

在Cisco IE 4000交换机上安装Cisco IOS软件TSN支持

更新： 九月11，2018

本章：关于时间敏感型网络

本章内容

\\about Time-Sensitive Networking

\\about Time Sensitive Networking

\\ Shared Concept of Time

\\TSN System Components

\\Overview of Cisco TSN Solution

\\CNC to TSN Bridge Control Plane

\\Progress of TSN Flows

\\Progress of TSN Flows

- 关于时间敏感网络
- 共同的时间观念
- TSN系统组件
- 思科TSN解决方案概述
- CNC到TSN桥控制平面
- TSN流的入口
- TSN流的出口

关于时间敏感网络

什么是时间敏感网络（TSN）？TSN以其最简单的形式是IEEE 802.1Q定义的标准技术，用于在标准以太网上提供确定性消息传递。TSN技术是集中管理的，并为需要确定性的那些实时应用程序提供时间安排，从而保证了交付并最大程度地减少了抖动。

TSN是第2层技术。IEEE 802.1Q标准在OSI层2上运行。TSN是以太网标准，而不是Internet协议标准。TSN桥做出的转发决定使用以太网报头内容，而不是IP地址。以太网帧的有效载荷可以是任何东西，并且不限于Internet协议。这意味着TSN可以在使用标准以太网的任何环境中使用，并且可以承载任何工业应用或协议的有效负载。

隐含的要求那些实现TSN的网络设备（终端设备和网桥）共享共同的时间感。精确时间协议（PTP）用于维持时间的常识。选择用于TSN的PTP配置文件是IEEE 802.1AS和IEEE 802.1ASRev。

共同的时间观念

提供确定性的关键是时间的共享概念。TSN需要所有网络元素（终端设备和网桥）实施802.1AS（以及将来的802.1ASRev）。802.1AS PTP配置文件允许所有TSN网络元素共享相同的时间概念。

802.1Qbv对于提供TSN帧的按时交付至关重要。Qbv定义了一种按时间表发送某些TSN以太网帧的方法，同时允许尽最大努力在TSN帧周围发送非TSN以太网帧。因为所有网络元素都共享同一时间，所以实现Qbv的终端设备和网桥可以非常快速地交付关键通信，并且交付时不会出现明显的抖动。

IEEE 802.1Qcc专注于管理接口和协议的定义，以支持TSN网络管理。802.1Qcc是一个具有很多方面的大型规范。思科正在使用802.1Qcc中定义的集中式网络管理方法。

继续使用我们的网站，即表示

您承认使用cookie。

[隐私声明](#) | [更改设置](#)

- **TSN流**：用于描述终端设备之间时间紧迫的通信的术语。每个流都有网络设备必须遵守的严格时间要求。每个TSN流由网络设备唯一标识。
- **终端设备**：需要确定性通信的应用程序。这些也称为谈话者和听众。
- **桥接器**：也称为以太网交换机。对于TSN，这些是特殊的桥，能够按计划发送TSN流的以太网帧，并根据计划接收TSN流的以太网帧。
- **中央网络控制器（CNC）**：对于TSN，CNC充当需要确定性通信的应用程序的代理网络（TSN桥及其互连）。CNC定义了发送所有TSN帧的时间表。CNC应用程序由TSN桥的供应商提供。思科已经开发了一个CNC应用程序，用于控制其TSN的TSN桥。
- **集中用户配置（CUC）**：与CNC和终端设备通信的应用程序。CUC代表控制应用程序和终端设备。CUC向CNC请求确定性通信（TSN流量），并具有针对这些流量的特定要求。CUC是特定于供应商的应用程序。通常，TSN终端设备的供应商将为这些终端设备提供CUC。

思科TSN解决方案概述

思科在IE-4000产品系列上支持TSN。IE-4000的所有型号都支持TSN。从Cisco IOS®软件版本15.2（5）E2开始，可以使用TSN功能。IE-4000在数据路径中具有一个FPGA，使它们能够支持TSN。IE-4000充当TSN桥。IE-4000实现IEEE 802.1Qbv和IEEE 802.1AS。IE-4000在其以太网接口上支持数百个TSN流。

