

# 配置检验Catalyst 9000交换机上的QinQ和L2PT故障排除

## 目录

---

[简介](#)

[先决条件](#)

[要求](#)

[使用的组件](#)

[配置](#)

[网络图](#)

[验证](#)

[故障排除](#)

[其他调试命令](#)

[相关信息](#)

---

## 简介

本文档介绍如何在运行Cisco IOS® XE软件的Catalyst 9000系列交换机上配置802.1Q隧道(QinQ)和第2层协议隧道(L2PT)并对其进行验证和故障排除。

有关限制、限制、配置选项和注意事项的最新信息，以及与此功能相关的任何其他详细信息，请参阅思科正式发行说明和配置指南。

## 先决条件

### 要求

Cisco 建议您了解以下主题：

- Catalyst 9000系列交换机架构
- Cisco IOS XE软件架构
- 虚拟局域网(VLAN)、VLAN中继和IEEE 802.1Q封装
- 第2层协议，例如思科发现协议(CDP)、链路层发现协议(LLDP)、生成树协议(STP)、链路汇聚控制协议(LACP)和端口汇聚协议(PAgP)。
- QinQ隧道、选择性QinQ隧道和第2层协议隧道(L2PT)的基础知识
- 交换端口分析器(SPAN)和嵌入式数据包捕获(EPC)

### 使用的组件

本文档中的信息基于下列硬件和软件版本：

- 采用Cisco IOS XE 17.3.3的Cisco Catalyst C9500-12Q

本文档中的信息都是基于特定实验室环境中的设备编写的。本文档中使用的所有设备最初均采用原始（默认）配置。如果您的网络处于活动状态，请确保您了解所有命令的潜在影响。

## 相关产品

本文档也可用于以下硬件和软件版本：

- 采用Cisco IOS XE软件的Catalyst 3650和3850系列交换机
- 采用Cisco IOS XE软件的Catalyst 9200、9300、9400和9600系列交换机

## 配置

本部分介绍在Catalyst 9000交换机上部署IEEE 802.1Q隧道(QinQ)的基本拓扑，以及每个Catalyst交换机的配置示例。

## 网络图

在显示的拓扑中有两个站点，站点A和站点B，这两个站点通过服务提供商交换网络物理分离，其中使用了服务虚拟LAN(SVLAN)1010。提供商边缘(PE)交换机ProvSwitchA和ProvSwitchB分别向提供商网络授予对站点A和站点B的访问权限。站点A和站点B使用客户VLAN(CVLAN)10、20和30，并要求这些VLAN在第2层(L2)进行扩展。站点A通过客户边缘(CE)交换机CusSwitchA连接到提供商网络，站点B通过CE交换机CusSwitchB连接到提供商网络。

