

配置 POS/APS 冗余

目录

[简介](#)

[先决条件](#)

[要求](#)

[使用的组件](#)

[规则](#)

[自动保护切换](#)

[APS 及相关命令](#)

[交换模式](#)

[双向模式 \(建议使用 \)](#)

[单向模式](#)

[基本情形](#)

[工作接口到ADM 的光纤出现故障](#)

[ADM 到工作接口的光纤出现故障 \(双向模式 \)](#)

[ADM 到工作接口的光纤出现故障 \(单向模式 \)](#)

[工作接口和 ADM 链路间的 Tx 和 Rx 光纤都出现故障](#)

[K1/K2 字节](#)

[配置APS](#)

[监控和维护APS](#)

[排除APS故障](#)

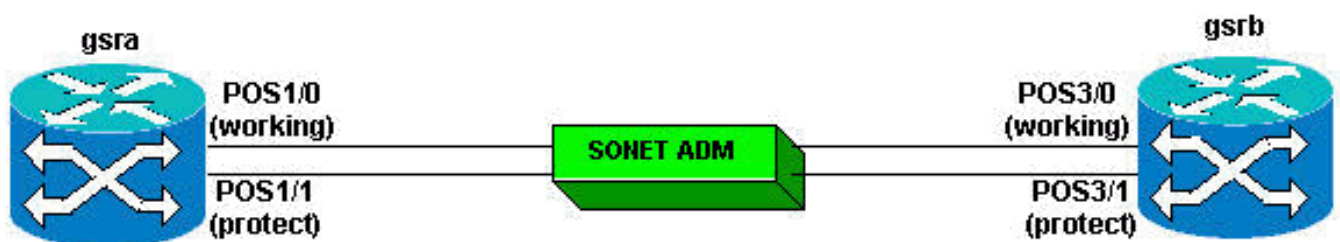
[相关信息](#)

简介

本文档讨论自动保护交换(APS)功能，并提供如何为SONET分组(POS)冗余配置APS的示例。

本文档使您能够了解APS的工作原理，并帮助您在思科路由器上配置和维护APS。图1中的网络拓扑是本文档的基础：

图1 — 网络拓扑



先决条件

要求

Cisco 建议您了解以下主题：

- 同步光纤网络(SONET)和POS技术。
- 思科路由器配置基础知识。

使用的组件

本文档中的信息基于以下软件和硬件版本：

- 思科IOS®软件版本12.0(10)S。
- Cisco 12000系列硬件平台。

Cisco 7500和12000系列硬件平台以及Cisco IOS软件版本12.2(5)及更高版本均支持APS功能。

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。如果您使用的是真实网络，请确保您已经了解所有命令的潜在影响。

规则

有关文档规则的详细信息，请参阅 [Cisco 技术提示规则](#)。

自动保护切换

APS功能提供冗余，并允许在发生电路故障时切换POS电路。APS的实施允许您配置一对SONET线路以实现线路冗余。当工作(W)接口发生故障时，保护(P)接口会迅速承担流量负载。如果发生光纤切断，活动线路将在60毫秒内自动切换到备用线路（10毫秒启动和50毫秒切换）。SONET APS在第1层(L1)执行切换。因此，切换比第2层(L2)或第3层(L3)快得多。

此功能使用的保护机制具有1+1架构，如Bellcore出版物TR-TSY-000253、SONET传输系统、通用标准第5.3节所述。SONET APS符合GR-253和ITU-T G.783。因此，SONET APS允许思科路由器与SONET分插复用器(ADM)无缝集成。此功能允许配置双向或单向交换，但默认是双向非可逆交换。

在APS 1+1架构中，每个冗余线对都由W接口和P接口组成。W和P接口连接到SONET ADM，SONET ADM向W和P接口发送相同的信号负载。W和P电路可以端接在同一适配器、线卡或两个不同路由器的两个端口。当出现信号故障(SF)或信号降级(SD)情况时，硬件从W线切换到P线。有个可逆的选项。在检测到SF情况时，硬件在修复W线之后以及经过配置的周期后自动切换回W线。带内保护组协议(PGP)实现W线和P线的协调。在不可恢复选项中，如果出现SF条件，硬件将切换到P线路，而不会自动恢复到W线路。