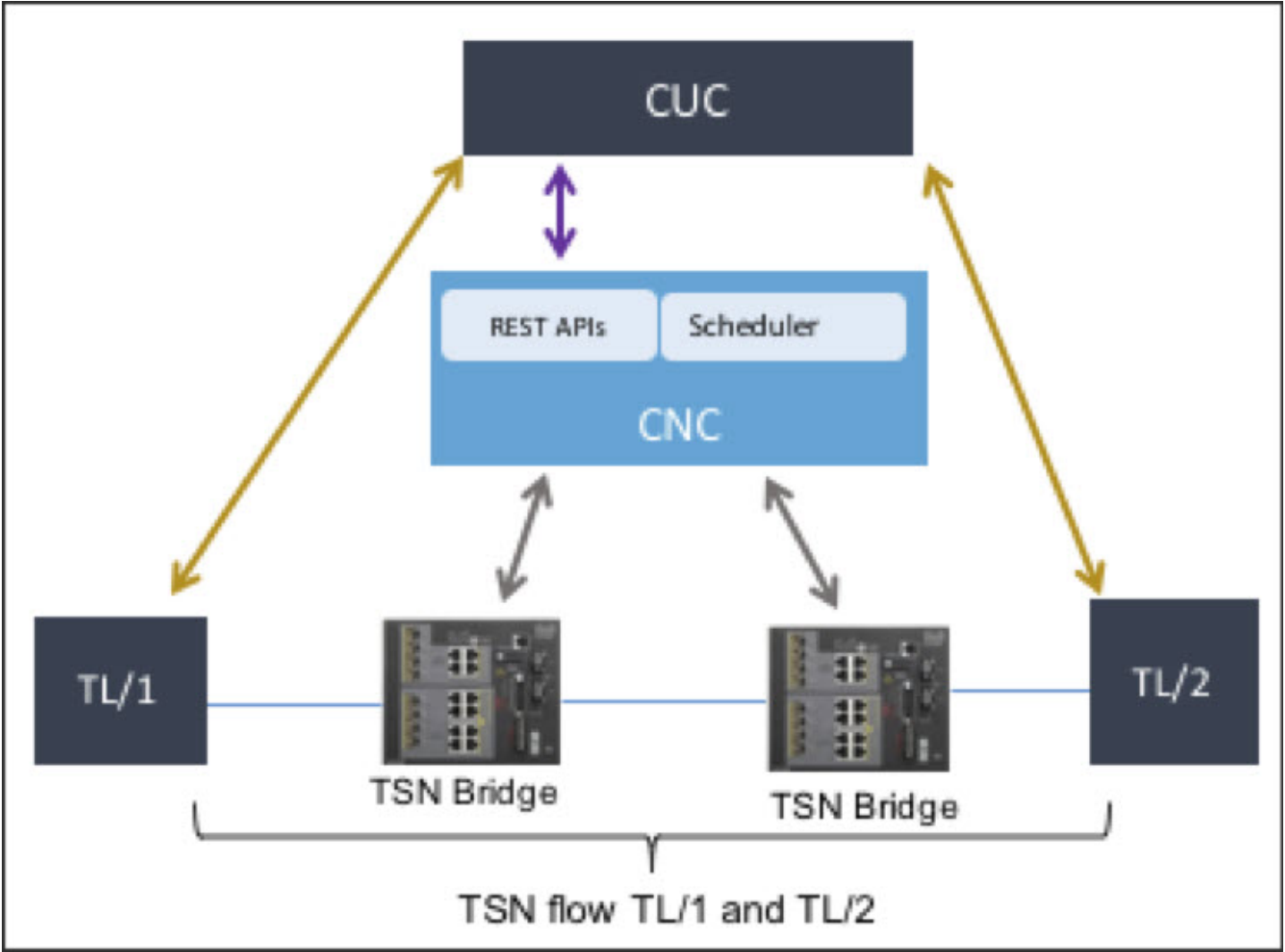
顾名思义，TSN中央网络控制器（CNC）控制网络中的TSN桥。CNC是在客户场所（而不是云）上运行的软件应用程序。CNC应用程序所在的硬件无关紧要，可以是任何东西。CNC有两个主要职责。首先，它负责确定路由并调度通过桥接网络的TSN流。其次，它负责为TSN操作配置TSN桥。

CNC与CUC通信以接收网络必须提供的通信要求。CNC汇总所有请求，找出每个通信请求的最佳路径，为每个TSN流调度端到端传输，最后将计算出的调度表传输到每个TSN桥。作为计划计算的一部分，CNC为每个TSN流提供唯一的标识符。TSN桥使用此唯一标识符将一个TSN流与另一个TSN流区分开。唯一标识符包括目标MAC地址，VLAN ID和CoS值。通过这三个项目，TSN桥可以识别TSN流并根据正确的调度表发送该流。

在图1中，您可以看到所有组件以及它们之间的关系。CUC使用REST API与CNC通信。CNC与CUC和TSN桥通信。CUC与发话者/听者终端设备进行通信。TSN桥接器在发话者和听者之间切换TSN流的以太网帧。

