

## 4: VLAN 间路由



# 模块目标

模块主题： VLAN 间路由

模块目标： 在第 3 层设备上排除 VLAN 间路由故障

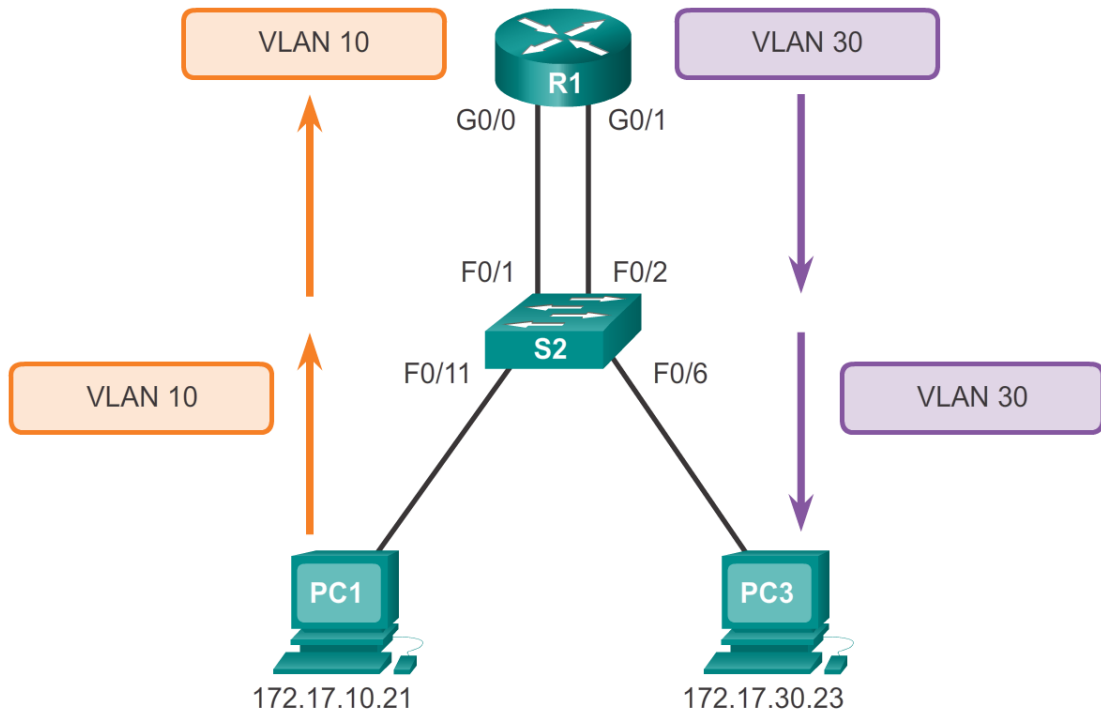
主题标题	主题目标
VLAN 间路由的工作方式	描述配置 VLAN 间路由的可用选项。
单臂路由器 VLAN 间路由	配置 VLAN 间单臂路由。
VLAN 间路由需要使用第 3 层交换机	使用第 3 层交换配置 VLAN 间路由。
排除 VLAN 间路由故障	排除常见的 VLAN 间配置问题。

# 4.1 VLAN 间路由操作

# 什么是 VLAN 间路由？

VLAN 是**广播域**，所以如果没有路由设备的参与，不同 VLAN 上的计算机就**无法通信**。

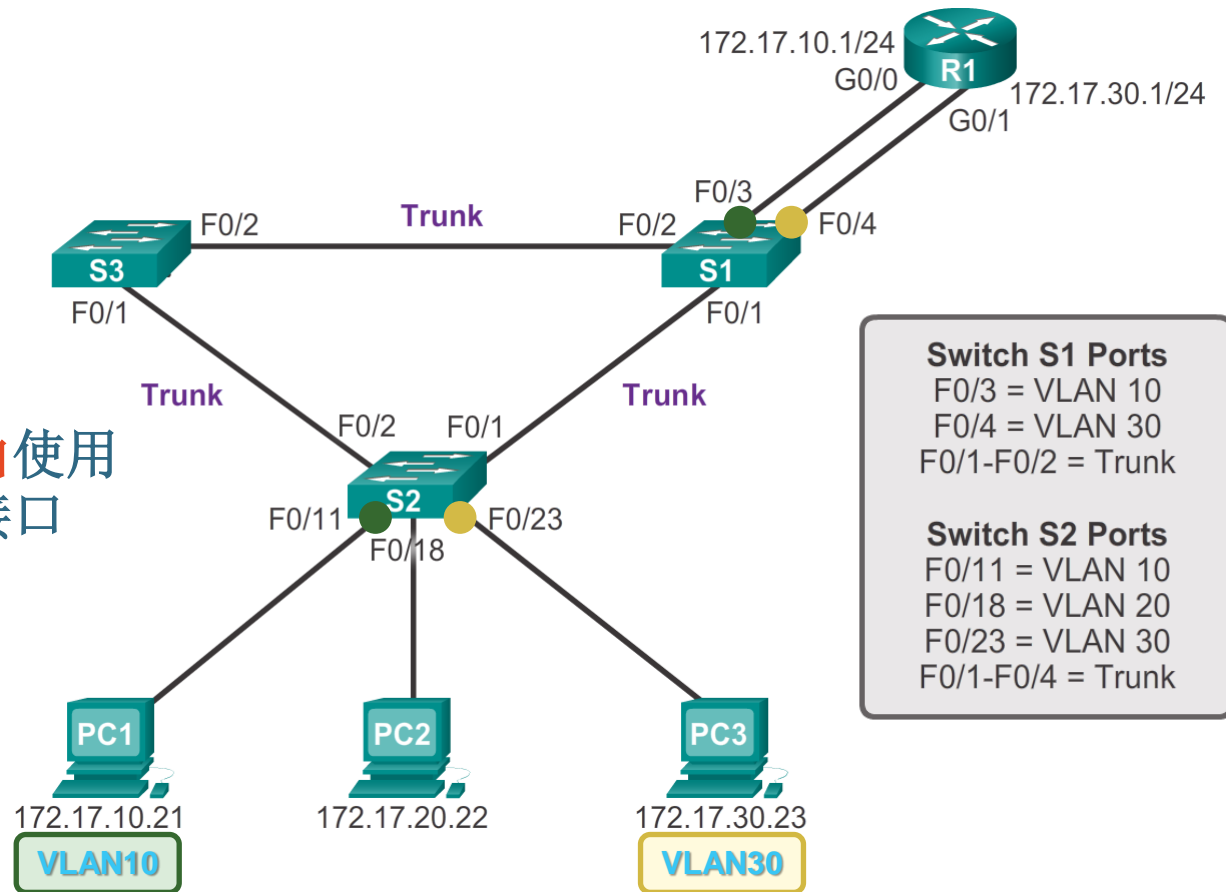
**VLAN 间路由**是使用**路由设备**将网络流量从一个 VLAN 转发到另一个 VLAN 的过程。



# VLAN 间路由操作

## 传统 VLAN 间路由

- 传统上，局域网路由使用路由器的多个物理接口



# VLAN 间路由操作 单臂路由器 VLAN 间路由

1 router interface per VLAN

1 extra port on SW for router

Why don't we use Trunk?