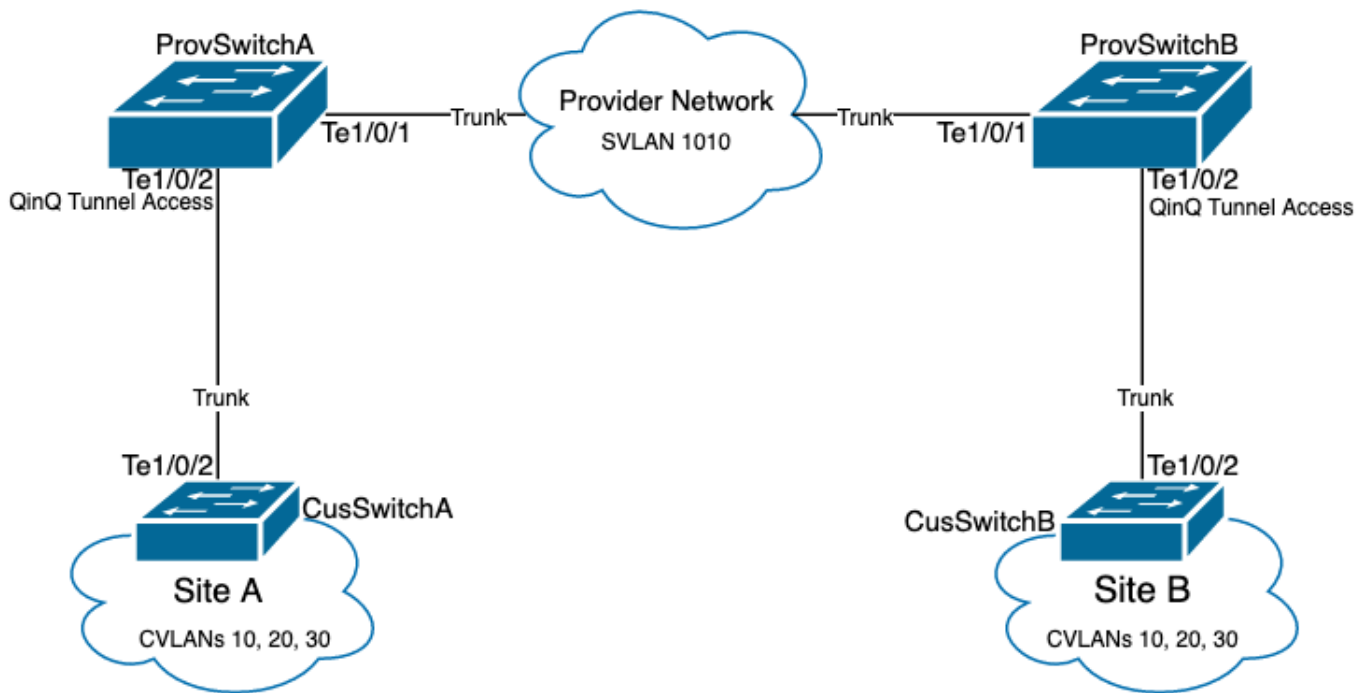
站点A将使用CVLAN的IEEE 802.1Q标记（也称为内部标记）的流量发送到PE交换机ProvSwitchA（充当QinQ隧道接入）。ProvSwitchA将收到的流量转发到提供商交换网络，该网络使用SVLAN的第二个IEEE 802.1Q标记（也称为外部标记或Metro标记，添加在CVLAN 802.1Q标记之上）。此过程也称为VLAN堆栈，本示例展示了一个2标记的VLAN堆栈。双标记流量仅根据SVLAN媒体访问控制(MAC)表信息由提供商网络中的L2转发。一旦双标记流量到达QinQ隧道的远端，同样充当QinQ隧道接入的远程PE交换机ProvSwitchB从流量中去除SVLAN标记，然后将其转发到仅使用CVLAN 802.1Q标记标记的站点B，从而实现跨远程站点的VLAN的第2层扩展。还实施了L2协议隧道以在CE交换机CusSwitchA和CusSwitchB之间交换思科发现协议(CDP)帧。

当流量从站点B转发到站点A时，将发生相同的过程，PE交换机ProvSwitchB的配置、验证和故障排除步骤同样适用。假设提供商交换机网络和客户站点内的所有其他设备仅配置了access/trunk命令，并且不执行任何QinQ功能。

本示例假设在QinQ隧道接入交换机中仅收到一个802.1Q标记的流量，但是，收到的流量可能具有零个或多个802.1Q标记。SVLAN标记会添加到收到的VLAN堆栈。设备不需要额外的QinQ、VLAN和TRUNK配置来支持具有零个或多个802.1Q标记的流量，但是，必须更改设备上的最大传输单元(MTU)以支持添加到流量的额外字节（故障排除部分中介绍的其他详细信息）。

