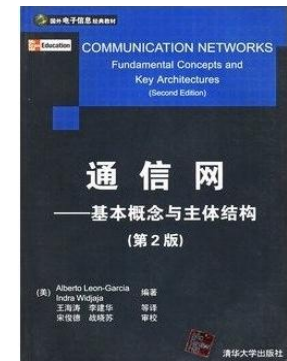


# Chapter 6

## Medium Access Control protocols and Local Area Networks

# 介质访问控制协议和局域网



## Part II: 局域网Local Area Networks

### 6.6 局域网概览Overview of LANs

### 6.7 以太网Ethernet 和 IEEE 802.3 令牌环Token Ring 和 FDDI

### 802.11 无线局域网

### 6.8 局域网桥接



# 网络互连设备：集线器、网桥和路由器

## • 中继器/集线器Hub：物理层互连

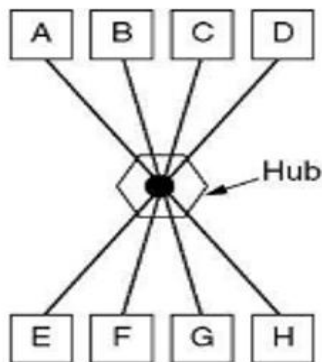
- 信号再生
- 所有流量出现在所有互连的LAN中
  - 信道饱和、安全性与鲁棒性问题

## • 网桥Bridge/二层交换机Switch：在 MAC 或数据链路层互连

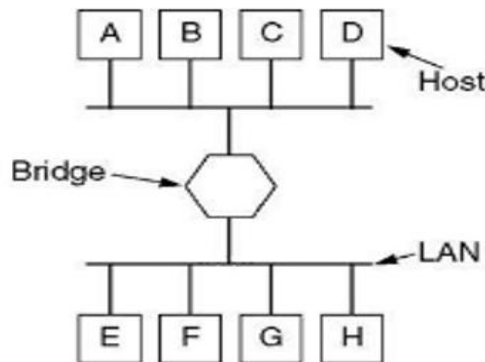
- MAC地址过滤
- 本地流量局限在自身LAN中

## • 路由器：网络层互连

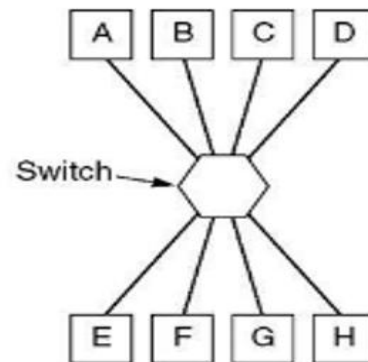
## • 网关：网络层更高的层互连



(a)

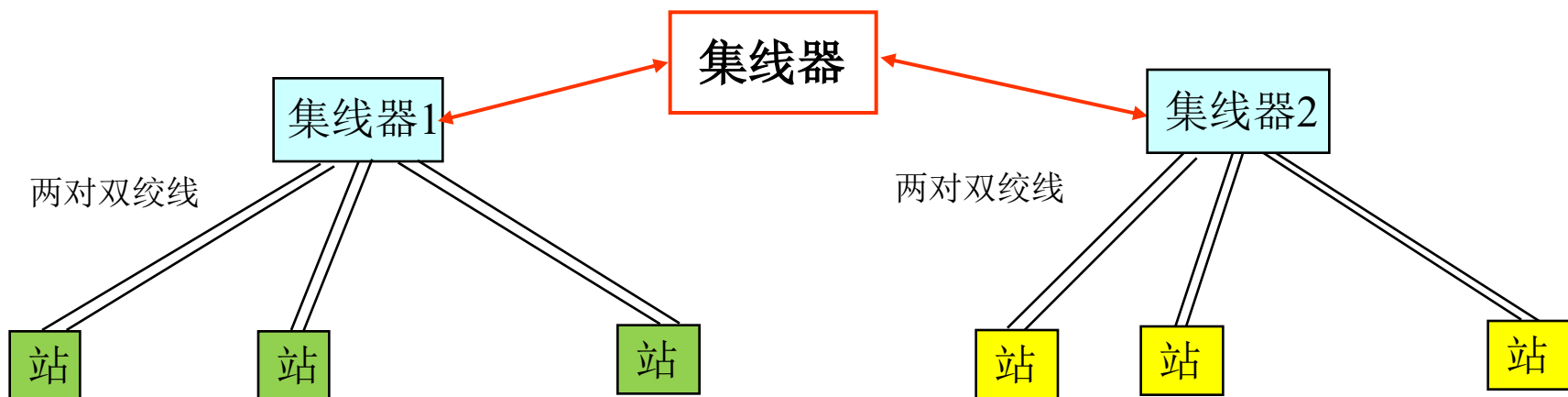


(b)



(c)

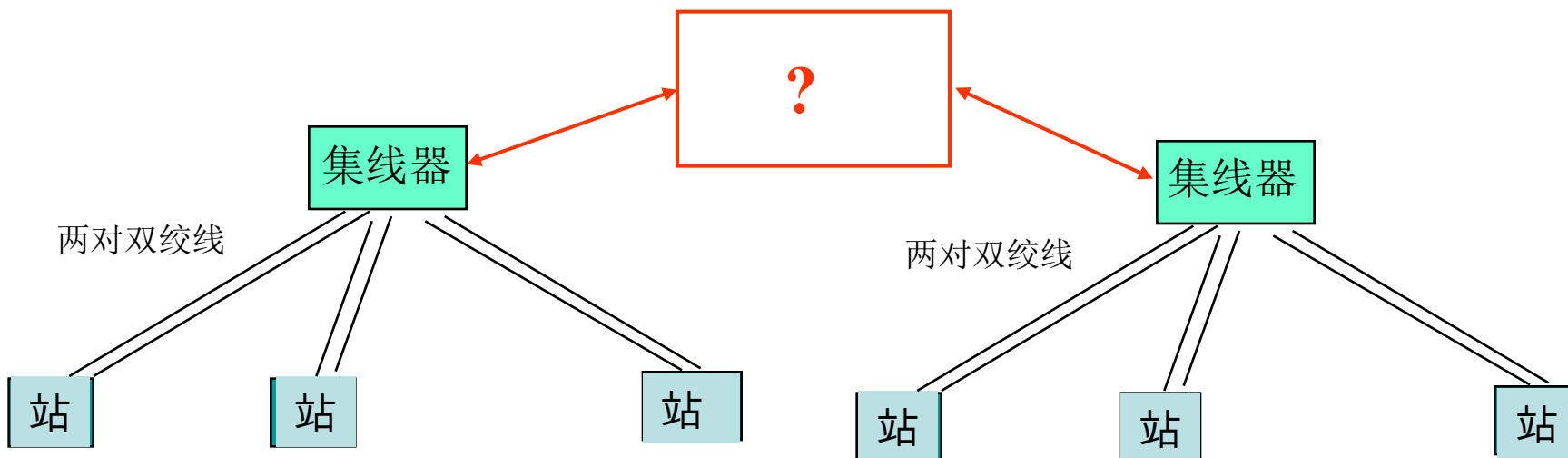
- ① 集线器：星型拓扑结构中常用的中央节点
- 双绞线：价格便宜，易于安装
  - 在以太网中就是简单的中继器
  - “智能集线器”：故障隔离、网络配置、统计

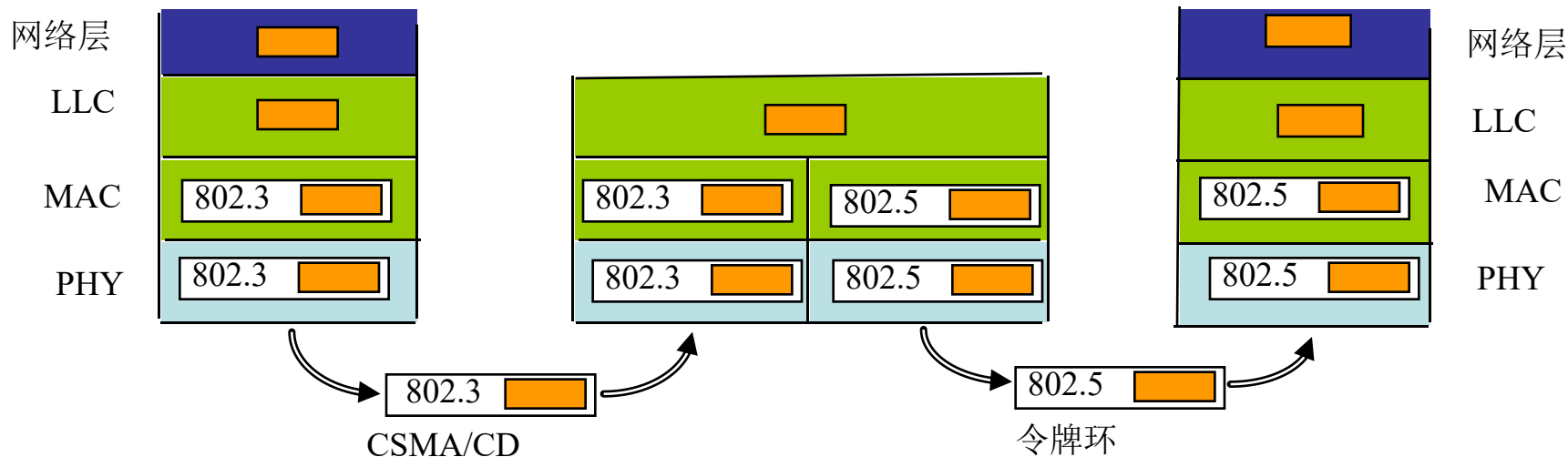


## ● 集线器

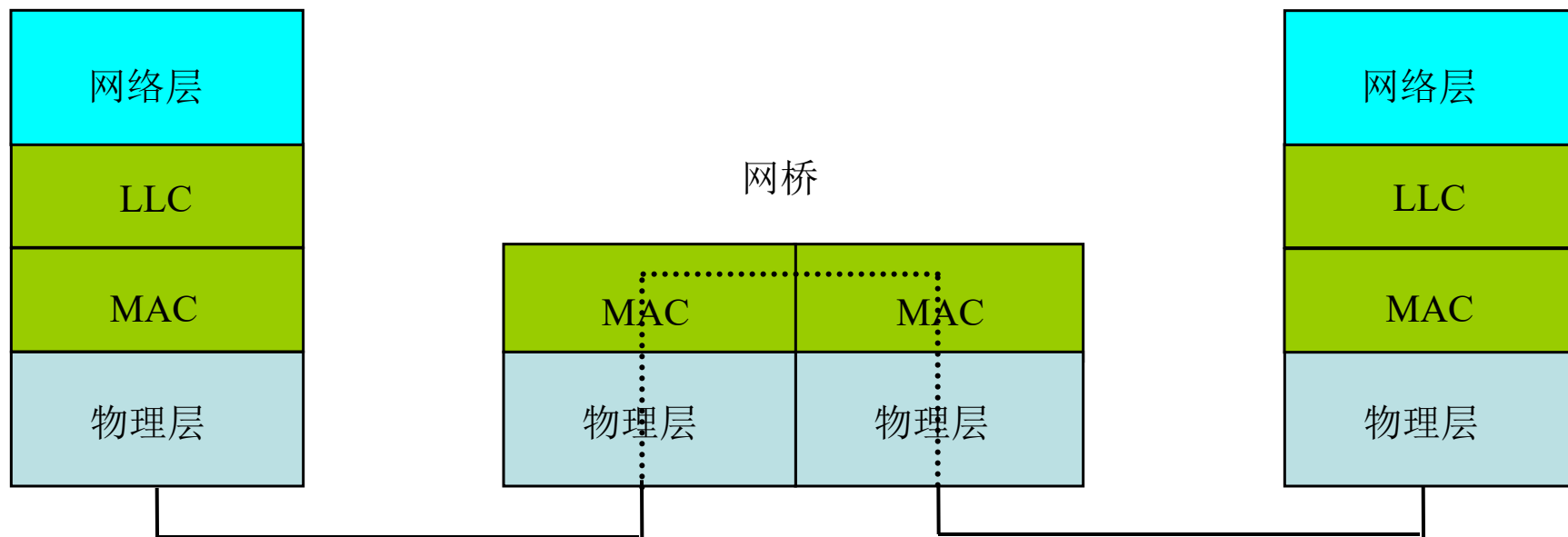
- **中继器**: 信号再生
  - 所有流量出现在所有LAN中
- **网桥**: MAC地址过滤 (第2层)
  - 本地流量局限在自身LAN中
- **路由器**: 互联网路由 (第3层)
  - 基于 IP 地址

