



# IP承载网理论基础

主讲：IUV

# 目录

## CONTENTS

01

IP基础

02

VLAN基础

03

路由基础



01

# IP基础

# IP地址

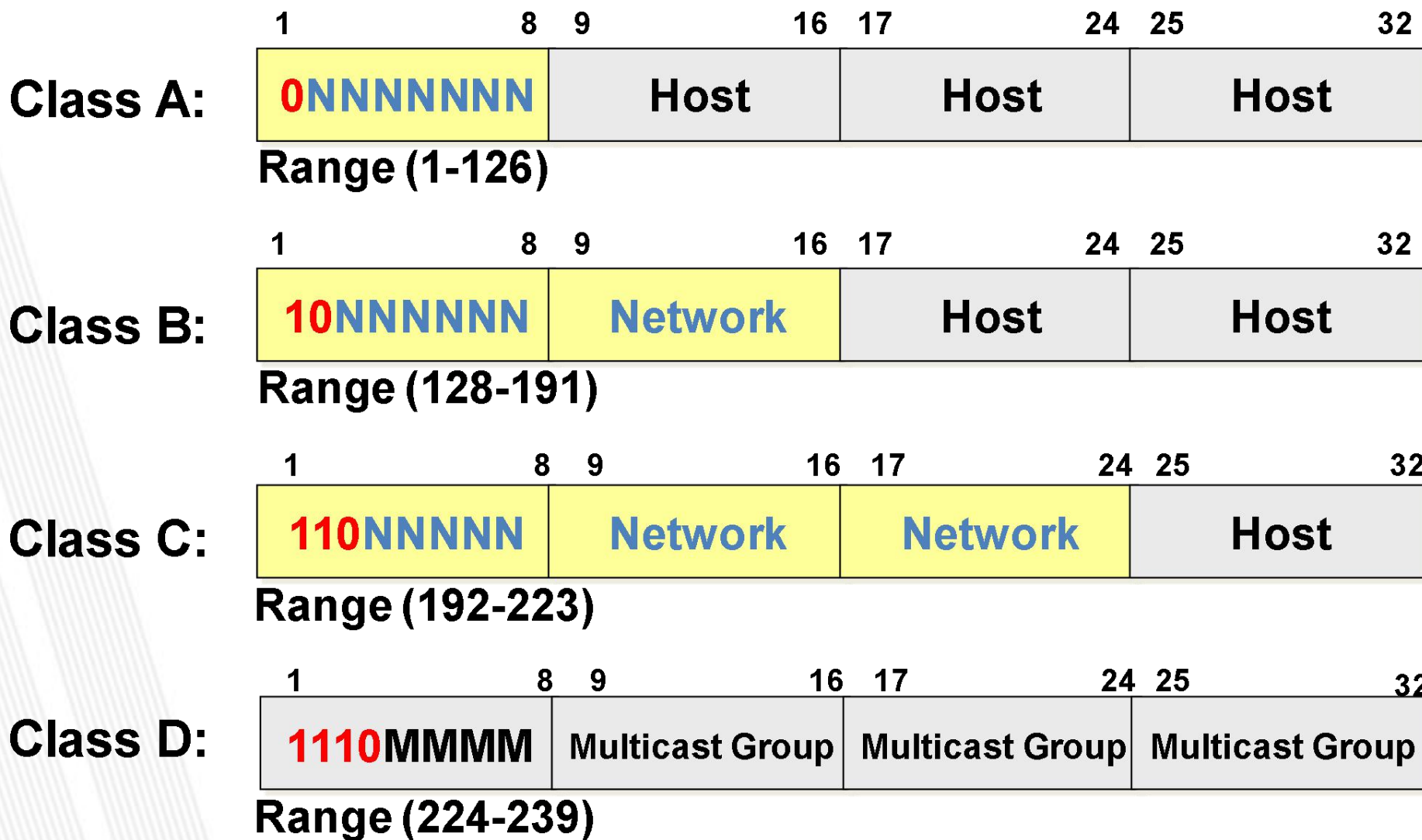
互联网协议地址（Internet Protocol Address），缩写为IP地址。IP地址是IP协议提供了一种统一的地址格式，它为互联网上的每一个网络和每一台主机分配一个逻辑地址，以此来屏蔽物理地址的差异。

十进制IP地址	二进制IP地址
172.16.36.1	10101100.00010000.00100100.00000001

位数	8	7	6	5	4	3	2	1
二进制	1	1	1	1	1	1	1	1
十进制	128	64	32	16	8	4	2	1

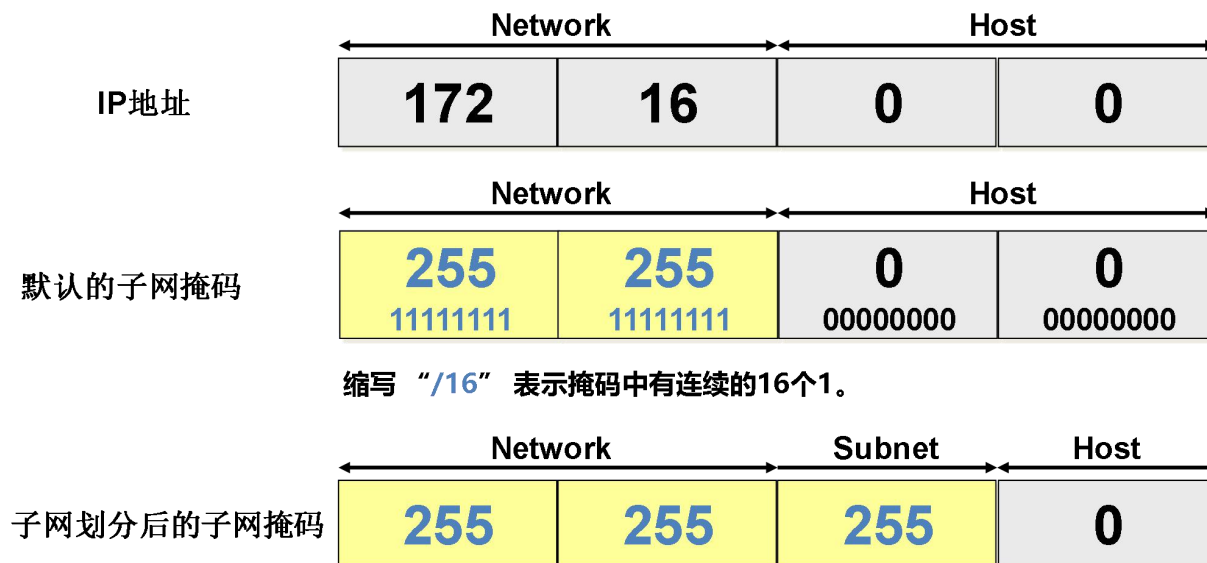
八位二进制与十进制数的对应关系

# IP地址分类





# 子网掩码



子网掩码的三种表示方法：

- 1、二进制表示：子网掩码与IP地址一样，也是32位二进制数。掩码的前半部分是连续的“1”，代表网络位，后半部分是连续的“0”，代表主机位，1和0不能交叉。
- 2、十进制表示：为了方便记忆，子网掩码也可以用十进制表示，与IP地址一样，每8位二进制数转换为一个十进制数。
- 3、前缀表示：为了进一步简化子网掩码的表达，还可以用“/”加上网络位的位数来代表子网掩码，叫做前缀长度。比如，255.255.0.0，可以表示成“/16”，255.255.255.0可表示为“/24”。