图1. TSN网络组件的示例拓扑

继续使用我们的网站，即表示
您承认使用cookie。
[隐私声明](#) | [更改设置](#)



定义了CUC和CNC之间的API，这些API可作为Cisco TSN文档的一部分使用。API提供了CUC所需的所有内容，以对网络中的TSN流进行完全编程。

图1显示了在对话者和听者可以开始交换TSN通信之前（例如：TSN流）在CUC和CNC之间发生的消息的控制平面通信线。

以下步骤是工作流的典型步骤，仅出于说明实体之间如何以及为何相互通信的目的进行描述。免责声明：这不是执行这些步骤的唯一顺序。

1. CUC启动物理拓扑发现

在成功计算时间表之前，CNC必须了解物理拓扑。工程师（通过CUC）将向CNC发起请求以发现物理拓扑。CNC使用LLDP和种子设备，遍历物理拓扑，发现每个设备及其连接方式。这包括支持LLDP的终端设备。

完成后，工程师（通过CUC）发出CNC请求，以返回发现的拓扑。如果他们选择的话，工程师此时可以验证CNC是否正确发现了拓扑。

2. CUC要求网络资源

由负责定义端到端通信的工程师执行。工程师确定哪个终端设备（通话器）必须与其他终端设备（监听器）通信。工程师负责识别所有侦听器，因为每个TSN流可以有多个侦听器。工程师还可以定义通信的延迟要求（例如，侦听器必须在传输开始后的500μs内接收到），将要发送的以太网数据包的最大大小以及其他相关性（例如，是否存在TSN流的顺序顺序）。

3. 计算时间表

继续使用我们的网站，即表示您承认使用cookie。
隐私声明 | 更改设置

求的请求，工程师（通过CUC）将发起一个请求，要求CNC计算时间知道物理拓扑，否则无法计算最终计划。步骤3取决于步骤1和2。

通常，网络工程师会希望在计划生效之前先查看计划并进行验证。工程师（通过CUC）要求CNC返回计算出的时间表的详细信息。这包括TSN流中涉及的每个设备的详细信息。详细信息包括终端设备和网桥配置TSN所需了解的所有内容：

- 每个TSN流的唯一标识符（目标MAC地址，VLAN，CoS）
- 每个跃点（通话者和网桥）的传输窗口的开始和结束
- 每一跳（侦听器 and 网桥）的接收窗口的开始和结束
- 计算的端到端延迟



注意 可以根据需要重复执行步骤1至4。

5. 分配时间表

满足时间表的要求，工程师（通过CUC）向CNC发出了将计算的时间表分发到TSN桥的请求。CUC也将为TSN流的说话者和收听者编程。说话者应按照时间表发送每个TSN流。

6. 验证TSN网桥上的计划分配

此步骤是可选的。在进行故障排除的情况下，用户可以登录到TSN桥以验证TSN流的调度。

CNC到TSN桥控制平面

CNC和TSN桥有两次通信。当CNC发现物理网络时，以及CNC分发计算的时间表时。CNC和TSN桥通过第3层IP连接连接。他们不必位于同一子网中，即使这种情况经常发生。

1. 网络发现

CNC分发之前，必须先进行发现。CNC必须知道在哪里分发以及如何计算时间表。在CNC确切知道所有讲话者和听者之间的连接方式之前，无法准确计算时间表。CNC发现网络正在对TSN桥上的LLDP表进行爬网。

CNC需要“种子”设备来开始发现。要从“种子”开始，管理员必须提供网桥的设备主机名和IP地址。从那里它将访问它可以找到的所有TSN桥和终端设备。为了使网络发现成功，每个TSN桥必须具有唯一的主机名。这意味着管理员必须将主机名从“Switch”更改为网络中唯一的名称。终端设备也应具有唯一的名称。

在TSN桥上使用IOS CLI命令“显示lldp邻居详细信息”来查看邻居及其详细信息。该命令的输出与CNC使用的信息相同。

CNC将使用Telnet登录到TSN桥。为了使此操作成功，需要配置登录密码，并且CNC必须知道它是什么。所有TSN桥都必须相同。默认情况下，CNC使用“admin”作为登录密码。除非在CNC上更改了登录密码，否则TSN桥也必须配置为“admin”。

2. 时间表分配

CNC成功计算了计划表之后，该计划表才被激活，直到将其分发到TSN桥。CNC和TSN桥具有第3层连接，以允许TSN桥接收计划。每个TSN桥都有自己与CNC的连接，每个桥都有自己的时间表。在每个TSN桥上，必须配置CNC的IP地址。