更高的  
可扩展性





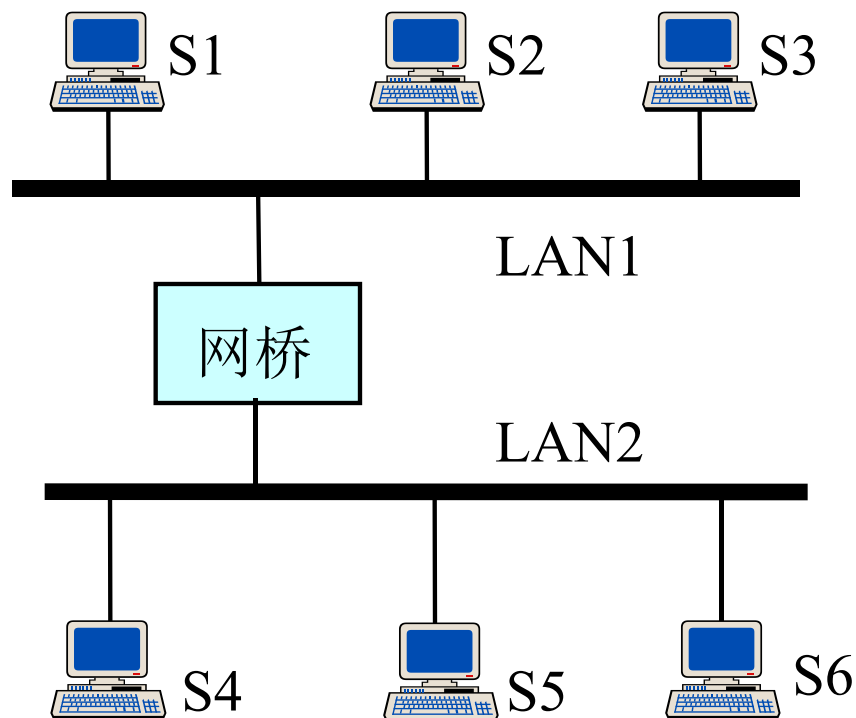
- 应用于多种网络类型数据链路层（与网络层无关）
- 但必须处理：
  - ① （各种网络）MAC 帧格式的差异
  - ② 数据速率、缓冲、定时器的差异
  - ③ 最大帧长的差异



- 常见在相同类型LAN的情况，桥接是在 MAC 级别完成的

# 1、透明网桥

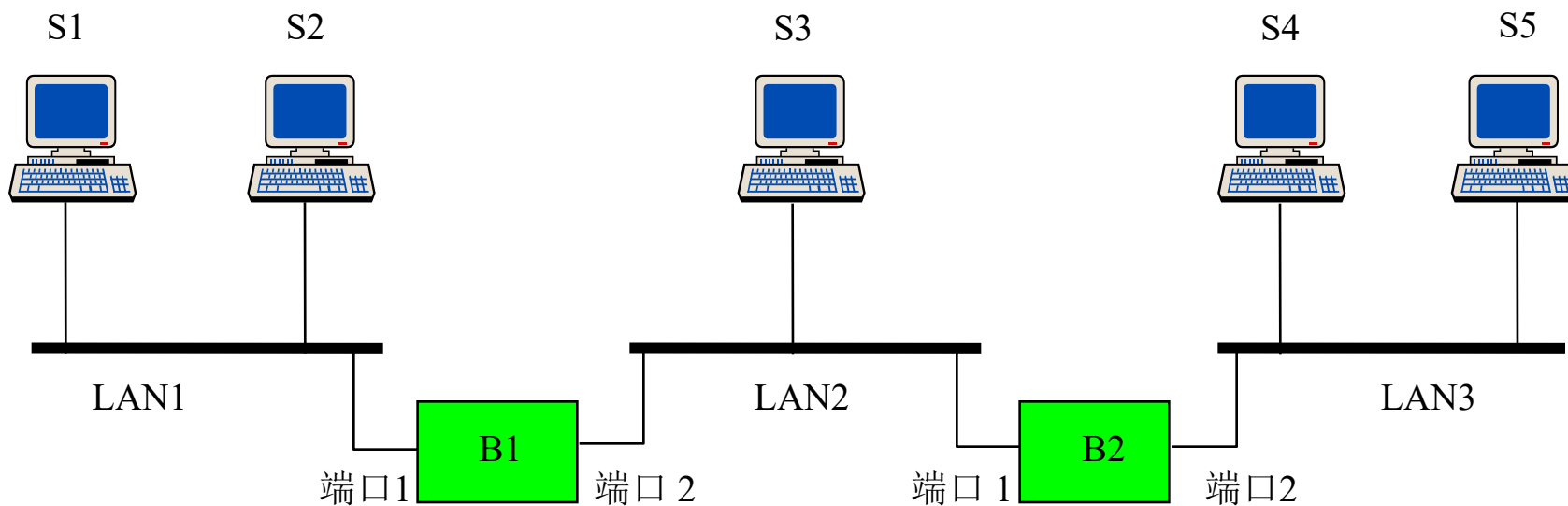
- 完全透明的 IEEE LAN 互连
- 使用查找表（lookup table），及操作
  - ① 如果信源和目的地在同一LAN中，则**丢弃帧**
  - ② 如果信源和目的地在不同LAN中，则**转发帧**
  - ③ 如果目的地未知，则**使用泛洪（flooding）**
- 使用**反向学习**建表
  - 观察到达帧的信源地址
  - 通过移除旧表项来适应拓扑的更改



- ① **缓存**：网桥接收到数据帧后，会先将其缓存起来进行处理。
- ② **学习**：网桥会检查数据帧的源MAC地址，并在网桥表中进行查找。如果源地址不在表中，网桥会将该地址和对应的端口信息加入到表中，这个过程称为**逆向学习法**。
- ③ **过滤**：网桥会判断数据帧的目标地址是否在发送帧的同一网络段内。如果是，网桥不会将帧转发到其他端口。
- ④ **转发**：如果目标地址位于不同的网络段，网桥会将数据帧转发到正确的网络段。
- ⑤ **泛洪flooding**：如果网桥表中找不到目标地址，网桥会将数据帧发送到除了来源端口之外的所有端口。