有关IEEE 802.1Q隧道的其他信息在带有Cisco IOS XE Amsterdam-17.3.x的Catalyst 9500的第2层配置指南文档中提供：

[https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst9500/software/release/17-3/configuration\\_guide/lyr2/b\\_173\\_lyr2\\_9500\\_cg/configuring\\_ieee\\_802\\_1q\\_tunneling.html](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst9500/software/release/17-3/configuration_guide/lyr2/b_173_lyr2_9500_cg/configuring_ieee_802_1q_tunneling.html)



ProvSwitchA ( QinQ隧道PE设备 ) 上的配置 :

```

!
version 17.3
!
hostname ProvSwitchA
!
vtp domain QinQ
vtp mode transparent
!
vlan dot1q tag native
!
vlan 1010
 name QinQ-VLAN
!
interface TenGigabitEthernet1/0/1
 switchport trunk allowed vlan 1010
 switchport mode trunk
!
interface TenGigabitEthernet1/0/2
 switchport access vlan 1010
 switchport mode dot1q-tunnel
 no cdp enable
 l2protocol-tunnel cdp
!

```

ProvSwitchB ( QinQ隧道PE设备 ) 上的配置 :

<#root>

```

!
version 17.3

```

```
!  
hostname ProvSwitchB  
!  
vtp domain QinQ  
vtp mode transparent  
!  
vlan dot1q tag native  
!  
vlan 1010  
  name QinQ-VLAN  
!  
interface TeGigabitEthernet1/0/1  
  switchport trunk allowed vlan 1010  
  switchport mode trunk  
!  
interface TeGigabitEthernet1/0/2  
  switchport access vlan 1010  
  switchport mode dot1q-tunnel  
  no cdp enable  
  l2protocol-tunnel cdp  
  
!
```

CusSwitchA ( CE设备 ) 上的配置 :

```
!  
version 17.3  
!  
hostname CusSwitchA  
!  
vtp domain SiteA  
vtp mode transparent  
!  
vlan dot1q tag native  
!  
vlan 10  
  name Data  
!  
vlan 20  
  name Voice  
!  
vlan 30  
  name Mgmt  
!  
interface TenGigabitEthernet1/0/2  
  switchport trunk allowed vlan 10,20,30  
  switchport mode trunk  
!
```

CusSwitchB ( CE设备 ) 上的配置 :

```
!
```

```

version 17.3
!
hostname CusSwitchB
!
vtp domain SiteB
vtp mode transparent
!
vlan dot1q tag native
!
vlan 10
  name Data
!
vlan 20
  name Voice
!
vlan 30
  name Mgmt
!
interface TenGigabitEthernet1/0/2
switchport trunk allowed vlan 10,20,30
switchport mode trunk
!

```

请注意，提供商设备中未定义CVLAN，CE交换机上也未定义SVLAN。提供商设备仅根据SVLAN转发流量，不考虑任何转发决策的CVLAN信息，因此提供商设备不需要知道在QinQ隧道访问中收到哪些VLAN（除非使用选择性QinQ）。这也意味着用于CVLAN标记的相同VLAN ID可用于提供商交换网络中的流量，反之亦然。如果出现这种情况，建议在全局配置模式下配置vlan dot1q tag native，以防止任何数据包丢失或流量泄漏问题。默认情况下，vlan dot1q tag native在所有中继接口上启用802.1Q native VLAN标记，但可以在接口级别禁用此标记，不配置switchport trunk native vlan标记。

## 验证

QinQ隧道和L2PT的端口配置可以从思科IOS XE角度验证，也可以从转发特定应用集成电路(FWD-ASIC)角度验证，在此情况下会对Catalyst交换机进行转发决策。基本的Cisco IOS XE验证命令如下：

- show dot1q-tunnel — 列出配置为QinQ隧道访问的接口。

```
<#root>
```

```
ProvSwitchA# show dot1q-tunnel
```

```
dot1q-tunnel mode LAN Port(s)
```

```
-----
```

```
Te1/0/2
```

