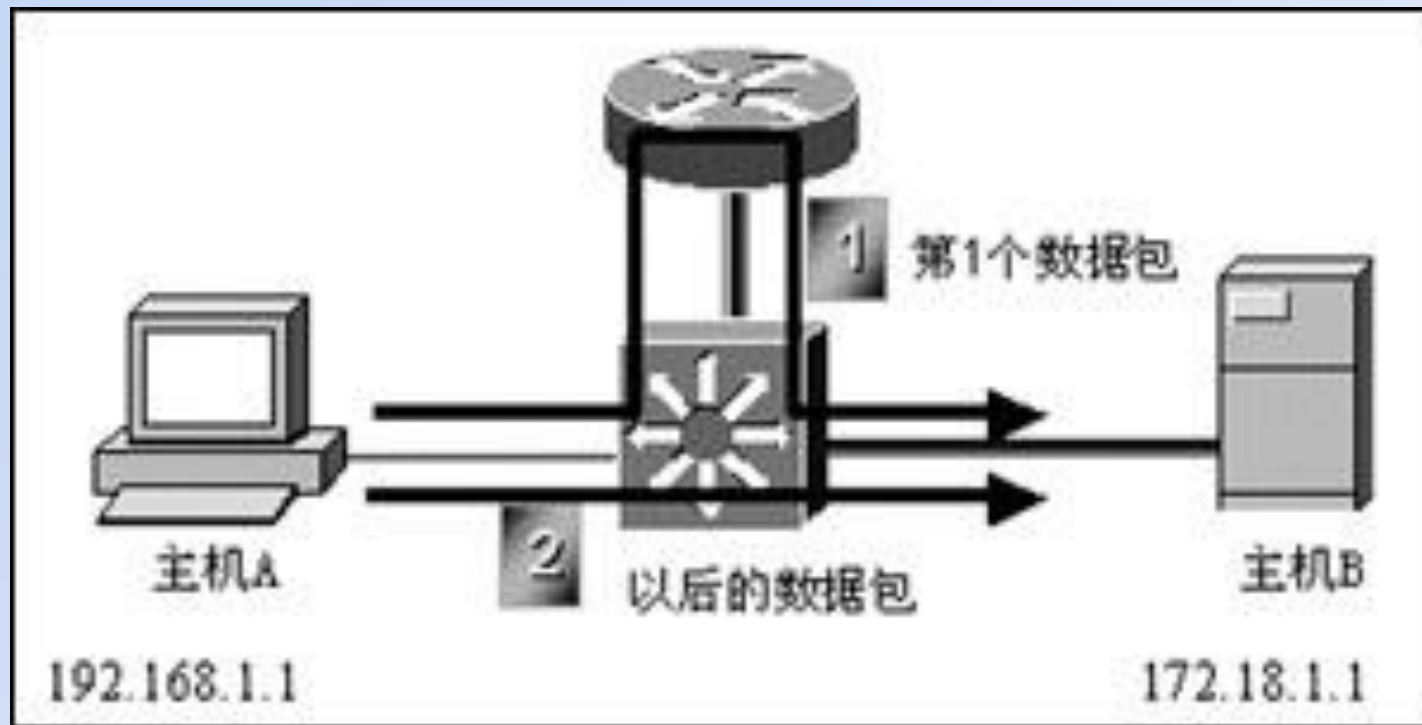
- ❖ 通过路由可以实现LAN之间的互通，但存在弊端
 - 连通转发速度等性能问题
 - 代价高
 - 安全管理问题等
- ❖ 还有其它技术可以实现LAN之间的互通吗？
 - 三层交换技术！

三层交换概念

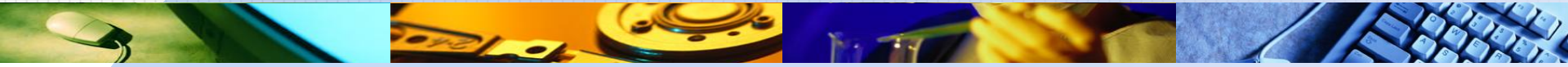


- ❖ 三层交换, 也称IP交换, 是在网络模型中的第三层实现数据包的高速转发一种网络技术。
- ❖ 简单地说, 三层交换技术就是: 二层交换技术+三层转发技术。
- ❖ 它解决了局域网中网段划分之后, 网段中子网必须依赖路由器进行管理的局面, 解决了传统路由器低速复杂所造成的网络瓶颈问题。

三层交换机工作示意

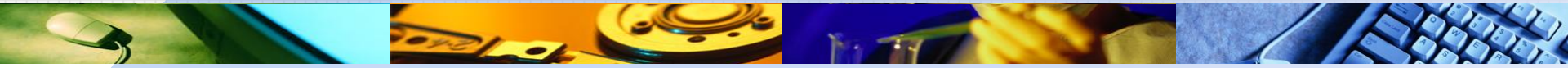


三层交换技术特点



- (1) 硬件有机结合使数据交换加速，路由软件的优化提高了路由过程效率；
- (2) 仅仅在路由过程中才需要三层处理，绝大部分数据都通过二层交换转发，因此三层交换机的速度很快，接近二层交换机的速度；
- (3) 多个子网互连时只与第三层交换模块逻辑连接,不象传统的外接路由器那样需增加端口，保护了用户的投资；
- (4) 三层交换机比相同路由器的价格低很多。

