



# 以太网交换基础



# 前言

- 在网络中传输数据时需要遵循一些标准，以太网协议定义了数据帧在以太网上的传输标准，了解以太网协议是充分理解数据链路层通信的基础。以太网交换机是实现数据链路层通信的主要设备，了解以太网交换机的工作原理也是十分必要的。
- 在本课程中，将介绍以太网协议的相关概念、MAC地址的类型、二层交换机的工作流程以及二层交换机的工作原理。



# 目标

- 学完本课程后，您将能够：
  - 描述以太网的基本概念
  - 区分MAC地址的类型
  - 描述二层交换机的工作流程
  - 描述MAC地址表的构成与形成过程



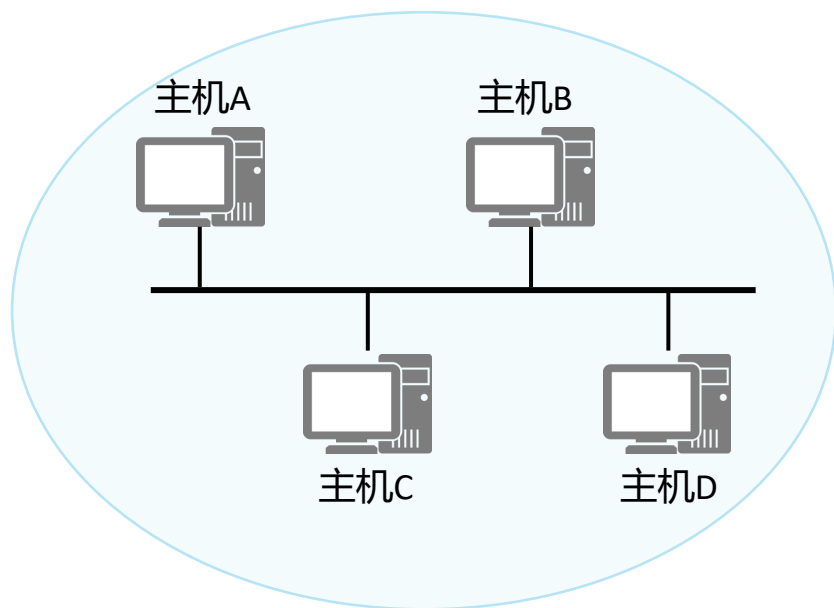
# 目录

- 1. 以太网协议介绍**
2. 以太网帧介绍
3. 以太网交换机介绍
4. 同网段数据通信全过程

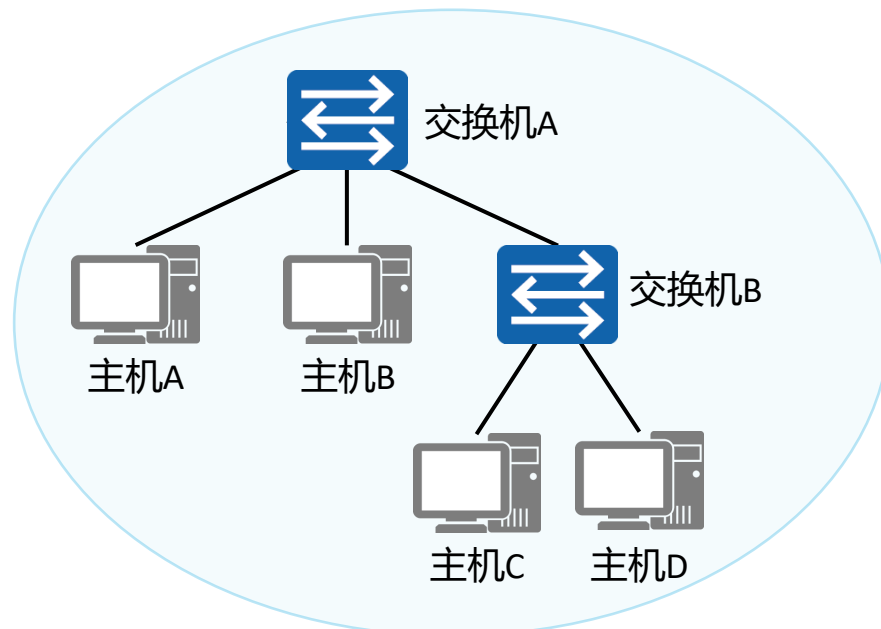
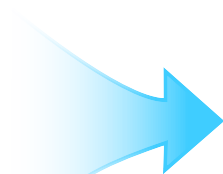


# 以太网协议

- 以太网是当今现有局域网（Local Area Network, LAN）采用的最通用的通信协议标准，该标准定义了局域网中采用的电缆类型和信号处理方法。
- 以太网是建立在CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection, 载波监听多路访问/冲突检测)机制上的广播型网络。



早期的以太网

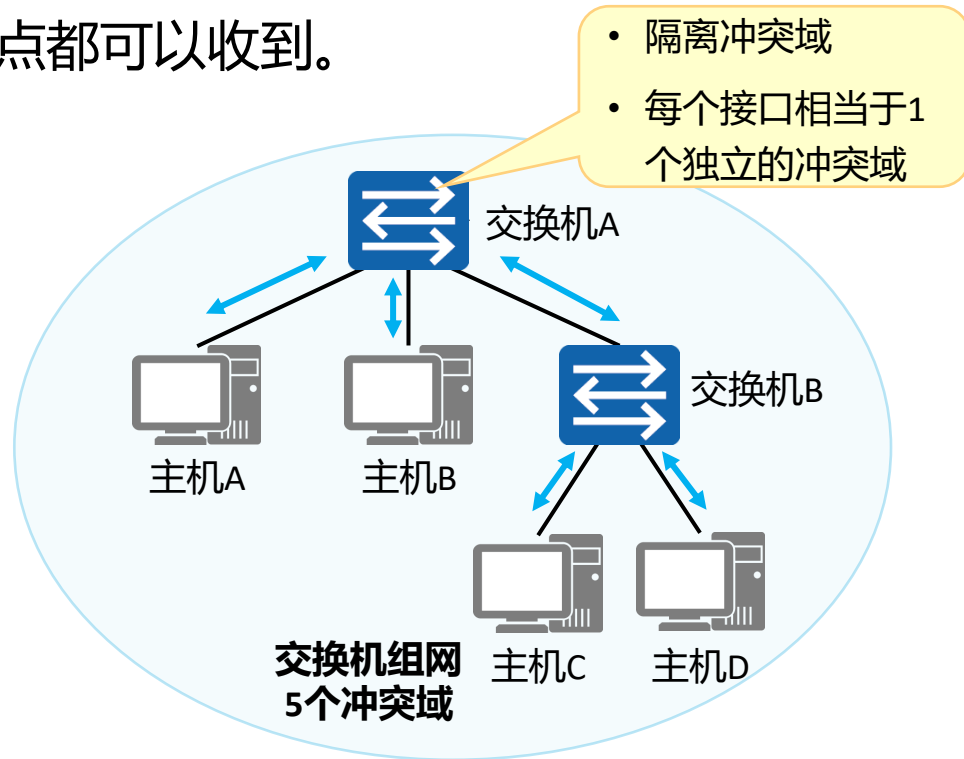
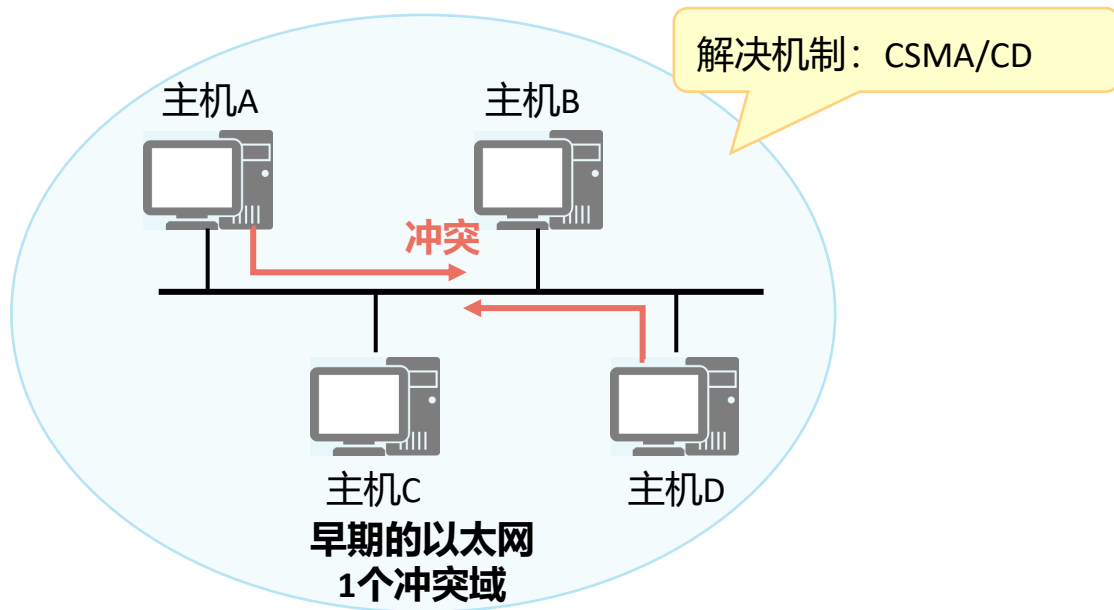


交换机组网



# 冲突域

- 冲突域是指连接在同一共享介质上的所有节点的集合，冲突域内所有节点竞争同一带宽，一个节点发出的报文（无论是单播、组播、广播），其余节点都可以收到。



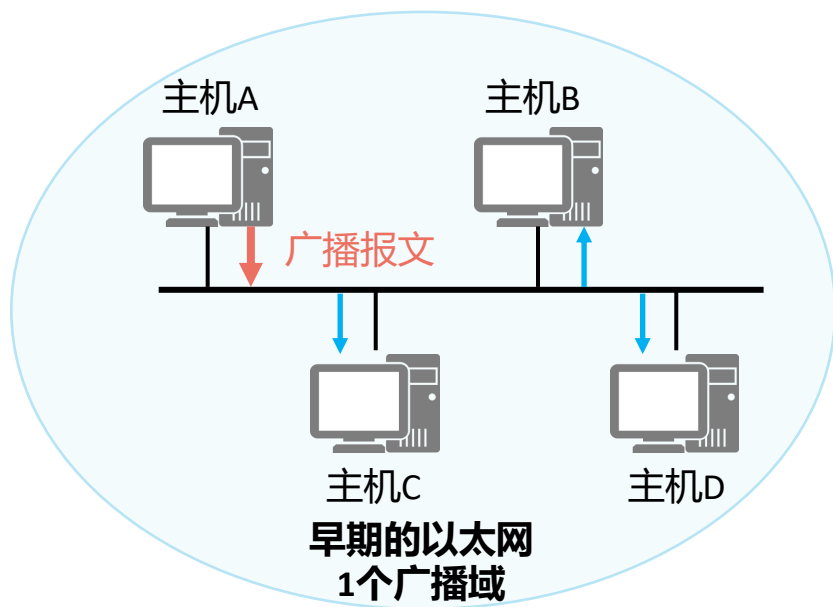
- 在传统的以太网中，同一介质上的多个节点共享链路带宽，争用链路的使用权，这样就会发生冲突。
- 同一介质上的节点越多，冲突发生的概率越大。