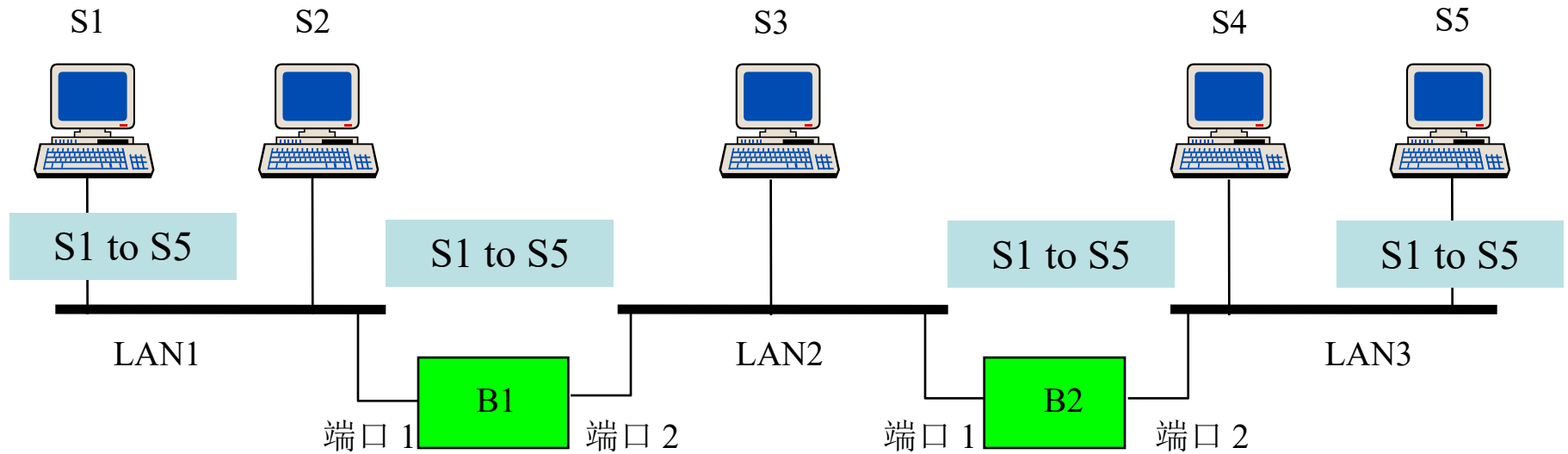
# 构建转发表的反向学习过程



地址	端口	操作

地址	端口	操作

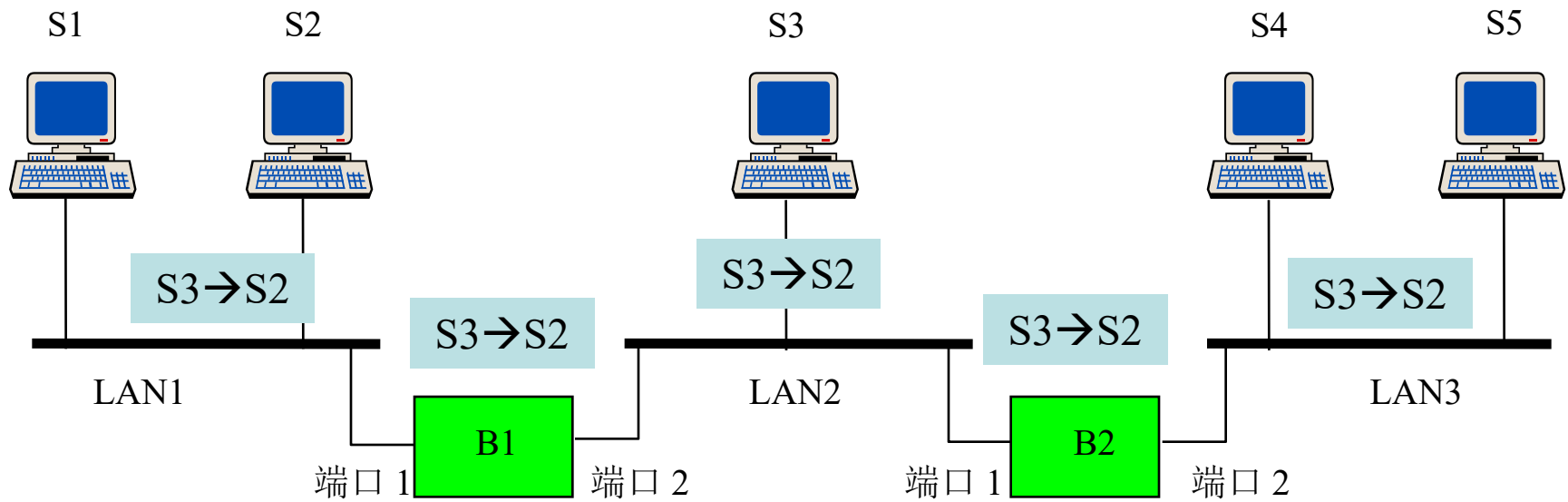
# S1→S5



地址	端口	操作
S1	1	泛洪

地址	端口	操作
S1	1	泛洪

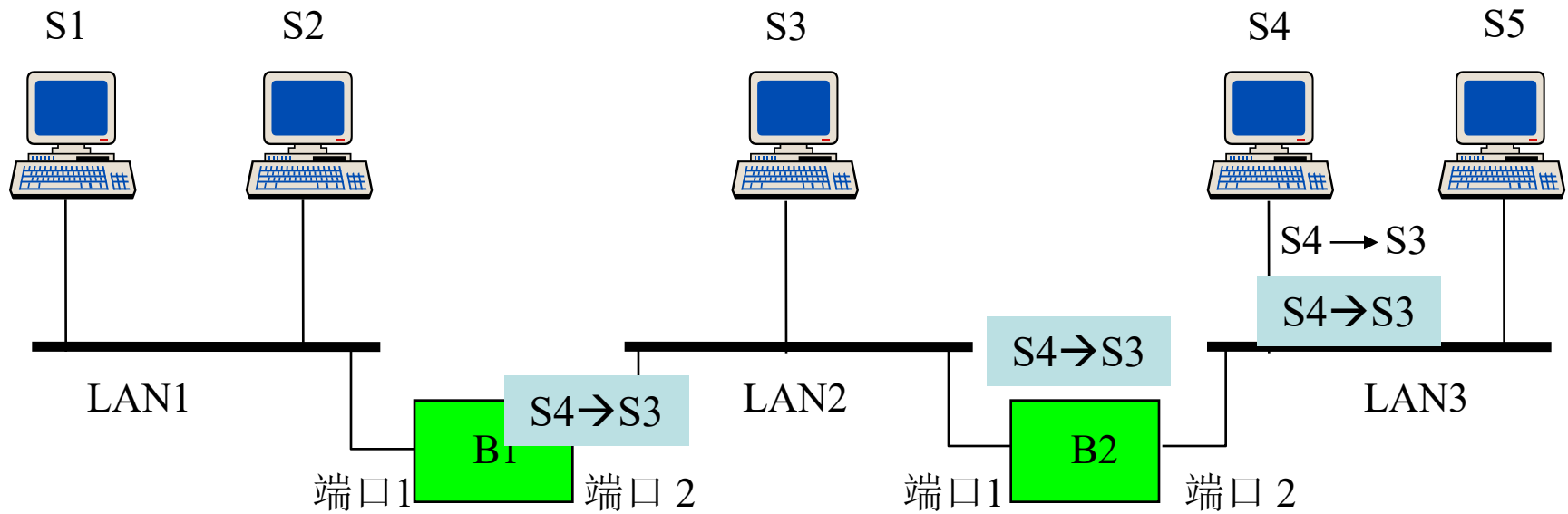
# S3→S2



地址	端口	操作
S1	1	泛洪
S3	2	泛洪

地址	端口	操作
S1	1	泛洪
S3	1	泛洪

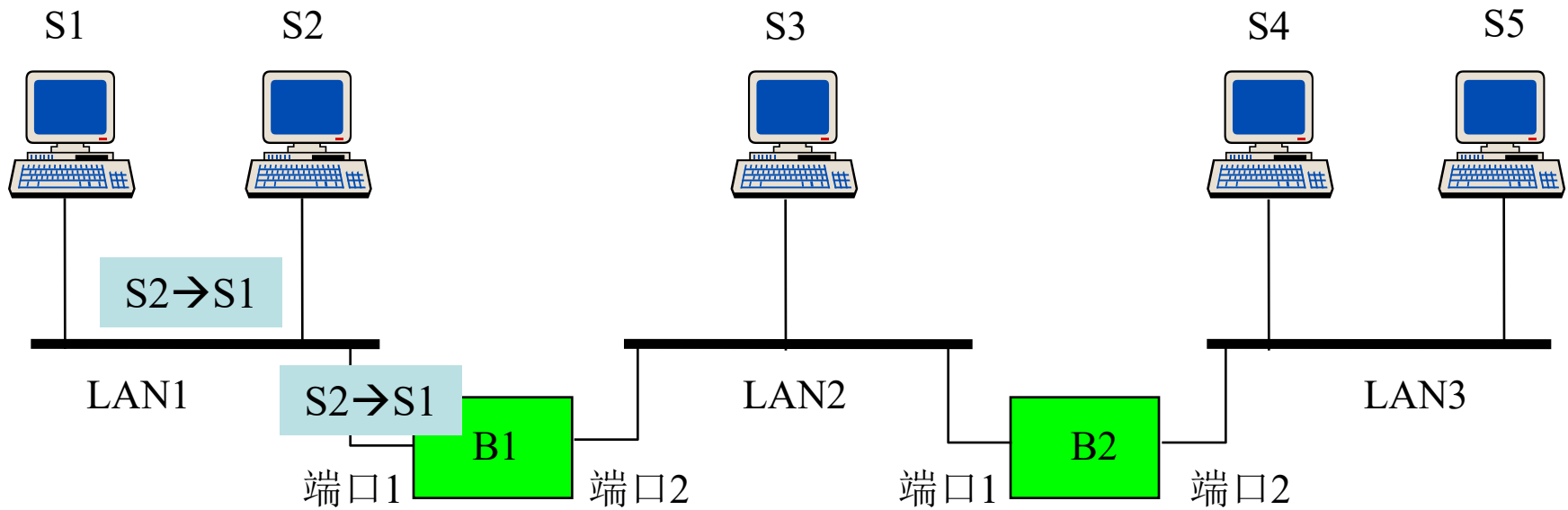
# S4→S3



地址	端口	操作
S1	1	泛洪
S3	2	泛洪
S4	2	丢弃

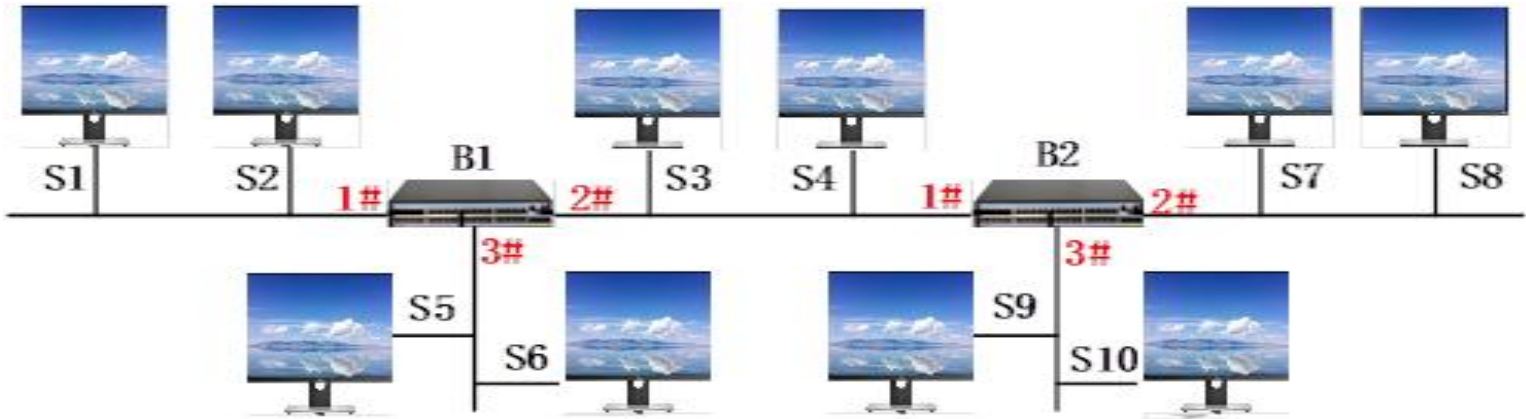
地址	端口	操作
S1	1	泛洪
S3	1	泛洪
S4	2	转发1#

# S2→S1

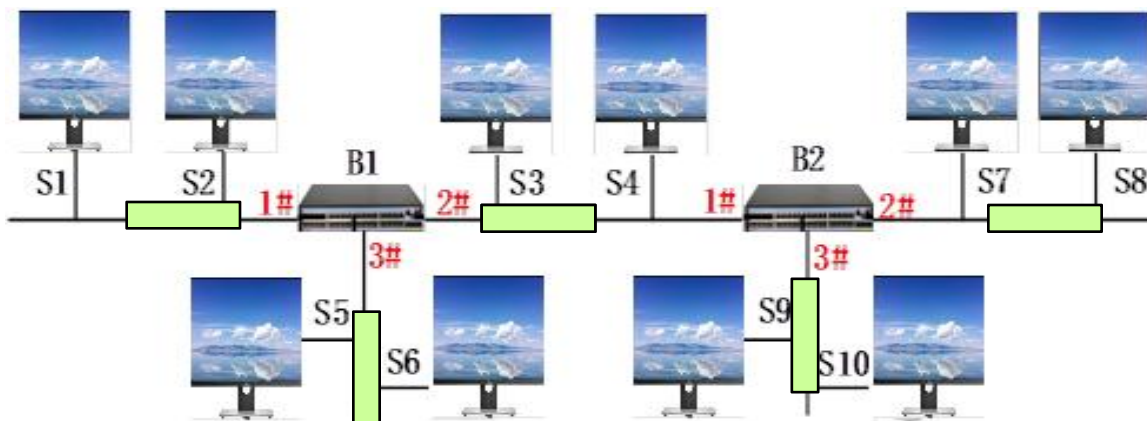


地址	端口	操作
S1	1	泛洪
S3	2	泛洪
S4	2	丢弃
S2	1	丢弃

地址	端口	操作
S1	1	泛洪
S3	1	泛洪
S4	2	转发1#



	B1			B2		
	MAC地址	Port#	Operate	MAC地址	Port#	Operate
S3→S11						
S9→S3						
S5→S7						
S10→S3						
S3→S5						
S4→S5						
S9→S10						



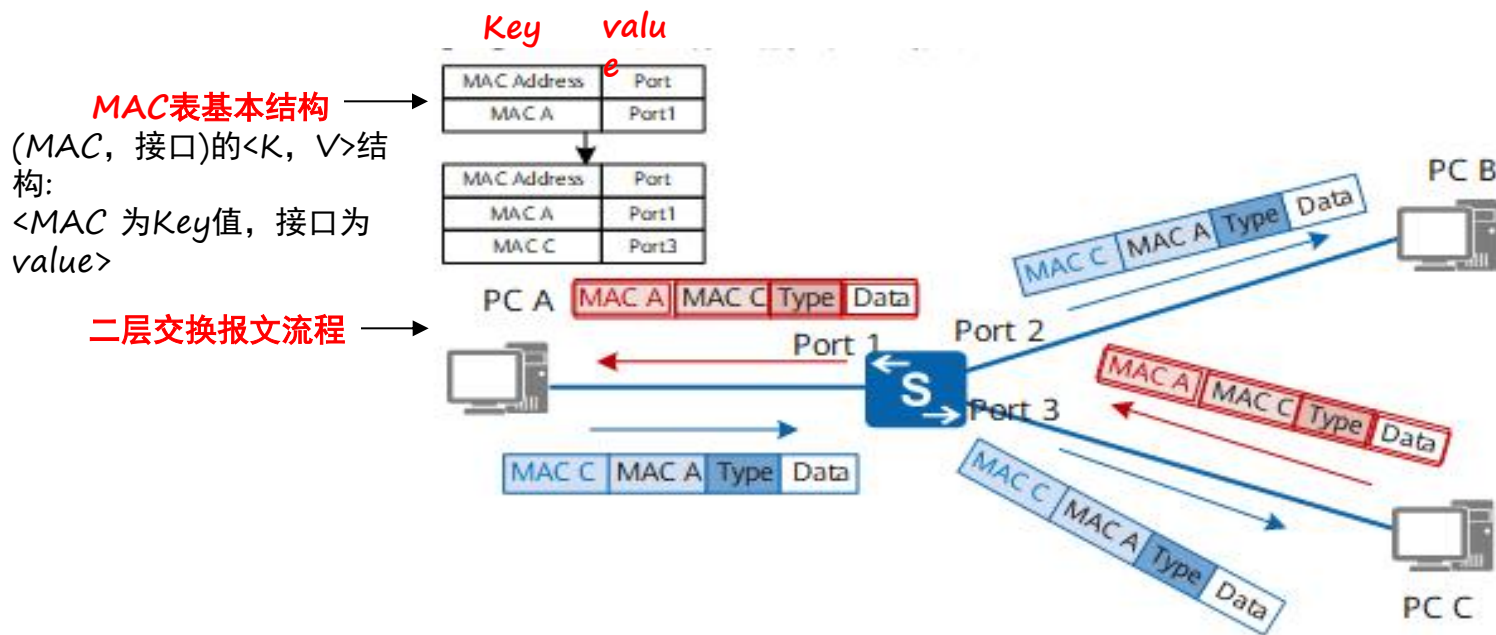
	B1			B2		
	MAC地址	Port#	Operate	MAC地址	Port#	Operate
S3→S11	S3	2	泛洪(flooding)	S3	1	泛洪(flooding)
S9→S3	S9	2	丢弃	S9	3	转发1#
S5→S7	S5	3	泛洪(flooding)	S5	1	泛洪(flooding)
S10→S3	S10	2	丢弃	S10	3	转发1#
S3→S5	X	X	转发3#	X	X	丢弃
S4→S5	S4	2	转发3#	S4	1	丢弃
S9→S10	O	O		X	X	丢弃

- 在静态网络中，表最终存储所有地址，学习终止
- 在实际中，站点一直在增加和移动
  - ① 引入计时器（分钟）来老化每个表项并强制它重新学习
  - ② 如果帧到达的端口与表中的帧地址和端口不同，则立即更新；
  - ③ 如果帧到达的端口与表中的帧地址和端口相同，则刷新TTL。

地址	端口	TTL



# 例：二层交换



- 二层交换设备收到以太网帧，将其源MAC与接收接口的对应关系写入MAC表，作为以后的二层转发依据。如果MAC表中已有相同表项，那么就刷新该表项的老化时间。MAC表表项采取一定的老化更新机制，老化时间内未得到刷新的表项将被删除掉。
- 设备判断目的MAC地址是不是广播地址：  
a.如果目的MAC地址是广播地址，那么向所有接口转发（报文的入接口除外）。  
b.如果目的MAC地址不是广播地址，根据以太网帧的目的MAC去查找MAC表，如果能够找到匹配表项，则向表项所示的对应接口转发，如果没有找到匹配表项，那么向所有接口转发（报文的入接口除外）。