# IP地址计算

IP地址与子网掩码共同使用，通过对二者的计算，可以得到该IP地址属于哪个网络，该网络的有效IP地址范围等信息。

	Network		Subnet	Host
172.16.2.160	10101100	00010000	00000010	10100000
255.255.255.0	11111111	11111111	11111111	00000000
	10101100	00010000	00000010	00000000
网络地址	172	16	2	0
广播地址	172	16	2	255

# 特殊的IP地址

地址	特殊用途
主机位全为0	主机位全为0的地址是网络地址，一般用于路由表中的路由
主机位全为1	某个网络的广播地址，可向指定的网络广播
127. 0. 0. 0~ 127. 255. 255. 255	127开头的整段地址都是保留地址，其中127. 0. 0. 1可以用来做测试，作为设备的环回地址，意思是“我自己”。 在主机上ping 127. 0. 0. 1，可以判断TCP/IP协议栈是否完好和网卡是否正常工作，能收到自己的回声响应表示正常。
0. 0. 0. 0	用于默认路由
255. 255. 255. 255	本地广播，可向本网段内广播
10. 0. 0. 0~10. 255. 255. 255	私网地址
172. 16. 0. 0~172. 31. 255. 255	私网地址
192. 168. 0. 0~192. 168. 255. 255	私网地址





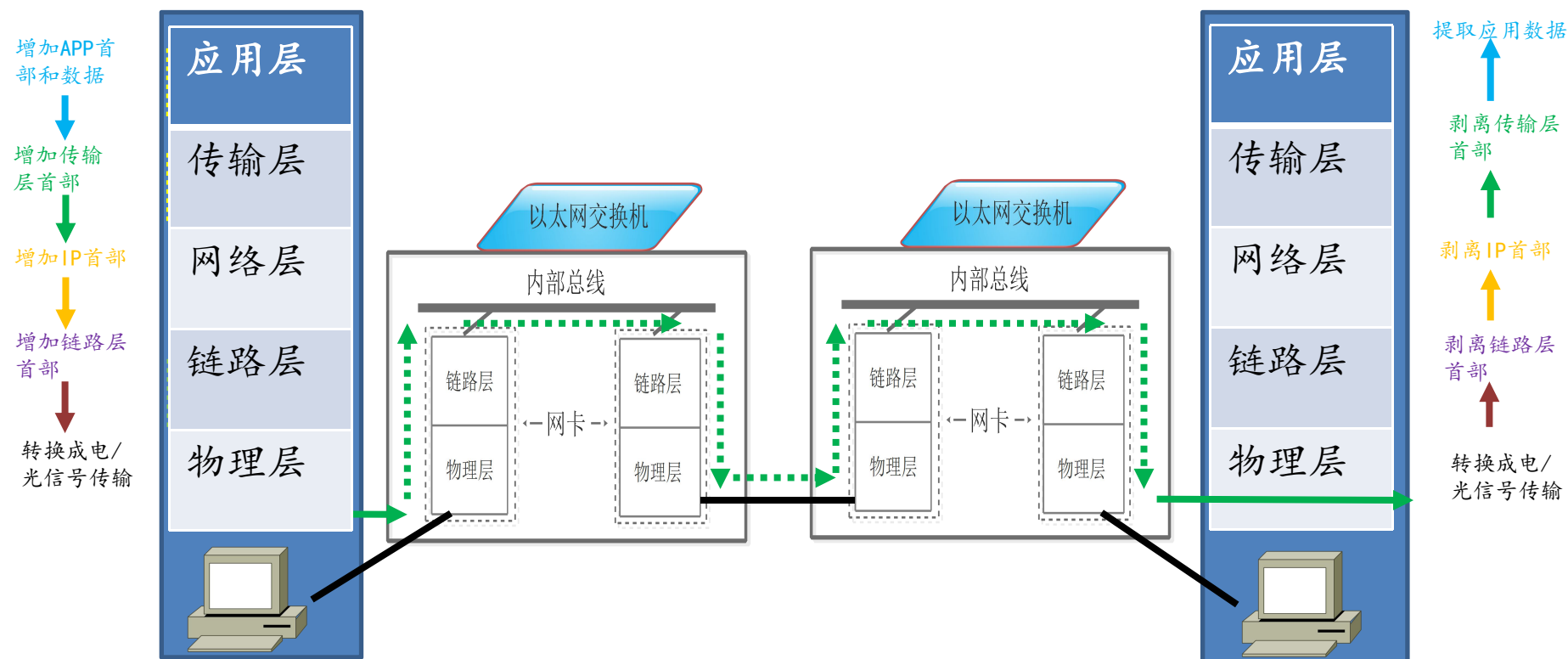
02

## VLAN基础

# 以太网交换机工作模型



- 二层以太网交换机处理以太网数据帧，根据数据帧头的源MAC和目的MAC指导报文转发。



## ➤ MAC是什么？

### MAC地址组成



**I/G: Individual/Group (VG) 位**, 当它的值为0时, 可认为是设备的MAC地址。当它的值为1时, 可认为这个地址表示以太网中的广播地址或组播地址。

**G/L位 (也称为U/L, 这里的U表示全局)**。当这一位设置为0时, 就表示一个全局管理地址 (由IEEE分配), 当这一位为1时, 表示一个在管理上统治本地的地址。

## ◆ MAC的分类?

### ➤ 单播MAC地址

以太网定义的48位MAC地址中，第一个字节的最低位为“0”代表单播MAC地址。单播MAC地址用于表示实际设备MAC地址。报文的目的MAC为单播MAC地址时，接收端是唯一的网络设备。



### ➤ 组播MAC地址

以太网定义的48位MAC地址中，第一个字节的最低位为“1”代表组播MAC地址。报文的目的MAC为组播MAC地址时，接收端不再是单一设备而是一个组播组设备。



### ➤ 广播MAC地址

MAC地址所有位数均为“1”位表示广播MAC地址，仅用于封装于数据帧的目的MAC，所有终端设备均可接收处理该数据帧。



## ➤ 静态MAC地址 (Static MAC)

由用户手工静态配置的MAC地址。静态MAC地址和动态MAC地址的功能不同，静态地址一旦被加入，该地址在删除之前将一直有效，不受老化时间的限制。

## ➤ 动态MAC地址 (Dynamic MAC)

交换机从接收报文中学习到的源MAC地址。当端口收到一个报文时，会查找报文的源MAC地址是否存在于MAC地址表中，如果不存在则会将相应的端口、VLAN和源MAC地址关联起来，并保存到MAC地址表中。

动态MAC地址在达到一定老化时间后会被老化删除，但如果该地址在老化时间内被正确使用过，则会重新设置对应MAC地址的老化时间。同时，MAC地址和端口的对应关系会随着设备所连的交换机的端口的变化而变化。