- show vlan id {svlan-number} — 显示分配给指定VLAN的接口。

<#root>

ProvSwitchA# show vlan id 1010

VLAN

Name	Status
------	--------

Ports

-----

1010

QinQ-VLAN	active
-----------	--------

Te1/0/1, Te1/0/2

- show interfaces trunk — 列出在中继模式下配置的接口。

<#root>

ProvSwitchA# show interfaces trunk

Port	Mode	Encapsulation	Status	Native vlan
Te1/0/1	on	802.1q	trunking	1

Port

Vlans allowed on trunk

Te1/0/1

1010

- show vlan dot1q tag native — 列出802.1Q native VLAN标记全局状态和配置为标记802.1Q native VLAN的中继接口。

<#root>

ProvSwitchA# show vlan dot1q tag native

dot1q native vlan tagging is enabled globally

Per Port Native Vlan Tagging State

-----

Port

Operational

Native VLAN

Mode

Tagging State

```

-----
Te1/0/1
    trunk
enabled

```

- show mac address-table vlan {svlan-number} — 显示在SVLAN中学习的MAC地址。从LAN设备获取的MAC地址在SVLAN中获取，与使用的CVLAN无关。

```

<#root>
ProvSwitchA#show mac address-table vlan 1010
    Mac Address Table
-----
Vlan

Mac Address
    Type
Ports
-----
1010    701f.539a.fe46
DYNAMIC
    Te1/0/2
Total Mac Addresses for this criterion: 3

```

- show l2-protocol tunnel — 显示为L2PT启用的接口和每个已启用的L2协议的计数器。

```

<#root>
ProvSwitchA#show l2protocol-tunnel
COS for Encapsulated Packets: 5
Drop Threshold for Encapsulated Packets: 0

Port                Protocol

Shutdown Drop

Encaps

Decaps

Drop

Threshold Threshold

```

Counter

Counter

Counter

-----  
Tel1/0/2                    cdp

90

97

0

- show cdp neighbor — 可以在CE交换机上运行，以确认它们可以通过CDP相互看到。


```
CusSwitcha#show cdp neighbors
```

```
Capability Codes: R - Router, T - Trans Bridge, B - Source Route Bridge  
S - Switch, H - Host, I - IGMP, r - Repeater, P - Phone,  
D - Remote, C - CVTA, M - Two-port Mac Relay
```

```
Device ID Local            Intrfce    Holdtme   Capability   Platform   Port ID  
CusSwitchB.cisco.com    Ten 1/0/2   145        S I            C9500-12   Ten 1/0/2
```

当通过命令行界面(CLI)将接口配置为QinQ隧道访问时，Cisco IOS XE会触发端口管理器(PM)进程，以指定模式和VLAN配置交换机端口。可使用show pm port interface {interface-name}命令在PM中检查交换机端口信息。

---

 **注意：**要运行PM命令，必须在全局配置模式上配置服务internal。此配置允许在CLI上运行其他平台和调试命令，并且对网络的功能没有影响。建议在PM验证完成后删除此命令。

---

<#root>

```
ProvSwitchA# show pm port interface TenGigabitEthernet1/0/2  
port 1/2   pd 0x7F9E317C3A48   swidb 0x7F9E30851320(switch)   sb 0x7F9E30852FE8
```

```
if_number = 2
```

```
  hw_if_index = 1   snmp_if_index = 2(2)   ptrunkgroup = 0(port)  
admin up(up)   line up(up)   operErr none  
port assigned mac address 00a3.d144.200a  
idb
```

```
port vlan id 1010
```

```
  default vlan id 1010  
speed: 10G   duplex: full   mode: tunnel   encap: native
```



```
flowcontrol receive: on flowcontrol send: off
```

```
sm(pm_port 1/2), running yes,
```

```
state dot1qtunnel
```

接口Te1/0/2分配的接口编号(if\_number)为2。这是接口标识符(IF-ID)，是标识特定端口的内部值。也可以使用show platform software pm-port switch 1 R0 interface {IF-ID}命令在PM上验证交换机端口配置。