交换机不同的接口发送和接收数据独立，各接口属于不同的冲突域，因此有效地隔离了网络中物理层冲突域，使得通过它互连的主机（或网络）之间不必再担心流量大小对于数据发送冲突的影响。

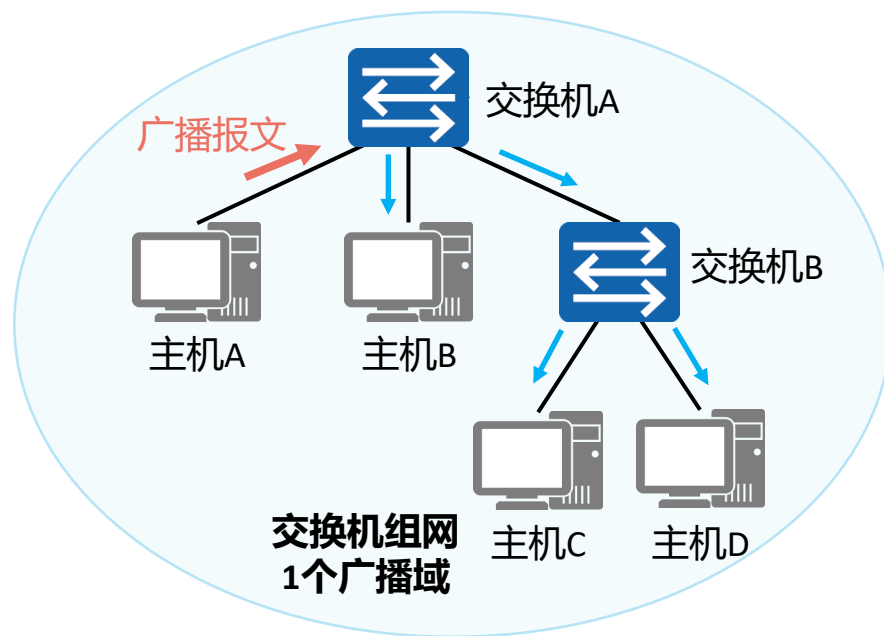


# 广播域

- 广播报文所能到达的整个访问范围称为二层广播域，简称广播域，同一广播域内的主机都能收到广播报文。



在传统的以太网中，同一介质上的多个节点共享链路，一台设备发出的广播报文，所有设备均会收到。

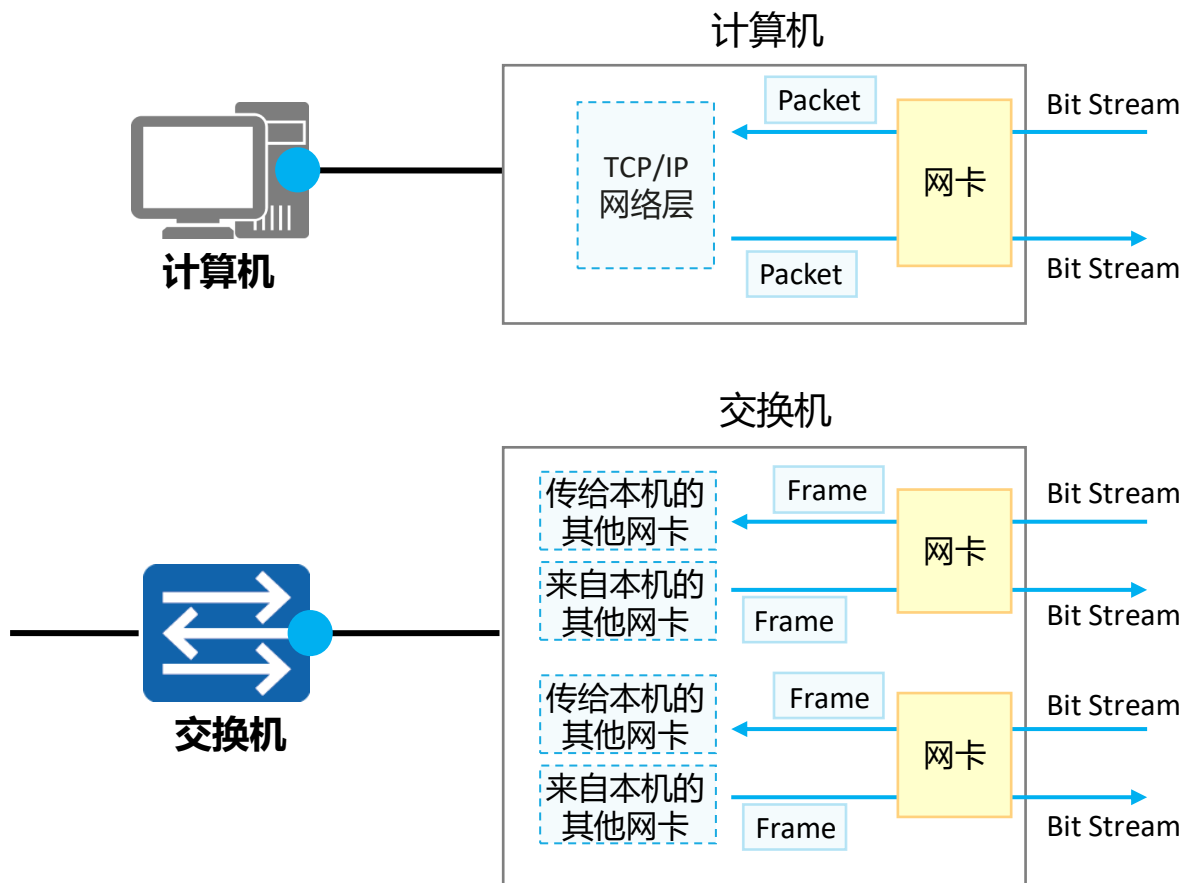


交换机对广播报文会向所有的接口都转发，所以交换机的所有接口连接的节点属于一个广播域。



# 以太网卡

- 网络接口卡 (Network Interface Card, NIC)也称为“网卡”，是计算机、交换机、路由器等网络设备与外部网络世界相连的关键部件。



- 网络接口**

- 简称“网口”或“接口”或“端口”。

- 网卡**

- 每个网口都有一块网卡与之对应。
- 计算机或交换机通过网卡来转发数据。





# 目录

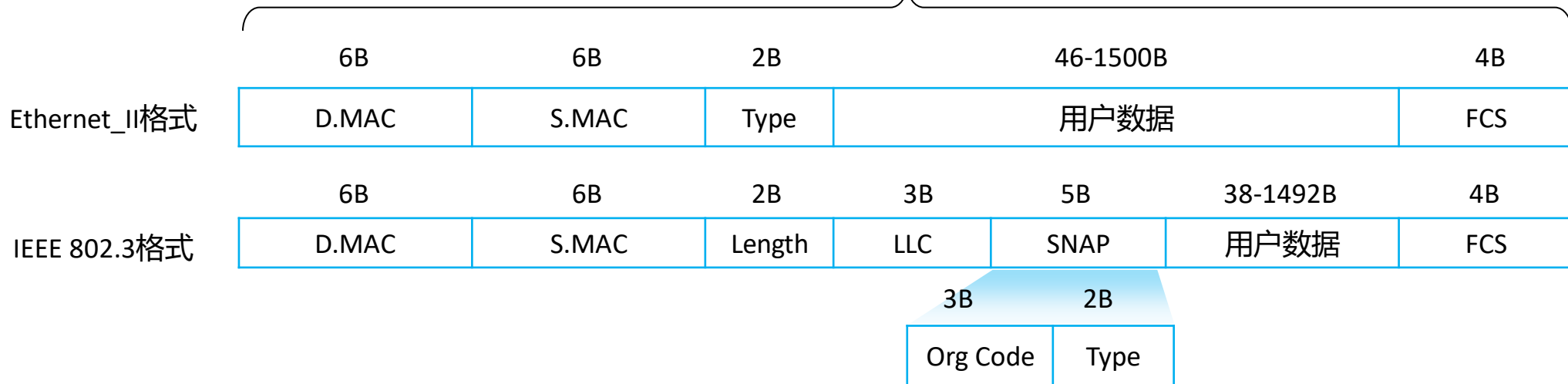
1. 以太网协议介绍
- 2. 以太网帧介绍**
3. 以太网交换机介绍
4. 同网段数据通信全过程



# 以太网帧格式

- 以太网技术所使用的帧称为以太网帧 (Ethernet Frame)，或简称以太帧。
- 以太帧的格式有两个标准：Ethernet\_II格式和IEEE 802.3格式。

数据帧的总长度：64-1518 Byte



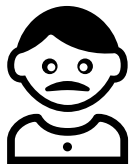


# 什么是MAC地址

- MAC (Media Access Control)地址在网络中唯一标识一个网卡，每个网卡都需要并拥有唯一的一个MAC地址。
- 一块网卡的MAC地址是具有全球唯一性的。

MAC地址是什么？

我一出厂就有专属的MAC地址了



姓名：网卡



MAC地址/以太网地址/物理地址：



## MAC地址

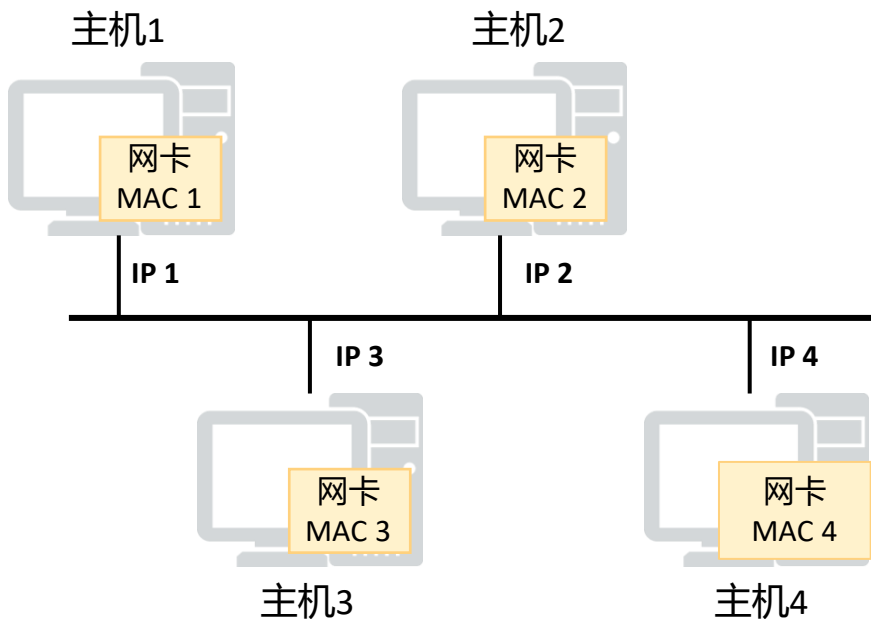
如同每个人都有身份证号码来标识自己一样，每块网卡也拥有一个用来标识自己的号码，即MAC地址。