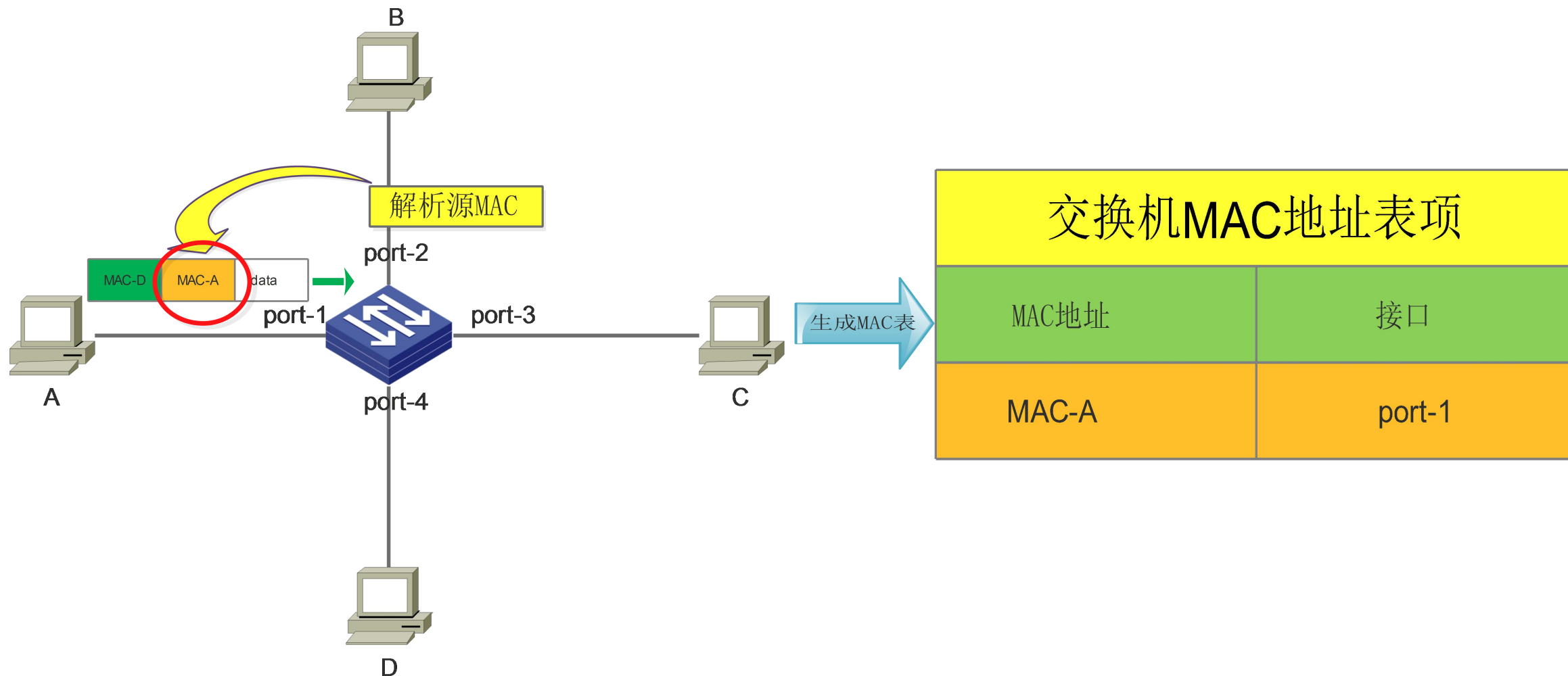


## ➤ 以太网数据帧结构



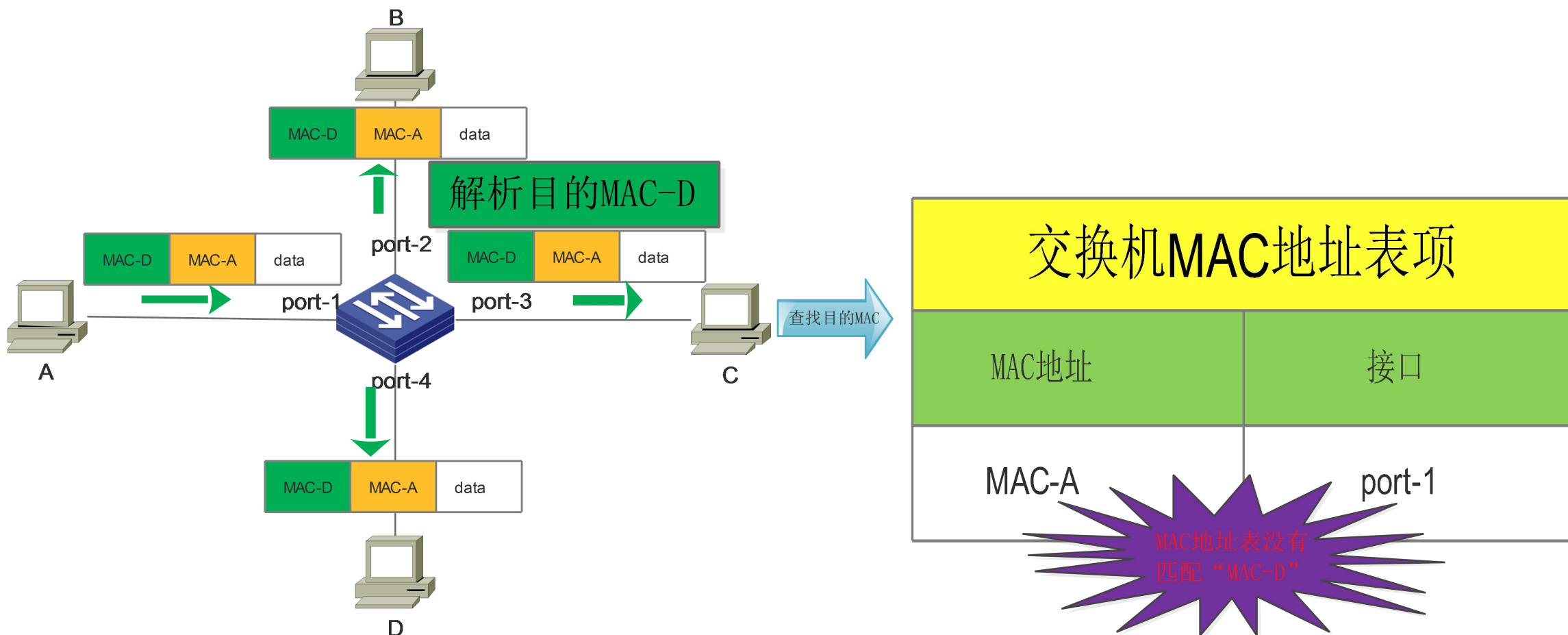
- **Preamble**: 前导码，用于定界不同的数据帧，它占用8个字节。它由两部份组成，前七个字节均由固定位 “10101010” 组成, 后一个字节为SFD（ **Start Frame Delimiter** ），它表示为 “10101011”。
- **DA**: **Destination Address**, 目的MAC地址，表示接收端的MAC地址，该字段占用6个字节。
- **SA**: **Source Address**, 源MAC地址，表示发送数据帧的源端MAC地址，该字段占用6个字节。
- **Type**: 数据帧类型字段，它占用2个字节。它用于表示数据帧再上送至网络层后的处理动作。
- **data**: 数据帧数据净荷，它的数值范围为46-1460字节。
- **FCS**: 数据帧校验位，它用于检验数据帧是否存在错误, 且于链路层纠错，该字段占用4个字节。