在P电路上，来自SONET帧的Line OverHead(LOH)的K1/K2字节指示APS连接的当前状态，并传达任何操作请求。连接的两端使用此信令信道来保持同步。W和P电路本身在其终止的路由器或路由器内通过独立通信信道（使用APS PGP）同步，与W和P电路隔离。此独立通道可以是不同的SONET连接、以太网或低带宽连接。在为APS配置的路由器中，P接口的配置包括具有W接口的路由器的IP地址（通常建议为环回地址）。

APS PGP在用户数据报协议(UDP)上运行，在控制W接口的进程和控制P接口的进程之间提供通信。控制P电路的进程使用此协议来指导包含W电路的进程，在出现降级、信道信号丢失或手动干预的情况下，是激活还是停用W电路。如果两个进程之间失去通信，则W路由器将完全控制W电路。

, 就像没有P电路一样。

APS 及相关命令

以下是按层次分类的APS触发器 (从最低优先级到最高优先级) :

- 手动交换请求。
- SD条件(比特错误率(BER)超过SD阈值)。
- SF条件(帧丢失(LOF)、信号丢失(LOS)、报警指示信号线(AIS-L)和超过10⁻³/或用户可调配的线路BER)。
- 强制交换请求。

以下是配置APS的IOS选项 :

```
GSR(config-if)# aps ?
authentication  Authentication string
force          Force channel
group         Group association
lockout       Lockout protection channel
manual       Manually switch channel
protect      Protect specified circuit
reflector    Configure for reflector mode APS
revert       Specify revert operation and interval
signaling    Specify SONET/SDH K1K2 signaling
timers       APS timers
unidirectional  Configure for unidirectional mode
working      Working channel number
```

除了APS功能的新IOS命令外, 还添加了POS接口配置命令**POS阈值**和**POS报告**, 以支持用户配置BER阈值和报告SONET警报。以下为示例输出:

```
GSR(config-if)# POS threshold ?
b1-tca  B1 BER threshold crossing alarm
b2-tca  B2 BER threshold crossing alarm
b3-tca  B3 BER threshold crossing alarm
sd-ber  set Signal Degrade BER threshold
sf-ber  set Signal Fail BER threshold

GSR(config-if)# POS report ?
all     all Alarms/Signals
b1-tca  B1 BER threshold crossing alarm
b2-tca  B2 BER threshold crossing alarm
b3-tca  B3 BER threshold crossing alarm
lais    Line Alarm Indication Signal
lrldi   Line Remote Defect Indication
pais    Path Alarm Indication Signal
plop    Path Loss of Pointer
prldi   Path Remote Defect Indication
rdool   Receive Data Out Of Lock
sd-ber  LBIP BER in excess of SD threshold
sf-ber  LBIP BER in excess of SF threshold
slof    Section Loss of Frame
slos    Section Loss of Signal
```

交换模式

在双向模式下，接收(Rx)和发送(Tx)信道作为对交换。在单向模式下，Tx和Rx信道独立交换。例如，在双向模式下，如果W接口上的Rx信道丢失了信道信号，则Rx和Tx信道都会进行交换。

双向模式 (建议使用)

W路由器识别故障并通知P路由器 (通过本地互联PGP)。P路由器指示W路由器取消选择W接口 (通过本地互联PGP)。P路由器请求ADM将Tx和Rx切换到P (通过P接口上的K1/K2字节，该接口转到ADM)。P路由器选择P接口，ADM符合交换机请求并发出符合性信号 (通过ADM上的K1/K2字节到P接口光纤)。

单向模式

当W Rx上出现LOS/LOF警报 (故障) 时，W路由器会识别故障并通知P路由器 (通过本地互联PGP)。P路由器指示W路由器取消选择W接口 (通过本地互联PGP)。只要取消选择W接口以强制ADM将Rx切换到P接口，W路由器就会声明线路警报指示信号(LAIS)。P路由器请求ADM切换到P接口 (通过P接口上的K1/K2字节切换到ADM光纤)。P路由器选择P接口，ADM符合交换机请求。

在单向模式下，路由器强制ADM到交换机。为此，路由器断言LAIS(持久，如果为W;如果打开P)，则暂时。因此，您看到的单向是非常真实的，因为单向模式符合GR-253。但是，单向模式也会强制使用第二个单向交换机，这使交换机看起来是双向的。这是路由机制(IP)中深入嵌入的限制的结果，IP在每个级别都假设流量必须在同一接口上具有Rx和Tx。总之，路由器符合GR-253中的单向协议，但会强制将交换转换到支持IP的模型中。因此，路由器不支持不同光纤对上的Tx和Rx。