## 网桥算法

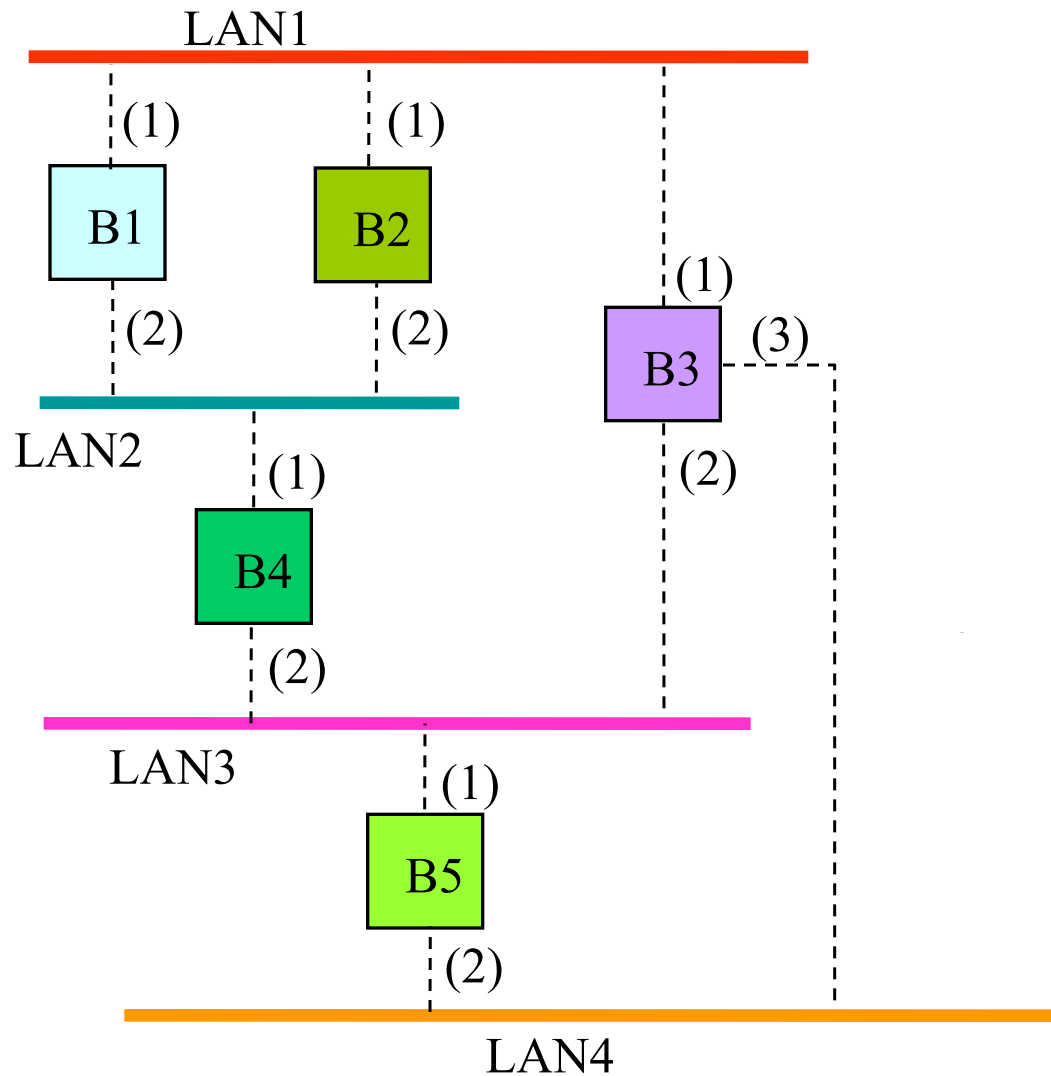
```
创建一个包含数值对的空MAC表FDB;  
While(1)  
{  
    获得下一个到达的帧;  
    将I设置为该帧到达的入接口号(port);  
    提取源MAC地址S;  
    提取目的MAC地址D;  
    for(entry in FDB){ //查MAC表;  
        if FDB中没有(S,I)对, 则将它加入到FDB中  
    ;  
    else{  
        if(D, I)对出现在FDB中{ //水平分割  
            丢弃帧;  
        }  
        else{  
            更新该(S,I) 对的Time;  
            转发该帧到出接口;  
        }  
    }  
}
```

## 二层转发表FDB基本结构 (Forwarding Data Base)

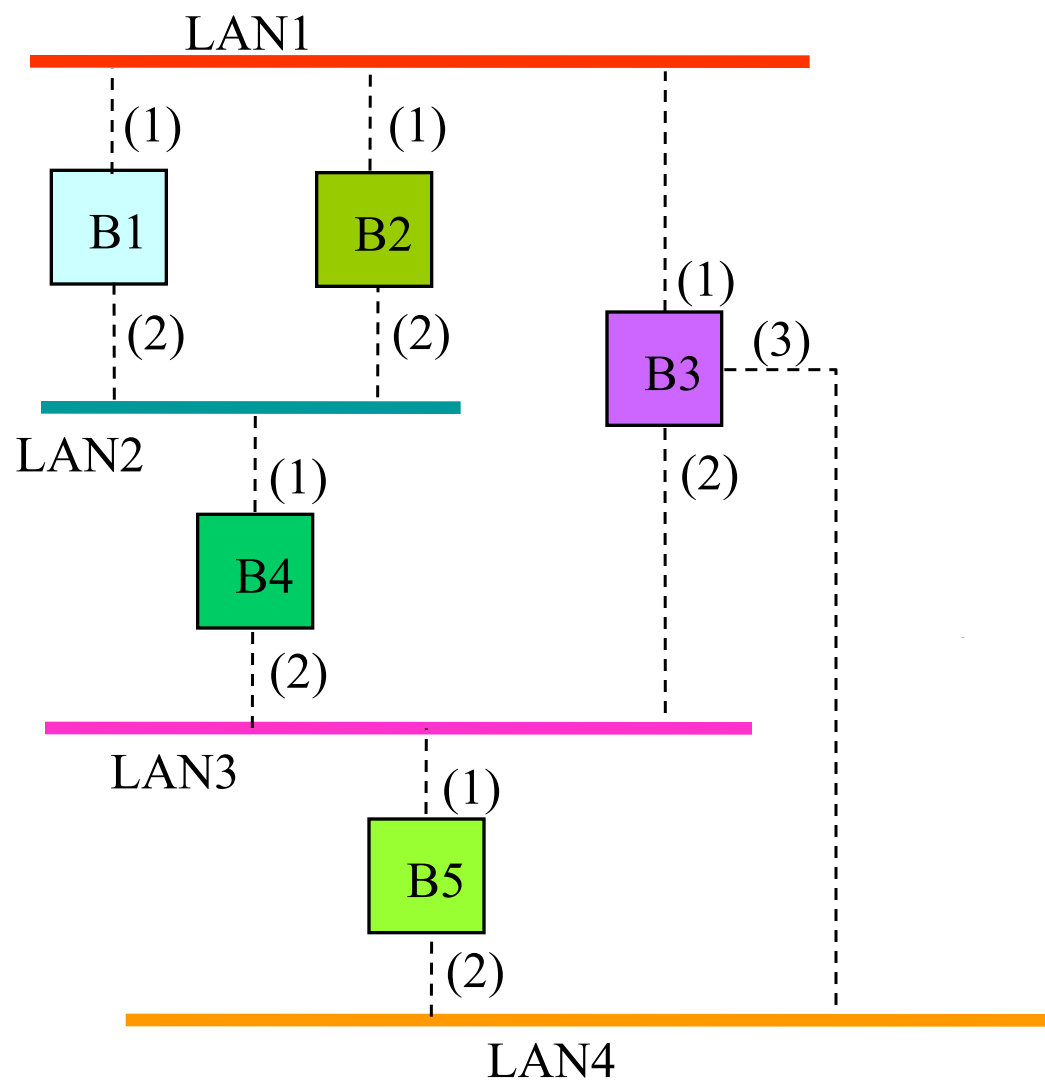
Key		Value	
MAC Address		Interface	Time
00e0-fc12-3456		GE1/0/1 (port 1)	9:00
00e0-fc12-3457		GE1/0/2 (port 2)	9:02

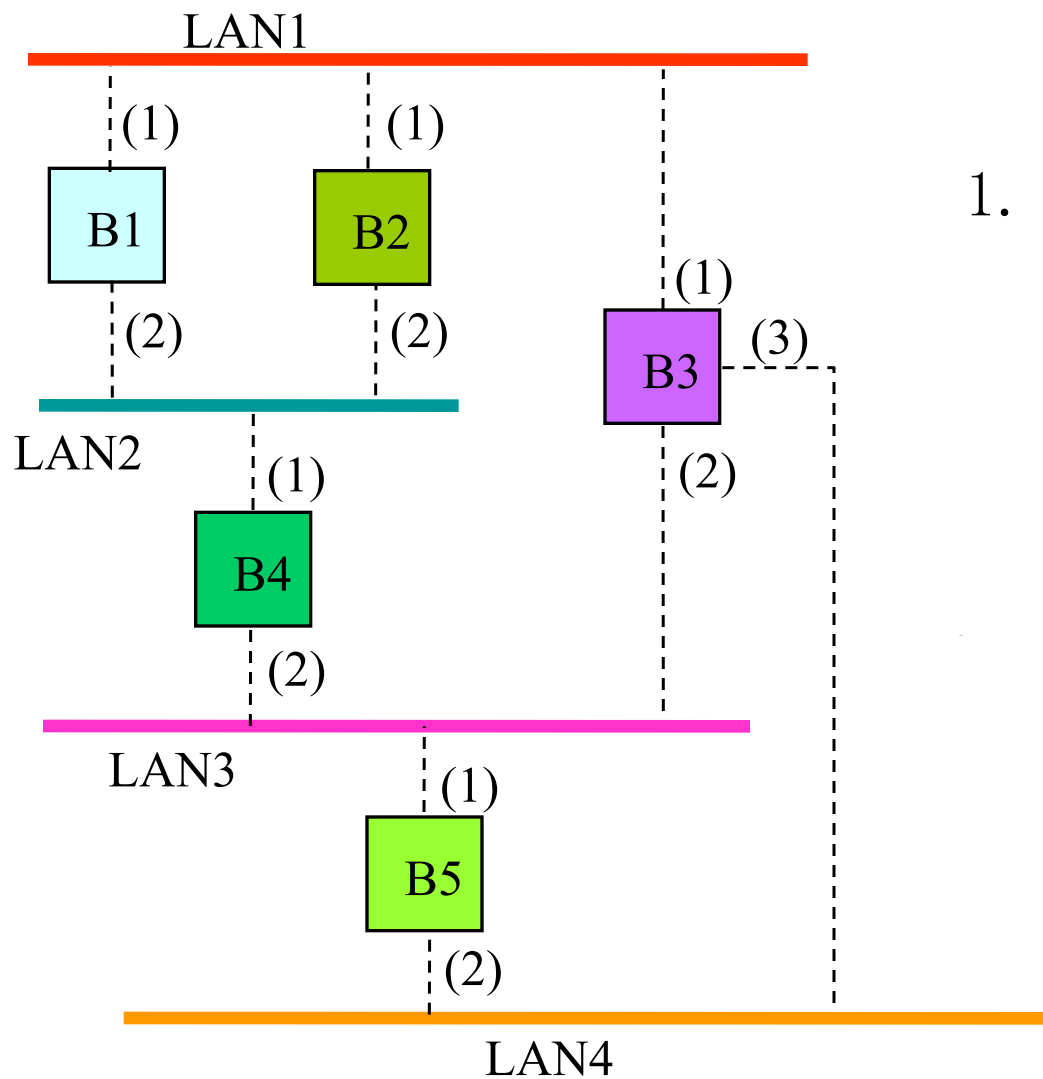
## 2、避免循环

- 循环可能是意外或有意创建的（增加冗余）
  - ※ 学习过程会引发广播风暴
  - ※ 广播风暴将导致整个网络瘫痪
- 生成树算法spanning tree algorithm

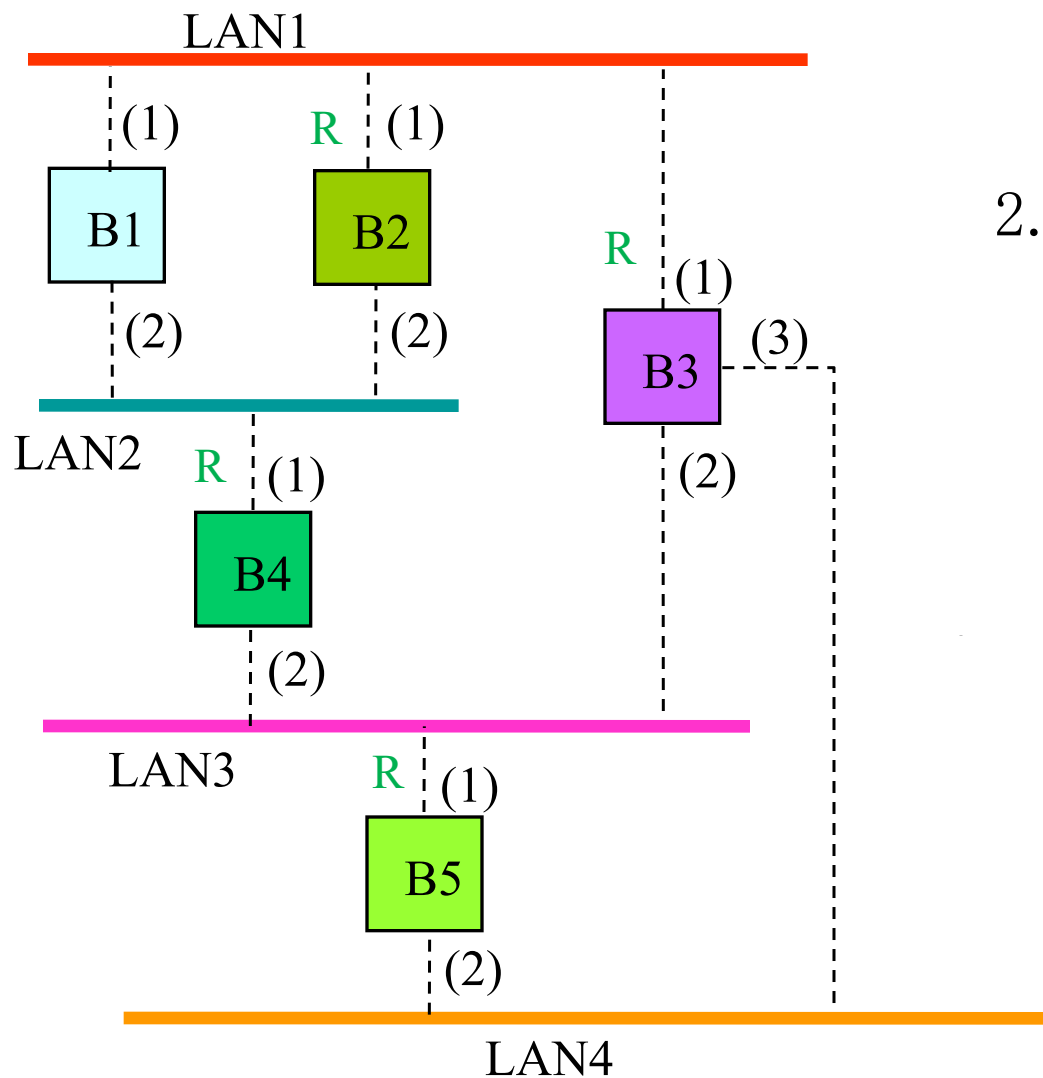


1. 在所有网桥中选择一个根网桥
  - root bridge = the lowest bridge ID
2. 除了根网桥之外，为每个网桥确定根端口
  - root port = port with the least-cost path to the root bridge (有多个则指定最小端口号的那个)
3. 为每个局域网选择一个指定网桥
  - designated bridge = bridge has least-cost path from the LAN to the root bridge
  - 指定端口 designated port 连接局域网和指定网桥
4. 所有根端口和所有指定端口都被置于“转发”状态，是唯一允许转发帧的端口。其他端口被置于“阻塞”状态。