# IP地址 vs MAC地址

- 每个以太网设备在出厂时都有一个唯一的MAC地址，但在设备接入网络时，会同时为每台主机再分配一个IP地址，这个原因是什么？

## 以太网



### IP地址的特点：

- IP地址是唯一的
- IP地址可变
- 基于网络拓扑进行IP地址分配

### MAC地址的特点：

- MAC地址是唯一的
- MAC地址不可变
- 基于制造商进行MAC地址分配

网络中如果只有MAC or IP地址，可以吗？





# MAC地址表示

- 一个MAC地址有48 bit, 6 Byte。
- MAC地址通常采用 “十六进制” + “-” 表示。

如: 00-1E-10-DD-DD-02, 或 001E-10DD-DD02

十六进制	00	1E	10	DD	DD	02	6 Byte
二进制	0000 0000	0001 1110	0001 0000	1101 1101	1101 1101	0000 0010	48 bit

十六进制与二进制的转换

幂

位

$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
8	4	2	1
0	0	0	1

= 1

$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
8	4	2	1
1	1	1	0

= 8+4+2=14=E



# MAC地址构成及分类

- OUI（Organizationally Unique Identifier）：厂商代码，由IEEE分配，3 Byte，24 bit。
- 制造商分配：3 Byte，24 bit

OUI

制造商分配

- MAC地址分类：





# 单播以太网帧

- 简称：单播帧
- 目的MAC地址为单播MAC地址的帧

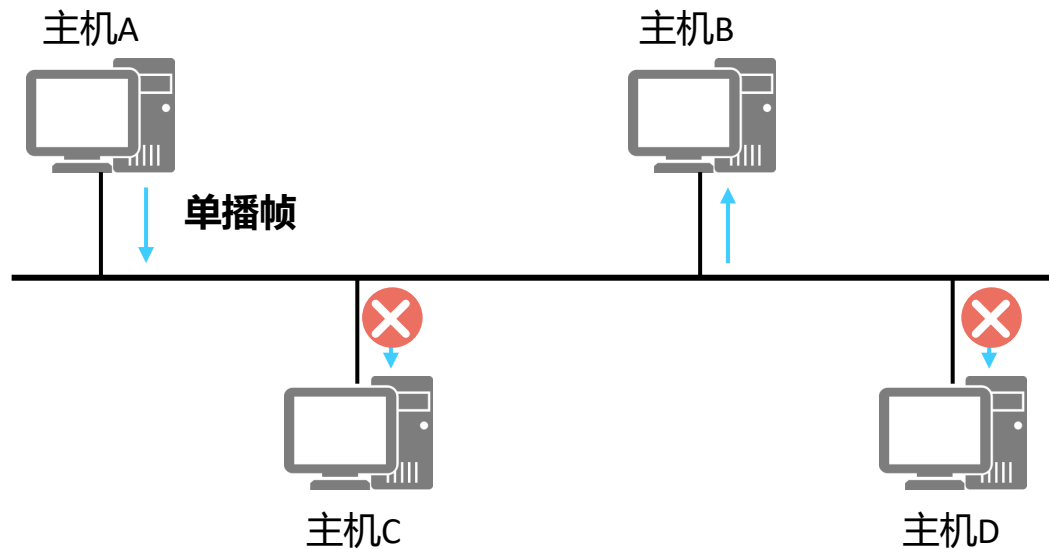


D.MAC:  
00-1E-10-DD-DD-02

S.MAC

DATA

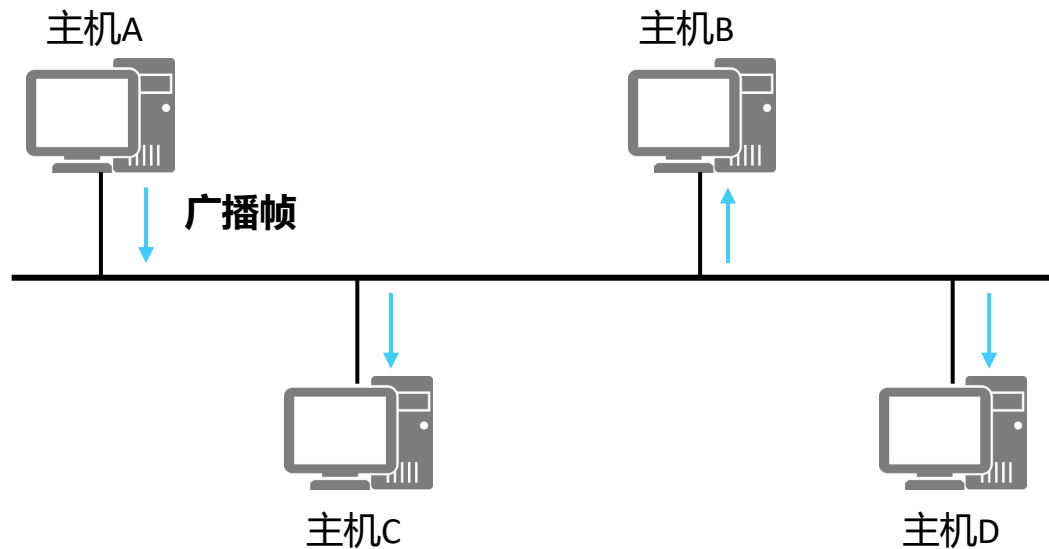
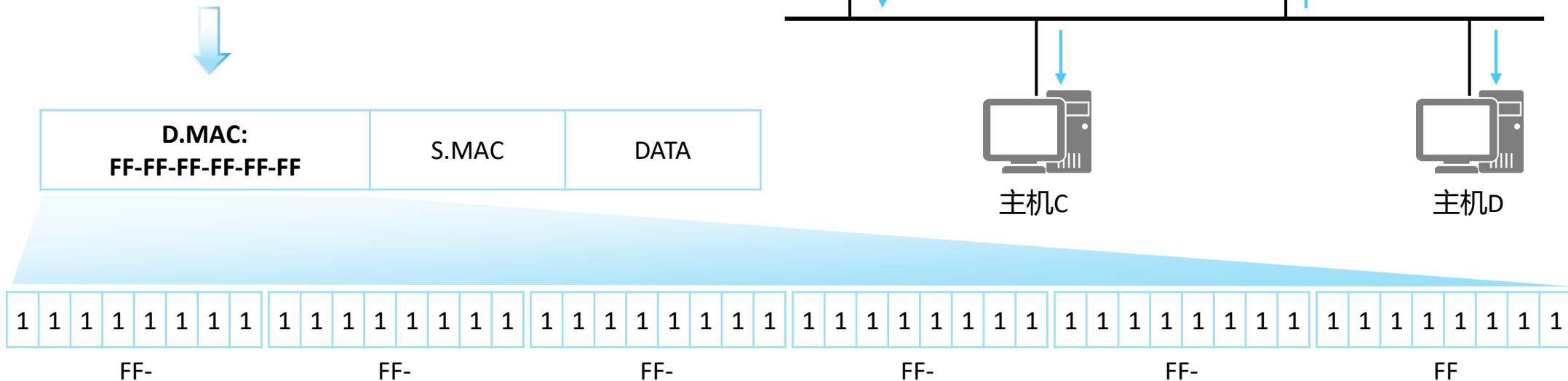
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0				
00-								1E-								10-								DD-								DD-								02							