<#root>

```
ProvSwitchA# show platform software pm-port switch 1 R0 interface 2  
PM PORT Data:
```

Intf

PORT

DEFAULT

NATIVE ALLOW

MODE

PORT PORT

ID

ENABLE

VLAN

VLAN	NATIVE	DUPLEX	SPEED
------	--------	--------	-------

-----  
2

TRUE

1010

1010	TRUE		
------	------	--	--

tunnel

full	unknown		
------	---------	--	--

一旦PM应用交换机端口配置，PM就会将端口信息中继到转发引擎驱动程序(FED)，以便相应地编程专用集成电路(ASIC)。

在FED中，可以使用show platform software feed switch {switch-number} port if\_id {IF-ID}命令检查端口，以确认它们已编程为QinQ隧道接入端口：

<#root>

```
ProvSwitchA# show platform software fed switch 1 port if_id 2
FED PM SUB PORT Data :
```

```
if_id = 2
```

```
if_name = TenGigabitEthernet1/0/2
```

```
enable: true
speed: 10Gbps
operational speed: 10Gbps
duplex: full
operational duplex: full
flowctrl: on
link state: UP
```

```
defaultVlan: 1010
```

```
port_state: Fed PM port ready
```

```
mode: tunnel
```

与接入模式下的交换机端口不同（交换机端口只接收未标记的流量），802.1Q隧道模式下配置的交换机端口也接受802.1Q标记的流量。FED在QinQ隧道接入端口的端口上允许此功能，这可以通过show platform software fed switch {switch-number} ifm if-id {IF-ID}进行确认：

```
<#root>
```

```
C9500-12Q-PE1# show platform software fed switch 1 ifm if-id 2
```

```
Interface Name      :
```

```
TenGigabitEthernet1/0/2
```

```
Interface State      : Enabled
Interface Type       : ETHER
  Port Type          : SWITCH PORT
  Port Location      : LOCAL
  Port Information
  Type ..... [Layer2]
  Identifier ..... [0x9]
  Slot ..... [1]
  Port Physical Subblock
    Asic Instance .... [0 (A:0,C:0)]
    Speed ..... [10GB]
```

```
PORT_LE ..... [0x7fa164777618]
```

```
  Port L2 Subblock
    Enabled ..... [Yes]
```

```
Allow dot1q ..... [Yes]
```

```
  Allow native ..... [Yes]
```

```
Default VLAN ..... [1010]

    Allow priority tag ... [Yes]
    Allow unknown unicast [Yes]
    Allow unknown multicast[Yes]
    Allow unknown broadcast[Yes]
```

FED还提供一个十六进制格式的句柄值，称为端口逻辑实体（端口LE）。端口LE是指向在转发ASIC(fwd-asic)中编程的端口信息的指针。show platform hardware fed switch 1 fwd-asic abstraction print-resource-handle {Port-LE-handle} 1命令显示端口上在ASIC级别启用的不同功能：

<#root>

```
C9500-12Q-PE1# show platform hardware fed switch 1 fwd-asic abstraction print-resource-handle 0x7f79548
```

```
Detailed Resource Information (ASIC_INSTANCE# 0)
```

```
-----
LEAD_PORT_ALLOW_BROADCAST value 1 Pass
```

```
LEAD_PORT_ALLOW_DOT1Q_TAGGED value 1 Pass
```

```
LEAD_PORT_ALLOW_MULTICAST value 1 Pass
```

```
LEAD_PORT_ALLOW_NATIVE value 1 Pass
```

```
LEAD_PORT_ALLOW_UNICAST value 1 Pass
```

```
LEAD_PORT_ALLOW_UNKNOWN_UNICAST value 1 Pass;
```

```
LEAD_PORT_SEL_QINQ_ENABLED value 0 Pass
```


```
LEAD_PORT_DEFAULT_VLAN value 1010 Pass
```