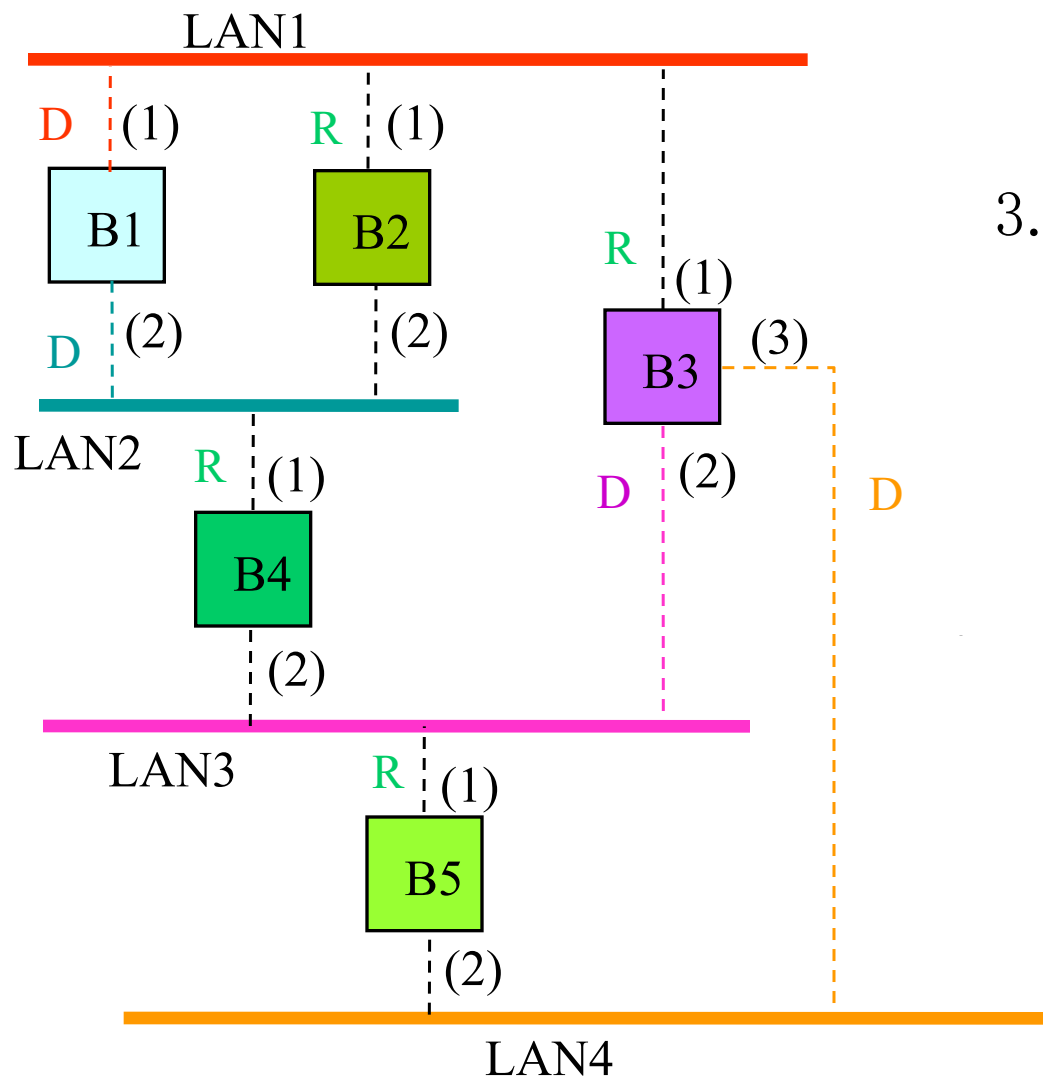




1. 网桥1被选为根网桥

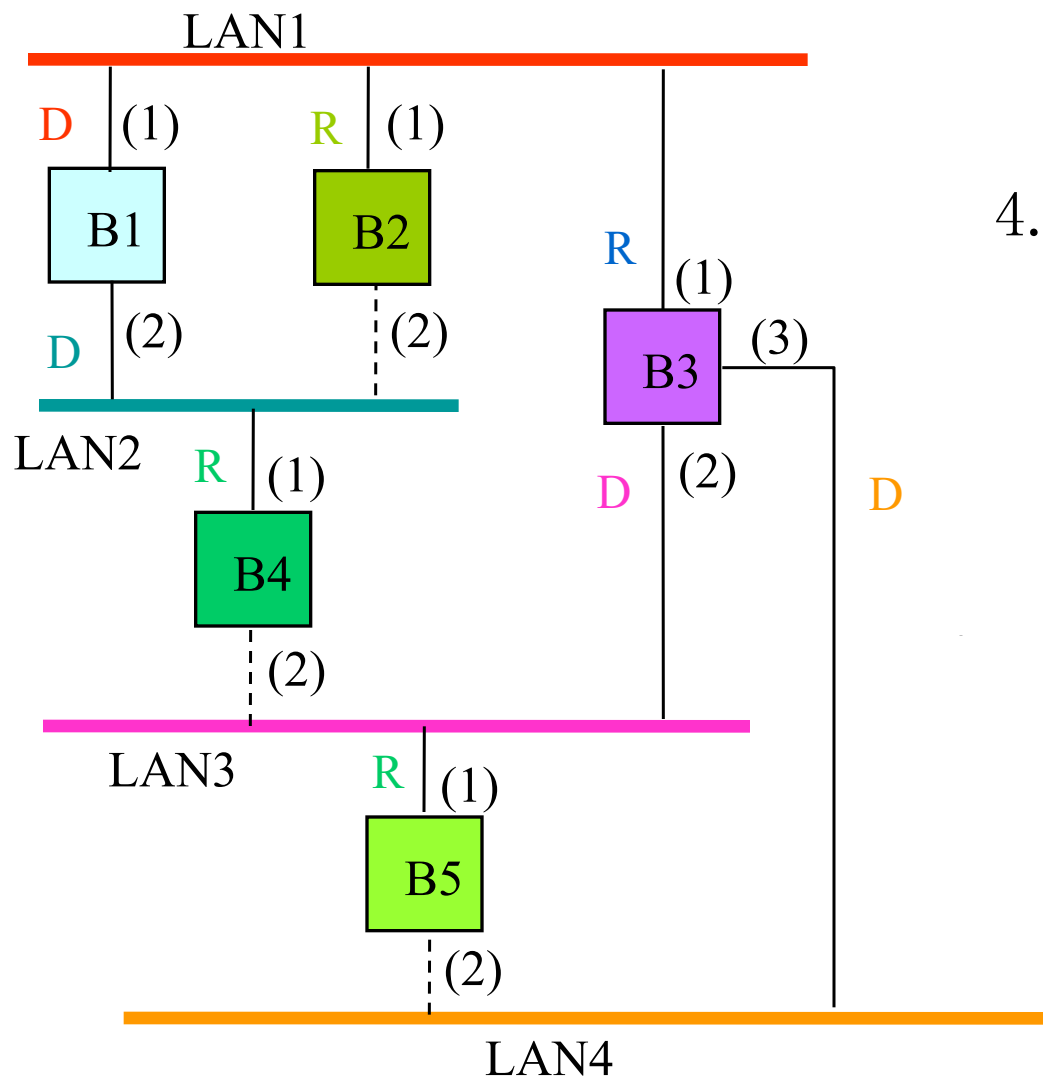


2. 除根网桥之外，为每个网桥选择根端口



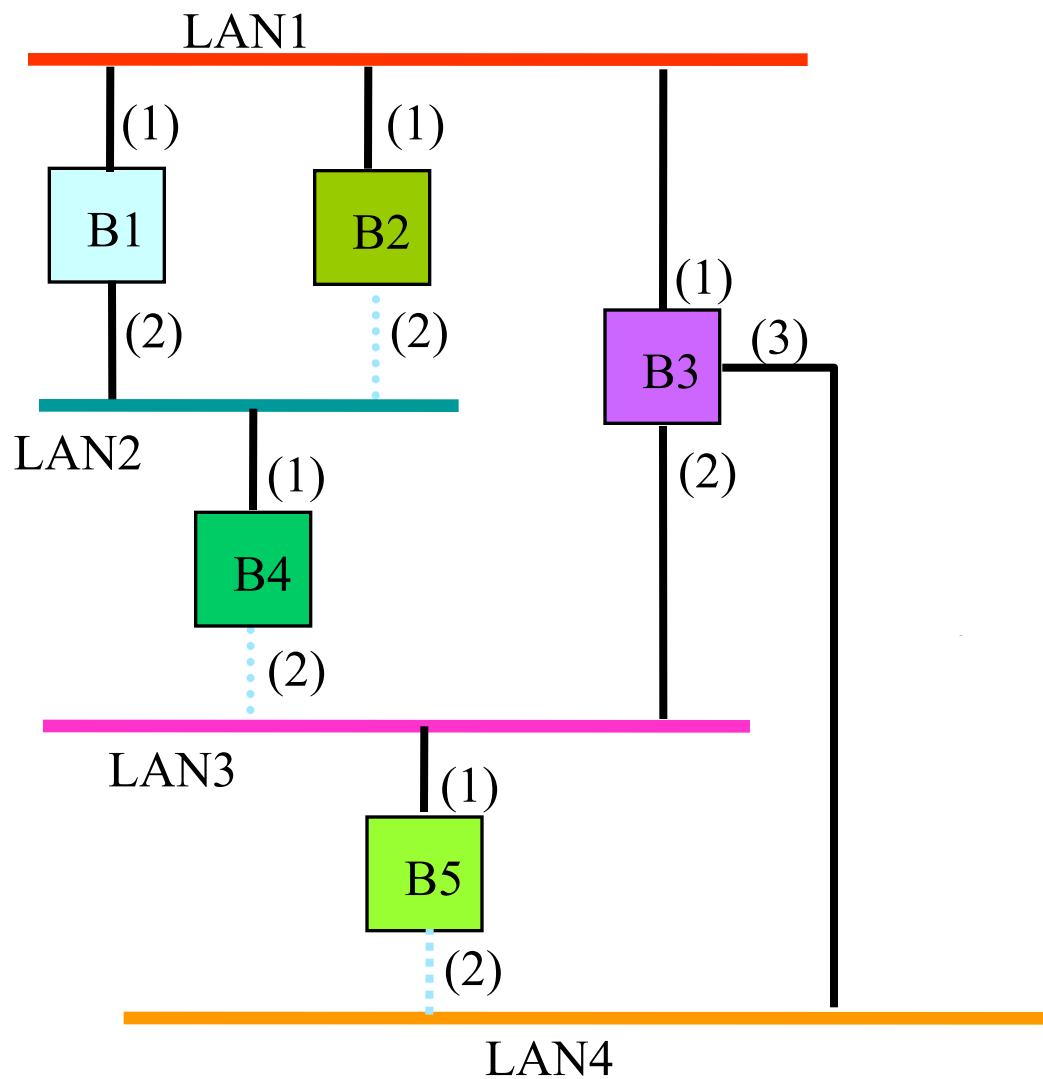
3. 为每个局域网选择指定网桥



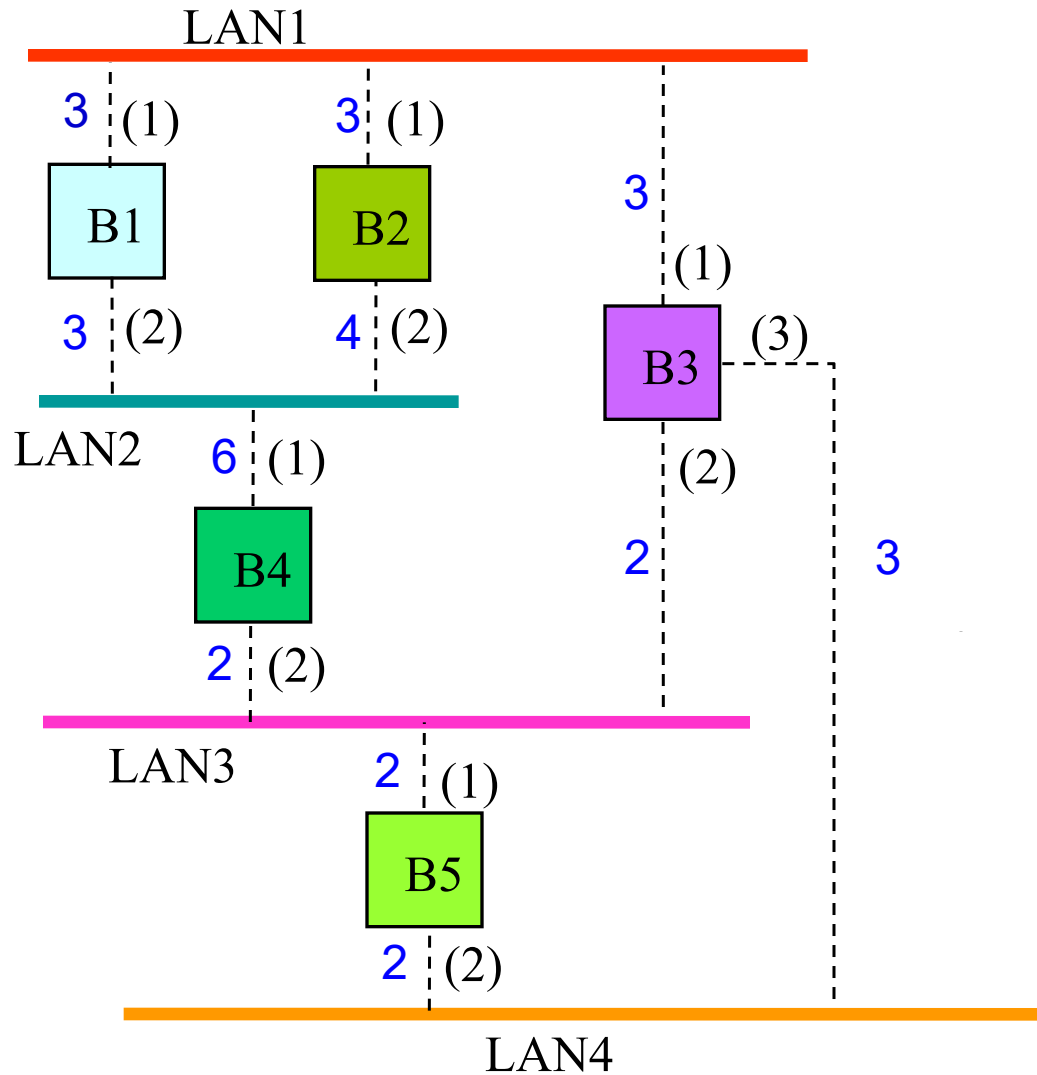


4. 所有根端口和指定端口都进入转发状态

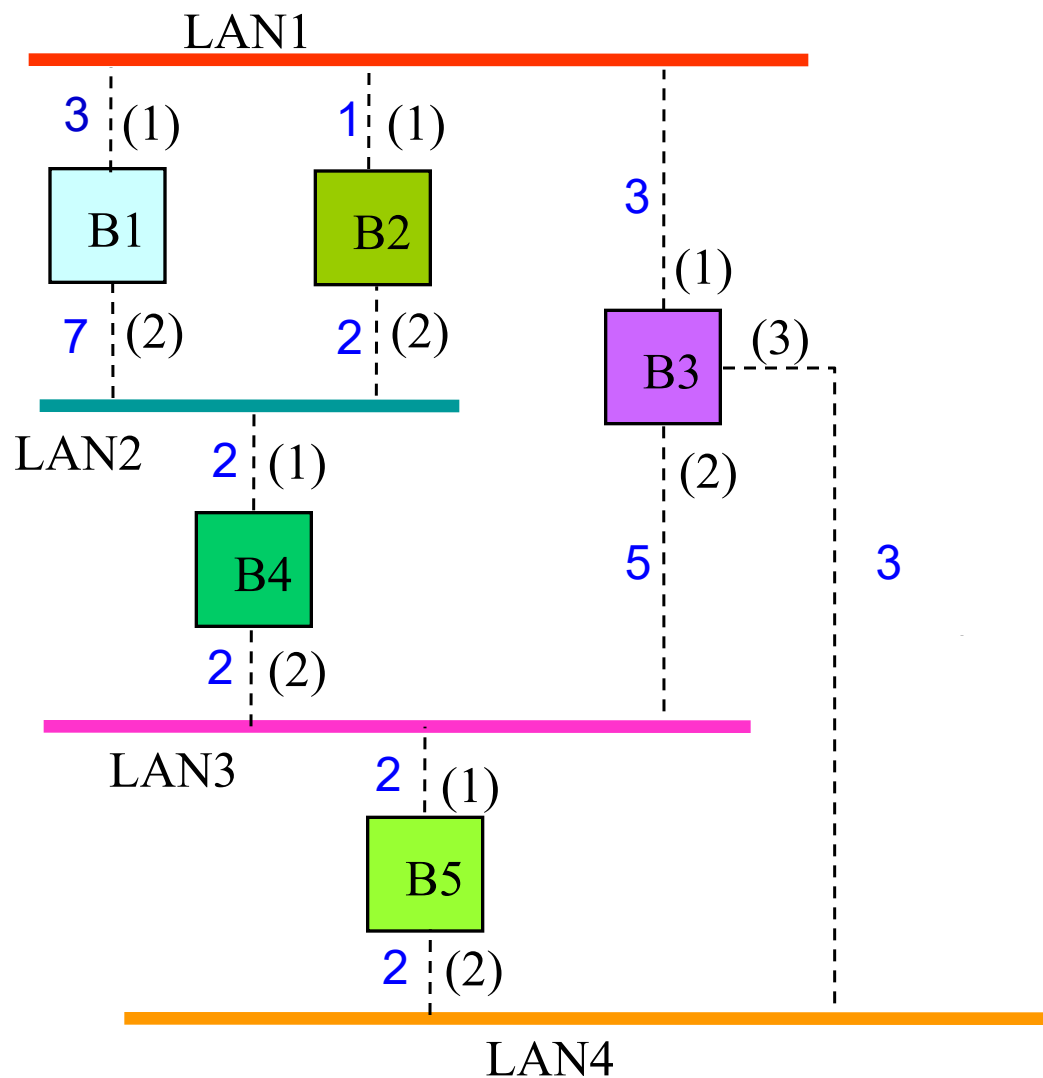