# 广播以太网帧

- 简称：广播帧
- 目的MAC地址为广播MAC地址的帧

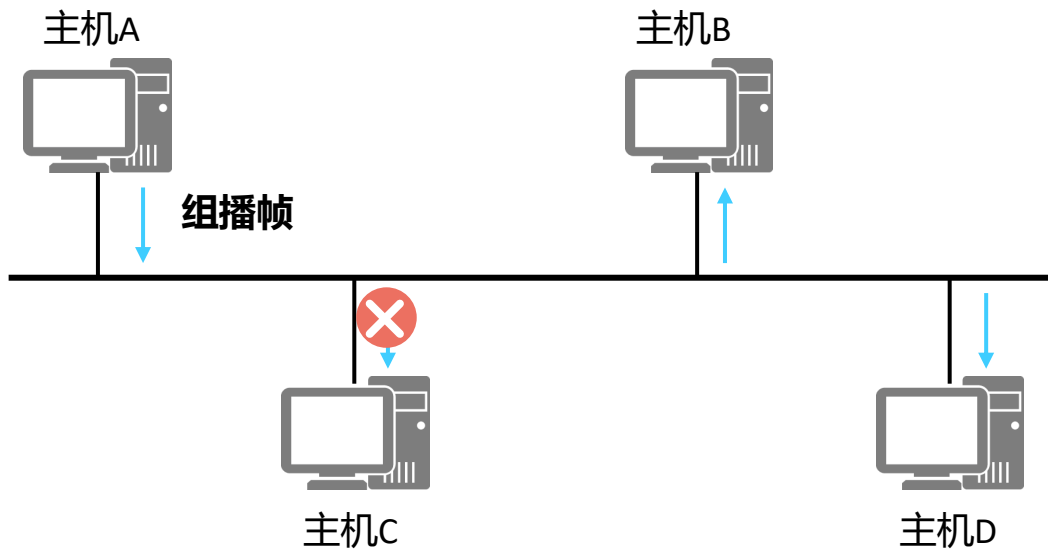






- 

## DATA



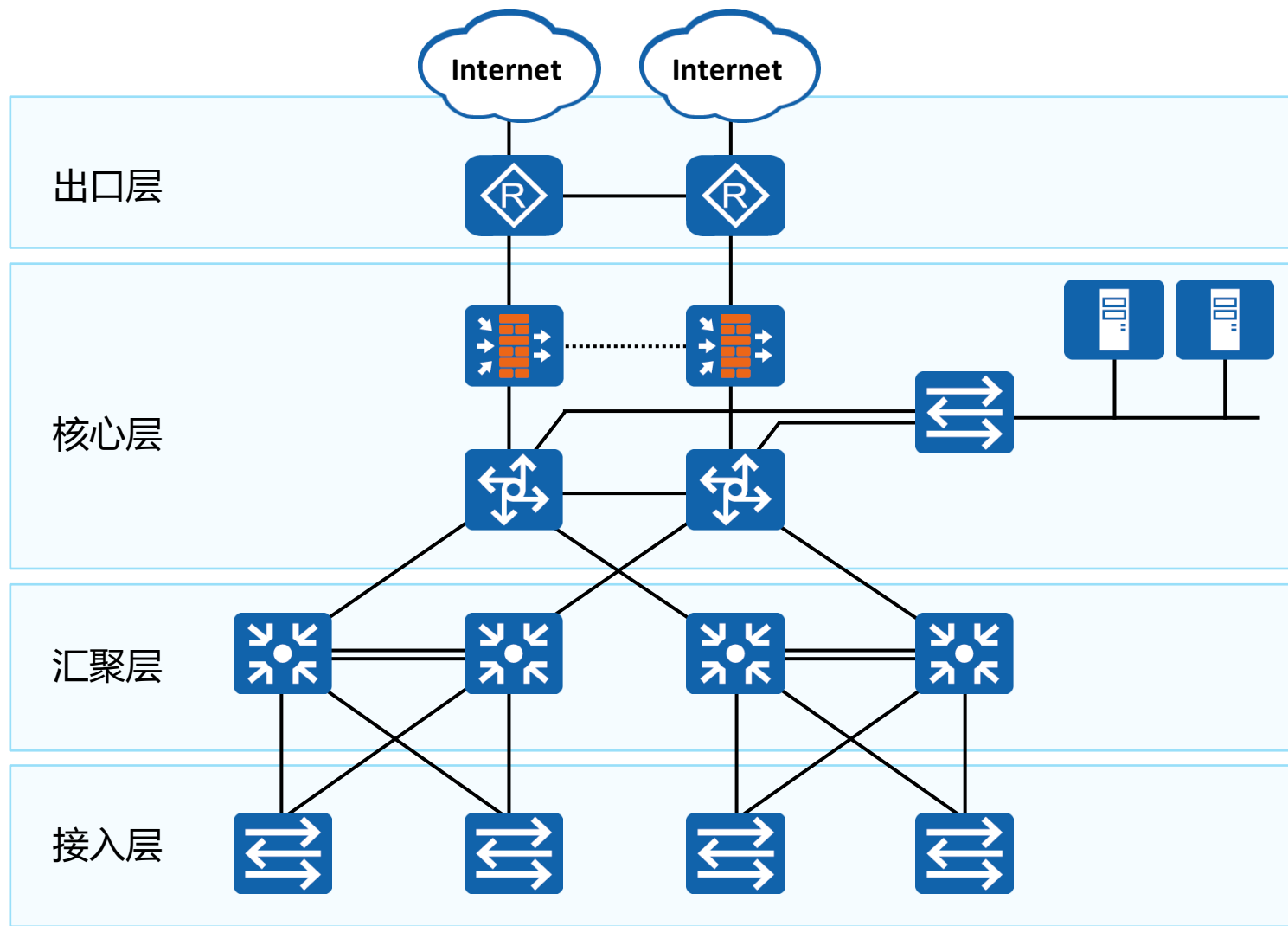


# 目录

1. 以太网协议介绍
2. 以太网帧介绍
- 3. 以太网交换机介绍**
4. 同网段数据通信全过程



# 园区网典型架构

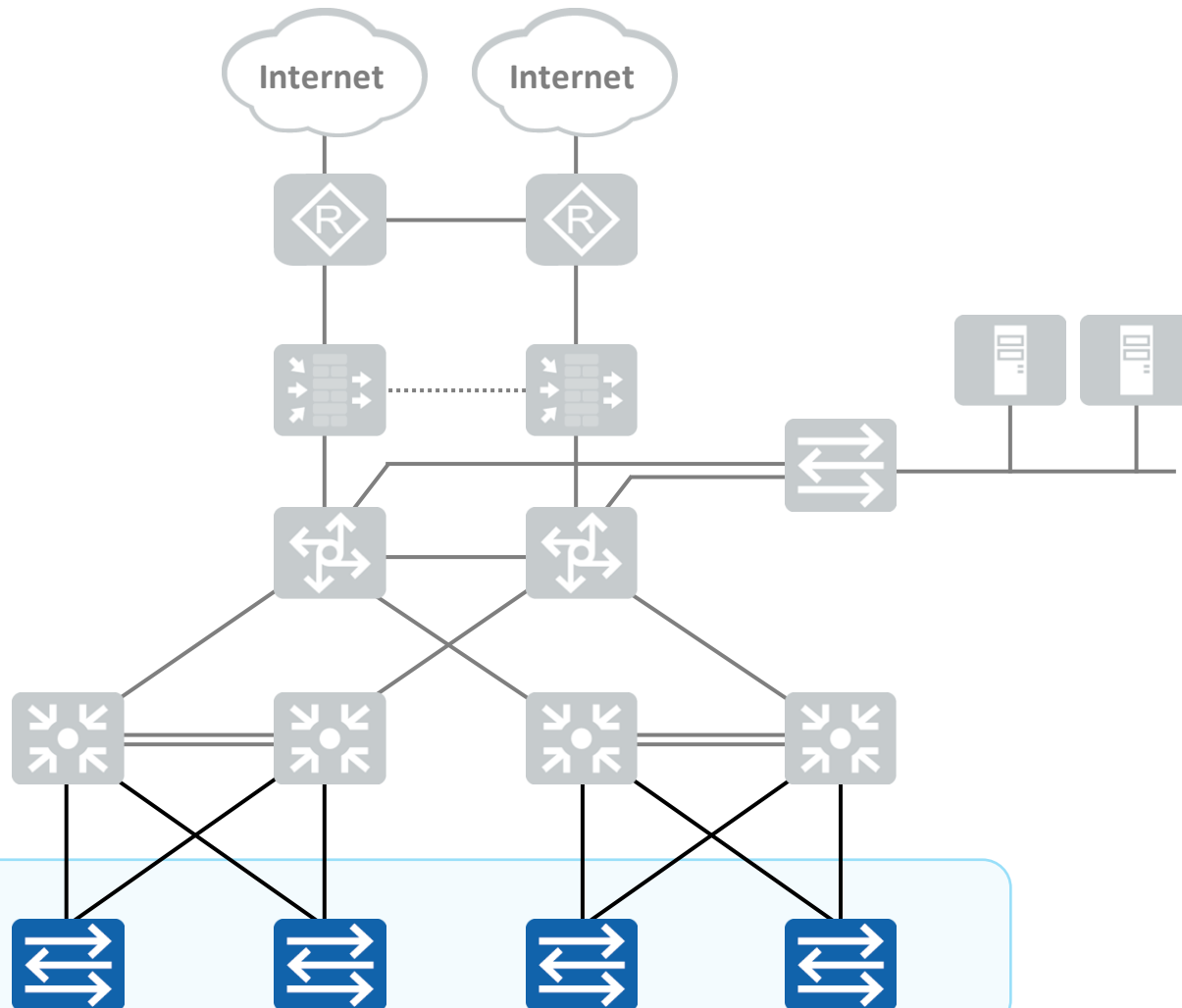




# 以太网二层交换机

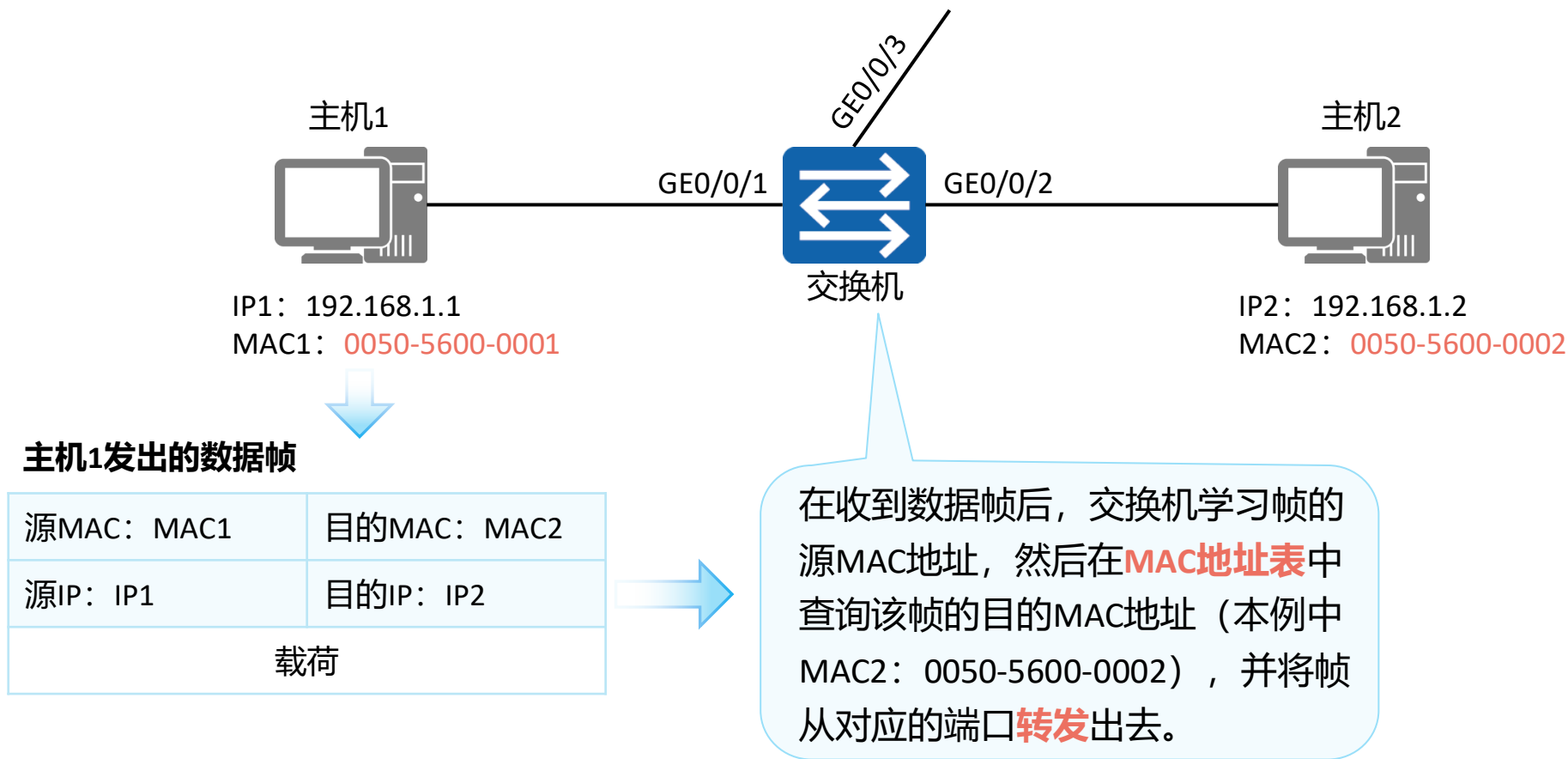
以太网二层交换机转发数据的端口都是以太网口，并且只能够针对数据的二层头部（以太网数据帧头）中的MAC地址进行寻址并转发数据。

