

配置POS/APS冗餘

目錄

[簡介](#)

[必要條件](#)

[需求](#)

[採用元件](#)

[慣例](#)

[自動保護交換](#)

[APS和相關命令](#)

[交換模式](#)

[雙向模式 \(推薦 \)](#)

[單向模式](#)

[基本方案](#)

[ADM光纖的工作介面出現故障](#)

[ADM到工作介面光纖故障 \(雙向模式 \)](#)

[ADM到工作介面光纖故障 \(單向模式 \)](#)

[工作介面和ADM鏈路之間的Tx和Rx光纖均出現故障](#)

[K1/K2位元組](#)

[配置APS](#)

[監控和維護AP](#)

[排除APS故障](#)

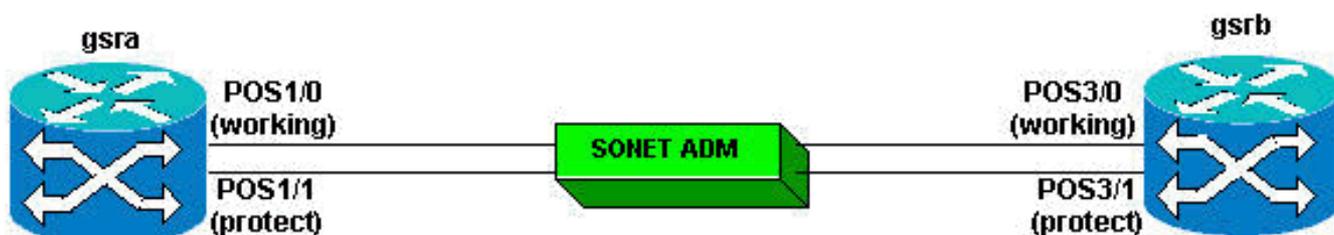
[相關資訊](#)

簡介

本文討論自動保護交換(APS)功能，並提供如何為Packet Over SONET(POS)冗餘配置APS的示例。

本文檔使您能夠瞭解APS的工作原理，並幫助您在思科路由器上配置並維護APS。[圖1](#)中的網路拓撲是本文的基礎：

圖1 — 網路拓撲



必要條件

需求

思科建議您瞭解以下主題：

- 同步光纖網路(SONET)和POS技術。
- 思科路由器配置基礎知識。

採用元件

本文中的資訊係根據以下軟體和硬體版本：

- Cisco IOS®軟體版本12.0(10)S.
- Cisco 12000系列硬體平台。

Cisco 7500和12000系列硬體平台以及Cisco IOS軟體版本12.2(5)及更高版本支援APS功能。

本文中的資訊是根據特定實驗室環境內的裝置所建立。文中使用到的所有裝置皆從已清除（預設）的組態來啟動。如果您的網路正在作用，請確保您已瞭解任何指令可能造成的影響。

慣例

如需文件慣例的詳細資訊，請參閱[思科技術提示慣例](#)。

自動保護交換

APS功能提供冗餘，並允許在出現電路故障時切換POS電路。APS的實施允許您配置一對SONET線路作為線路冗餘。工作(W)介面發生故障時，保護(P)介面會快速承擔流量負載。發生光纖切斷時，主用線路在60毫秒（10毫秒啟動和50毫秒切換）內自動切換到備用線路。SONET APS在第1層(L1)執行切換。因此，切換速度明顯快於第2層(L2)或第3層(L3)。

如Bellcore出版物TR-TSY-000253, SONET Transport Systems, Common Generic Criteria, Section 5.3所述，此功能使用的保護機制具有1+1體系結構。SONET APS符合GR-253和ITU-T G.783。因此，SONET APS允許思科路由器與SONET分插複用器(ADM)無縫整合。此功能允許配置雙向或單向交換，但雙向非可逆交換是預設設定。

在APS 1+1架構中，每個冗餘線對由W介面和P介面組成。W和P介面連線到SONET ADM，SONET ADM向W和P介面傳送相同的訊號負載。W和P電路可以端接在同一介面卡、線卡的兩個埠上，也可以端接在兩個不同的路由器上。當發生訊號故障(SF)條件或訊號降級(SD)條件時，硬體從W線切換到P線。有一個可逆選項。在檢測到SF條件時，硬體在W線修復並經過配置的時間段後自動切換回W線。帶內保護組協定(PGP)實現了W線和P線之間的協調。在不可恢復選項中，如果發生SF條件，硬體將切換到P行，並且不會自動恢復到W行。