# 生成树的结果

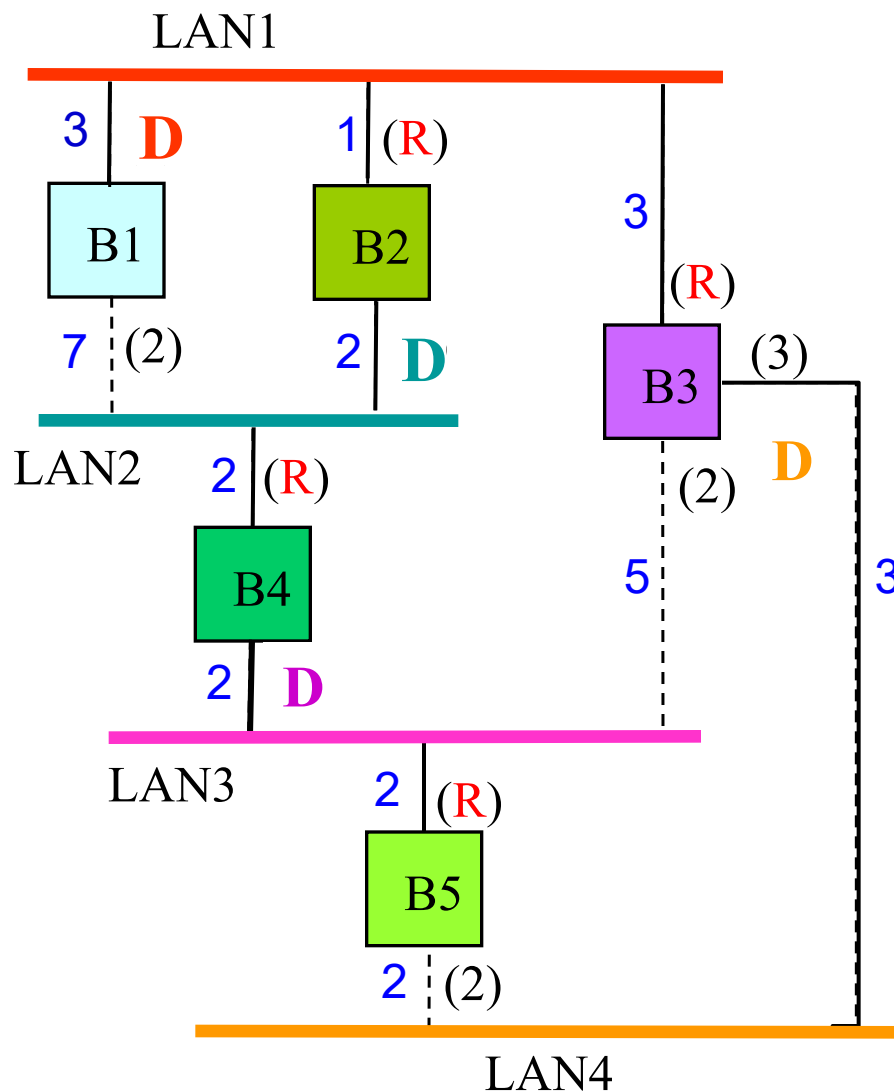


# 例1：请计算生成树



## 例2：请计算生成树





$$\text{LAN1} = \text{Min}\{ \mathbf{3}, 1+2+7, \dots \} = 3$$

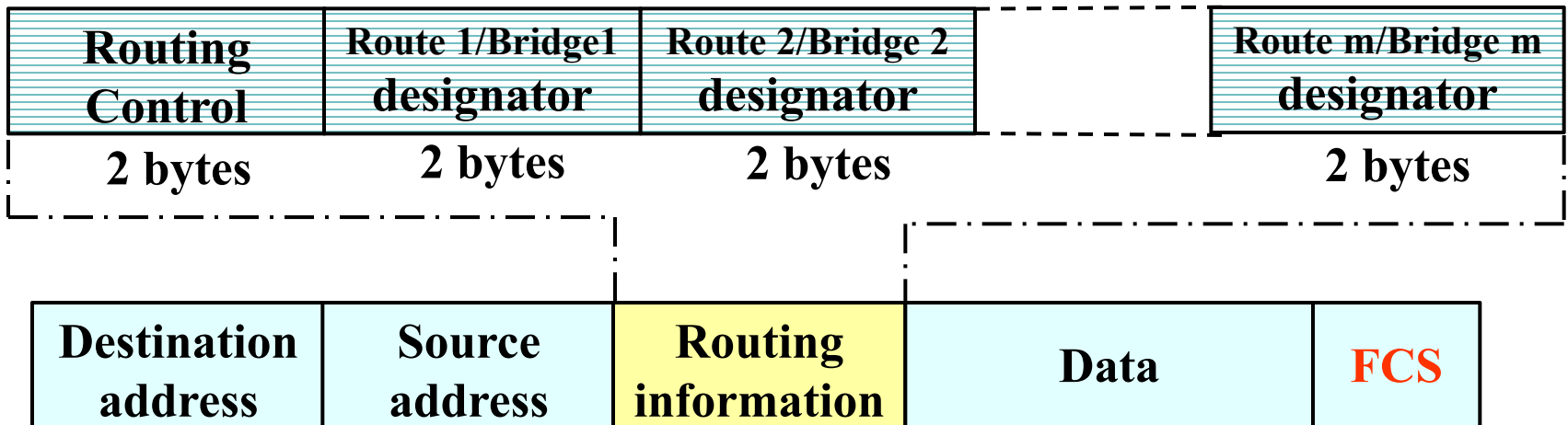
$$\text{LAN2} = \text{Min}\{ 7, \mathbf{2+1+3}, \dots \} = 6$$