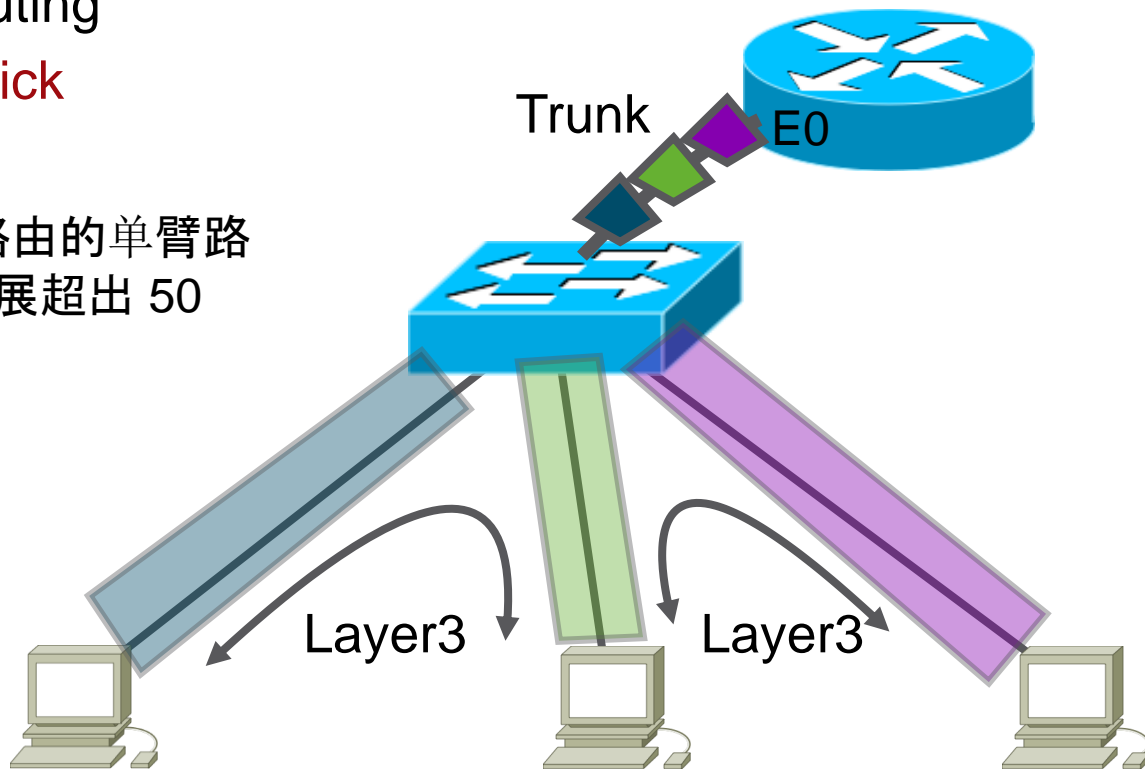
# VLAN 间路由操作

## 单臂路由器 VLAN 间路由

### InterVLAN Routing

### Router on a Stick

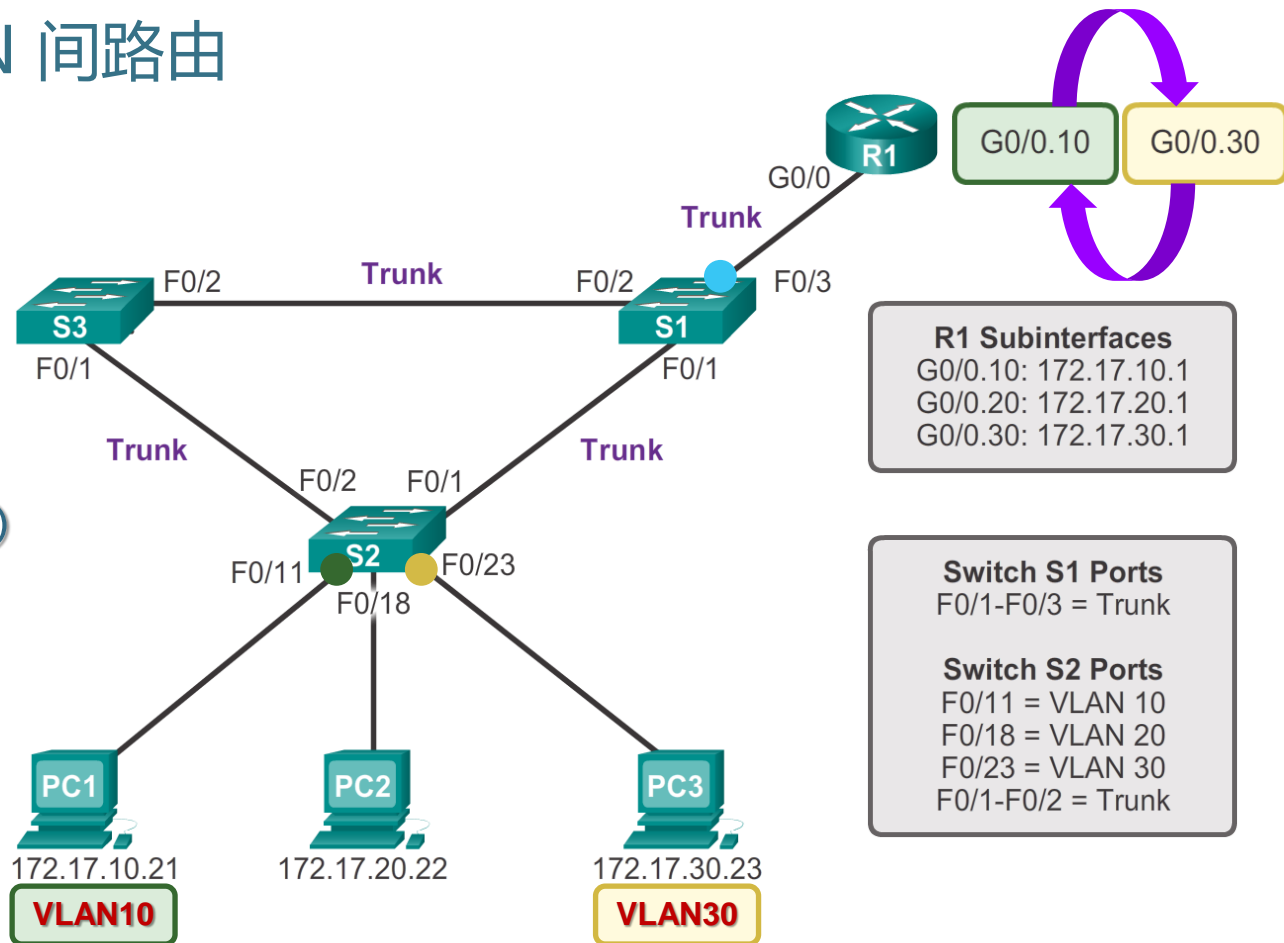
注意：VLAN 间路由的单臂路由器方法不能扩展超出 50 个 VLAN。



# VLAN 间路由操作

## 单臂路由器 VLAN 间路由

- Trunk (中继链路)
- 子接口





# VLAN 间路由操作

## 第 3 层交换机上的 VLAN 间路由



1 router interface per VLAN

Single router interface for all VLANs



1 extra port on SW for router

Single port used on switch for trunk

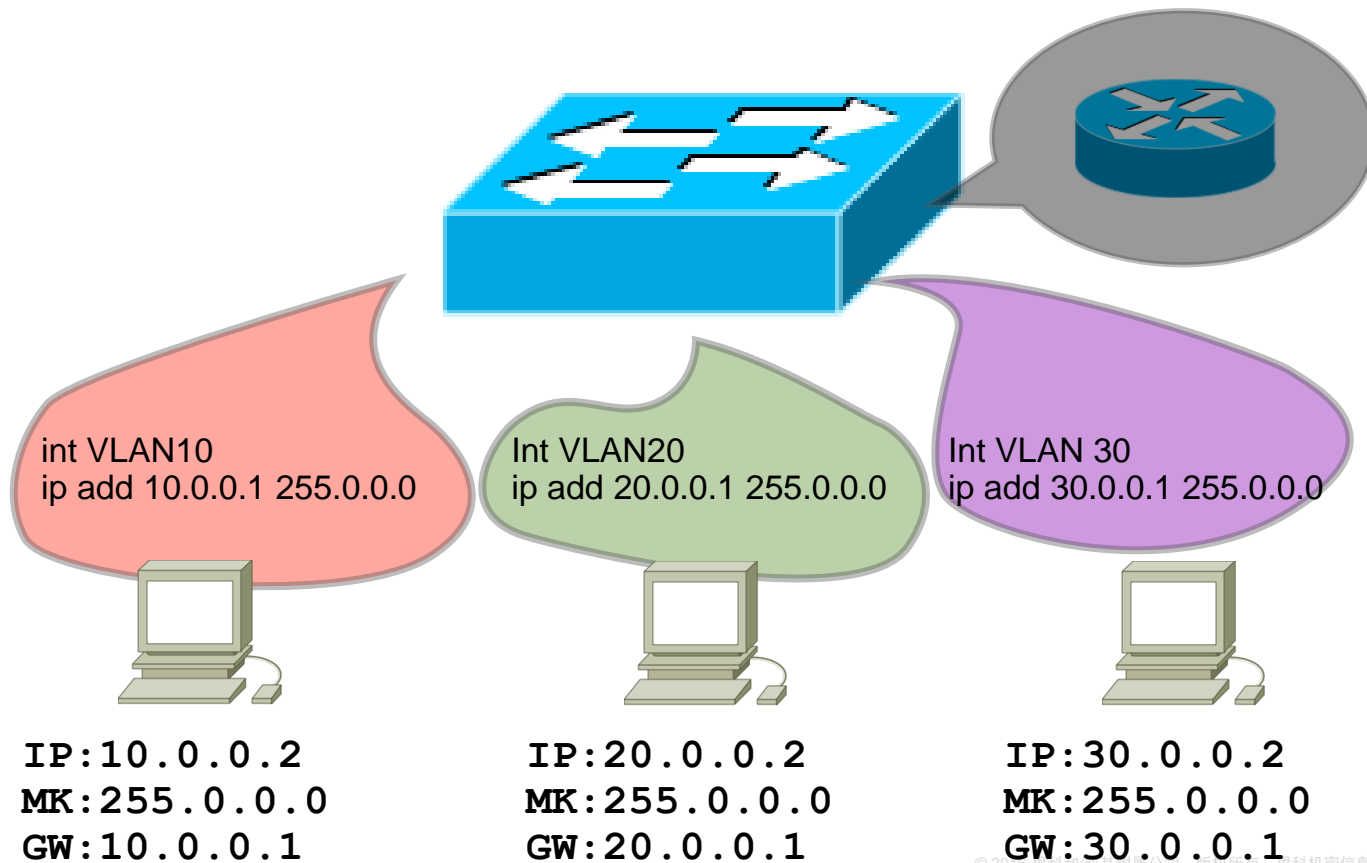


A single link for all VLAN traffics?  
Speed



# VLAN 间路由操作

## 第 3 层交换机上的 VLAN 间路由



# VLAN 间路由操作

## 第 3 层交换机上的 VLAN 间路由

No extra router needed



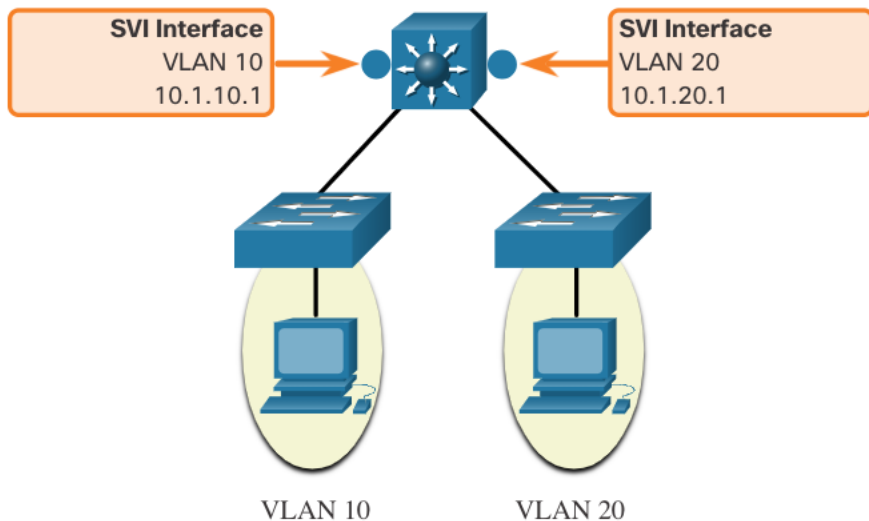
Route packet between VLAN  
as fast as switching