以太网二层交换机





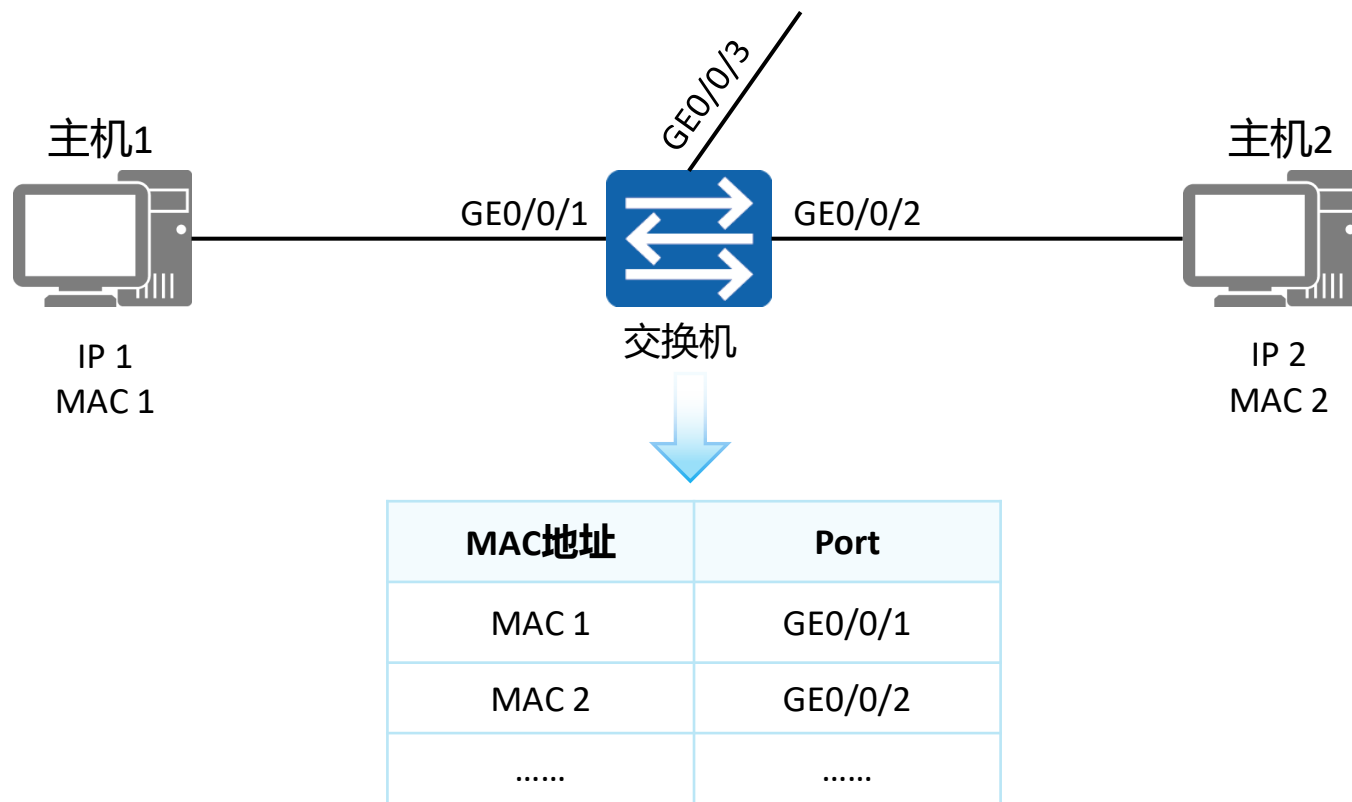
# 交换机的工作原理





# MAC地址表

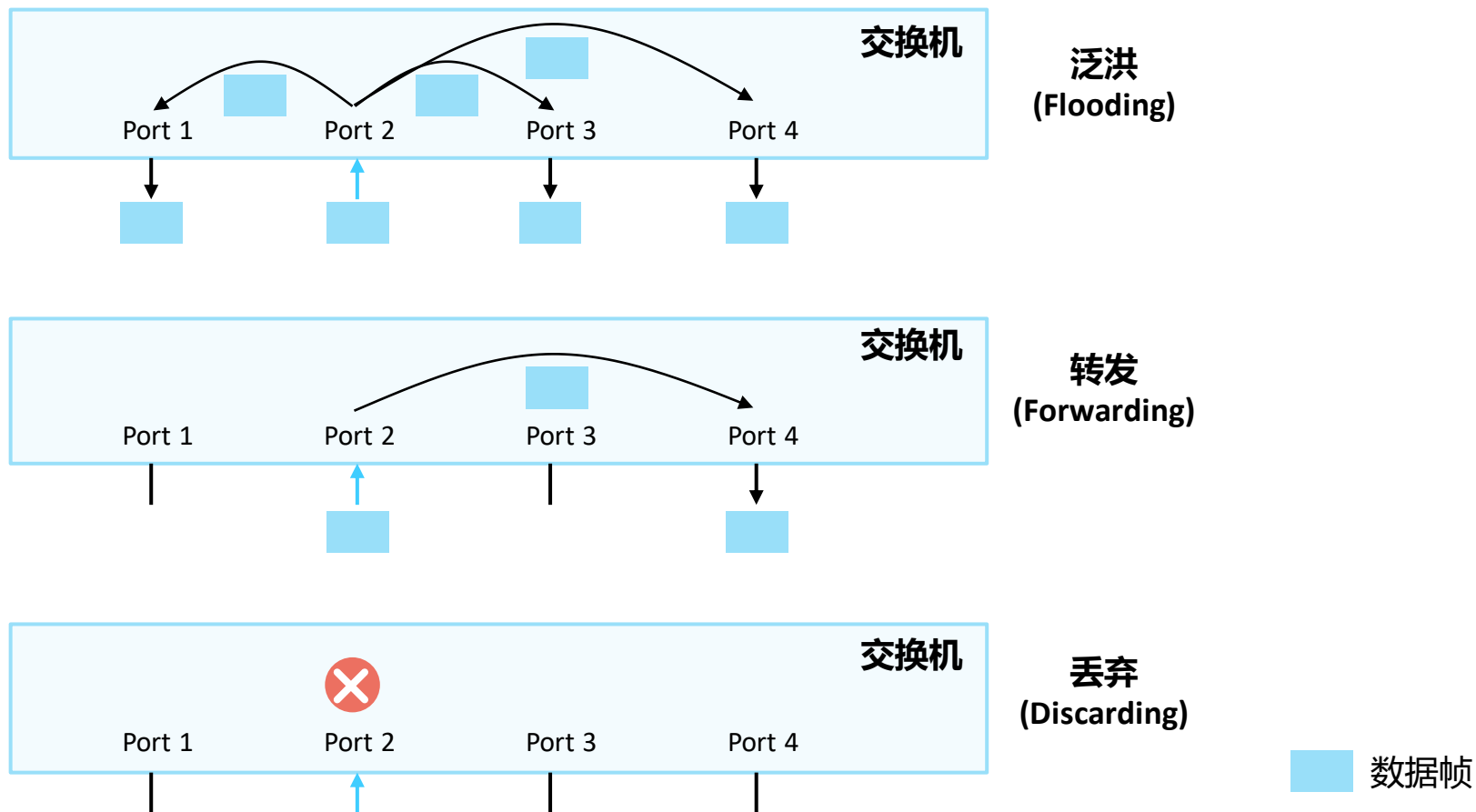
- 每台交换机中都有一个MAC地址表，存放了MAC地址与交换机端口编号之间的映射关系。





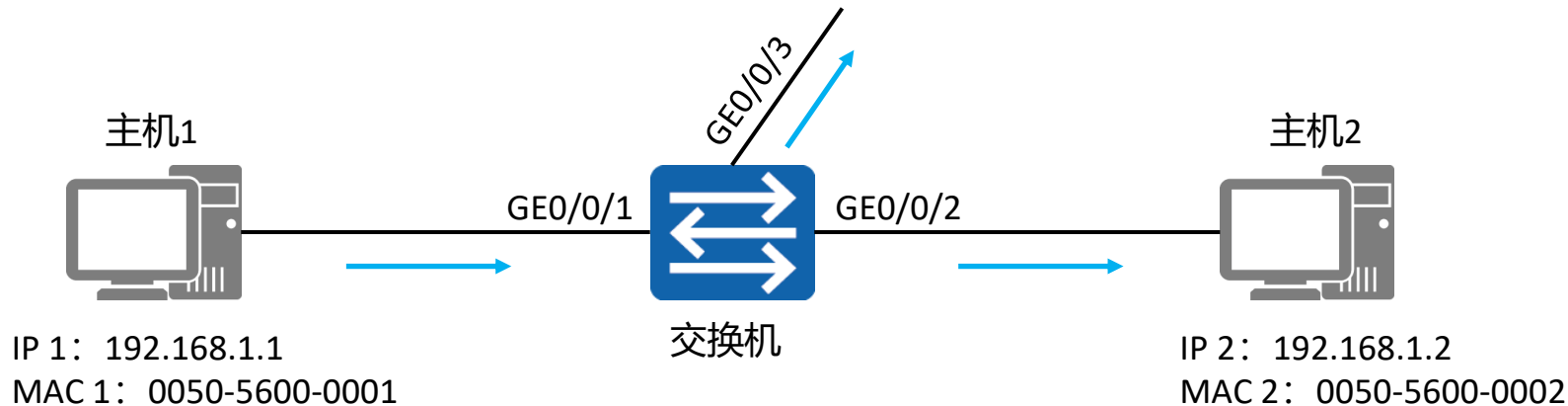
# 交换机的3种数据帧处理行为

- 交换机对于从传输介质进入某一端口的帧的处理行为一共有3种：





# 泛洪



## 1 主机1发出的数据帧

源MAC: MAC1  
目的MAC: MAC2

或

源MAC: MAC1  
目的MAC: FF-FF-FF-FF-FF-FF

## 2 交换机查MAC地址表

MAC地址	Port
MAC 1	GE0/0/1

## 3 交换机处理数据帧行为

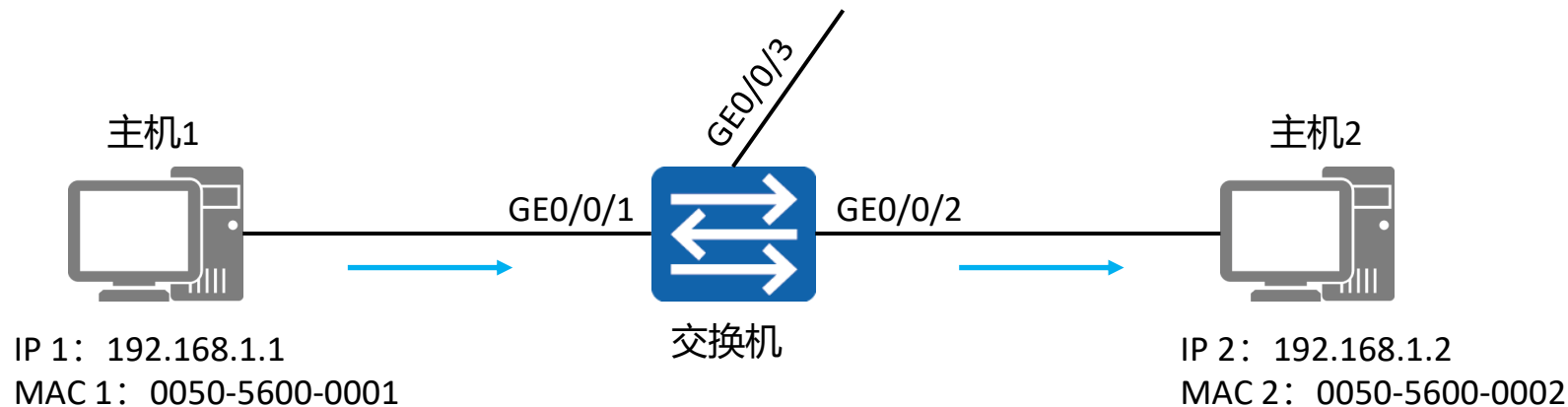
未知  
单播帧

- **如果接收的是单播帧:**  
交换机在MAC地址表中查不到这个帧的目的MAC地址, 则交换机对该单播帧执行泛洪操作。
- **如果接收的是广播帧:**  
交换机不会去查MAC地址表, 直接对该广播帧执行泛洪操作。