在P電路上，SONET幀的Line OverHead(LOH)中的K1/K2位元組指示APS連線的當前狀態，並傳達任何操作請求。連線的兩端使用此信令通道來保持同步。W和P電路本身，在其所終止的一個或多個路由器內，通過獨立通訊通道（使用APS PGP）同步，與W和P電路隔離。此獨立通道可以是不同的SONET連線、乙太網或低頻寬連線。在為APS配置的路由器中，P介面的配置包括具有W介面的路由器的IP地址（通常且建議為環回地址）。

在使用者資料包協定(UDP)之上運行的APS PGP在控制W介面的進程與控制P介面的進程之間提供通訊。控制P電路的過程使用此協定指導包含W電路的過程，在出現降級、通道訊號丟失或人工干預時，是否啟用或停用W電路。如果兩個進程失去相互的通訊，則W路由器對W電路進行完全控制，如同不存在P電路。

APS和相關命令

以下是按層次分類（從最低優先順序到最高優先順序）的APS觸發器：

- 手動切換請求。
- SD條件(超過SD閾值的位錯誤率(BER))。
- SF條件(幀丟失(LOF)、訊號丟失(LOS)、警報指示訊號線(AIS-L)和超過10⁻³/或使用者可提供的線BER)。
- 強制交換機請求。

以下是用於配置APS的IOS選項：

```
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
```

除了用於APS功能的新IOS命令外，還新增了POS介面配置命令**POS閾值**和**POS報告**，以支援使用者配置BER閾值並報告SONET警報。以下是輸出範例：

```
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
prdi 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
```

交換模式

在雙向模式中，接收(Rx)和傳輸(Tx)通道被交換為一對。在單向模式下，Tx和Rx通道是獨立交換的。例如，在雙向模式下，如果W介面上的Rx通道丟失了通道訊號，則Rx和Tx通道都會被交換。

雙向模式 (推薦)

W路由器識別故障並通知P路由器 (通過本地互聯PGP)。 P路由器指示W路由器取消選擇W介面 (通過本地互聯PGP)。 P路由器請求ADM將Tx和Rx交換到P (通過P介面上指向ADM的K1/K2位元組)。 P路由器選擇P介面，而ADM符合交換機請求和訊號合規性 (通過ADM上的K1/K2位元組到P介面光纖)。

單向模式

當W Rx上出現LOS/LOF警報 (故障) 時，W路由器識別該故障並通知P路由器 (通過本地互連PGP)。 P路由器指示W路由器取消選擇W介面 (通過本地互聯PGP)。 只要取消選擇W介面以迫使ADM將Rx切換到P介面，W路由器就斷言線路警報指示訊號(LAIS)。 P路由器請求ADM切換到P介面 (通過P介面上的K1/K2位元組切換到ADM光纖)。 P路由器選擇P介面，而ADM符合交換機請求。

在單向模式下，路由器將ADM強制轉換為交換機。為此，路由器會斷言LAIS(如果持續在W上；稍等，如果是P)。 因此，您看到的單向是相當真實的，因為單向模式符合GR-253。但是，單向還強制使用第二個單向交換機，這會使交換機看起來是雙向的。這是深入嵌入在路由機制(IP)中的限制所導致的結果，路由機制在每一級別都假定流量在同一介面上必須具有Rx和Tx。總而言之，路由器符合GR-253中的單向協定，但會強制交換到支援IP的模型。因此，路由器不支援不同光纖對上的Tx和Rx。

註：Cisco 12000系列與GR-253的一個主要偏差是Cisco 12000系列不會橋接傳輸到W和P，但每次有一個介面處於活動狀態。

基本方案

ADM光纖的工作介面出現故障

ADM看到光纖故障，將SF交換機請求傳送到P路由器 (通過P介面光纖上的K1/ K2位元組)，並向該P介面請求交換機。 P路由器指示W路由器取消選擇 (停用) W介面 (通過本地互聯)。 P路由器選擇 (啟用) P介面。 P路由器通知ADM交換機請求符合性 (通過P介面ADM光纖上的K1/ K2位元組)。

ADM到工作介面光纖故障 (雙向模式)

W路由器識別故障並通知P路由器 (通過本地互連)。 P路由器指示W路由器取消選擇W介面 (通過本地互連)。 P路由器請求ADM交換機Tx和Rx交換機P (通過P介面上的K1/K2位元組傳送到ADM光纖)。 P路由器選擇P介面，而ADM遵循交換機請求和訊號合規性 (通過ADM上的K1/K2位元組到P介面光纖)。

ADM到工作介面光纖故障 (單向模式)

W路由器識別故障並通知P路由器（通過本地互連）。P路由器指示W路由器取消選擇W介面（通過本地互連）。W路由器斷言LAIS持續100毫秒，以強制ADM將Rx切換到P介面。P路由器請求ADM切換到P介面（通過P介面上的K1/K2位元組來到ADM光纖）。P路由器選擇P介面，而ADM符合交換機請求。