注意： Cisco 12000系列与GR-253的主要差异是，Cisco 12000系列不桥接传输到W和P，但一次保持一个接口处于活动状态。

基本情形

工作接口到ADM 的光纤出现故障

ADM发现光纤故障并将SF SWITCH请求发送到P路由器 (通过P接口光纤上的K1/K2字节)，并请求交换机到P接口。P路由器指示W路由器取消选择 (停用) W接口 (通过本地互联)。P路由器选择 (激活) P接口。P路由器通知ADM交换机请求是否合规 (通过P接口ADM光纤上的K1/K2字节)。

ADM 到工作接口的光纤出现故障 (双向模式)

W路由器识别故障并通知P路由器 (通过本地互联)。P路由器指示W路由器取消选择W接口 (通过本地互联)。P路由器请求ADM将Tx和Rx交换到P (通过P接口上的K1/K2字节到ADM光纤)。P路由器选择P接口，ADM符合交换机请求和信号合规性 (通过ADM上的K1/K2字节到P接口光纤)。

ADM 到工作接口的光纤出现故障 (单向模式)

W路由器识别故障并通知P路由器 (通过本地互联)。P路由器指示W路由器取消选择W接口 (通过本地互联)。W路由器断言LAIS为100毫秒，以强制ADM将Rx切换到P接口。P路由器请求ADM切

换到P接口（通过P接口上的K1/K2字节切换到ADM光纤）。P路由器选择P接口，ADM符合交换机请求。

工作接口和 ADM 链路间的 Tx 和 Rx 光纤都出现故障

两个序列都开始。P路由器是先将交换机发起到P，还是ADM发起交换机并不重要，因为结果是相同的。

配备POS的思科路由器充当SONET/同步数字层次结构(SDH)部分、线路和链路路径段的终端设备(TE)，并可检测和报告以下SONET/SDH错误和警报：

- 部分:LOS、LOF和阈值交叉警报(TCA)(B1)
- 行:AIS (线路和路径)、远程缺陷指示(RDI) (线路和路径)、远程错误指示(REI)、TCA(B2)
- 路径:AIS、RDI、REI、(B3)、新指针事件(NEWPTR)、POSitive填充事件(PSE)、负填充事件(NSE)

其他报告信息包括：

- SF-ber
- SD-ber
- C2 — 信号标签 (负载结构)
- J1 — 路径跟踪字节

B1、B2和B3分类为性能监控参数，而LOS、LOF和LAIS等其它参数则属于警报。性能监控涉及高级警报，而警报表示故障。SONET APS或SDH多服务交换路径(MSP)也报告K1/K2字节状态。

K1/K2 字节

在讨论APS时，您首先需要了解SONET如何在LOH中使用K1/K2字节。

每个同步传输信号-1(STS-1)包含810个字节，其中27个字节用于传输开销(TOH),783个字节用于同步负载信封(SPE)。表1说明了STS-1帧的格式和9行（90列）。

表1 - STS-1帧的格式

				路径开销
段开销	A1 成帧	A2 成帧	A3 成帧	J1跟踪
	B1 BIP-8	E1通讯线	E1用户	B3 BIP-8
	D1 Data Com	D2 Data Com	D3 Data Com	C2信号标签
线路开销	H1指示器	H2指示器	H3指示器操作	G1路径状态
	B2 BIP-8	K1	K2	F2用户信道
	D4 Data Com	D5 Data Com	D6数据组	H4指示符

	D7 Data Com	D8 Data Com	D9 Data Com	Z3增长
	D10 Data Com	D11 Data Com	D12 Data Com	Z4增长
	S1/Z1 Sync 状态 或增 长	M0或 M1/Z 2 REI- L增长	E2通 讯线	Z5串接