此输出在ASIC级别确认QinQ隧道接入交换机端口配置为允许来自LAN的无标记流量和802.1Q标记流量，并指定SVLAN 1010在提供商交换网络中转发。请注意，未设置LEAD\_PORT\_SEL\_QINQ\_ENABLED字段。此位只为选择性QinQ配置设置，而不为传统QinQ隧道配置设置（如本文档所述）。

## 故障排除

本部分提供排除配置故障可以遵循的步骤。排除802.1Q隧道中的流量问题最有用的工具是交换端口分析器(SPAN)。SPAN捕获可用于验证从LAN收到的CVLAN的802.1Q标记和添加到QinQ隧道访问设备中的SVLAN。

---

 **注意：**嵌入式数据包捕获(EPC)也可用于捕获802.1Q隧道环境中的流量。但是，使用EPC进行出口数据包捕获发生在流量使用IEEE 802.1Q标记之前（在出口方向的端口级别上发生802.1Q标记插入）。因此，提供商边缘设备的上行链路中继上的出口EPC无法显示提供商交换网络中使用的SVLAN标记。使用EPC收集双标记流量的选项是在邻居提供程序设备上使用入口EPC捕获流量。

有关EPC的其他信息，请参阅带有Cisco IOS XE Amsterdam-17.3.x的Catalyst 9500交换机的网络管理配置指南：

---



[https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst9500/software/release/17-3/configuration\\_guide/nmgmt/b\\_173\\_nmgmt\\_9500\\_cg/configuring\\_packet\\_capture.html](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst9500/software/release/17-3/configuration_guide/nmgmt/b_173_nmgmt_9500_cg/configuring_packet_capture.html)

要将SPAN配置为使用802.1Q标记捕获流量，必须配置monitor session {session-number} destination interface {interface-name} encapsulation replicate命令。如果未配置encapsulation replicate关键字，则使用SPAN镜像的流量可能包含不正确的802.1Q标记信息。有关SPAN配置的示例，请参阅配置部分。

有关SPAN的其他信息，请参阅带有Cisco IOS XE Amsterdam-17.3.x的Catalyst 9500交换机的网络管理配置指南

[https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst9500/software/release/17-3/configuration\\_guide/nmgmt/b\\_173\\_nmgmt\\_9500\\_cg/configuring\\_span\\_and\\_rspan.html](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst9500/software/release/17-3/configuration_guide/nmgmt/b_173_nmgmt_9500_cg/configuring_span_and_rspan.html)

ProvSwitchA上的SPAN配置示例：


```
!  
monitor session 1 source interface Te1/0/1 , Te1/0/2  
monitor session 1 destination interface Te1/0/3 encapsulation replicate  
!
```

在网络分析器设备中，可以检查收到的镜像流量，以确认QinQ隧道访问入口中是否存在CVLAN 10:

```
> Frame 29: 118 bytes on wire (944 bits), 118 bytes captured (944 bits) on interface 0  
v Ethernet II, Src: Cisco_9a:fe:46 (70:1f:53:9a:fe:46), Dst: ca:fe:ca:fe:ca:fe (ca:fe:ca:fe:ca:fe)  
  > Destination: ca:fe:ca:fe:ca:fe (ca:fe:ca:fe:ca:fe)  
  > Source: Cisco_9a:fe:46 (70:1f:53:9a:fe:46)  
    Type: 802.1Q Virtual LAN (0x8100)  
v 802.1Q Virtual LAN, PRI: 0, DEI: 0, ID: 10  
  000. .... .... = Priority: Best Effort (default) (0)  
  ...0 .... .... = DEI: Ineligible  
  .... 0000 0000 1010 = ID: 10  
    Type: IPv4 (0x0800)  
> Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.10.1, Dst: 192.168.10.2  
> Internet Control Message Protocol
```