# 转发



## 1 主机1发出的数据帧

源MAC: MAC1  
目的MAC: MAC2

## 2 交换机查MAC地址表

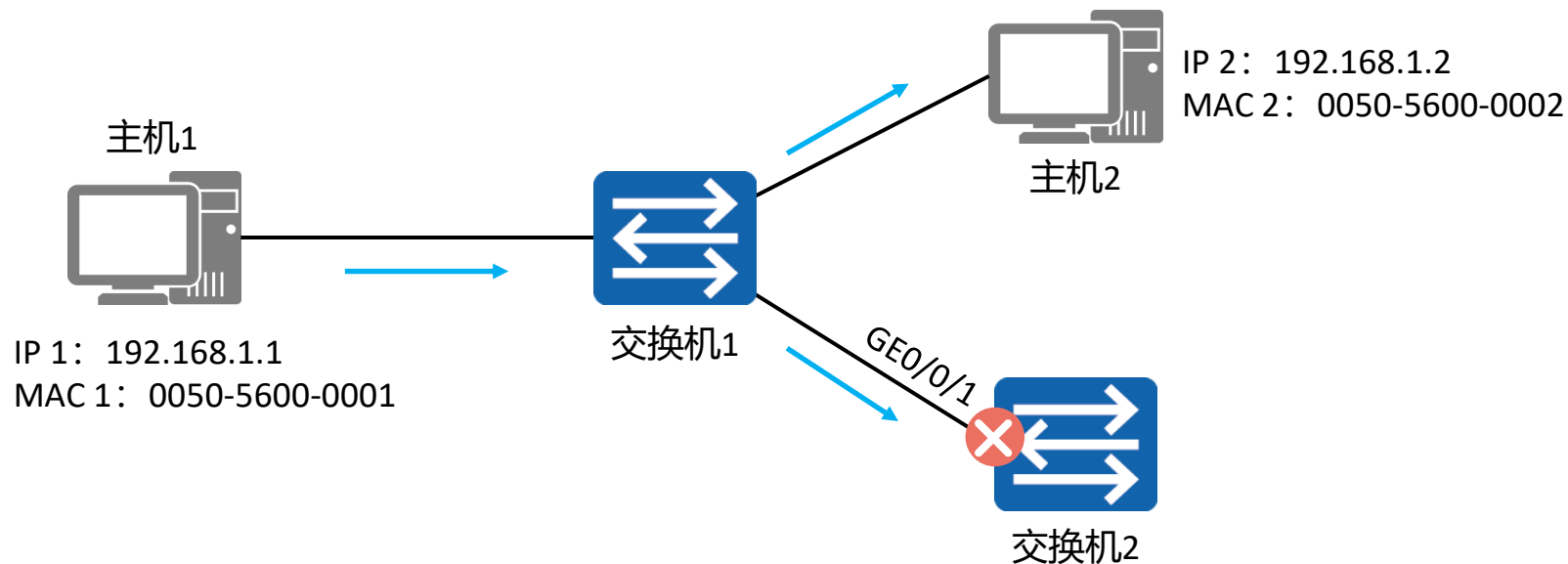
MAC地址	Port
MAC 1	GE0/0/1
MAC 2	GE0/0/2

## 3 交换机处理数据帧行为

- 如果接收的是单播帧:  
交换机在MAC地址表中查到了这个帧的目的MAC地址, 并且表中对应的端口编号不是这个帧从传输介质进入交换机的那个端口编号, 则交换机对该单播帧执行转发操作。



# 丢弃



## 1 主机1发出的数据帧

源MAC: MAC1  
目的MAC: MAC2

## 2 交换机2查MAC地址表

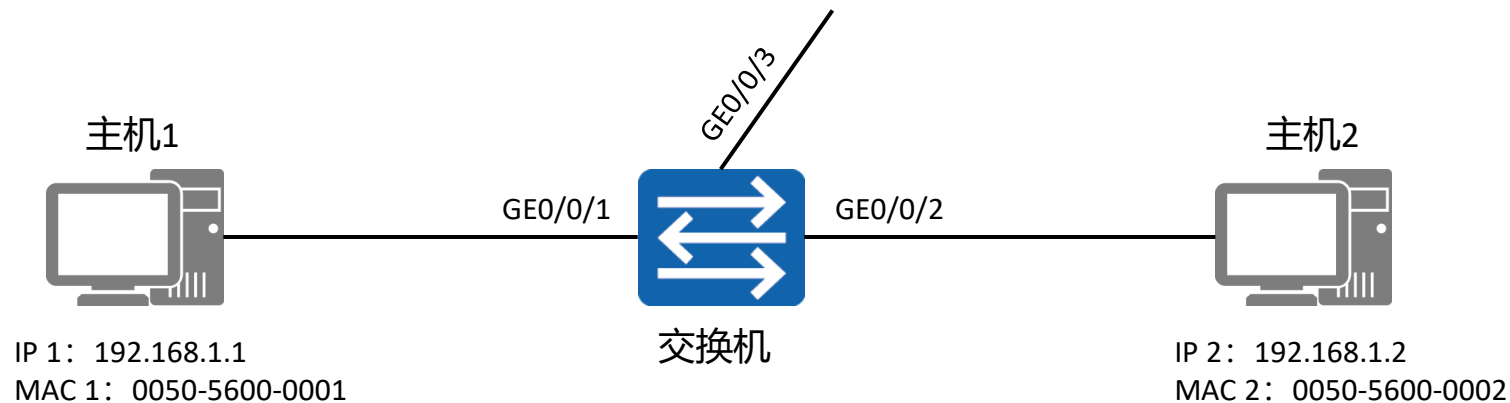
MAC地址	Port
MAC 2	GEO/0/1

## 3 交换机处理数据帧行为

- 如果接收的是单播帧:
- 交换机在MAC地址表中查到了这个帧的目的MAC地址, 但是表中对应的端口编号是该帧从传输介质进入交换机的那个端口编号, 则交换机对该单播帧执行丢弃操作。



# 交换机的MAC地址学习 (1)



交换机的MAC地址表

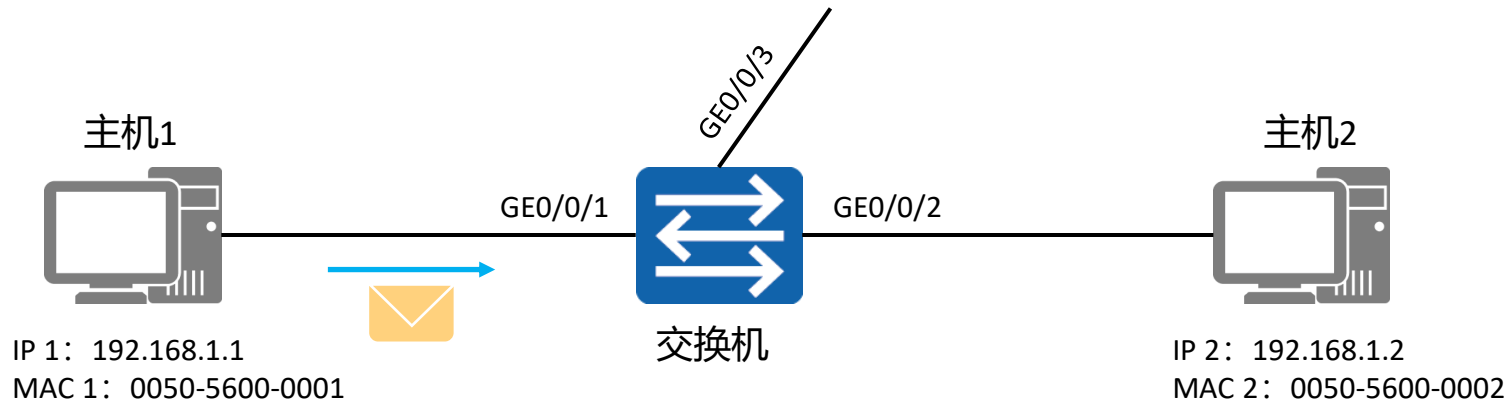
MAC地址	Port

1

初始情况，交换机的MAC地址表是空的。



## 交换机的MAC地址学习 (2)



### 主机1发出的数据帧

源MAC: MAC1

目的MAC: MAC2

(注: 假设主机1已知主机2的MAC地址)

### 交换机查MAC地址表

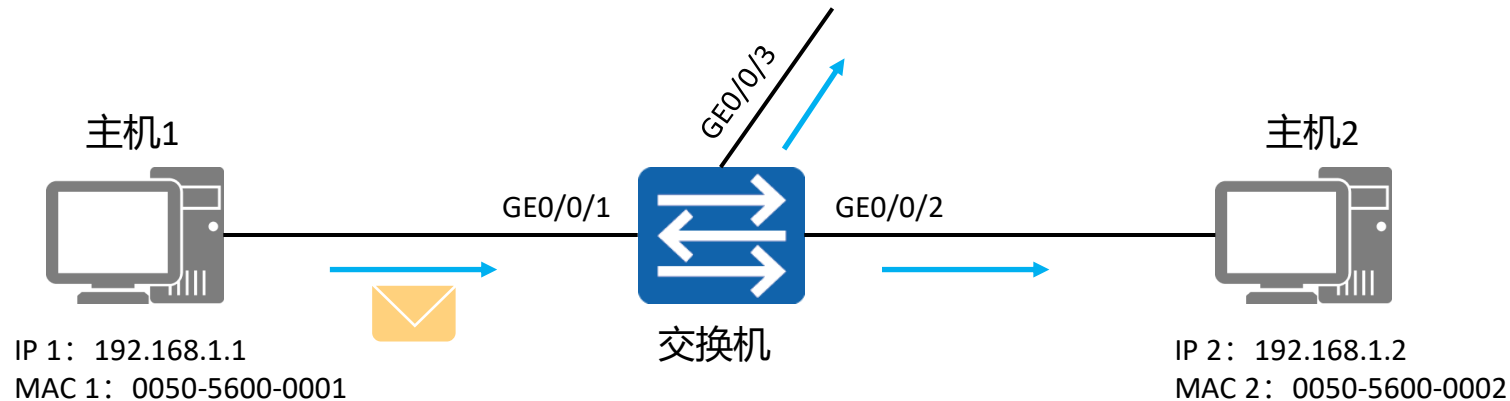
MAC地址	Port

2

- 主机1发送数据帧给主机2。
- 交换机GE0/0/1口接收到数据帧后, 在MAC地址表中查询该帧的目的MAC地址, 发现没有对应表项, 则收到的数据帧是“未知单播帧”。