$$\text{LAN3} = \text{Min}\{ \mathbf{2+2+2+1+3}, 5+3+3 \} = 10$$

$$\text{LAN4} = \text{Min}\{ 2+2+2+2+2+1+3, \mathbf{3+3+3} \} = 9$$

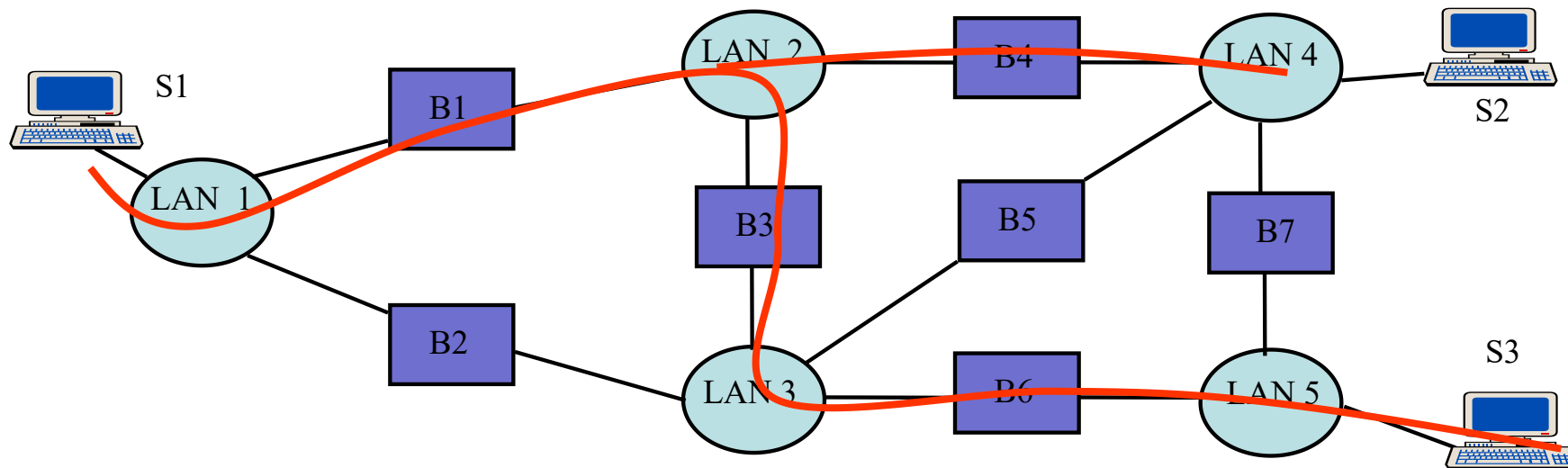
## 2、源路由网桥

- IEEE 802.5 令牌环互连
- 每个源站点决定到目的地的路线
- 源路由 (source route) 网桥在发送帧时将详细的路由信息插入在帧的首部中。

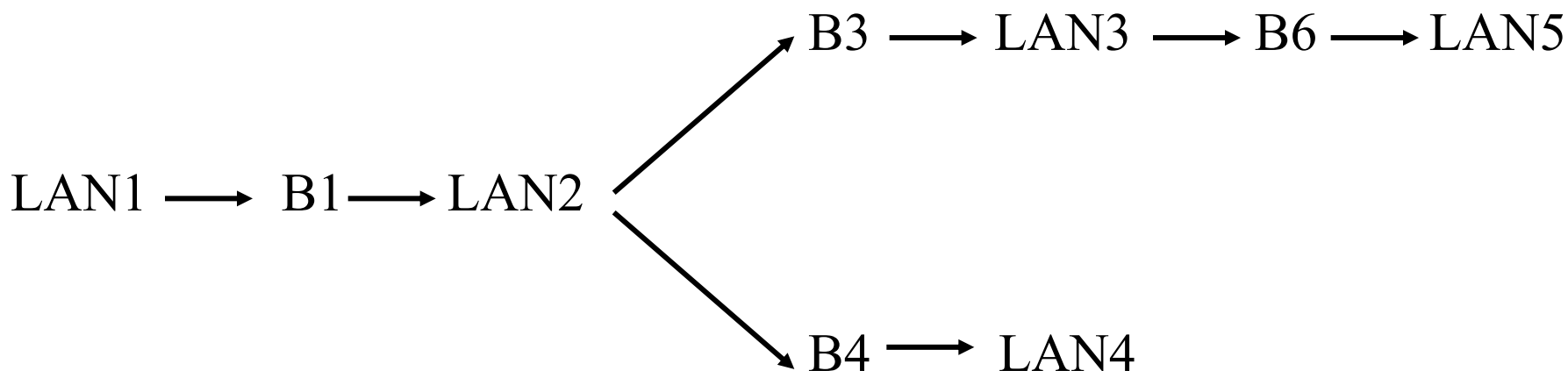


- ① 为了发现到目的地的路由，每个站点广播一个单路由广播帧 *single-route broadcast frame*
- ② 帧访问每个局域网一次并最终到达目的地
- ③ 目的地发送全路由广播帧 *all-routes broadcast frame*，该帧生成所有路由返回到源
- ④ 源收集路线并挑选最佳路线

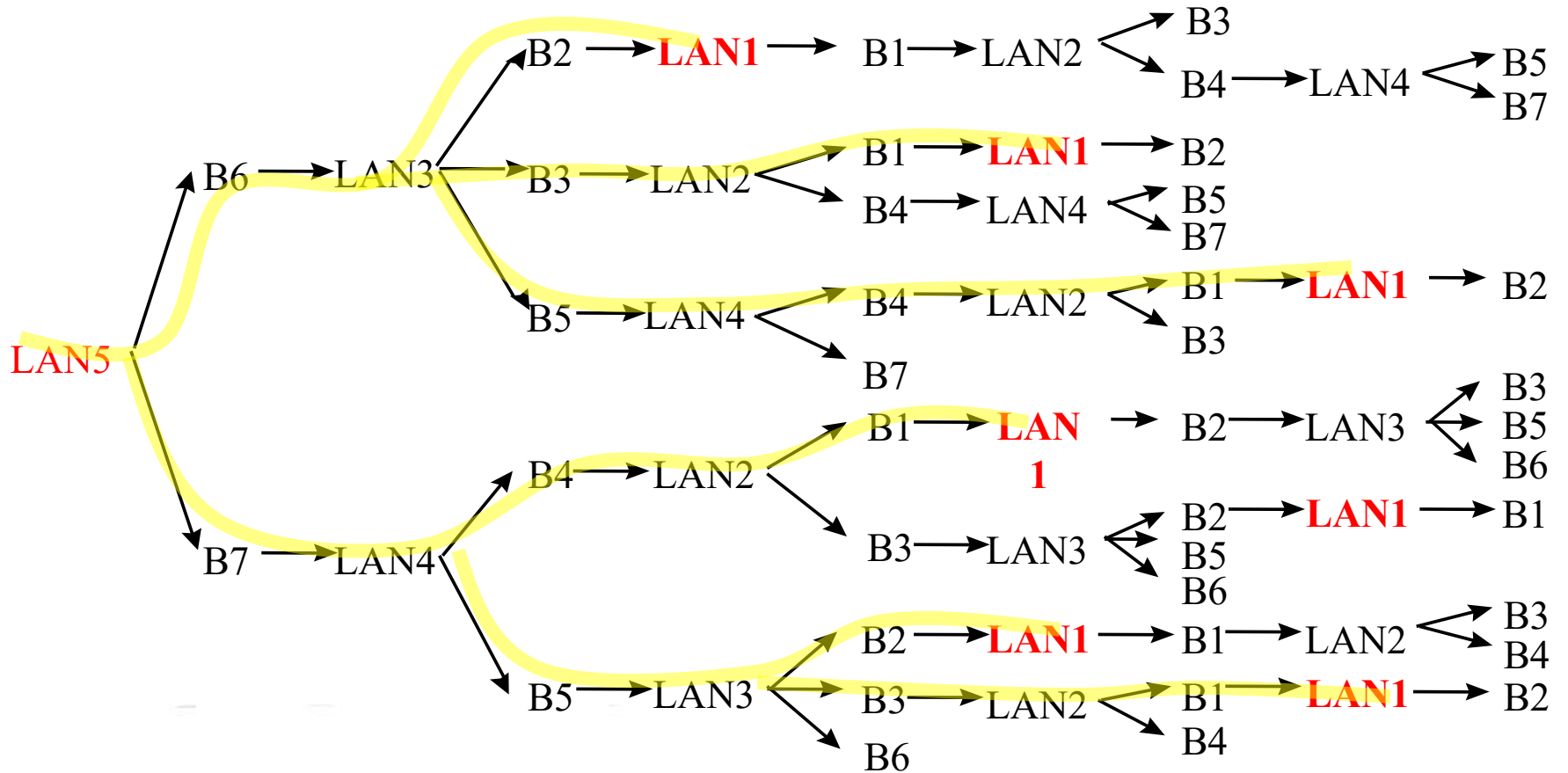
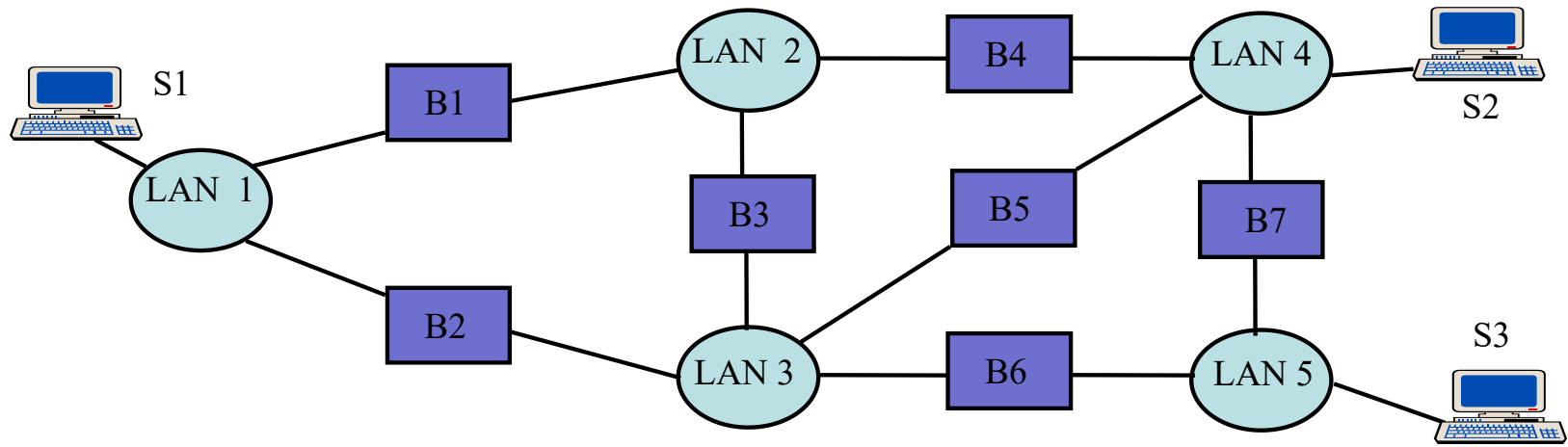
# 查找从 S1 到 S3 的路由



红线表示生成树





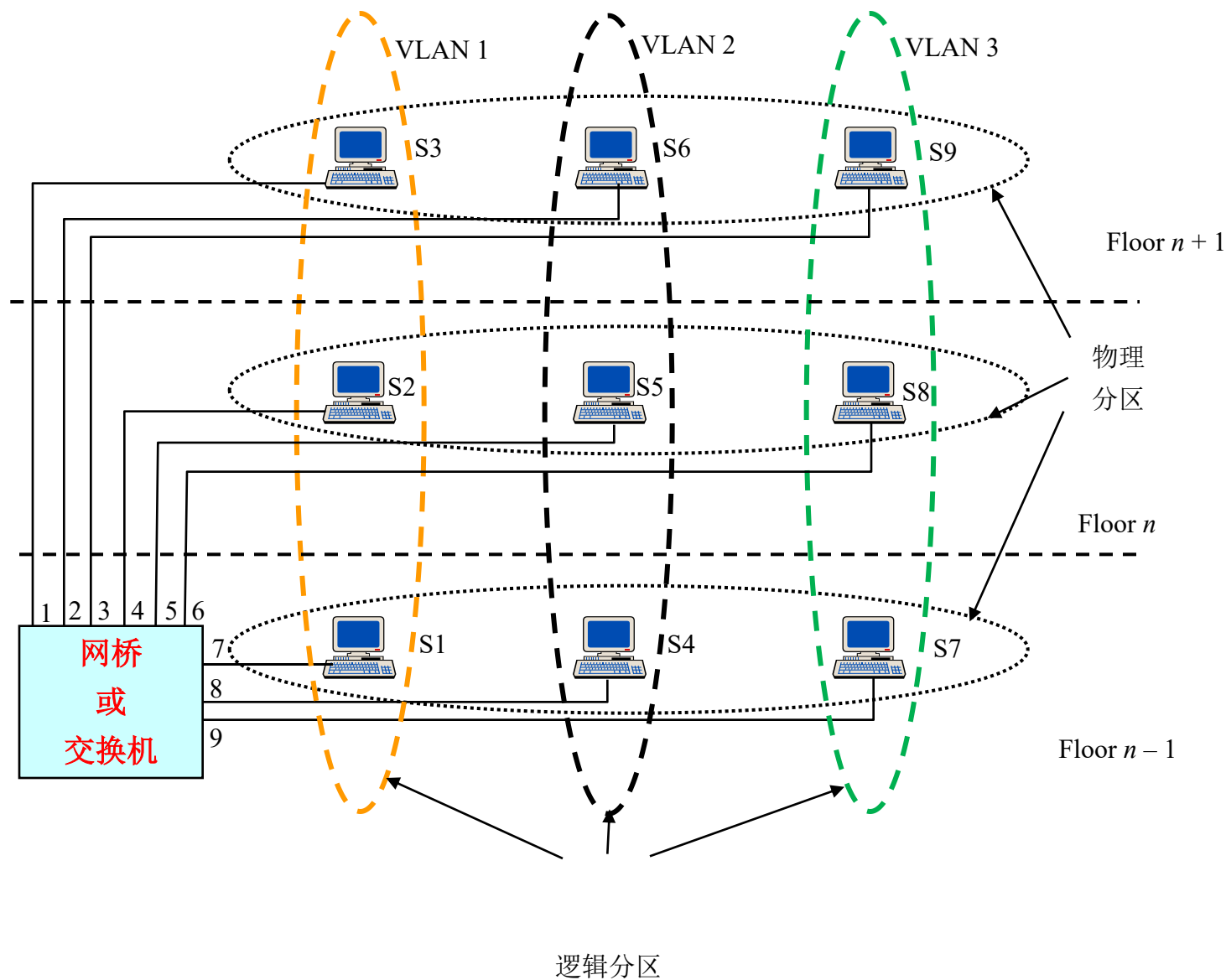


特性	透明网桥	源路由网桥
服务方式	无连接	有连接
透明性	完全透明	不透明
管理配置	自动	手工
路由选择	较优	优
确定目标	通过学习	通过探索帧
故障处理	网桥	主机
复杂性	网桥	主机