## ➤ 基于源MAC地址的学习



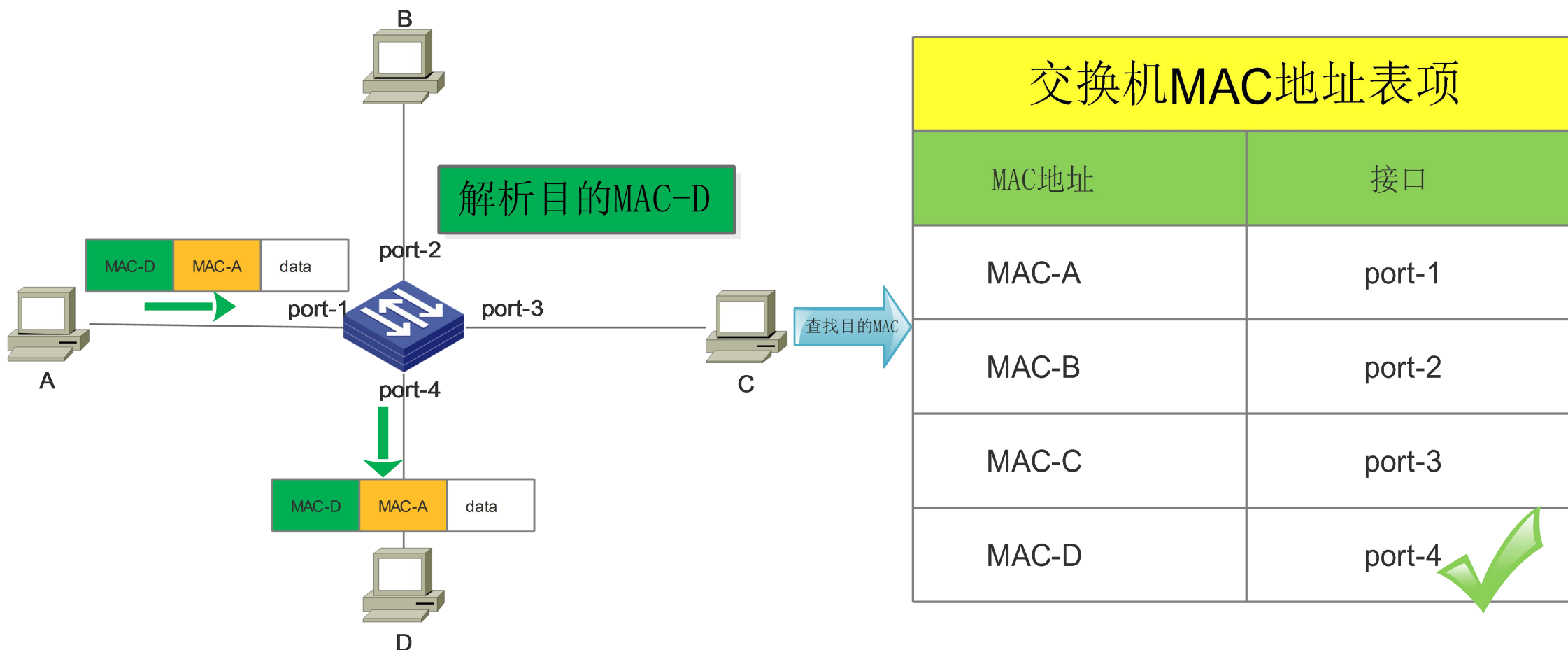
## ➤ 基于目的MAC地址转发

■ MAC地址表无法匹配目的MAC地址时，交换机广播发送报文



## ➤ 基于目的MAC地址转发

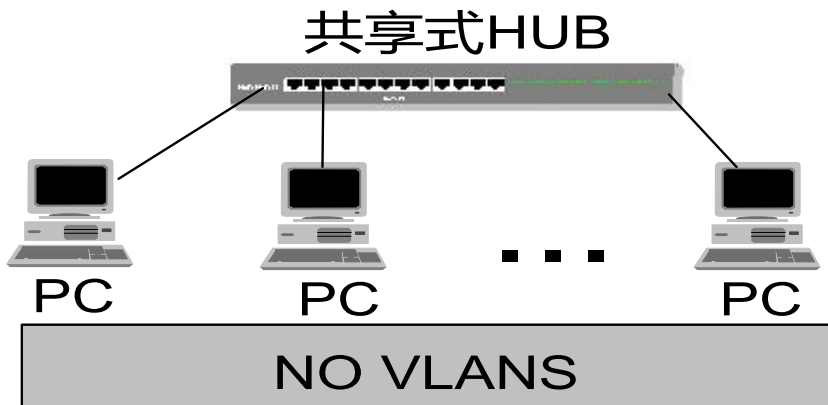
■ MAC地址表存在对应的目的MAC地址时，交换机单播发送报文



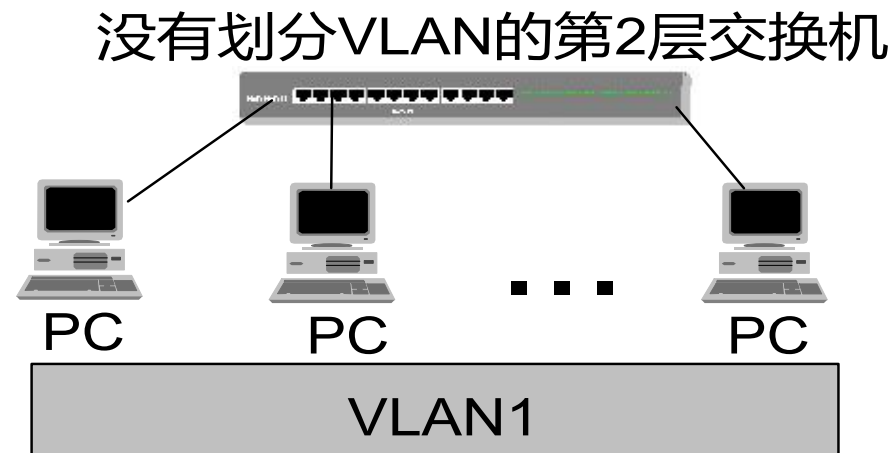
### ➤ 交换机工作原理总结

- 接收网段上的所有数据帧。
- 利用接收数据帧中的源MAC地址来建立MAC地址表（源地址自学习），使用地址老化机制进行地址表维护。
- 在MAC地址表中查找数据帧中的目的MAC地址，如果找到就将该数据帧发送到相应的端口；如果找不到，就向所有的端口广播发送（不包括源端口）。
- 向所有端口转发广播帧和多播帧（不包括源端口）。