## 交换机的MAC地址学习 (3)



### 主机1发出的数据帧

源MAC: **MAC1**  
目的MAC: MAC2

### 交换机查MAC地址表

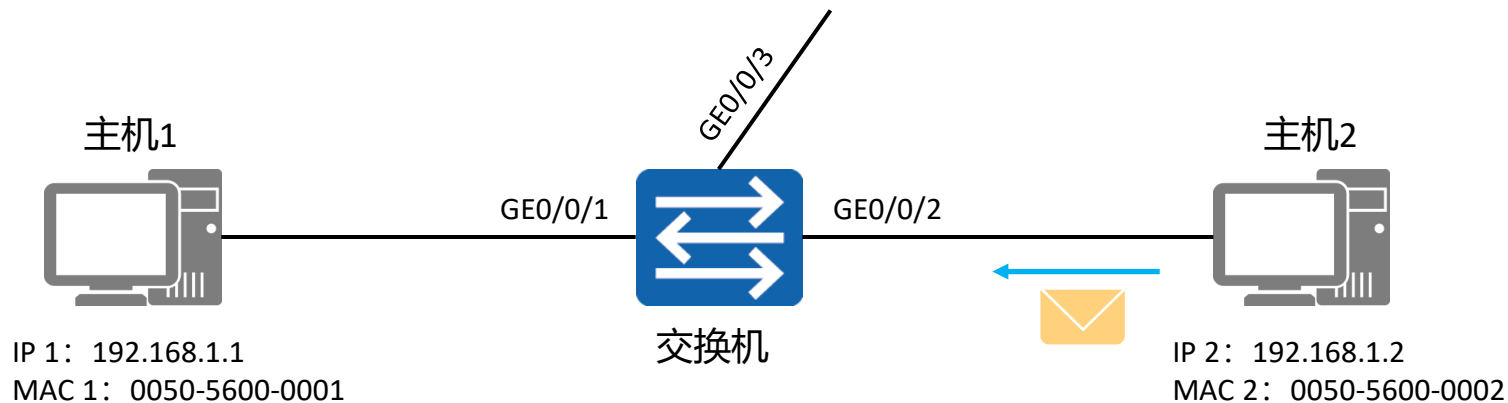
MAC地址	Port
MAC 1	GE0/0/1

3

- 交换机在MAC地址表中没有查到对应表项, 则交换机对该单播帧执行**泛洪**操作。
- 同时, 交换机学习该数据帧的源**MAC**地址, 并创建对应的MAC地址表项, 与**接收口GE0/0/1**关联。



## 交换机的MAC地址学习 (4)



4

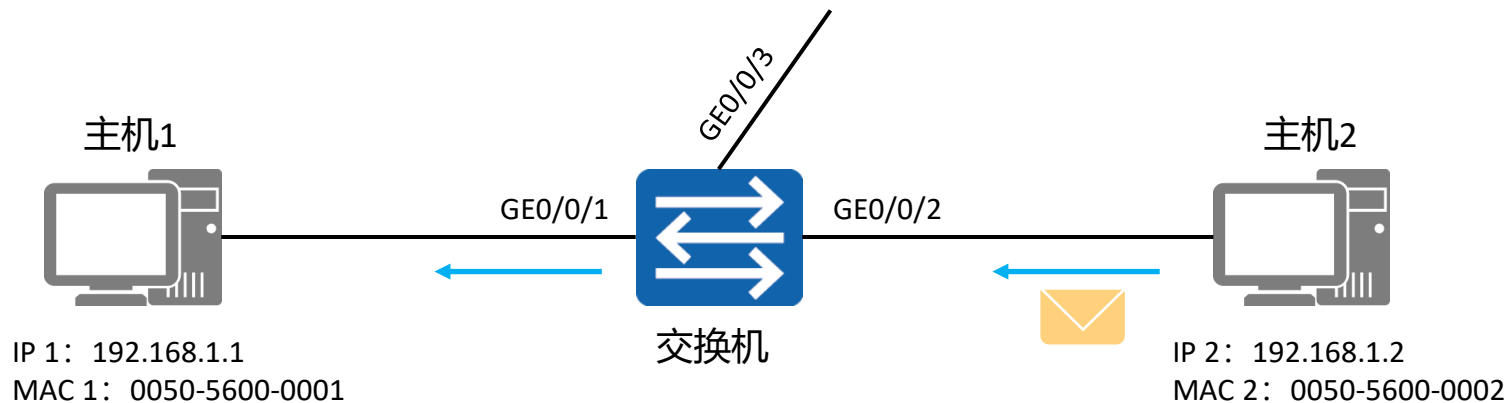
- 交换机其他端口连接的主机，也会收到该数据帧，但是会丢弃。
- 主机2收到并处理该数据帧，向主机1回复，将数据帧发往交换机。

### 主机2发出的数据帧

源MAC: MAC2  
目的MAC: MAC1



## 交换机的MAC地址学习 (5)



交换机查MAC地址表

MAC地址	Port
MAC 1	GE0/0/1
MAC 2	GE0/0/2

主机2发出的数据帧

源MAC: MAC2  
目的MAC: MAC1

5

- 交换机在MAC地址表中查到了对应表项，则交换机对该单播帧执行转发操作，将数据帧从GE0/0/1口转发出去。
- 同时，交换机学习该数据帧的源MAC地址，并创建对应的MAC地址表项，与接收口GE0/0/2关联。