CNC每次成功计算时间表时，都会为该时间表生成一个ID。ID是一个4字节的十六进制值，该值对于每个计划都是唯一的。分发成功后，TSN Bridge将显示正在运行的计划ID。它应与CNC上的计划ID相匹配。

为了使时间表能够正常工作，TSN桥必须知道如何联系CNC以获得时间表。这需要在TSN桥上执行1行配置命令：
TSN_Bridge (config) # tsn cnc-server <CNC的IP地址>

要确认CNC正在与TSN桥接器通信，请使用命令“show tsn cnc”和“show tsn schedule”。

继续使用我们的网站，即表示

您承认使用cookie。

[隐私声明](#) | [更改设置](#)

ammed successfully

```
TSN_Bridge # show tsn cnc
CNC Connection Status
-----
Device name:          TSN_Bridge
CNC server:           2.1.28.16:4569
Last CNC Contact:     17:22:50  Fri May 5 2017
Last Good CNC Connection: 17:22:52  Fri May 5 2017
Current Schedule ID:  1492128178 - 0x58F011B2
```

IE4000上的数据平面仅与TSN流的入口和出口有关。一旦CNC将调度表分发到网桥，并且还向发话人和听者终端设备提供了它们的TSN流调度表，则焦点将转移到网络设备而不是CNC。