## 第 3 层交换机上的 VLAN 间路由

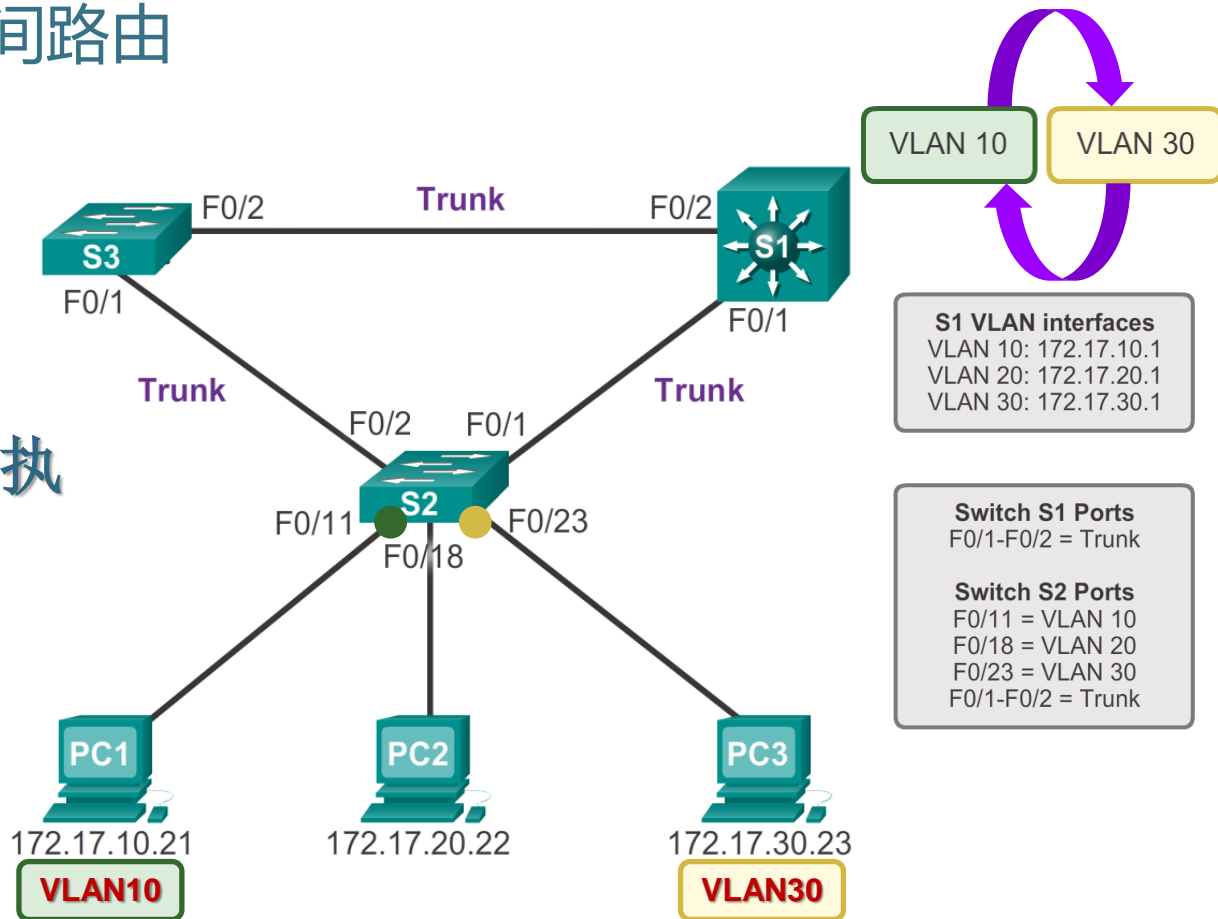
当今，执行 VLAN 间路由的方法是使用第 3 层交换机和交换虚拟接口 (SVI)。如图所示，SVI 是配置在多层交换机上的一种虚拟接口。

**注意：**第 3 层交换机也称为多层交换机，因为它工作在第 2 层和第 3 层。但是，在本课程中，我们会使用第 3 层交换机这个术语。

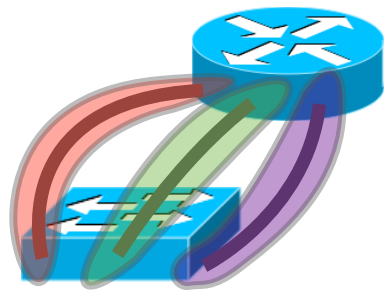


# 多层交换机 VLAN 间路由

- 多层交换机能够执行VLAN间路由

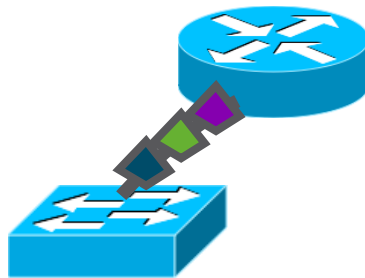


## 第 3 层交换机上的 VLAN 间路由



Traditional VLAN Routing

- 1 router interface/VLAN
- 1 extra switchport per VLAN
- waste too many ports



Router on a stick

- Single link to router for all VLAN
- no extra port needed per VLAN
- Shared trunk bandwidth on trunk



Multilayer Switching

- no extra router needed
- no trunk needed
- route packet as fast as switching



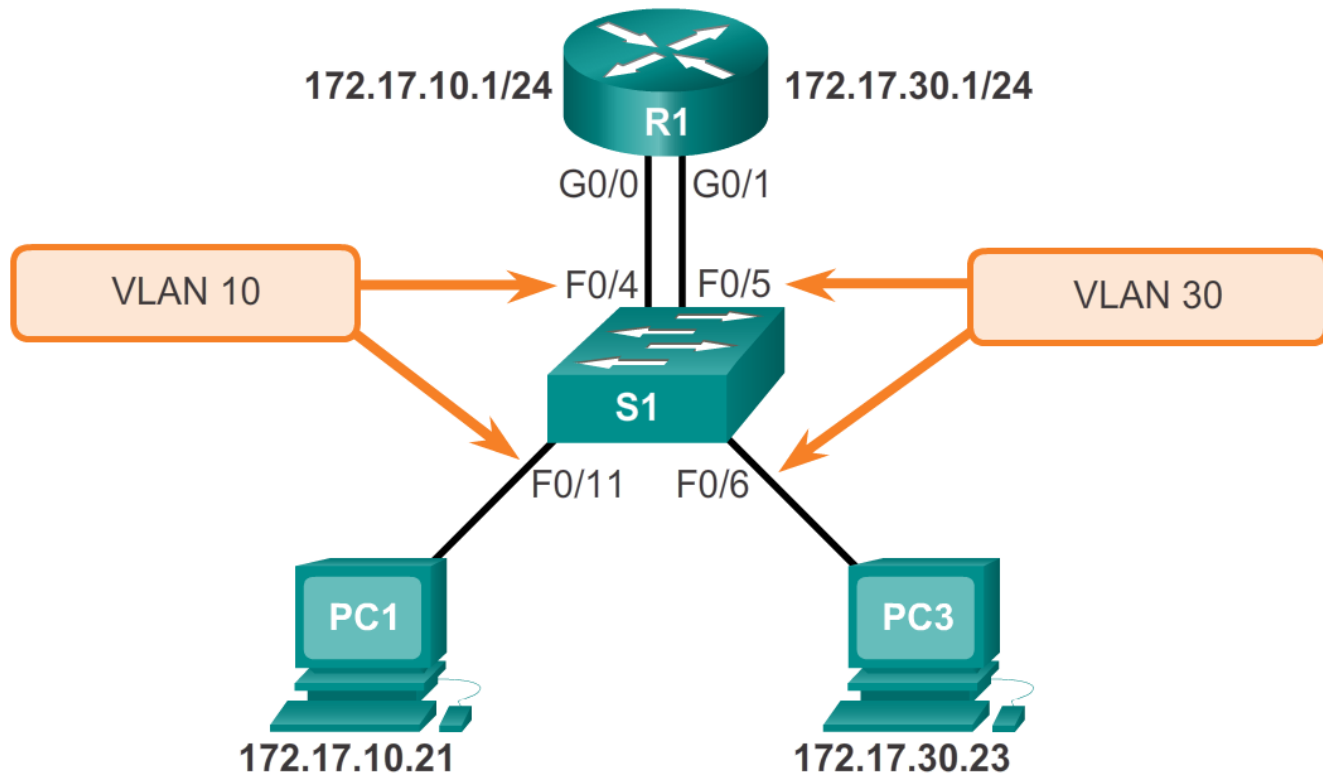
## 4.2 单臂路由器 VLAN 间路由

## 配置传统 VLAN 间路由 准备工作

- 传统 VLAN 间路由要求路由器具有多个物理接口
- 各个路由器物理接口连接到唯一 VLAN
- 各接口也配置有与特定 VLAN 相关联的子网的 IP 地址
- 网络设备将路由器用作网关以访问连接至其他 VLAN 的设备



# 配置传统 VLAN 间路由 准备工作



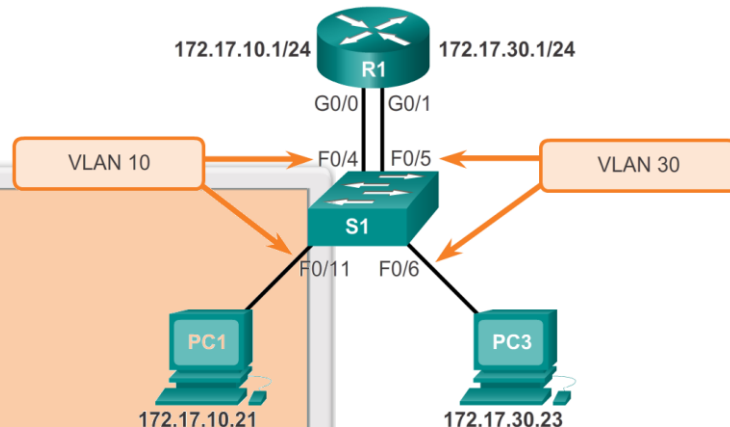
## 配置传统 VLAN 间路由

# 交换机配置

```
S1(config)# vlan 10
S1(config-vlan)# vlan 30
S1(config-vlan)# interface f0/11
S1(config-if)# switchport access vlan 10
S1(config-if)# interface f0/4
S1(config-if)# switchport access vlan 10
S1(config-if)# interface f0/6
S1(config-if)# switchport access vlan 30
S1(config-if)# interface f0/5
S1(config-if)# switchport access vlan 30
S1(config-if)# end
```