同样，在连接到提供商交换网络的接口中继中，在出口方向可以确认CVLAN 10和SVLAN 1010的存在。

```
> Frame 30: 122 bytes on wire (976 bits), 122 bytes captured (976 bits) on interface 0
√ Ethernet II, Src: Cisco_9a:fe:46 (70:1f:53:9a:fe:46), Dst: ca:fe:ca:fe:ca:fe (ca:fe:ca:fe:ca:fe)
  > Destination: ca:fe:ca:fe:ca:fe (ca:fe:ca:fe:ca:fe)
  > Source: Cisco_9a:fe:46 (70:1f:53:9a:fe:46)
  Type: 802.1Q Virtual LAN (0x8100)
√ 802.1Q Virtual LAN, PRI: 0, DEI: 0, ID: 1010
  000. .... .... = Priority: Best Effort (default) (0)
  ...0 .... .... = DEI: Ineligible
  .... 0011 1111 0010 = ID: 1010
  Type: 802.1Q Virtual LAN (0x8100)
√ 802.1Q Virtual LAN, PRI: 0, DEI: 0, ID: 10
  000. .... .... = Priority: Best Effort (default) (0)
  ...0 .... .... = DEI: Ineligible
  .... 0000 0000 1010 = ID: 10
  Type: IPv4 (0x0800)
> Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.10.1, Dst: 192.168.10.2
> Internet Control Message Protocol
```

 注意：网络分析器上的某些网络接口卡(NIC)可以删除所接收已标记流量的802.1Q标记。请与网络接口卡供应商联系，获取有关如何维护已接收帧上的802.1Q标记的特定信息。

如果怀疑QinQ交换网络中的流量丢失，请考虑以下事项：

- 中继接口上的默认最大传输单位(MTU)为1522字节。这表示IP MTU为1500，以太网报头帧为18个字节，一个802.1Q标记为4个字节。所有提供商和提供商边缘设备中配置的MTU必须对VLAN堆栈中添加的每个802.1Q标记额外包含4个字节。例如，对于2标记VLAN堆栈，必须配置1504的MTU。对于3标记VLAN堆栈，必须配置MTU 1508，以此类推。有关MTU配置详细信息，请参阅带有Cisco IOS XE Amsterdam-17.3.x的Catalyst 9500的接口和硬件组件配置指南：[https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst9500/software/release/17-3/configuration\\_guide/int\\_hw/b\\_173\\_int\\_and\\_hw\\_9500\\_cg/configuring\\_system\\_mtu.html](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst9500/software/release/17-3/configuration_guide/int_hw/b_173_int_and_hw_9500_cg/configuring_system_mtu.html)
- 不支持在802.1Q隧道内的设备上传输到CPU的流量。在802.1Q环境中，需要流量检查的功能可能导致数据包丢失或数据包泄漏。这些功能的示例包括DHCP流量的DHCP监听、IGMP流量的IGMP监听、MLD流量的MLD监听和ARP流量的动态ARP检测。建议禁用用于通过提供商交换网络传输流量的SVLAN上的这些功能。

## 其他调试命令

 注意：使用[debug命令之前](#)，请参阅有关Debug命令的重要信息。

- debug pm port — 显示端口管理器(PM)端口转换和编程模式。用于调试QinQ端口配置状态。

## 相关信息

- [Catalyst 9300交换机 — 配置IEEE 802.1Q隧道](#)
- [Catalyst 9300交换机 — 配置第2层协议隧道](#)
- [Catalyst 9300交换机 — 配置以太网通道](#)
- [技术支持和文档 - Cisco Systems](#)

## 关于此翻译

思科采用人工翻译与机器翻译相结合的方式将此文档翻译成不同语言，希望全球的用户都能通过各自的语言得到支持性的内容。

请注意：即使是最好的机器翻译，其准确度也不及专业翻译人员的水平。

Cisco Systems, Inc. 对于翻译的准确性不承担任何责任，并建议您总是参考英文原始文档（已提供链接）。