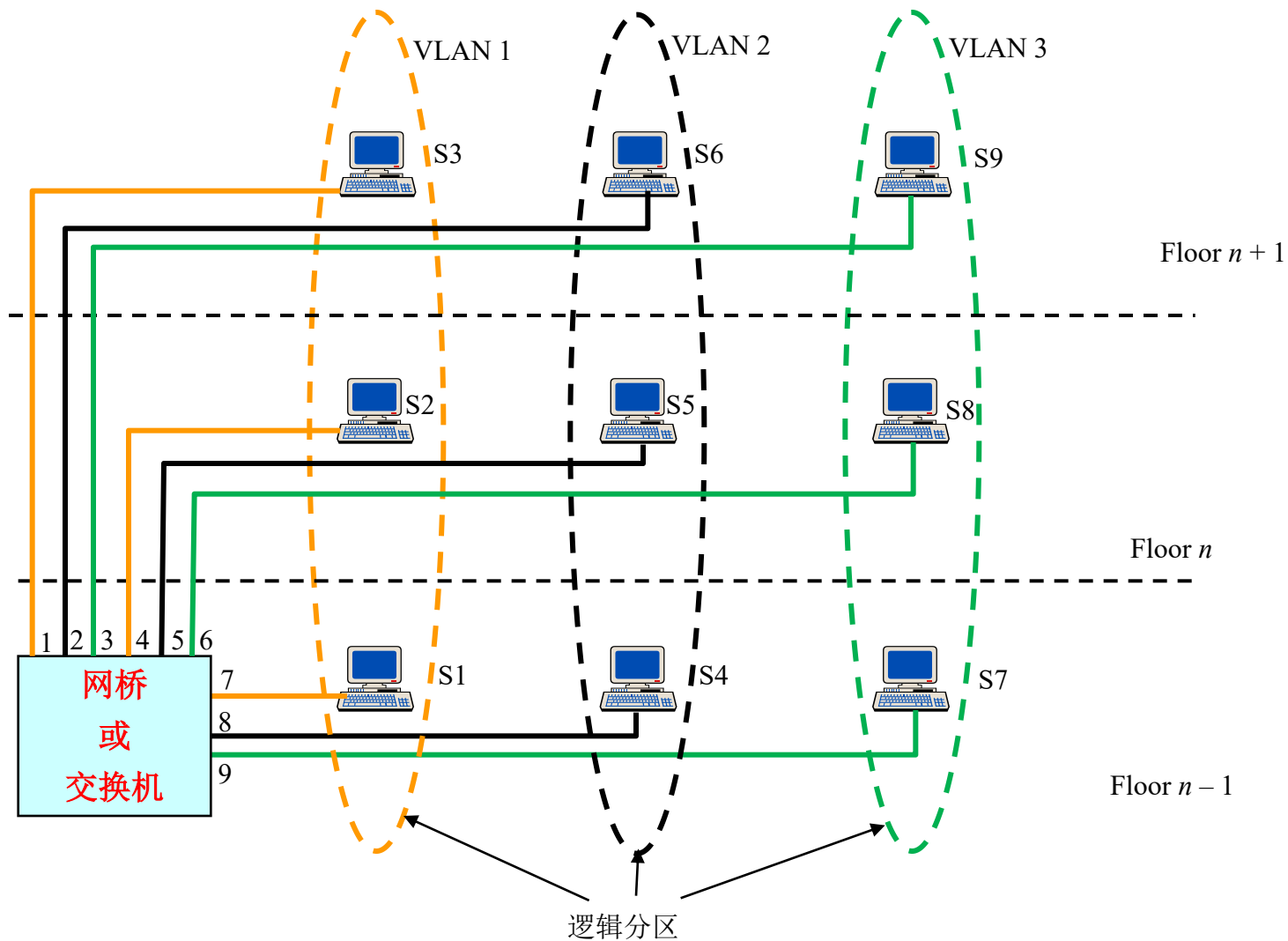
### 3、虚拟局域网 VLAN

---

- 一个或多个LAN上的一组设备，被配置为可以像连接到同一条线路一样进行通信，而实际上它们位于许多不同的LAN段上
- VLAN（虚拟局域网）的好处
  - 提高性能
  - 改进的可管理性
  - 网络调整和软件配置的简化
  - 物理拓扑独立性
  - 增加安全选项



# 基于端口的VLAN



网桥仅将帧转发到与同一 VLAN 关联的传出端口

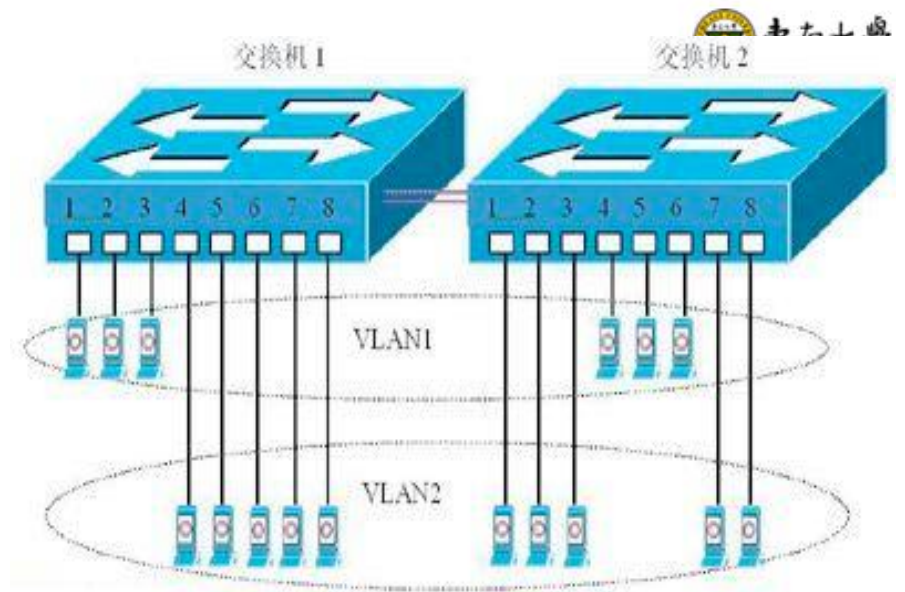
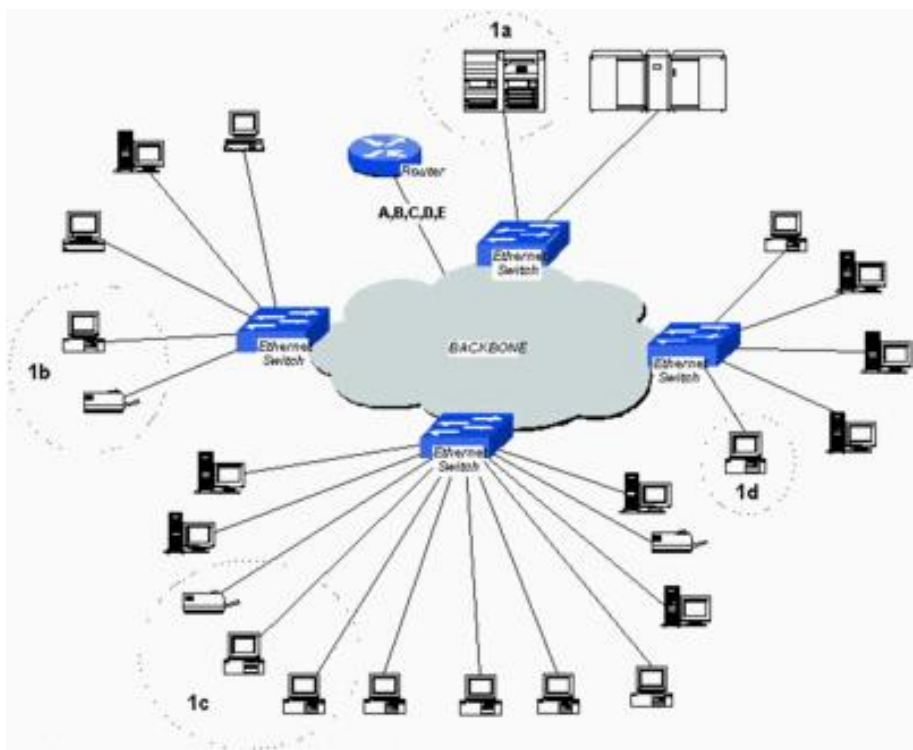
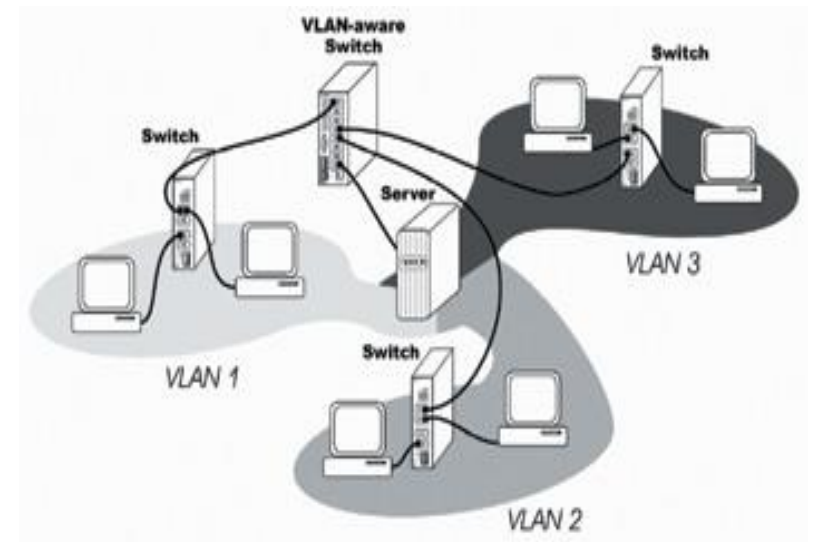
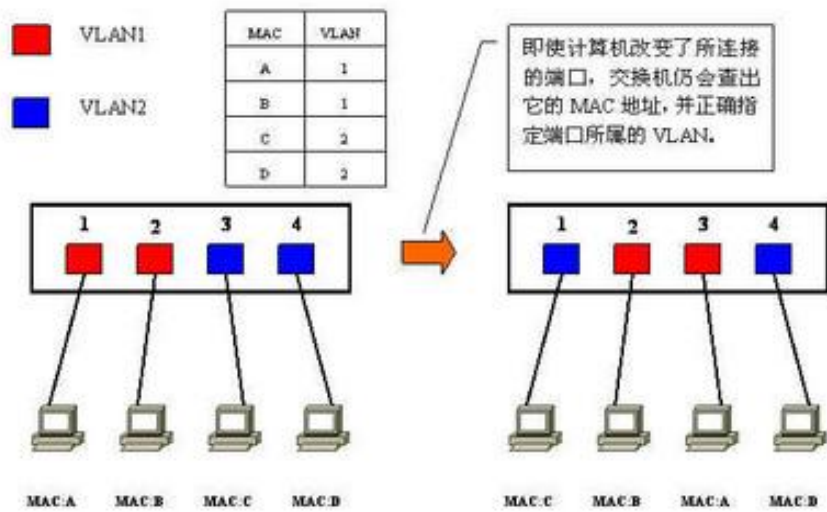


图 多交换机端口定义



dank u  
ju faleminderit  
Tack  
Asante 谢谢 Tak mulțumesc  
kiitos  
**Salamat!** Gracias  
Terima kasih Aliquam  
Merci **Dankie** Obrigado  
ありがとう köszönöm grazie  
Aliquam Go raibh maith agat  
děkuji **Thank you**