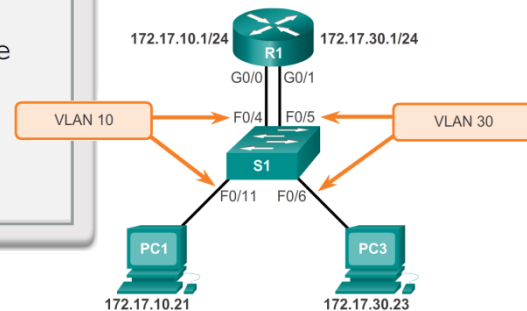
```
*Mar 20 01:22:56.751: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

```
S1# copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
```



## 路由器接口配置

```
R1(config)# interface g0/0
R1(config-if)# ip address 172.17.10.1 255.255.255.0
R1(config-if)# no shutdown
*Mar 20 01:42:12.951: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/0,
changed state to up
*Mar 20 01:42:13.951: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface
GigabitEthernet0/0, changed state to up
R1(config-if)# interface g0/1
R1(config-if)# ip address 172.17.30.1 255.255.255.0
R1(config-if)# no shutdown
*Mar 20 01:42:54.951: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/1,
changed state to up
*Mar 20 01:42:55.951: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface
GigabitEthernet0/1, changed state to up
R1(config-if)# end
R1# copy running-config startup-config
```



# 配置单臂路由器 检验子接口

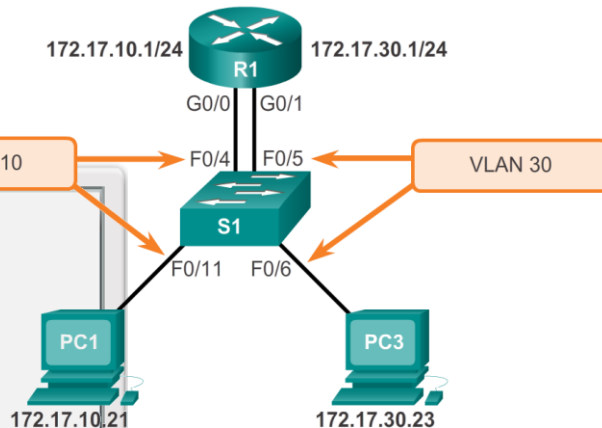
```
R1# show ip route
```

Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile,  
B - BGP, D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF,  
IA - OSPF inter area, N1 - OSPF NSSA external type 1,  
N2 - OSPF NSSA external type 2, E1 - OSPF external type 1,  
E2 - OSPF external type 2, i - IS-IS, su - IS-IS summary,  
L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2,  
ia - IS-IS inter area, \* - candidate default,  
U - per-user static route, o - ODR,  
P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP,  
+ - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

172.17.0.0/16 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks

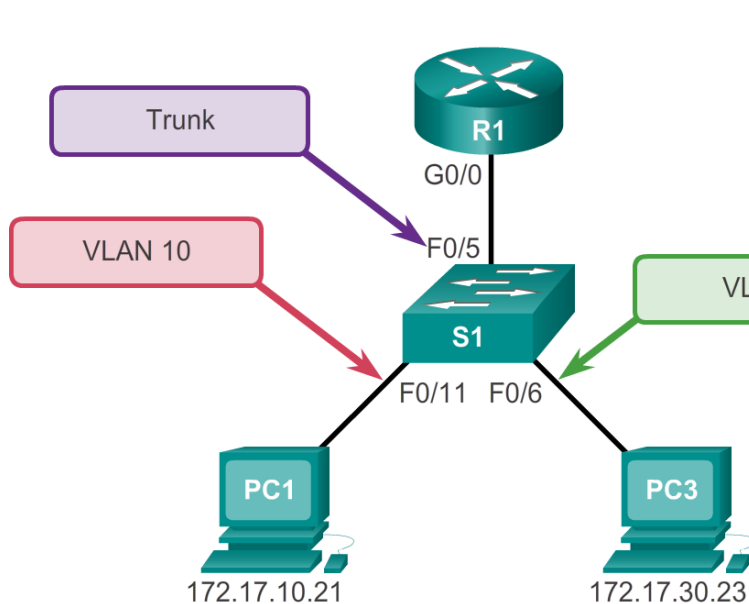
C	172.17.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L	172.17.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
C	172.17.30.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L	172.17.30.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1



## 配置单臂路由器 准备工作

- 另一种传统 VLAN 间路由使用 VLAN 中继和子接口
- VLAN 中继允许单个物理路由器接口路由多个VLAN的流量
- 路由器的物理接口必须连接到相邻交换机上的TRUNK 链路
- 在路由器上，为网络上各个唯一 VLAN 创建子接口
- 各个子接口都分配了特定于其子网/VLAN 的 IP 地址，而且，配置子接口是为了标记该 VLAN 的帧

# 配置单臂路由器 交换机配置



## Subinterfaces

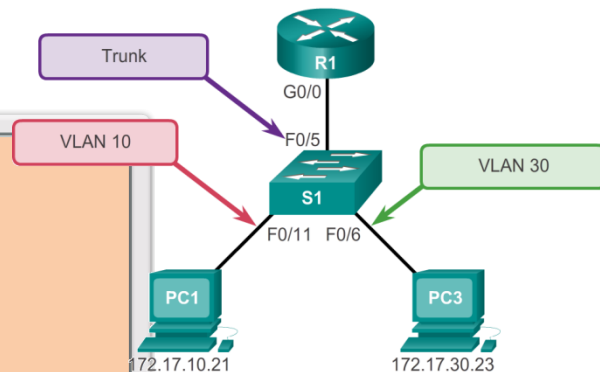
G0/0.10: 172.17.10.1/24  
G0/0.30: 172.17.30.1/24

```
S1(config)# vlan 10  
S1(config-vlan)# vlan 30  
S1(config-vlan)# interface f0/5  
S1(config-if)# switchport mode trunk  
S1(config-if)# end  
S1#
```

## 路由器接口配置

```
R1 (config)# interface g0/0.10
R1 (config-subif)# encapsulation dot1q 10
R1 (config-subif)# ip address 172.17.10.1 255.255.255.0
R1 (config-subif)# interface g0/0.30
R1 (config-subif)# encapsulation dot1q 30
R1 (config-subif)# ip address 172.17.30.1 255.255.255.0
R1 (config)# interface g0/0
R1 (config-if)# no shutdown

*Mar 20 00:20:59.299: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/0,
changed state to down
*Mar 20 00:21:02.919: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/0,
changed state to up
*Mar 20 00:21:03.919: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on
Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up
```



## 验证子接口

```
R1# show vlans
```

```
<output omitted>
```

```
Virtual LAN ID: 10 (IEEE 802.1Q Encapsulation)
```

```
vLAN Trunk Interface: GigabitEthernet0/0.10
```

Protocols Configured:	Address:	Received:	Transmitted:
IP	172.17.10.1	11	18

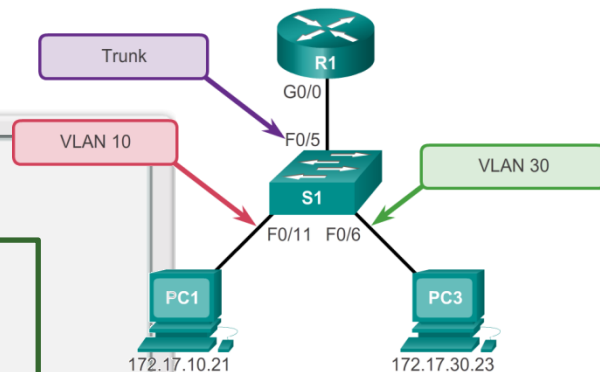
```
<output omitted>
```

```
Virtual LAN ID: 30 (IEEE 802.1Q Encapsulation)
```

```
vLAN Trunk Interface: GigabitEthernet0/0.30
```

Protocols Configured:	Address:	Received:	Transmitted:
IP	172.17.30.1	11	8

```
<output omitted>
```





# 配置单臂路由器 验证子接口

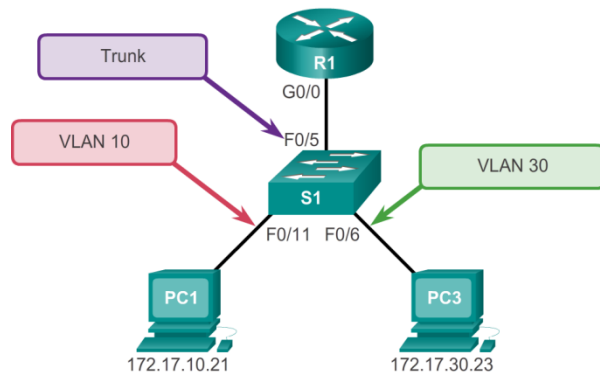
```
R1# show ip route
```

```
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile,  
        B - BGP  
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF,  
        IA - OSPF inter area  
        N1 - OSPF NSSA external type 1,  
        N2 - OSPF NSSA external type 2  
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2  
        i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1,  
        L2 - IS-IS level-2  
        ia - IS-IS inter area, * - candidate default,  
        U - per-user static route  
        o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP,  
        l - LISP  
        + - replicated route, % - next hop override
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
172.17.0.0/16 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
```

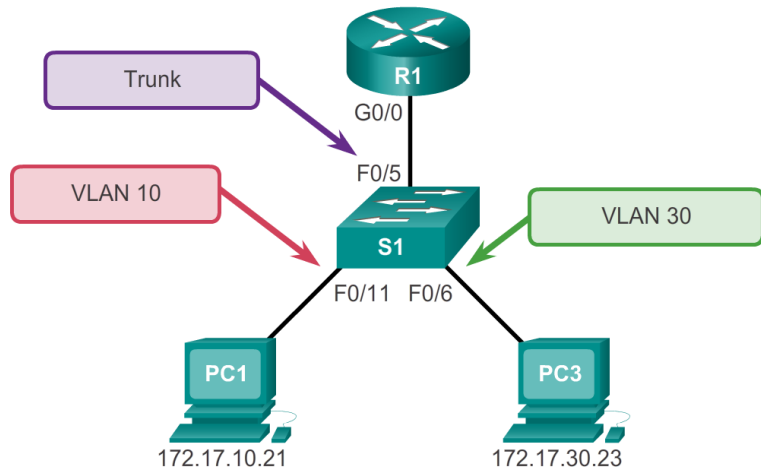
```
C    172.17.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.10  
L    172.17.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.10  
C    172.17.30.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.30  
L    172.17.30.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.30
```



# 配置单臂路由器 验证路由

## Subinterfaces

G0/0.10: 172.17.10.1  
G0/0.30: 172.17.30.1