K1/K2字节形成16位字段。表2列出了每个位的使用情况。

表2 - K1位说明

位 (十六进制)	描述
K1位 12345678	
位5到8	
nnnn	与命令代码关联的通道号。
位1到4	
1111(0xF)	锁定保护请求。
1110(0xE)	强制交换请求。
1101(0xD)	SF — 高优先级请求。
1100(0xC)	SF — 低优先级请求。
1011(0xB)	SD — 高优先级请求。
1010(0xA)	SD — 低优先级请求。
1001(0x9)	未使用。
1000(0x8)	手动交换请求。
0111(0x7)	未使用。
0110(0x6)	等待恢复请求。
0101(0x5)	未使用。
0100(0x4)	练习请求。
0011(0x3)	未使用。
0010(0x2)	撤消请求。
0001(0x1)	不恢复请求。
0000(0x0)	没有请求。

注意：位1是低位。

表3 - K2位说明

位	描述
K2位 12345678	
位1到4	

nnnn	与命令代码关联的通道号。
位 5	
1	一对n(1:n)架构。
0	一加一(1+1)架构。
第6到8位	
111	线路AIS。
110	线路RDI。
101	双向操作模式。
100	单向操作模式。
Other (其他)	保留。

注意：在K2(12345678)中：

- K2[1-4] — 当前桥接的通道号。
- K2[5] — 架构 (1+1始终为0)。
- K2[6-8] — 调配的操作模式(4 = unidir;5 = bidir)。
- K2[6-8] — 还携带警报代码6=LRDI和7=LAIS。

注意：在SDH中，K2[6-8]仅携带警报代码。不发送操作模式。

注意：例如，如果路由器收到SF，W上K1和相应K2的值是什么？在P侧？

注意： **答案:**只有P发送和读取K1/K2，而不是W。在双向模式下，如果W收到SF，并且没有更高的请求抢占它，则从P到ADM的代码为：

```
K1= 0xC1 (switch request, SF on 1=working, low priority)
K2 = 0x05 (protect bridged [working bridge is incomplete];bidirectional)
```

注意：在ADM回答以下问题后：

```
K1 = 0x21 (Reverse request, channel 1)
K2 = 0x15 (Working bridged; bidirectional)
```

注意：保护路由器的txk1k2将：

```
K1=0xC1 (switch request, SF on 1=working, low priority)
K2 = 0x15 (working bridged; bidirectional)
```

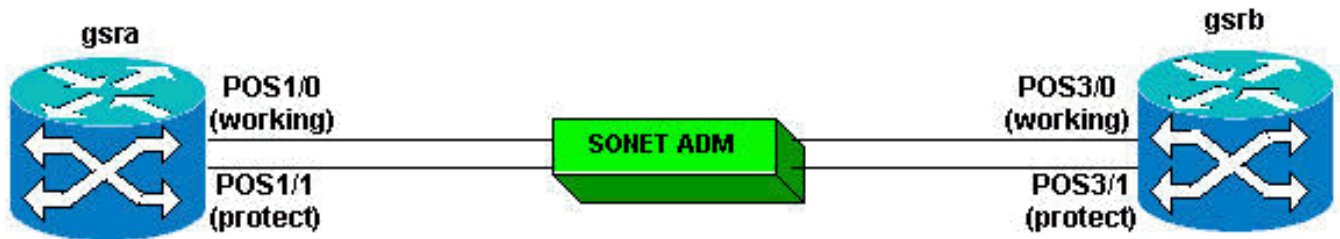
注意：此时，交换机已完成。

配置APS

图2显示了从GSR到ADM(ONS 15454)的基本APS 1+1配置，采用双向模式，不可恢复(Cisco 12000系列默认)。APS是线性交换的，在线级(在Cisco 12000系列和ADM之间，在路径或端到端之间)执行。

注意：此示例没有PGP的独立通道，因为W和P接口都位于同一路由器上。

图2 — 基本APS 1+1配置



```
gsrA# show running-config
!
interface Loopback0
ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
no ip directed-broadcast
!
interface POS1/0
ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
no ip directed-broadcast
crc 16
aps group 10
aps working 1
!
interface POS1/1
ip address 10.1.1.3 255.255.255.0
no ip directed-broadcast
no keepalive
crc 16
aps group 10
aps revert 1
aps protect 1 100.1.1.1
!
router ospf 100
network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0
network 100.1.1.0 0.0.0.255 area 0
```

```
gsrB#show running-config
!
interface Loopback0
ip address 200.1.1.1 255.255.255.0
!
interface POS3/0
ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
no ip directed-broadcast
crc 16
aps group 10
aps working 1
!
interface POS3/1
ip address 10.1.1.4 255.255.255.0
no ip directed-broadcast
no keepalive
crc 16
aps group 10
aps revert 1
aps protect 1 200.1.1.1
!
router ospf 100
network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0
network 200.1.1.0 0.0.0.255 area 0
!
```