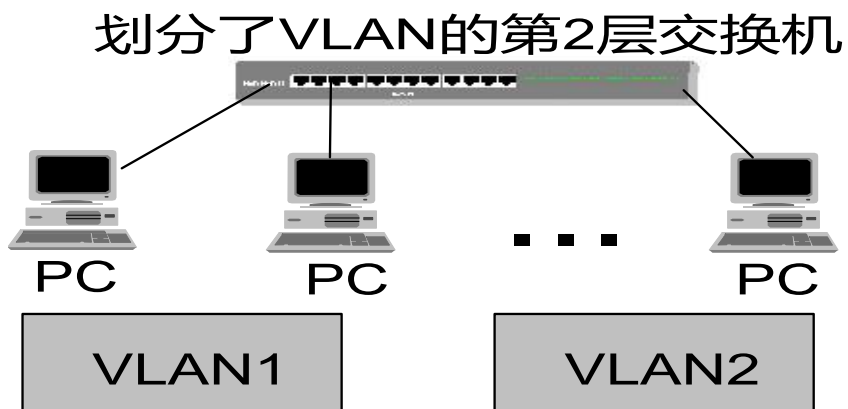




在共享式HUB中所有的工作站共享同一个冲突域和广播域。

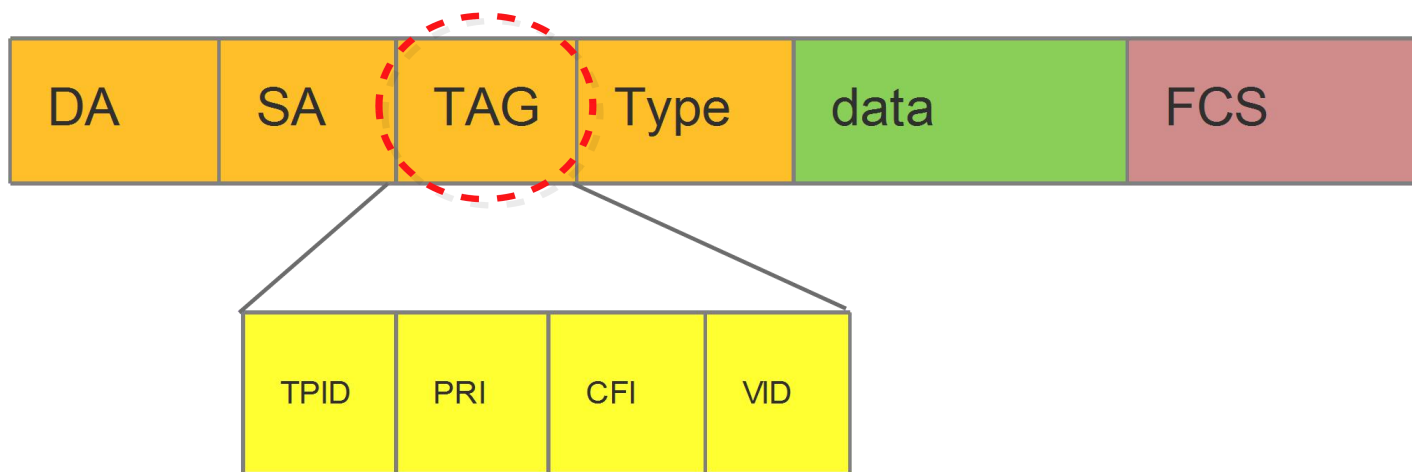


在没有划分VLAN的交换机中每一个端口拥有自己的冲突域，但所有的PC仍处于同一个广播域中。



划分了VLAN后，交换机的每一个端口拥有自己的冲突域，在这个交换机中，每个VLAN是一个广播域。

## ➤ VLAN帧结构



- **TPID: Tag Protocol Identifier**。表示帧类型，取值为0x8100时表示IEEE 802.1Q的VLAN数据帧，对接时邻居设备需要配置一致。
- **PRI : Priority**。表示数据帧的802.1p优先级。取值范围为0~7，值越大优先级越高。
- **CFI: Canonical Format Indicator**（标准格式指示位）。在以太网中，CFI的值为0。
- **VID: VLAN ID**。表示该数据帧所属VLAN的编号，数值范围为0-4095。

## ➤ 支持IEEE802.1Q交换机端口分类

- 根据端口连接的以太网段的主机是否能识别和发送这种带802.1Q标签头的数据包，将端口分为：

Access (Untagged) 端口：一般接主机或路由器。

Tag Aware (tagged) 端口：一般接支持802.1Q的交换机或路由器。

- Tag Aware (tagged) 端口又分为Trunk端口和Hybrid端口：

Trunk端口用来连接其它交换机设备，它主要连接干道链路，它允许多个VLAN的帧通过。

Hybrid端口既可以用来连接用户主机也可以用来连接其它交换机设备。Hybrid端口既可以连接接入链路又可以连接干道链路。Hybrid接口允许多个VLAN的帧通过，并可以在出接口方向将某些VLAN帧的Tag剥掉。

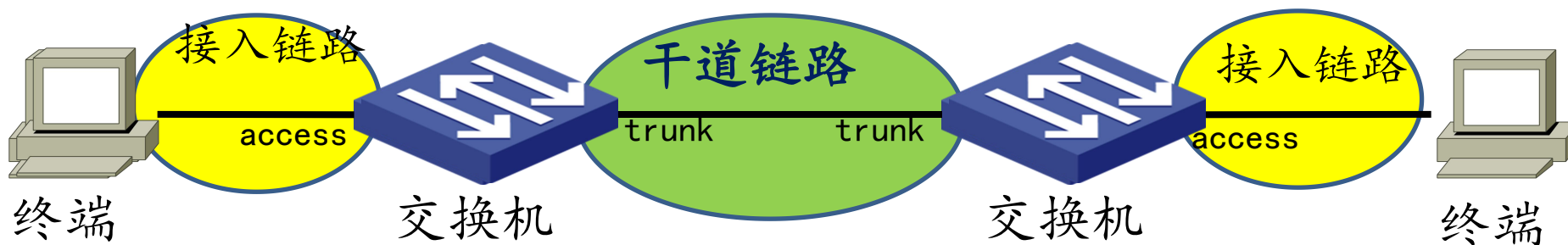
## ➤ 支持IEEE802.1Q交换机链路分类

### ● 接入链路

用于连接主机和交换机的链路。

### ● 干道链路

承载多个不同VLAN数据的链路，一般用于交换机互联或交换机与路由器互联。



## ➤ 支持IEEE802.1Q交换机转发原理总结

### 1、端口接收数据帧处理过程

#### ▶ 当Untagged端口收到数据帧时：

交换机接收不携带Tag标签数据帧，将数据帧添加Tag标签(Tag标签VID值等于端口的缺省VLAN)，并传送至内部交换模块处理。

交换机接收携带Tag标签数据帧，将数据帧丢弃。

#### ▶ 当Tagged 端口收到帧时：

若收到没有携带Tag标签的帧，则给数据帧添加缺省PVID值Tag标签，并传送至内部交换模块处理。

如果该帧已包含Tag标签，则判断该帧的Tag标签中的VLAN ID是否与端口定义的允许通过的VLAN ID范围内。如果在此范围内，则通过并将报文传送至内部交换模块处理；否则丢弃该报文。



## 2、查找MAC表过程

根据数据包的**目的MAC地址**、**VLAN 标识**以及**MAC地址表**信息决定把数据包发送到哪个端口。如果**MAC地址表**无法找到对应的**目的MAC**，则以广播方式向其它所有相同**VLAN**的端口发送数据帧。