```
PC1> ping 172.17.30.23
```

Pinging 172.17.30.23 with 32 bytes of data:

```
Reply from 172.17.30.23: bytes=32 time=17ms TTL=127
Reply from 172.17.30.23: bytes=32 time=15ms TTL=127
Reply from 172.17.30.23: bytes=32 time=18ms TTL=127
Reply from 172.17.30.23: bytes=32 time=19ms TTL=127
```

Ping statistics for 172.17.30.23:

Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),  
Approximate round trip times in milli-seconds:  
Minimum = 15ms, Maximum = 19ms, Average = 17ms

```
PC1> tracert 172.17.30.23
```

Tracing route to 172.17.30.23 over a maximum of 30 hops:

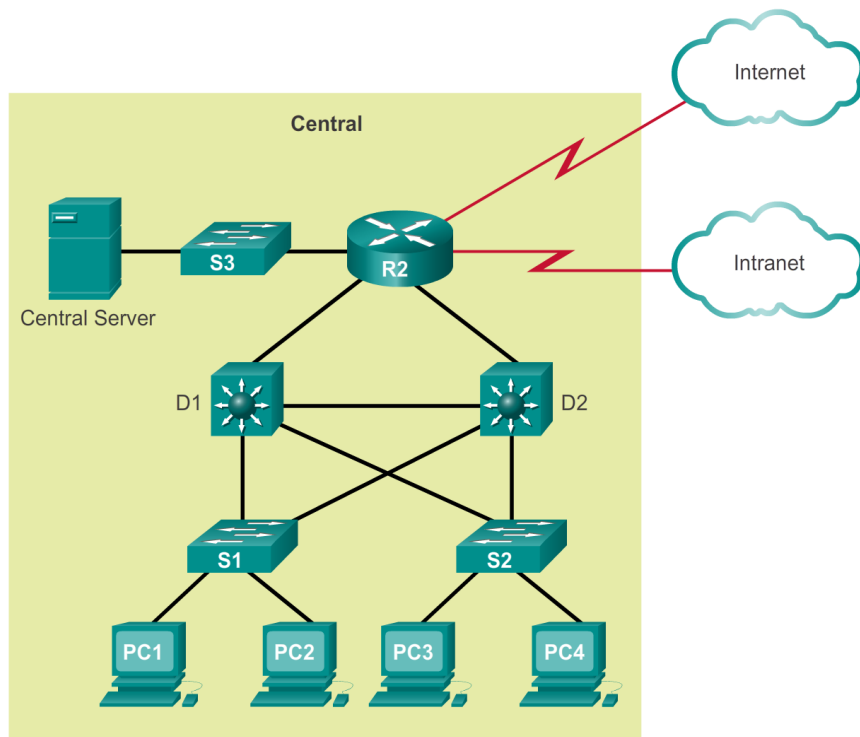
1	9 ms	7 ms	9 ms	172.17.10.1
2	16 ms	15 ms	16 ms	172.17.30.23

Trace complete.

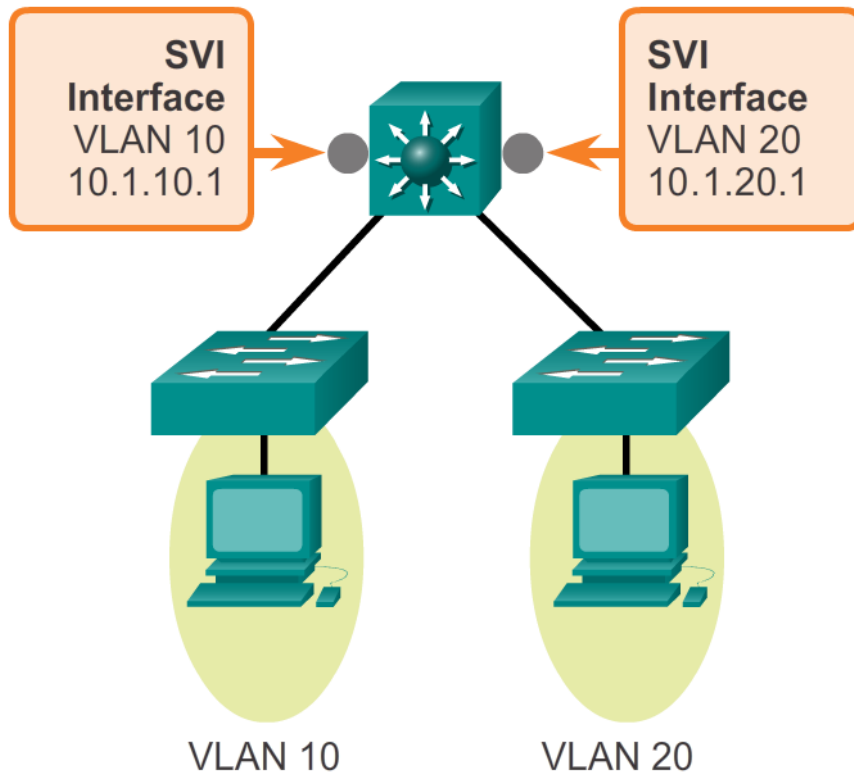
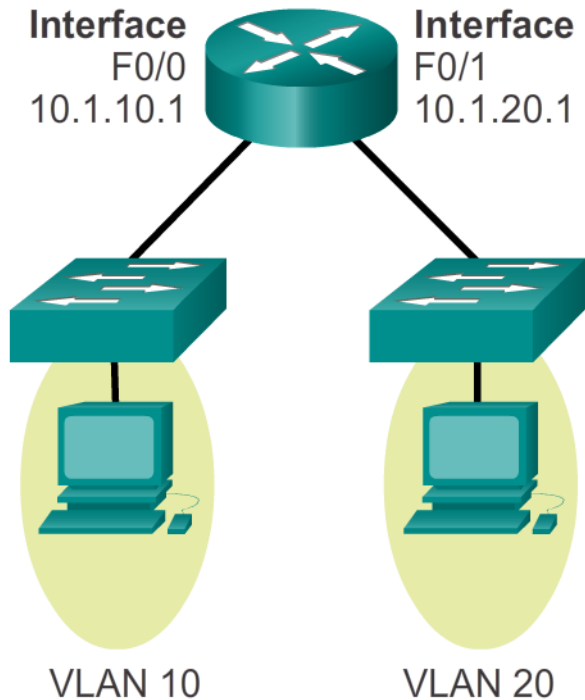
## 4.3 使用第 3 层交换机的 VLAN 间路由

## 第3层交换简介

- 单臂路由扩展性和**速度**具有局限性，而且**故障点**较多。
- 在大型网络中，通常使用**3层交换**技术进行VLAN间路由。
- 所有Catalyst 交换机均支持两种第 3 层接口：
  - **路由端口**
  - **SVI** (switched virtual interfaces)



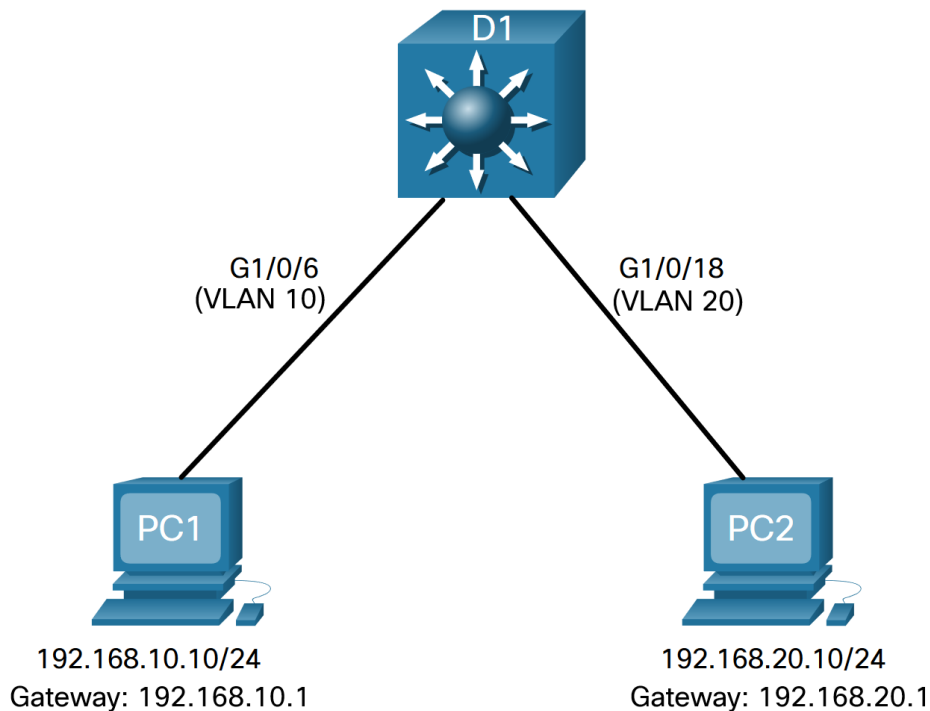
# 带 SVI 的 VLAN 间路由 (续)



## 带 SVI 的 VLAN 间路由

D1上的配置步骤如下：

1. 创建VLAN
2. 创建SVI VLAN 接口
3. 配置 access ports
4. 启用 IP routing



# 带 SVI 的 VLAN 间路由