# 目录

1. 以太网协议介绍
2. 以太网帧介绍
3. 以太网交换机介绍
4. **同网段数据通信全过程**

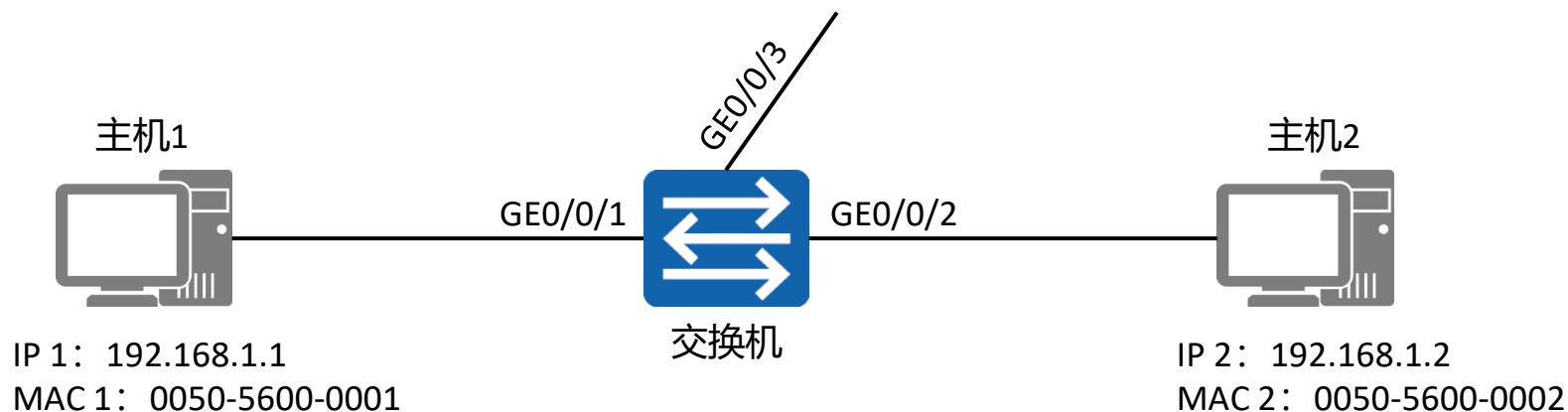




# 同网段数据通信全过程

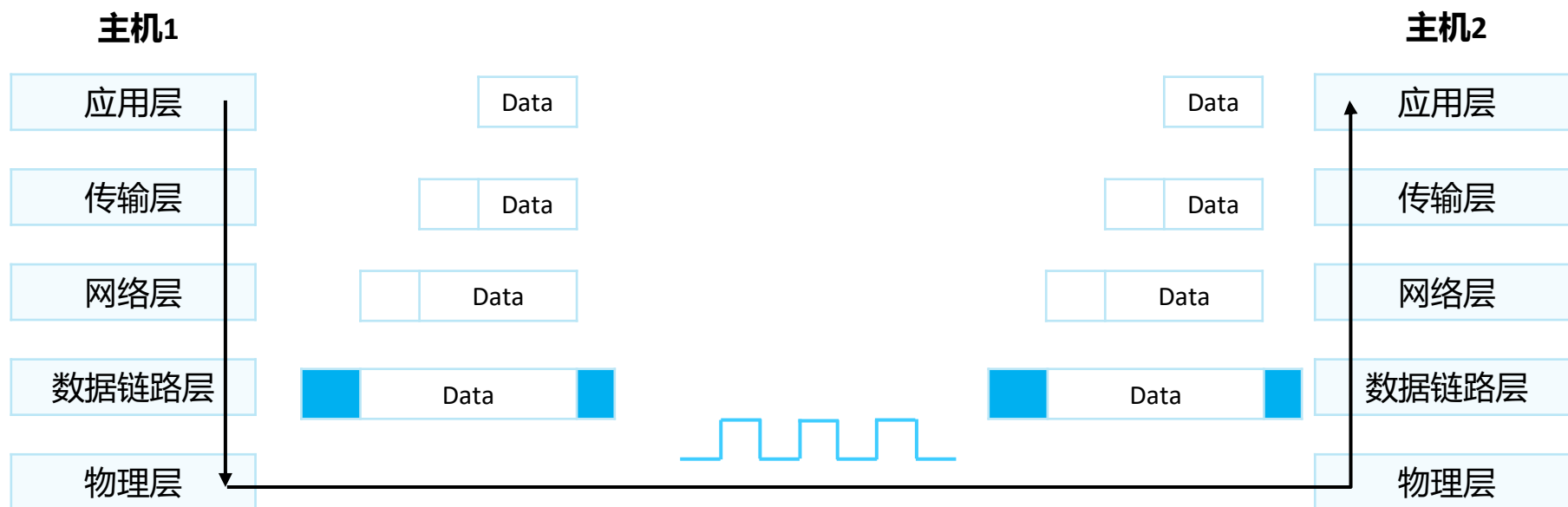
- 场景描述：

- 任务：主机1想要访问主机2
- 主机：初始化状态，仅知道本机IP地址和MAC地址（假设已获取对端IP地址）
- 交换机：刚上电，初始化状态





# 数据封装过程



以太网头部

IP头部

TCP头部

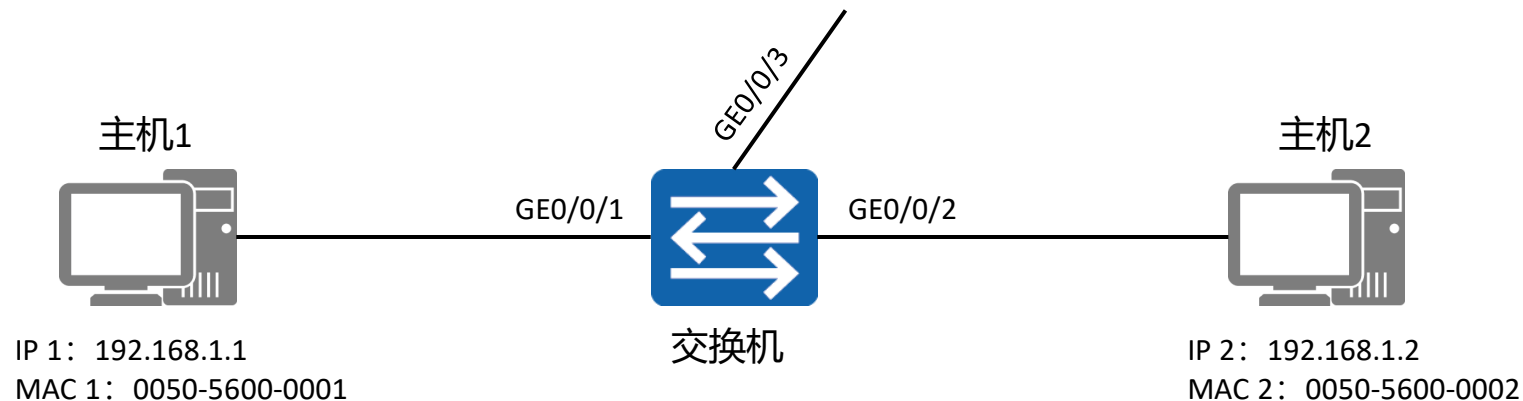
用户数据

以太网尾部

- 需要封装:
- 源MAC地址
- 目的MAC地址



# 初始状态



主机1的ARP缓存表

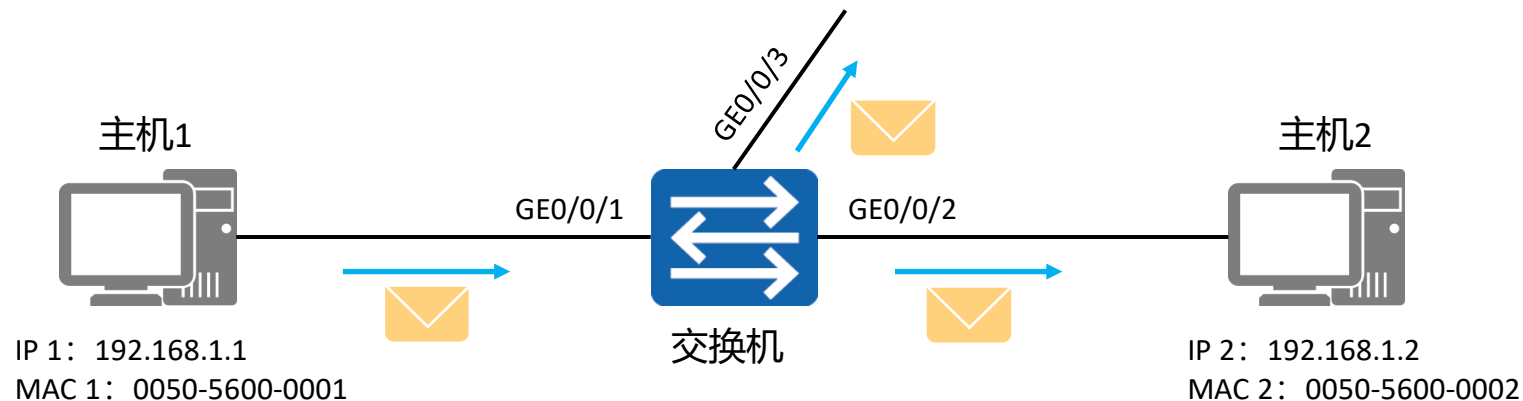
```
Host 1>arp -a
Internet Address  Physical Address  Type
```

交换机的MAC地址表

```
[Switch]display mac-address verbose
MAC address table of slot 0:
-----MAC
Address Port      Type
-----
-----
```



# 泛洪数据帧



## 主机1发出的ARP Request

源MAC: MAC 1	目的MAC: FF-FF-FF-FF-FF-FF
源IP: IP 1	目的IP: IP 2
操作类型: ARP Request	
发送端MAC: MAC 1	
发送端IP: IP 1	
目的端MAC: 00-00-00-00-00-00	
目的端IP: IP 2	

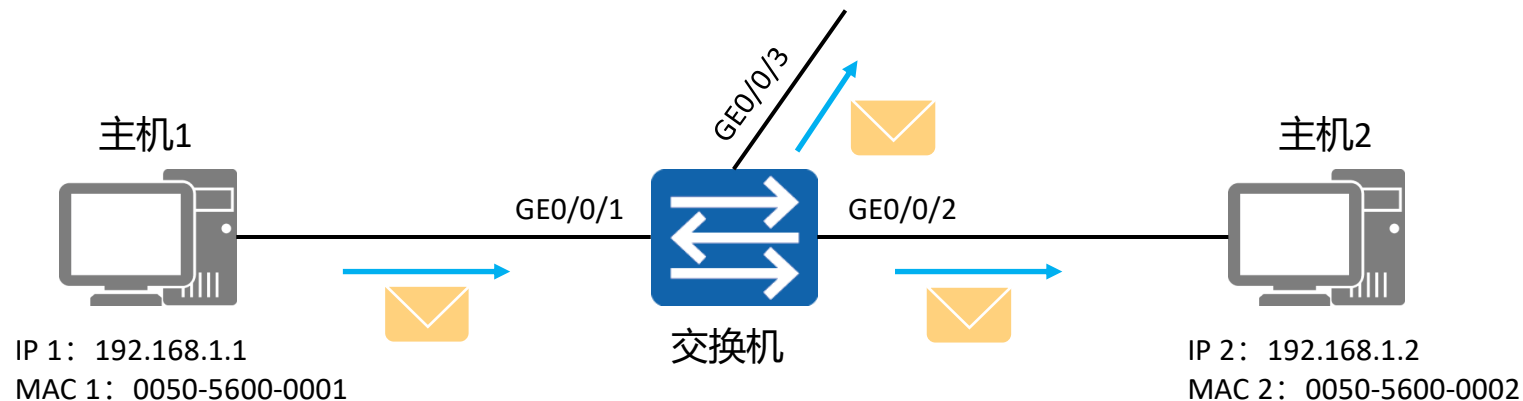
## 交换机的MAC地址表

```
[Switch]display mac-address verbose
MAC address table of slot 0:

-----MAC
Address Port      Type
-----
-----
```



# 学习MAC地址



## 主机1发出的ARP Request

源MAC: MAC 1	目的MAC: FF-FF-FF-FF-FF-FF
源IP: IP 1	目的IP: IP 2
操作类型: ARP Request 发送端MAC: MAC 1 发送端IP: IP 1 目的端MAC: 00-00-00-00-00-00 目的端IP: IP 2	

## 交换机的MAC地址表

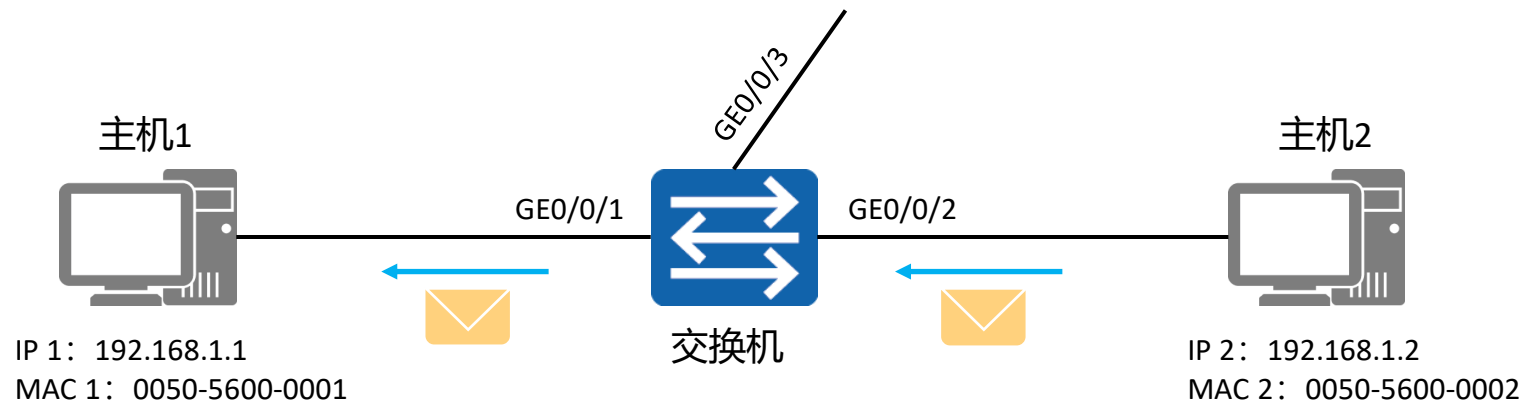
```
[Switch]display mac-address verbose
```

MAC address table of slot 0:

-----MAC		
Address	Port	Type
-----0050-5600-		
0001	GE0/0/1	dynamic
-----		



# 目标主机回复



## 交换机的MAC地址表

```
[Switch]display mac-address verbose
```

MAC address table of slot 0:

-----MAC		
Address	Port	Type
-----0050-5600-		
0001	GE0/0/1	dynamic
0050-5600-0002	GE0/0/2	dynamic
-----		

## 主机2发出的ARP Reply

源MAC: MAC 2	目的MAC: MAC 1
-------------	--------------

源IP: IP 2	目的IP: IP 1
-----------	------------

操作类型: ARP Reply

发送端MAC: MAC 2

发送端IP: IP 2

目的端MAC: MAC 1

目的端IP: IP 1



## 思考题

1. 二层以太网交换机根据端口所接收到报文的（ ）生成 MAC 地址表选项。
  - A. 源 MAC 地址
  - B. 目的 MAC 地址
  - C. 源 IP 地址
  - D. 目的 IP 地址
2. 一台交换机有8个端口，一个单播帧从某一端口进入了该交换机，但交换机在MAC地址表中查不到关于该帧的目的MAC地址表项，那么交换机对该帧进行的转发操作是？（ ）
  - A. 丢弃
  - B. 泛洪
  - C. 点对点转发



## 本章总结

- 在本章节中，介绍了以太网协议的基本概况，并介绍了以太网帧格式和MAC地址，还介绍了二层交换机的工作原理：在收到数据帧后，交换机学习帧的源MAC地址，然后在MAC地址表中查询该帧的目的MAC地址，并将帧从对应的端口转发出去。
- 最后，基于交换机的工作原理，回顾了同网段数据通信全过程。



The background of the slide features a blue-tinted image of several business professionals in a modern office environment. They are standing on a highly reflective floor, and their silhouettes are clearly visible against the bright background. The overall aesthetic is professional and corporate.

# 谢谢

[www.huawei.com](http://www.huawei.com)