## 3、端口发送数据帧过程

### ► 当Untagged 端口发送帧时：

交换机剥离数据帧**Tag**标签，将数据帧从接口发送出去。

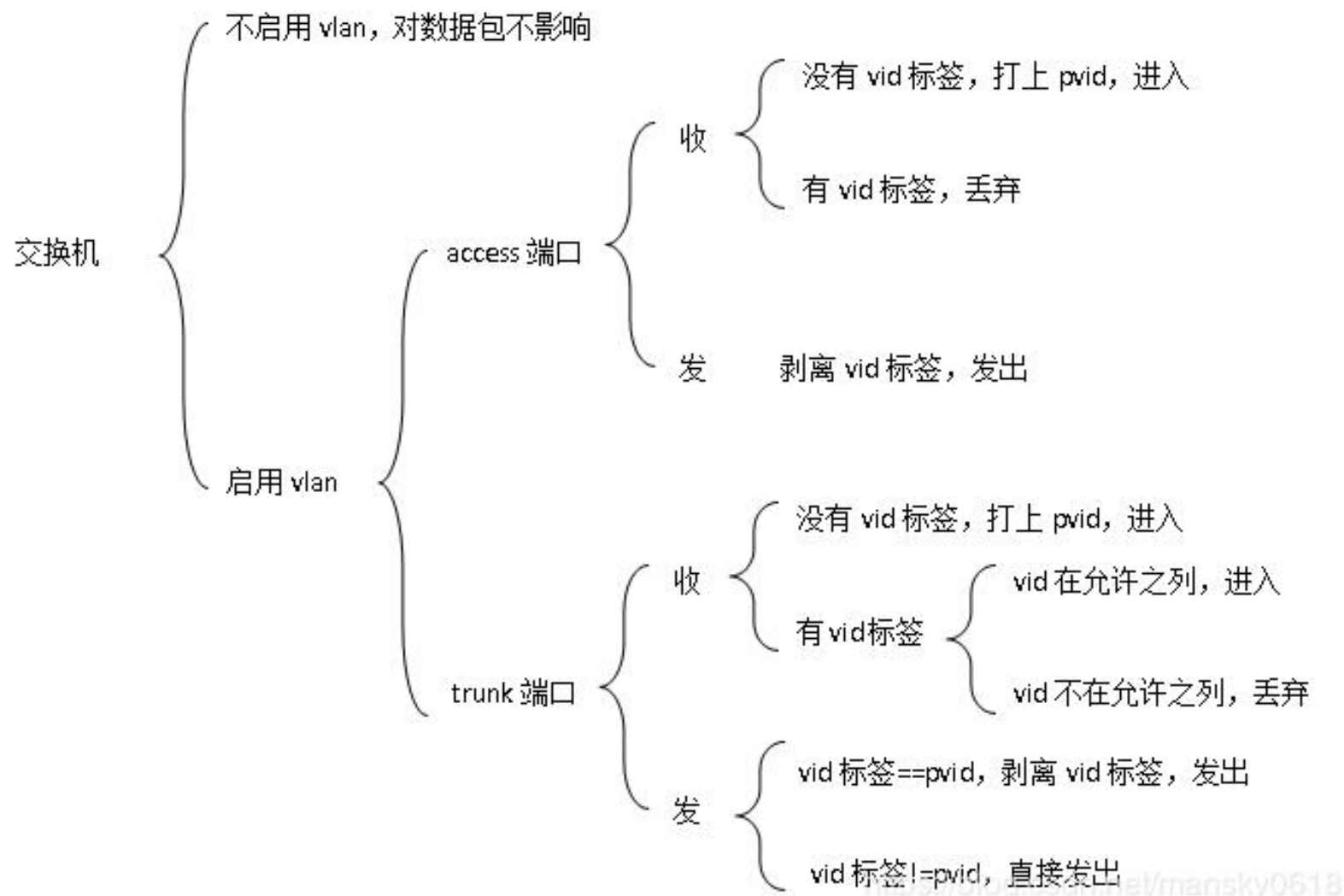
### ► 当Tagged端口发送帧时：

检查数据帧的**Tag**标签是否端口的**PVID**一致，如果一致则剥离数据帧**Tag**标签然后将报文发送出去。

如果数据帧的**Tag**标签与端口的**PVID**不一致，则直接将报文发送出去。

交换机划分VLAN后减小了广播域范围，可以有效地控制网络广播风暴。同时，可以控制VLAN间通信问题，有效地提升网络安全。

比较项	类型	802.1Q交换机	普通二层交换机
广播域		属于相同VLAN的端口	整个交换机
冲突域		单个端口	单个端口
未知单播传输范围		属于相同VLAN的端口	整个交换机



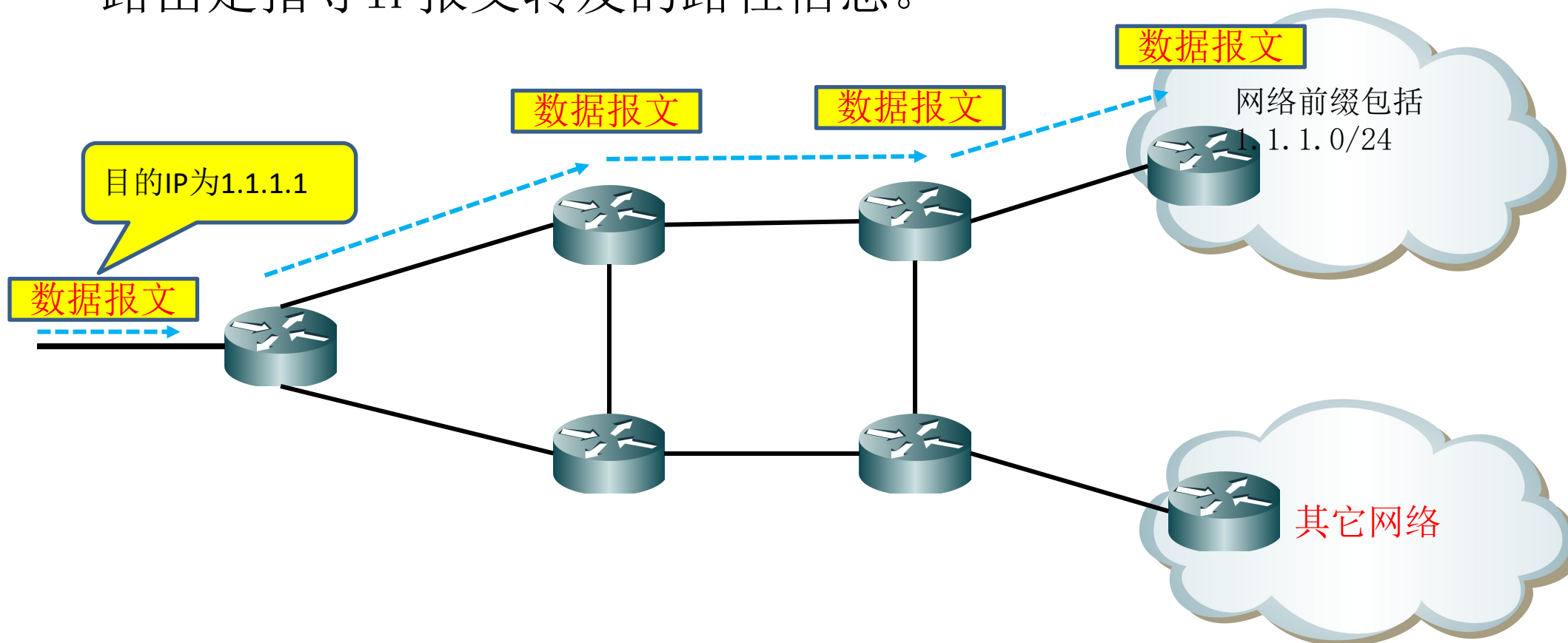
03

## 路由基础



## ➤ 什么是路由？

- 路由是指导IP报文转发的路径信息。





## ➤ 路由表信息

[RT]show ip routing-table

Destination/Mask	proto	pref	Metric	Nexthop	Interface
0.0.0.0/0	Static	60	0	220.10.0.2	Ethernet-1/0/0
9.0.0.0/8	OSPF	110	50	220.10.0.2	Ethernet-1/0/0
11.0.0.0/8	Static	60	0	220.10.0.2	Ethernet-1/0/0
20.0.0.0/8	Direct	0	0	220.10.0.5	Ethernet-1/0/1
20.0.0.1/32	Direct	0	0	127.0.0.1	LoopBack0