```
D1(config)# interface vlan 10
```

```
D1(config-if)# description Default Gateway SVI for 192.168.10.0/24
```

```
D1(config-if)# ip add 192.168.10.1 255.255.255.0
```

```
D1(config-if)# no shut
```

```
D1(config-if)# exit
```

```
D1(config)# interface vlan 20
```

```
D1(config-if)# description Default Gateway SVI for 192.168.20.0/24
```

```
D1(config-if)# ip add 192.168.20.1 255.255.255.0
```

```
D1(config-if)# no shut
```

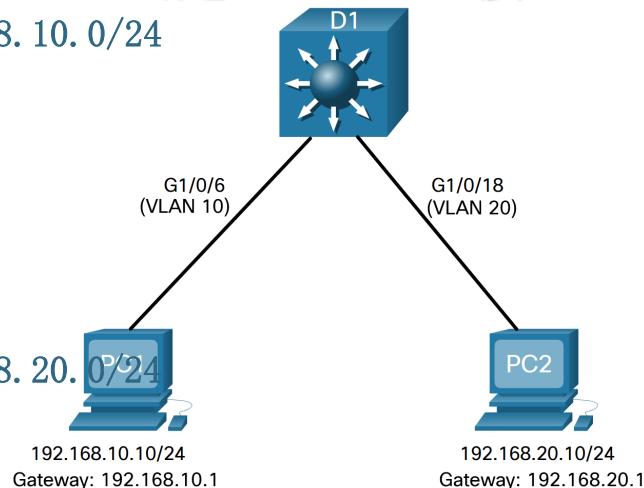
```
D1(config-if)# exit
```

```
D1(config)#
```

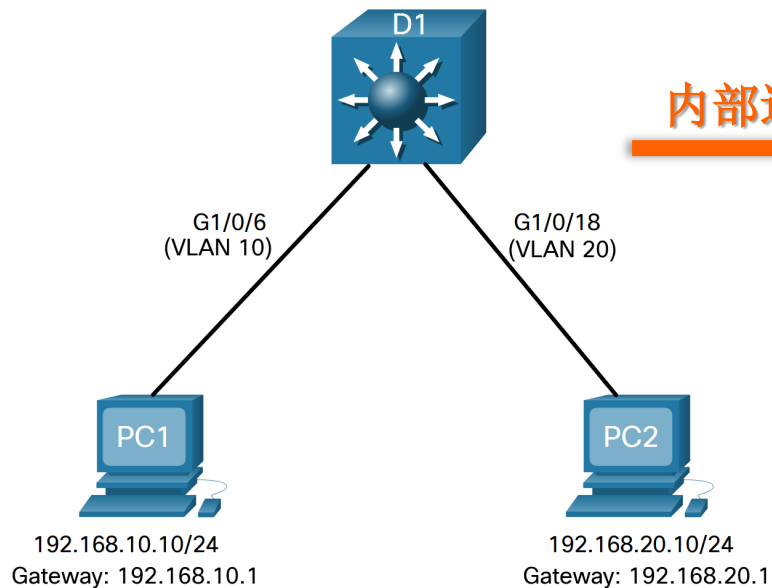
```
*Sep 17 13:52:16.053: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan10, changed state to up
```

```
*Sep 17 13:52:16.160: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan20, changed state to up
```

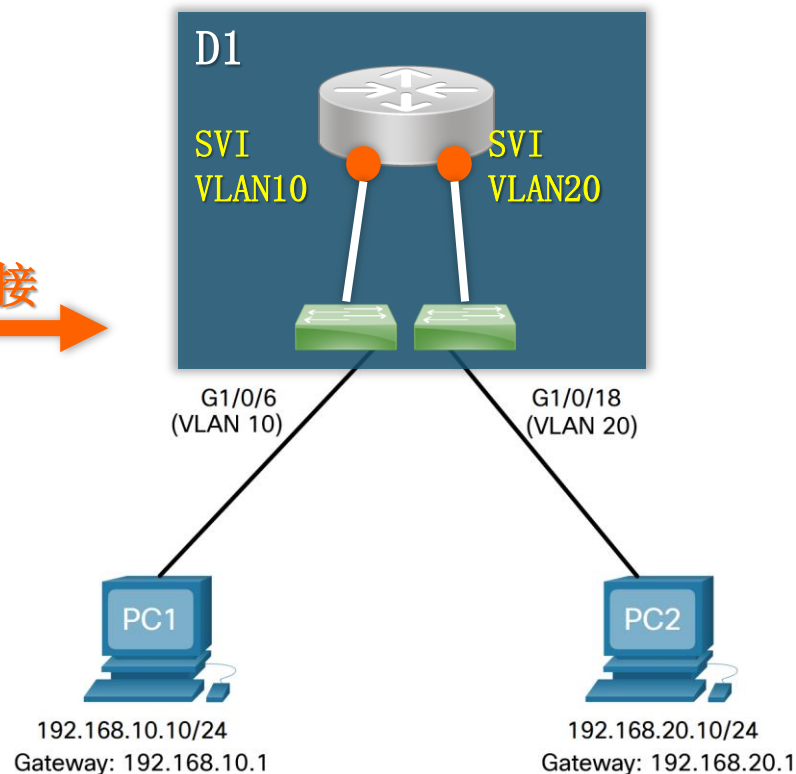
## 创建SVI VLAN 接口



# 带 SVI 的 VLAN 间路由



内部逻辑连接



D1(config)# **ip routing**

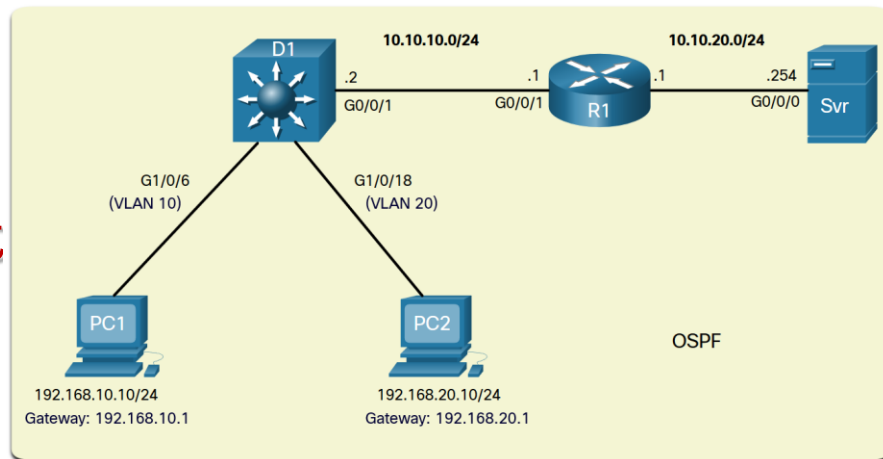


## 带路由端口的 VLAN 间路由

- **路由端口**是一种类似于路由器接口的物理端口
- **路由端口**不与任何 **VLAN** 相关联
- **第 2 层协议**（如 STP）在路由接口上不发挥功能
- Cisco IOS 交换机上的路由端口**不支持子接口**

要配置路由端口：

D1(config-if)#**no switchport**

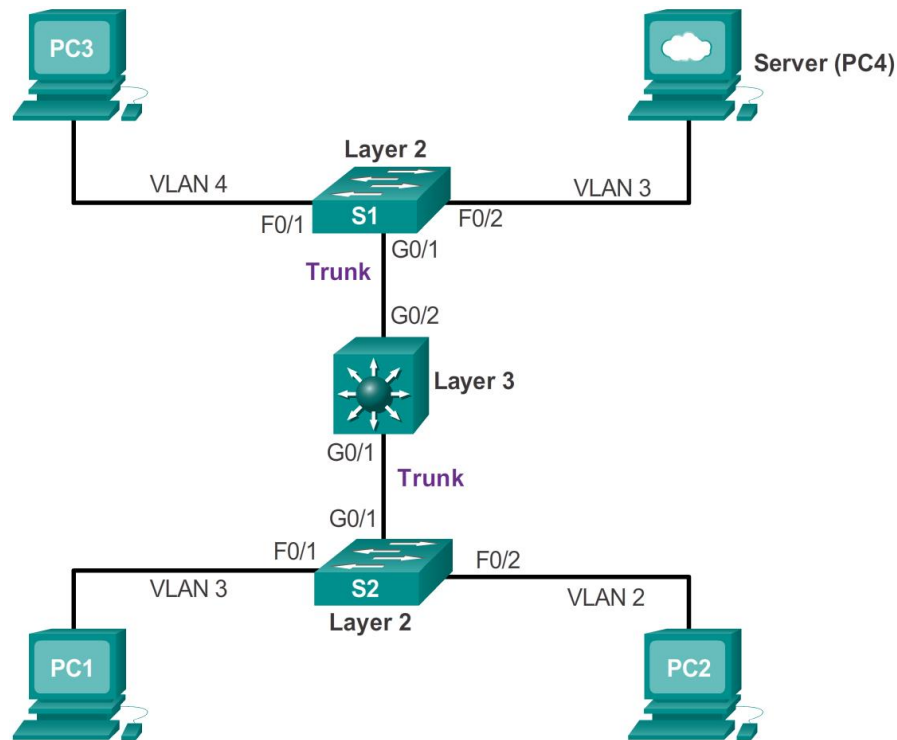


## 4.4 排除 VLAN 间路由的故障

## 第 3 层交换配置问题

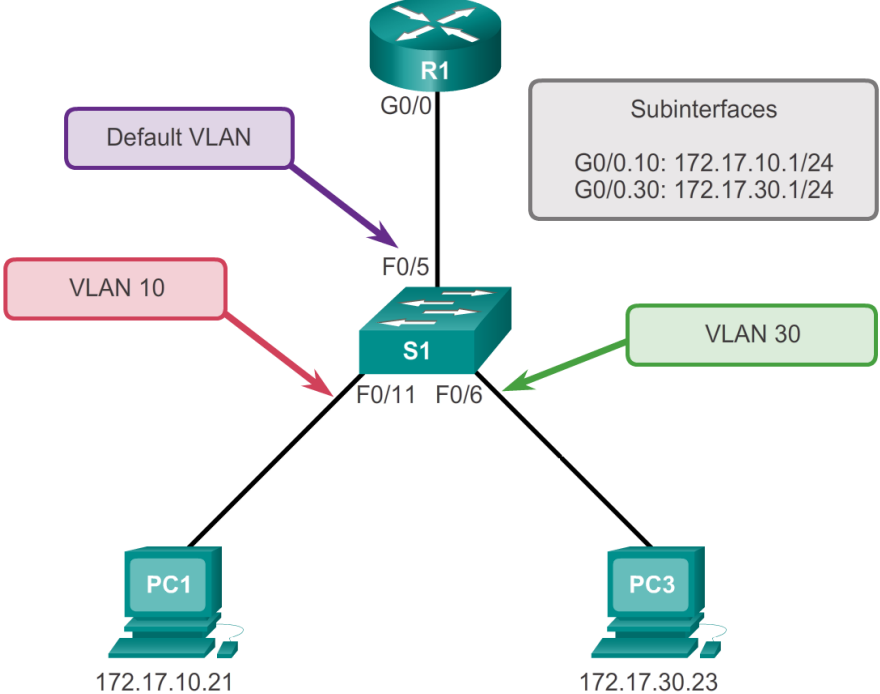
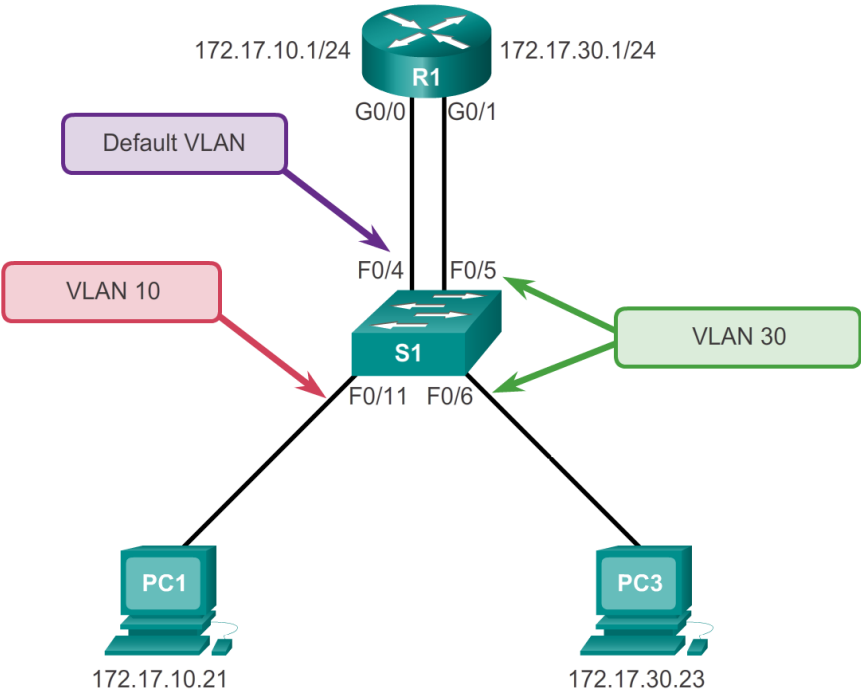
### 排除第 3 层交换故障

- VLANs
- SVIs
- 路由
- 主机



# VLAN间路由故障排除

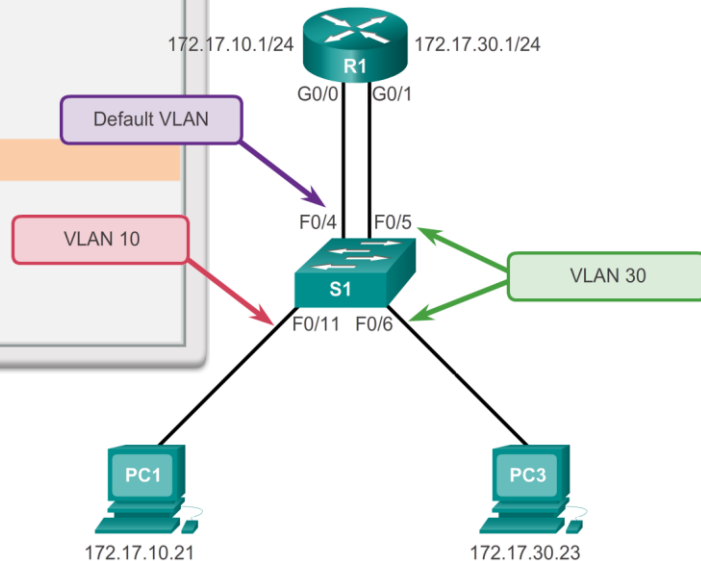
## 交换机端口问题



# VLAN间路由故障排除

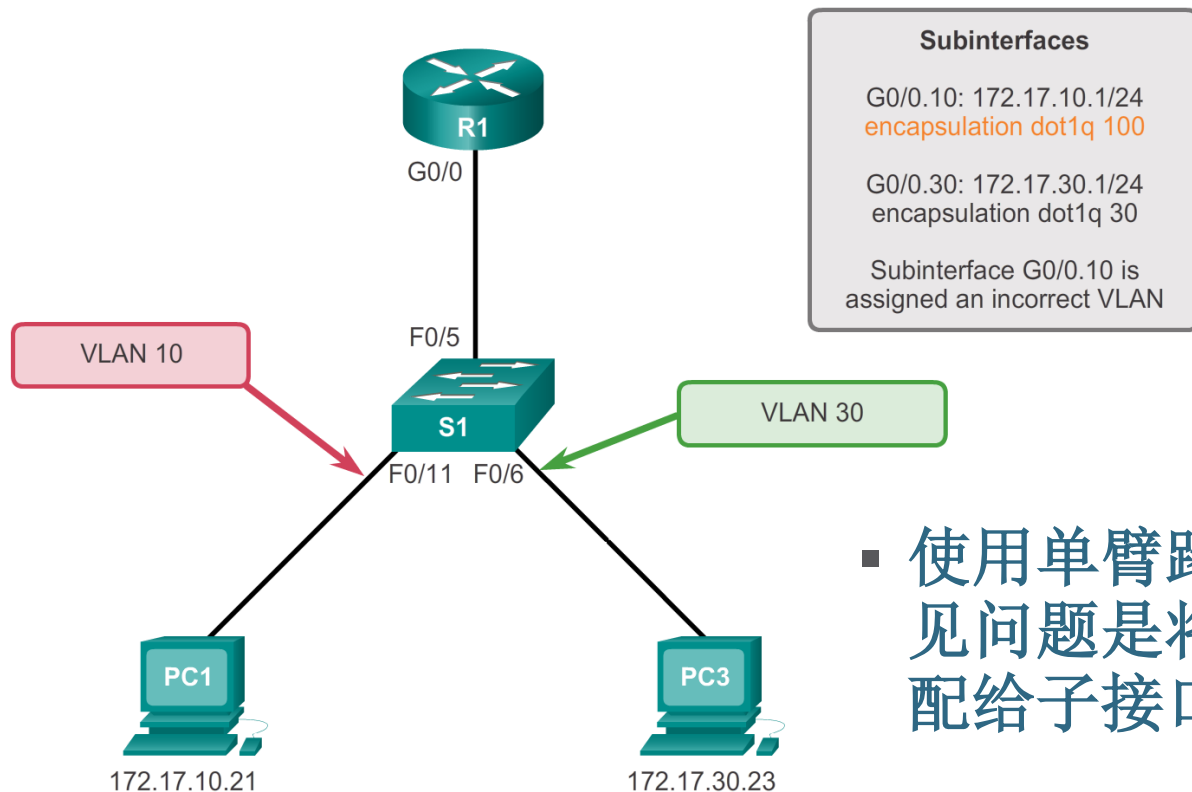
## 检验交换机配置