三层交换的应用场合



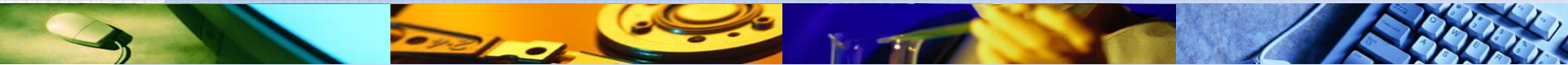
第三层交换机的应用其实很简单，主要用途是代替传统路由器作为局域网的核心。凡是没有广域网连接需求，同时又需要路由器的地方，都可以用第三层交换机来代替。

第三层交换机广泛应用于企业（机关、事业单位）网、校园网、社区网、网吧等领域的汇聚层。

第三层交换机应用特点：

- 担当骨干交换机
- 支持Trunk协议

三层交换机与路由器



性能 设备	多协 议支 持	最长匹 配	线速	执行路 由选择	是否适 用于 wan-wan
三层交换机	不能	是	快	第一次	不能
路由器	能	是	慢	每次	能

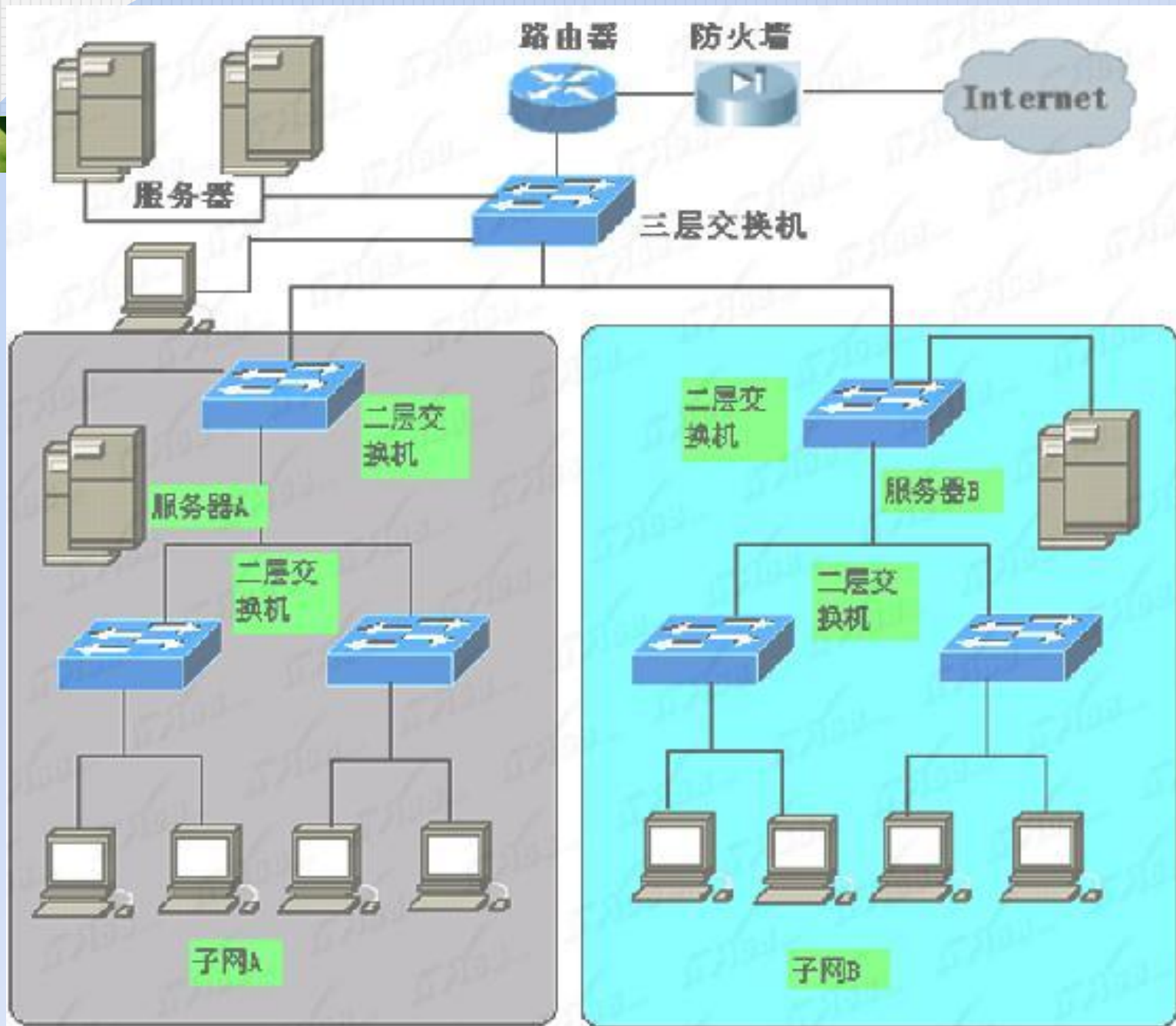
三层交换机能取代路由器吗？

- 路由器具备同时处理多个协议的能力
- 路由器能有效地进行安全控制策略能力

现代局域网层次化组网模型



现代局域网的典型组网



现代局域网的典型组网