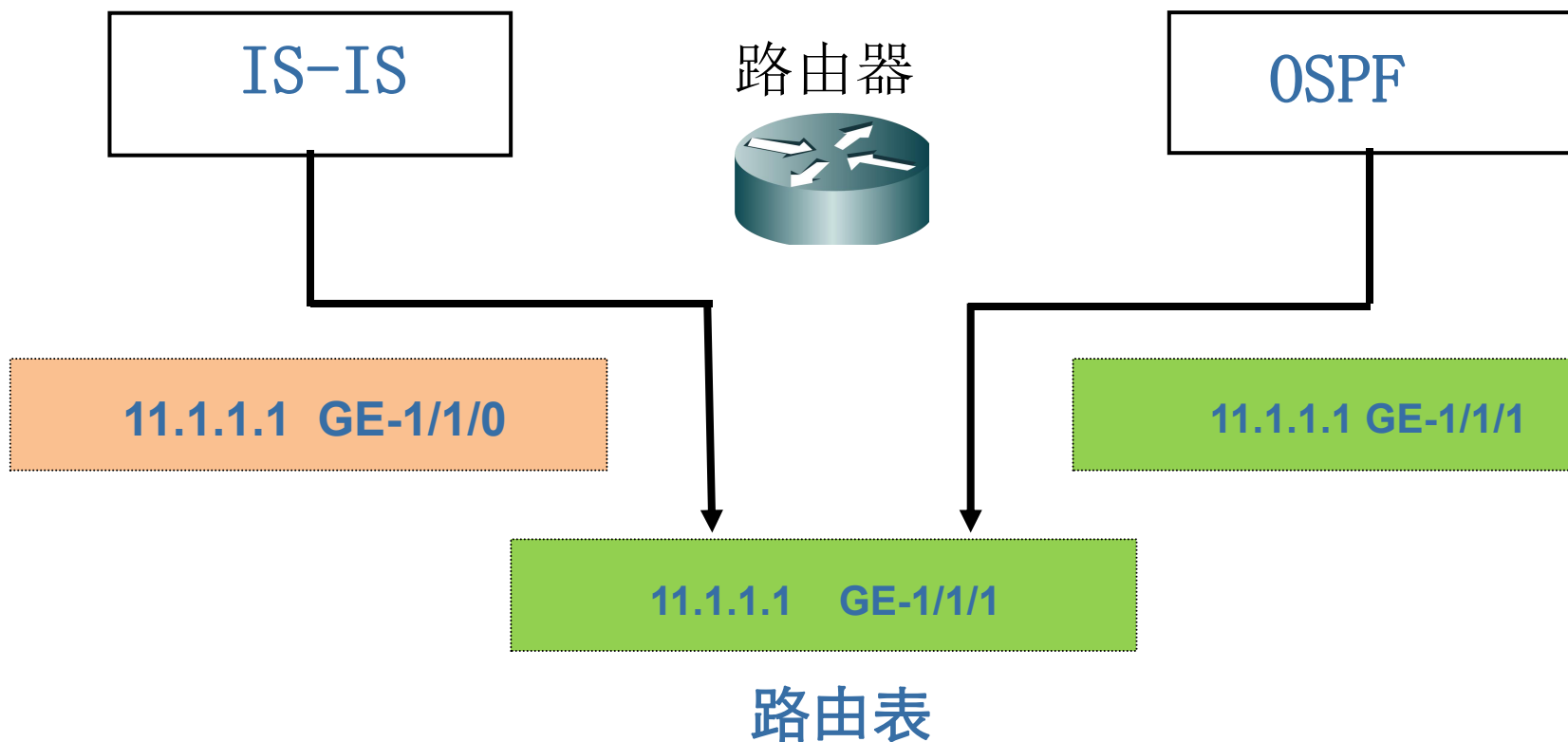
.....

## ➤ 路由的来源（Protocol）

- 链路层协议发现的路由  
开销小，配置简单，无需人工维护。只能发现本接口所属网段的路由（如果是PPP链路呢？）。
- 手工配置静态路由  
无开销，配置简单，需人工维护，适合简单拓扑结构的网络。
- 动态路由协议发现的路由  
开销大，配置复杂，无需人工维护，适合复杂拓扑结构的网络。

## ➤ 路由优先级（Preference）

- 从优先级最高的协议获取的路由最先被优先选择加入路由表中。



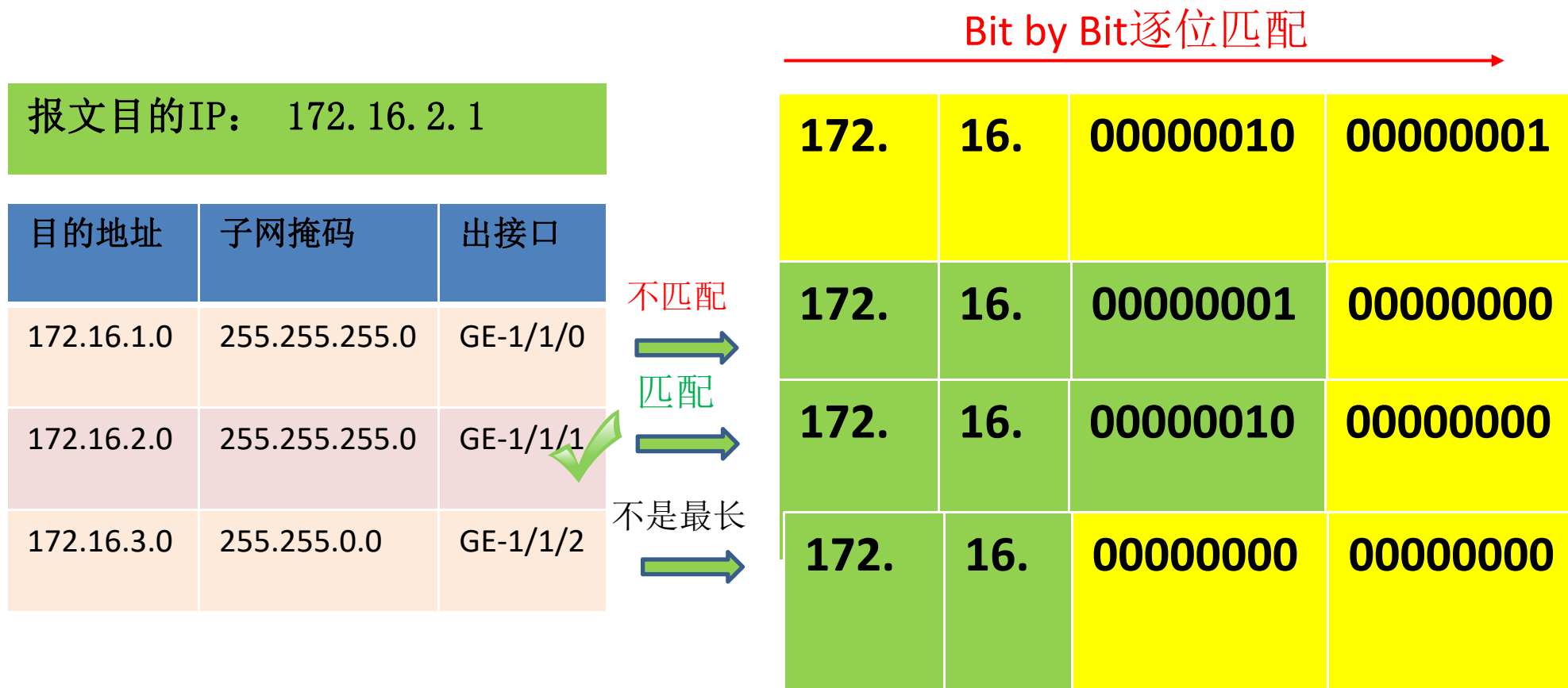
## ➤ 路由的花费（Metric）

- 路由的花费标示出了到达这条路由所指的目的地地址的代价，通常以下因素会影响到路由的花费值。
  - 线路延迟、带宽、线路占有率、线路可信度、跳数、最大传输单元
- 静态路由的花费值为0。
- 不同的动态路由协议会选择以上的一种或几种因素来计算花费值。该花费值只在同一种路由协议内有比较意义。
- 不同的路由协议之间的路由花费值没有可比性，也不存在换算关系。