```
S1# show interfaces FastEthernet 0/4 switchport
Name: Fa0/4
Switchport: Enabled
Administrative Mode: static access
Operational Mode: up
Administrative Trunking Encapsulation: dot1q
Operational Trunking Encapsulation: native
Negotiation of Trunking: On
Access Mode VLAN: 1 (default)
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
<output omitted>
S1#
```



# VLAN间路由故障排除

## 检验路由器配置



- 使用单臂路由器配置的一个常见问题是将错误的VLAN ID分配给子接口

## 检验路由器配置

```
R1# show interface
```

```
<output omitted>
```

```
GigabitEthernet0/0.10 is up,line protocol is down (disabled)
```

```
Encapsulation 802.1Q Virtual Lan,Vlan ID 100
```

```
ARP type :ARPA,ARP Timeout 04:00:00,
```

```
Last clearing of "show interface" counters never
```

```
<output omitted>
```

```
R1#
```

```
R1# show run
```

```
Building configuration...
```

```
Current configuration : 505 bytes
```

```
<output omitted>
```

```
!
```

```
interface GigabitEthernet0/0.10
```

```
encapsulation dot1Q 100
```

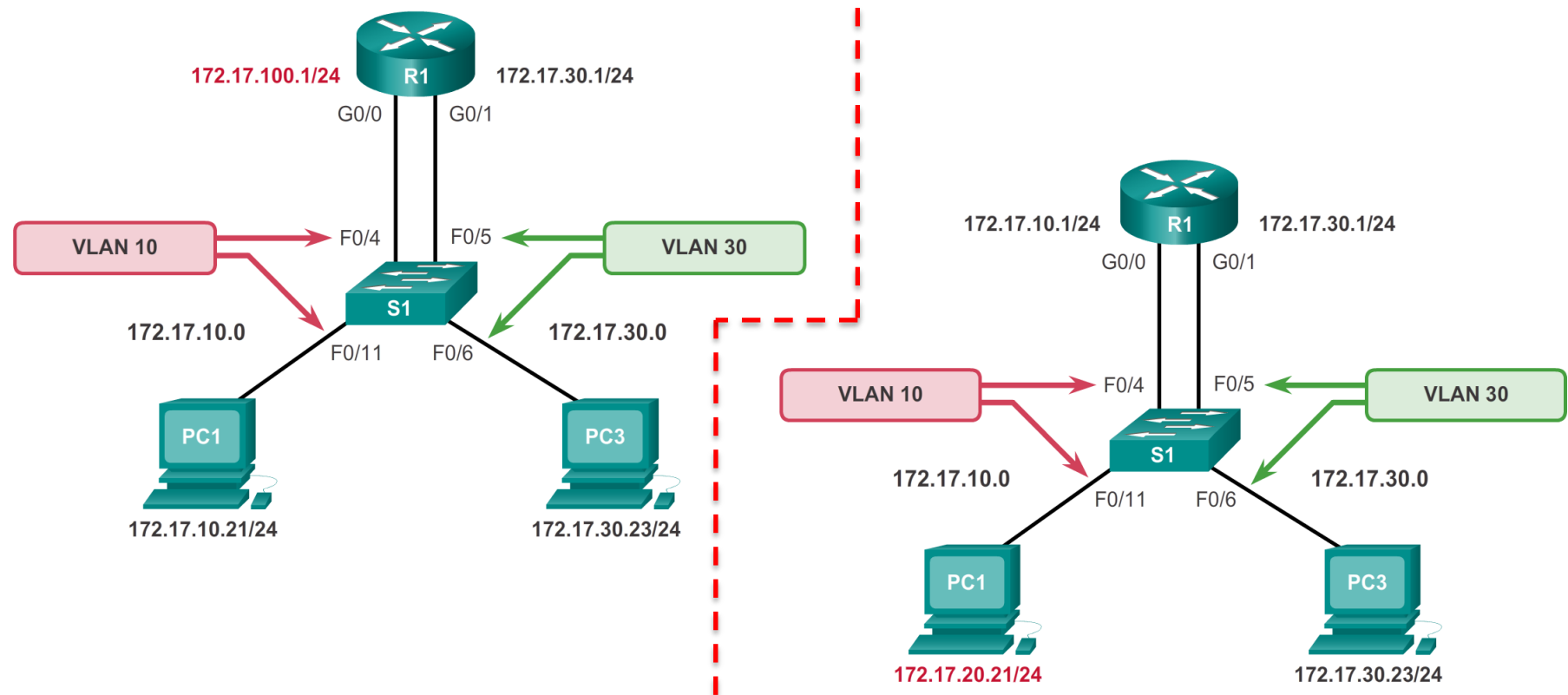
```
ip address 172.17.10.1 255.255.255.0
```