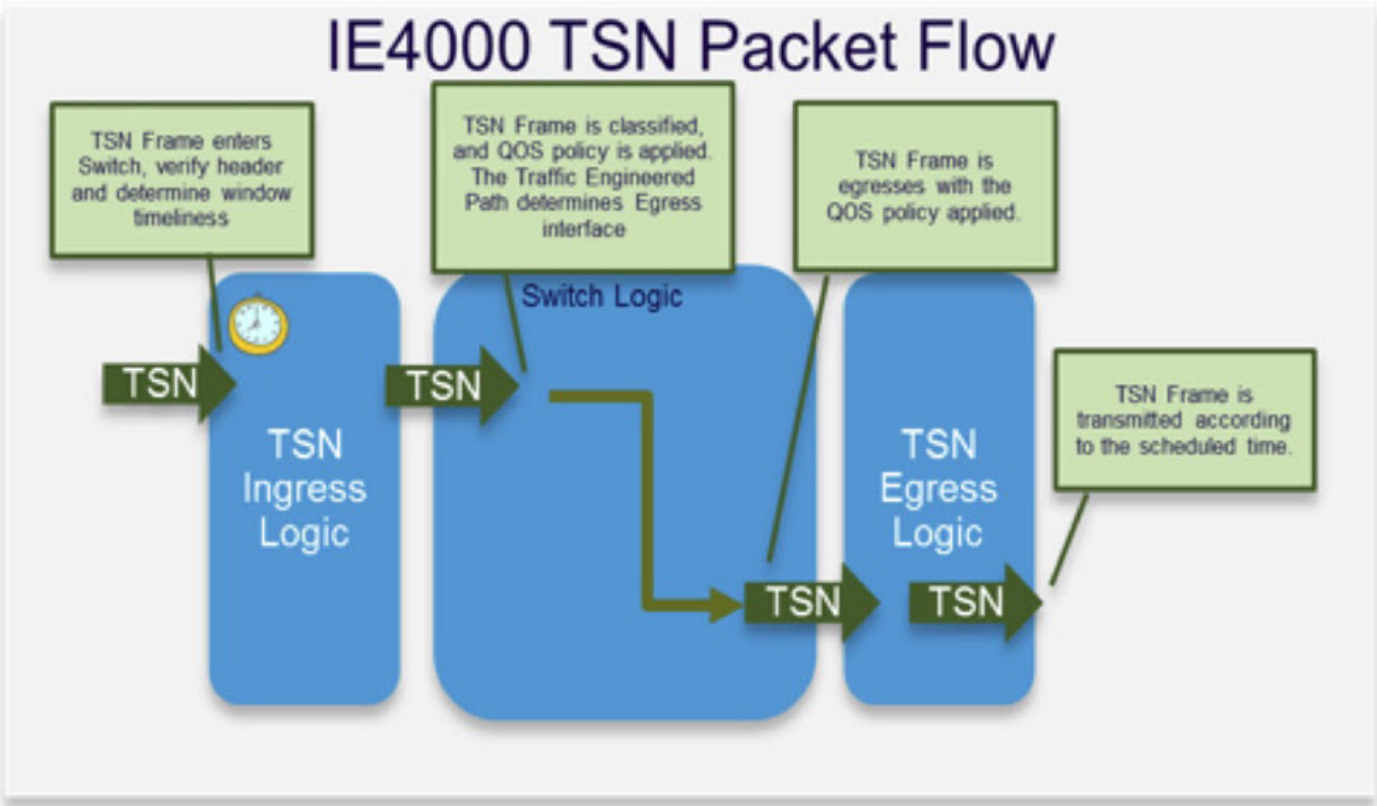
CNC仅在控制平面中。如果CNC断电或断开连接，则不会影响TSN流的运行。

每个TSN流都是通过桥接以太网网络进行流量工程设计的。CNC确定了转发路径，作为进度表计算的一部分。TSN根据CNC指示如何桥接前向TSN流。TSN桥不对TSN流使用MAC地址的动态学习。

用于TSN流的VLAN不运行生成树。强制在所有包含TSN流的VLAN上禁用生成树。如果TSN网桥在该接口上收到的VLAN以太网数据包不属于该接口的预期TSN流，则网桥将丢弃该数据包。TSN VLAN不应该具有广播数据包。所有TSN流在以太网头中都有vlan标记。TSN桥上预期要接收或发送TSN流的所有接口必须处于中继模式。在IE4000上，期望TSN流的接口会自动进入中继模式。TSN VLAN不能是以太网接口上的“访问” VLAN。

思科TSN桥接器在入口和出口使用服务策略，以确保TSN流在内部交换基础架构中获得适当的服务质量。TSN流使用高优先级队列来防止它们在出口拥塞期间被延迟。对于所有支持TSN流的接口，出于QOS的目的，将自动将入口和出口服务策略应用于该接口。

下图显示了Cisco TSN桥的硬件架构。这将有助于故障排除和监视TSN流。



要查看已为TSN桥调度的TSN流，有两个CLI命令可用于摘要视图和详细视图。

继续使用我们的网站，即表示
您承认使用cookie。
[隐私声明](#) | [更改设置](#)

	Status	Ingress	Egress
03E9	up	Gi1/5	Gi1/4
03EA	up	Gi1/4	Gi1/5


```
TSN_Bridge# show tsn flow details
Flow 1001
  Stream ID : flow1
  Stream Address : 0300.5EA0.03E9
  Frame Size : 64B
  Ingress Interface : Rx Schedule
    Gil/5: 13-26 (us)
  Egress Interface : TX Schedule
    Gil/4: 207-220 (us)
  Period cycle time : 1000 (us)
Flow 1002
  Stream ID : flow2
  Stream Address : 0300.5EA0.03EA
  Frame Size : 64B
  Ingress Interface : Rx Schedule
    Gil/4: 245-258 (us)
  Egress Interface : TX Schedule
    Gil/5: 283-295 (us)
  Period cycle time : 1000 (us)
```

TSN流的入口

进入TSN桥的所有流都具有预期的时间窗口。对于1000Mbps链路，此窗口约为13us；对于100Mbps链路，此窗口约为130us。10Mbps链路不支持TSN。Cisco TSN网桥能够确定给定的流是否准时进入（例如：在计划的窗口中）。对于每个TSN流，都会维护一个计数，以便提早，按时或晚进入。如果端到端TSN流有任何问题，并且这是根本原因，这很有用。对于TSN流未按时进入，一个可能的原因是发送器未与网络进行时钟同步。

使用命令“ show interface <interface id> tsn入口统计信息<flow id> ”查看每个tsn流的入口统计信息。接口和tsn流ID是必需的。

例：

```
TSN_Switch # show interface Gig1/4 tsn ingress stats 1002
```

	-----	Latest	-----	Accumulated
Unexpected	0		0	
In		254476		267372
Early		0		0
Late		0		9003

“输入”对预期窗口内接收到的流中的数据包进行计数。“最新”列在读取时清除，并显示自上次读取以来的计数。“已累积”列保留历史记录，除非进行明确的清除计数器操作，否则不会清除。

TSN流的出口

与入口相似，所有预期流出的TSN流在预期流出TSN桥时都具有预期的时间窗口。此接口是桥接到监听器还是桥接到侦听器终端设备都没有关系，直到需要时，Cisco TSN桥接器才传输TSN流的帧。这意味着TSN桥必须保持并延迟TSN帧。

可以使用“ show tsn flow details ” CLI命令查看出口窗口。

确认TSN流在出口上正常工作的最简单方法是查看每个流的出口计数。使用此命令查看每个流的出口计数： show interface <intf id> tsn flow-stats <flow id>。

继续使用我们的网站，即表示
您承认使用cookie。
[隐私声明](#) | [更改设置](#)