监控和维护APS

为了提供有关系统进程的信息，IOS软件包含以show一词开头的EXEC命令的**详细列表**。执行这些**show**命令时，会显示**系统**信息的详细表。以下是APS功能的一些常见**show**命令以及示例输出的列表：

- **show aps**
- **show controllers POS**
- **show interface POS**

```
!
gsrA# show aps
POS1/1 APS Group 10: protect channel 0 (inactive)
bidirectional, revertive (1 min)
SONET framing; SONET APS signaling by default
Received K1K2: 0x20 0x05
Reverse Request (protect)
Transmitted K1K2: 0xE0 0x05
Forced Switch (protect)
Working channel 1 at 100.1.1.1 (Enabled)
Pending local request(s):
0x0E (No Request, channel(s) 0 1)
Remote APS configuration: working
POS1/0 APS Group 10: working channel 1 (active)
!--- Verify whether the working channel is active. SONET framing; SONET APS signaling by default
Protect at 100.1.1.1 Remote APS configuration: working gsrA# show controllers POS 1/0
POS1/0
SECTION
LOF = 0          LOS    = 0          BIP(B1) = 0
LINE
AIS = 0          RDI    = 0          FEBE = 0          BIP(B2) = 0
PATH
AIS = 0          RDI    = 0          FEBE = 0          BIP(B3) = 0
LOP = 0          NEWPTR = 0          PSE  = 0          NSE    = 0
Active Defects: None
Active Alarms:  None
Alarm reporting enabled for: SF SLOS SLOF B1-TCA B2-TCA PLOP B3-TCA
Framing: SONET
APS
working (active)
!--- Ensure that the working channel is active. COAPS = 0 PSBF = 0 State: PSBF_state = False
ais_shut = FALSE Rx(K1/K2): 00/00 S1S0 = 00, C2 = CF Remote aps status working; Reflected local
aps status working CLOCK RECOVERY RDOOL = 0 State: RDOOL_state = False PATH TRACE BUFFER :
STABLE Remote hostname : 12012 Remote interface: POS3/0 Remote IP addr : 10.1.1.2 Remote
Rx(K1/K2): 00/00 Tx(K1/K2): 00/00 BER thresholds: SF = 10e-3 SD = 10e-6 TCA thresholds: B1 =
10e-6 B2 = 10e-6 B3 = 10e-6 ! gsrA# show controllers POS 1/1
POS1/1
SECTION
LOF = 0          LOS    = 0          BIP(B1) = 0
LINE
AIS = 0          RDI    = 0          FEBE = 0          BIP(B2) = 0
PATH
AIS = 0          RDI    = 0          FEBE = 0          BIP(B3) = 0
LOP = 0          NEWPTR = 0          PSE  = 0          NSE    = 0
Active Defects: None
Active Alarms:  None
Alarm reporting enabled for: SF SLOS SLOF B1-TCA B2-TCA PLOP B3-TCA
Framing: SONET
```

```

APS
protect (inactive)
COAPS = 0          PSBF = 0
State: PSBF_state = False
ais_shut = FALSE
Rx(K1/K2): 20/05 Tx(K1/K2): E0/05
Signalling protocol: SONET APS by default
S1S0 = 00, C2 = CF
Remote aps status working; Reflected local aps status working
CLOCK RECOVERY
RDOOL = 0
State: RDOOL_state = False
PATH TRACE BUFFER : STABLE
Remote hostname : 12012
Remote interface: POS3/0
Remote IP addr  : 10.1.1.2
Remote Rx(K1/K2): 00/00 Tx(K1/K2): 00/00
BER thresholds: SF = 10e-3 SD = 10e-6
TCA thresholds: B1 = 10e-6 B2 = 10e-6 B3 = 10e-6
!
gsrA# show interface p1/0
POS1/0 is up, line protocol is up (APS working - active)
!--- Verify whether the working channel is active. gsrA# show interface p1/1 POS1/1 is up, line
protocol is down (APS protect - inactive) ! gsrB# show aps
POS3/1 APS Group 10: protect channel 0 (inactive)
bidirectional, revertive (1 min)
SONET framing; SONET APS signaling by default
Received K1K2: 0x00 0x05
No Request (Null)
Transmitted K1K2: 0x00 0x05
No Request (Null)
Working channel 1 at 200.1.1.1 (Enabled)
Remote APS configuration: working
POS3/0 APS Group 10: working channel 1 (active)
!--- Verify whether the working channel is active. SONET framing; SONET APS signaling by default
Protect at 200.1.1.1 Remote APS configuration: working ! gsrB# show controllers p 3/0
POS3/0
SECTION
LOF = 11          LOS      = 11          BIP(B1) =
46701837
LINE
AIS = 10          RDI      = 11          FEBE = 1873          BIP(B2) = 8662
PATH
AIS = 14          RDI      = 27          FEBE = 460909        BIP(B3) =
516875
LOP = 0          NEWPTR = 11637          PSE   = 2            NSE     = 16818
Active Defects: None
Active Alarms:  None
Alarm reporting enabled for: SF SLOS SLOF B1-TCA B2-TCA PLOP B3-TCA
Framing: SONET
APS
working (active)
!--- Verify whether the working channel is active. COAPS = 103 PSBF = 0 State: PSBF_state =
False ais_shut = FALSE Rx(K1/K2): 00/00 S1S0 = 00, C2 = CF Remote aps status working; Reflected
local aps status working CLOCK RECOVERY RDOOL = 11 State: RDOOL_state = False PATH TRACE BUFFER
: STABLE Remote hostname : hswan-gsr12008-2b Remote interface: POS1/0 Remote IP addr : 10.1.1.1
Remote Rx(K1/K2): 00/00 Tx(K1/K2): 00/00 BER thresholds: SF = 10e-3 SD = 10e-6 TCA thresholds:
B1 = 10e-6 B2 = 10e-6 B3 = 10e-6 ! gsrB# show controllers p 3/1
POS3/1
SECTION
LOF = 10          LOS      = 10          BIP(B1) =
250005115
LINE
AIS = 11          RDI      = 8           FEBE = 517           BIP(B2) = 5016