```
!
```

```
interface GigabitEthernet0/0.30
```

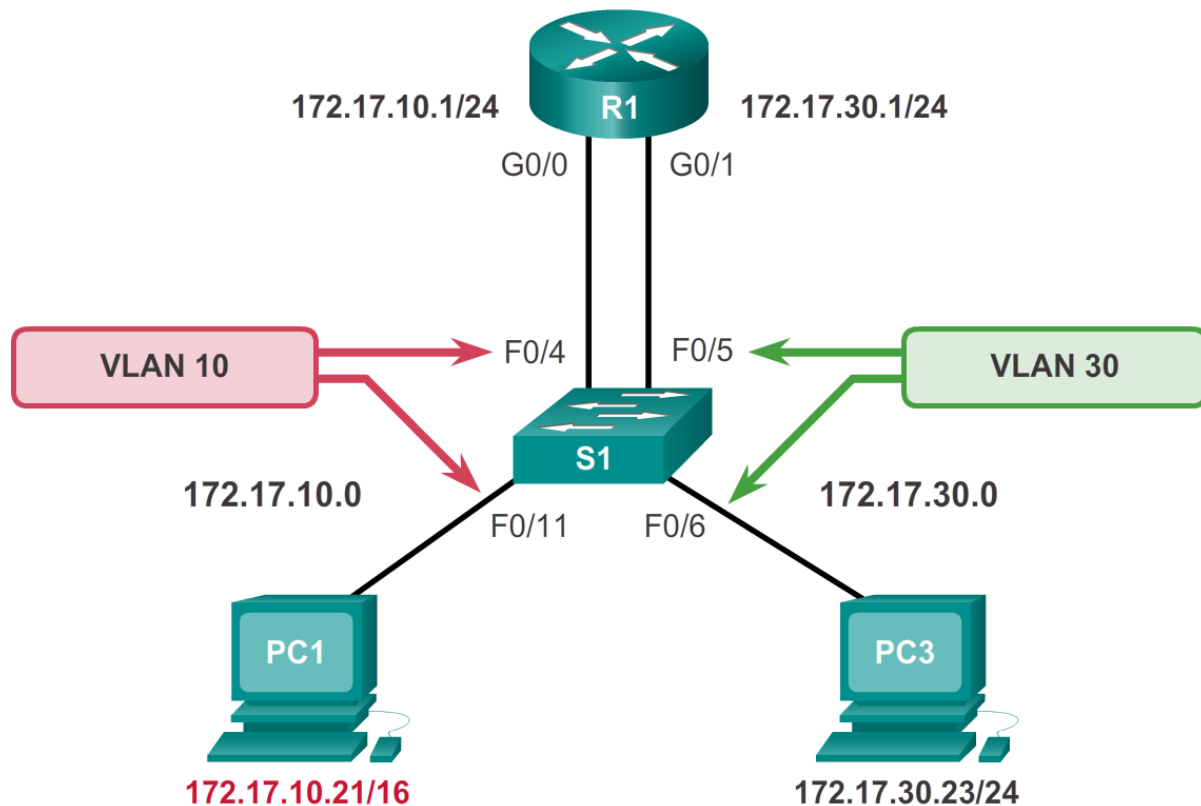
VLAN间路由故障排除

# IP 地址和子网掩码错误





# IP 地址和子网掩码错误



# 检验 IP 地址和子网掩码配置问题

```
R1# show run
Building configuration...
<output omitted>
!
interface GigabitEthernet0/0
  no ip address
  duplex auto
  speed auto
!
interface GigabitEthernet0/0.10
  encapsulation dot1Q 10
  ip address 172.17.20.1 255.255.255.0
!
interface GigabitEthernet0/0.30
<output omitted>
R1#
R1# show ip interface
<output omitted>
GigabitEthernet0/0.10 is up, line protocol is up
  Internet address is 172.17.20.1/24
  Broadcast address is 255.255.255.255
<output omitted>
R1#
```

Packet Tracer PC Command Line 1.0

```
PC1> ip config
Invalid Command.
```

```
PC1> ipconfig
```

```
IP Address.....: 172.17.20.21
Subnet Mask.....: 255.255.255.0
Default Gateway.....: 172.17.10.1
```

```
PC1>
```

This PC1 should be in the VLAN 10 subnet  
So this should be: 172.17.10.21 with a subnet mask  
of 255.255.255.0

# 总结

本章描述并解释了以下概念：

- VLAN 间路由是在不同 VLAN 之间，使用专用路由器或多层交换机路由流量的过程。
- 传统、单臂路由器以及多层交换 VLAN 间路由。
- 第 3 层交换、SVI 和路由端口。
- 如何使用路由器或第 3 层交换机对 VLAN 间路由进行故障排除。
- 常见错误包括 VLAN、中继、第 3 层接口和 IP 地址配置。

# 4.5 - 单元练习与测验

# Packet Tracer – VLAN 间路由的挑战

在这个 Packet Tracer 练习中，您需要展示并且强化自己实施 VLAN 间路由的能力，包括配置 IP 地址、VLAN、中继和子接口。

# 实验 — 实施 VLAN 间路由

在本实验中，您将完成以下目标：

- 第 1 部分：建立网络并配置设备的基本设置
- 第 2 部分：创建 VLAN 并分配交换机端口
- 第 3 部分：在交换机之间配置一条802.1Q干道
- 第 4 部分：在 S1 交换机上配置 VLAN 间路由
- 第 5 部分：验证 VLAN 间路由是否正常工作

## 在这个模块中我学到了什么？

- VLAN 间路由是一个把网络流量从一个 VLAN 转发到另一个 VLAN 的过程。
- 三种可选项包括、传统方案、单臂路由器方案和使用 SVI 的第 3 层交换机方案。
- 要给交换机配置 VLAN 和中继，需要完成以下步骤：创建并命名 VLAN、创建管理接口、配置接入端口并配置中继端口。
- 单臂路由器的方法需要给每个可路由的 VLAN 都配置一个子接口。子接口是使用全局配置模式命令 **interface interface\_id subinterface\_id** 创建的。
- 要实现路由，各路由器子接口需分配相应子网上的 IP 地址。在创建好所有子接口后，必须使用接口配置命令 **no shutdown** 来启动这个物理接口。
- 企业园区局域网会使用第 3 层交换机来提供 VLAN 间路由。第 3 层交换机会使用基于硬件的交换来达到比路由器更高的数据包处理速率。
- 第 3 层交换机的功能包括能够使用多个交换虚拟接口 (SVI)，并且把第 2 层交换机端口转换为第 3 层接口，来把流量从一个 VLAN 路由到另一个 VLAN。
- 要提供 VLAN 间路由，第 3 层交换机需要使用 SVI。在配置 SVI 时，需要使用在第 2 层交换机上创建管理 SVI 时使用的 **interface vlan vlan-id** 命令进行配置。

## 在这个模块中我学到了什么？(续)

- 要给交换机配置 VLAN 和中继, 需要完成以下步骤: 创建 VLAN、创建 SVI VLAN 接口、配置接入端口并启用 IP 路由转发。
- 要在第 3 层交换机上启用路由转发, 必须配置一个路由端口。要在第 3 层交换机上创建路由端口, 需要禁用连接第 3 层设备的那个第 2 层端口的交换机端口特性。这个接口上可以配置 IPv4 来连接到一台路由器或者另一台第 3 层交换机。
- 要配置第 3 层交换机, 让它使用路由器进行路由, 需要执行以下步骤: 配置路由端口、启用路由转发、配置路由、验证路由并验证连通性。
- VLAN 间配置无法正常工作的理由有很多。所有这些都与连通性问题有关, 例如缺失 VLAN、交换机中继端口问题、交换机接入端口问题和路由器配置问题。
- 如果没有创建 VLAN, VLAN 被意外删除, 或者干道链路上没有放行这个 VLAN, 都可能导致缺少 VLAN 的问题。
- VLAN 间路由的另一个问题包括交换机端口配置错误。
- 在传统的 VLAN 间路由解决方案中, 当建立连接的那个路由器没有划分到正确 VLAN 中时, 可能就会产生交换机端口错误配置的问题。



## 在这个模块中我学到了什么？(续)

- 在单臂路由器解决方案中，最常见的问题是中继端口配置错误。
- 如果怀疑交换机接入端口配置存在问题，可以使用 **ping** 和 **show interfaces interface-id switchport** 命令来判断问题的原因。
- 单臂路由器的路由器配置问题往往和子接口配置错误有关。使用命令 **show ip interface brief** 验证子接口的状态。