## ➤ 路由选优原则

- 越“高级”的路由协议发现的路由越优先？
  - 最长匹配优先
- 开销值越小的路由越优先？
  - 不同的路由协议发现的路由开销值没有比较意义
- 在路由器A上被优选的路由，路由器 B上也一定优选？
  - 路由选优完全是“单机行为”

## ➤ 路由选优原则—最长匹配原则



## ➤ 静态路由

- 静态路由是网络管理员手工配置的路由。静态路由配置简单，适合于小型网络。静态路由配置项不随设备及链路的状态而变化。
- 配置示例：

```
ip route-static 113.1.0.0 255.255.255.0 112.0.0.2
```

```
ip route-static 129.1.0.0 255.255.0.0 112.0.0.2
```

当配置的静态路由出接口状态为UP及下一跳可达时，那么静态路由则可加入路由表中并生效。



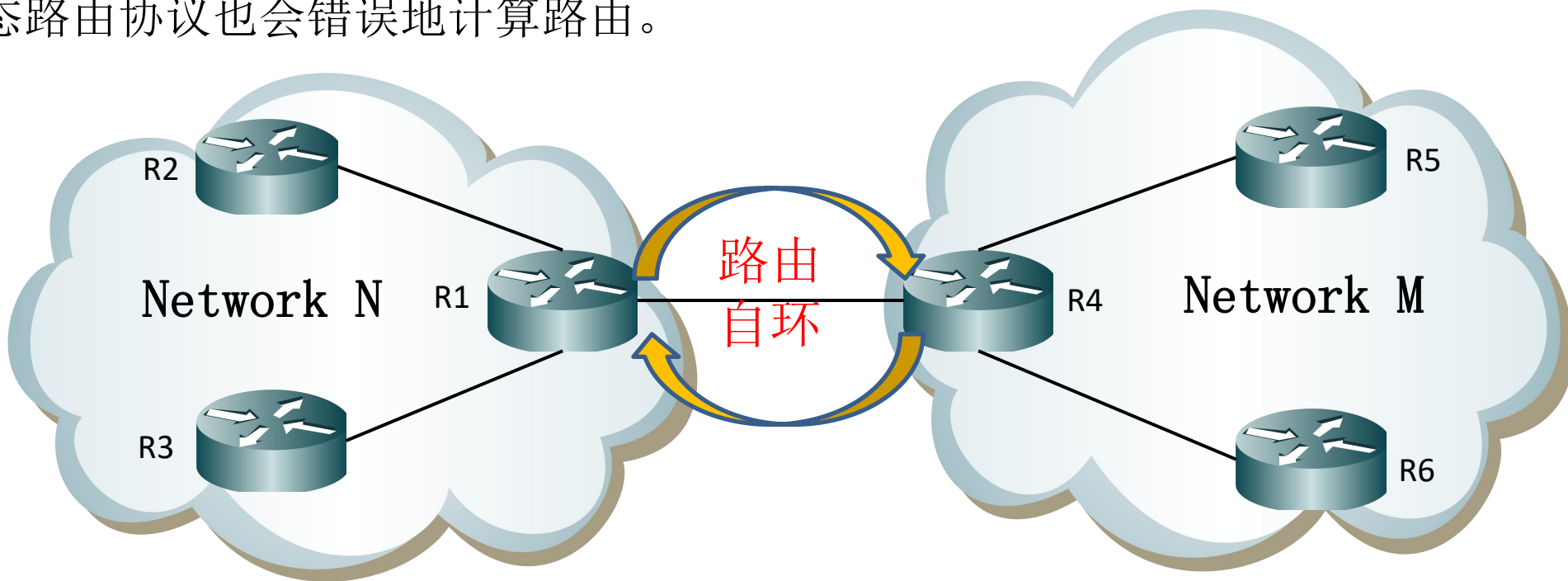
## ➤ 缺省路由

- 缺省路由是一种特殊的路由，它的目的地址和掩码为全0，表示“0.0.0.0”，它可以匹配任意的目的地址。
- 缺省路由并不一定都是手工配置的静态路由，有时也可以由动态路由协议产生。
- 配置示例：  

```
ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 112.0.0.2
```
- 缺省路由一般配置在网络的出口设备中。

## ➤ 路由自环

“路由自环”是指某个报文从一台路由器发出，经过几次转发之后又回到初始的路由器。原因是其中部分路由器的路由表出现错误。产生的原因可能是配置静态路由有误，有时动态路由协议也会错误地计算路由。



在路由器 R1 上配置

```
ip route-static 20.0.0.0 255.0.0.0 10.0.0.2
```

在路由器 R4 上配置

```
ip route-static 20.0.0.0 255.0.0.0 10.0.0.2
```

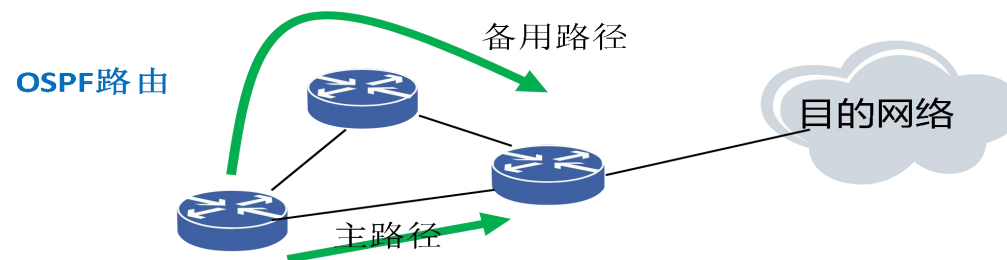
动态路由指路由器在配置了动态路由协议之后，通过路由信息的交换，经过计算，自动生成的路由。

动态路由类型：

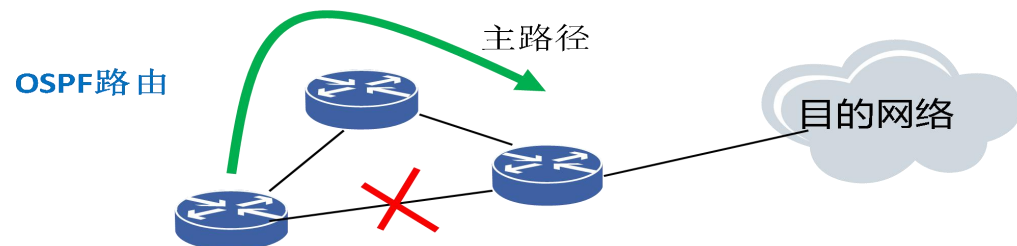
分类方式	类型	路由协议
地址类型	单播	RIP、OSPF、BGP、IS-IS、IGRP、EIGRP
	组播	PIM、MOSPF、MSDP
掩码支持	有类	RIPv1、IGRP、EGP
	无类	RIPv2、OSPF、EIGRP、BGP、IS-IS
算法	距离矢量	RIP、BGP、IGRP、EIGRP
	链路状态	OSPF、IS-IS
应用范围	内部网关	RIP、OSPF、EIGRP、IS-IS
	外部网关	EGP、BGP

优势:

1. 自动生成;
2. 路径冗余;



3. 故障检测。



缺点:

1. 需要占用较多系统和带宽资源;
2. 安全性存在问题。