```

```
PATH
AIS = 14          RDI    = 25          FEBE = 3663          BIP(B3) = 7164
LOP = 0          NEWPTR = 184          PSE  = 1            NSE   = 247
Active Defects:  None
Active Alarms:   None
Alarm reporting enabled for: SF SLOS SLOF B1-TCA B2-TCA PLOP B3-TCA
Framing: SONET
APS
protect (inactive)
COAPS = 538      PSBF = 0
State: PSBF_state = False
ais_shut = FALSE
Rx(K1/K2): 00/05 Tx(K1/K2): 00/05
Signalling protocol: SONET APS by default
S1S0 = 00, C2 = CF
Remote aps status working; Reflected local aps status working
CLOCK RECOVERY
RDOOL = 10
State: RDOOL_state = False
PATH TRACE BUFFER : STABLE
Remote hostname : hswan-gsr12008-2b
Remote interface: POS1/0
Remote IP addr  : 10.1.1.1
Remote Rx(K1/K2): 00/00 Tx(K1/K2): 00/00
BER thresholds: SF = 10e-3 SD = 10e-6
TCA thresholds: B1 = 10e-6 B2 = 10e-6 B3 = 10e-6
!
gsrB#show interface p3/0
POS3/0 is up, line protocol is up (APS working - active)
!--- Verify whether the working channel is active. gsrB#show interface p3/1 POS3/1 is up, line
protocol is down (APS protect - inactive) !
```

排除APS故障

要排除APS问题，请收集以下show和debug命令的输出：

- show ver
- show run
- show ip int b
- show contr POS
- debug aps
- show aps

执行必要的操作以重新创建问题。发出以下命令以收集最终输出并关闭调试：

- show aps
- no debug aps

注意：在正常情况下，debug aps命令不会产生输出。出现异常情况时，此命令会报告该情况。

注意：如果W和P光纤位于不同的路由器（通常如此），则必须收集两台路由器上的命令输出。

相关信息

- [光技术支持页面](#)
- [SONET分组\(POS\)线卡安装和配置说明](#)
- [技术支持和文档 - Cisco Systems](#)