工作介面和ADM鏈路之間的Tx和Rx光纖均出現故障

兩個序列開始。無論是P路由器首先將交換機啟動到P，還是ADM啟動交換機，都無關緊要，因為結果是相同的。

配備POS的Cisco路由器充當SONET/同步數字體系(SDH)部分、線路和鏈路路徑段的終端裝置(TE)，可以檢測和報告以下SONET/SDH錯誤和警報：

- 部分:LOS、LOF和閾值交叉警報(TCA)(B1)
- 線路:AIS (線路和路徑)、遠端缺陷指示(RDI) (線路和路徑)、遠端錯誤指示(REI)、TCA(B2)
- 路徑:AIS、RDI、REI、(B3)、新指標事件(NEWPTR)、主動填充事件(PSE)、負填充事件(NSE)

其他報告資料包括：

- SF-ber
- SD-ber
- C2 — 訊號標籤 (有效載荷構造)
- J1 — 路徑跟蹤位元組

B1、B2和B3被分類為效能監控引數，而其他引數（例如LOS、LOF和LAIS）則屬於警報範圍。效能監控適用於高級警報，而警報指示故障。還報告SONET APS或SDH多服務交換路徑(MSP)的K1/K2位元組狀態。

K1/K2位元組

討論APS時，首先需要瞭解SONET如何在LOH中使用K1/K2位元組。

每個同步傳輸訊號-1(STS-1)由810位元組組成，其中包括傳輸開銷(TOH)的27位元組和同步負載信封(SPE)的783位元組。[表1](#)說明了STS-1幀的格式，9行x 90列。

表1 - STS-1幀的格式

				路徑開銷
小節開銷	A1訊框	A2成幀	A3訊框	J1跟蹤
	B1 BIP-8	E1訂購線	E1使用者	B3 BIP-8
	D1資料通訊	D2資料Com	D3資料Com	C2訊號標籤
線路開銷	H1指標	H2指標	H3指標操作	G1路徑狀態
	B2 BIP-8	K1	K2	F2使用者通道
	D4資	D5資	D6資	H4指示器

料網 站	料 Com	料通 訊	
D7資 料通 訊	D8資 料通 訊	D9資 料通 訊	Z3增長
D10 Data Com	D11 資料 通訊	D12 資料 網站	Z4增長
S1/Z1 同步 狀態 /增長	M0或 M1/Z 2 REI- L增長	E2訂 購線	Z5串接連線

K1/K2位元組組成一個16位欄位。表2列出了每個位的用法。

表2 - K1位說明

位 (十六進位制)	說明
K1位 12345678	
第5位至第8位	
nnnn	與命令代碼關聯的通道號。
位1到4	
1111(0xF)	鎖定保護請求。
1110(0xE)	強制交換機請求。
1101(0xD)	SF — 高優先順序請求。
1100(0xC)	SF — 低優先順序請求。
1011(0xB)	SD — 高優先順序請求。
1010(0xA)	SD — 低優先順序請求。
1001(0x9)	未使用。
1000(0x8)	手動切換請求。
0111(0x7)	未使用。
0110(0x6)	等待還原請求。
0101(0x5)	未使用。
0100(0x4)	練習請求。
0011(0x3)	未使用。
0010(0x2)	反向請求。
0001(0x1)	不恢復請求。
0000(0x0)	無請求。

註：第1位是低位位。

表3 - K2位說明

位元	說明
K2位	

12345678	
位1到4	
nnnn	與命令代碼關聯的通道號。
第5位元	
1	1到n(1:n)架構。
0	一加一(1+1)架構。
6到8位	
111	AIS線。
110	線路RDI。
101	雙向操作模式。
100	單向操作模式。
其他	保留。

註：在K2(12345678)中：

- K2[1-4] — 當前橋接的通道號。
- K2[5] — 體系結構（對於1+1，始終為0）。
- K2[6-8] — 調配操作模式（4 = 裁研所；5 = bidir）。
- K2[6-8] — 還攜帶報警代碼6=LRDI和7=LAIS。

注意：在SDH中，K2[6-8]僅攜帶報警代碼。操作模式未傳送。

註：例如，如果路由器收到SF，W上K1和對應的K2的值是什麼？在P端？

附註：答案：只有P傳送和讀取K1/K2，而非W。在雙向模式下，如果W收到一個SF，並且沒有更高的請求將其搶佔，則從P到ADM的代碼為：

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

注意：在ADM回答之後：

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

註：保護路由器的txk1k2將為：

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

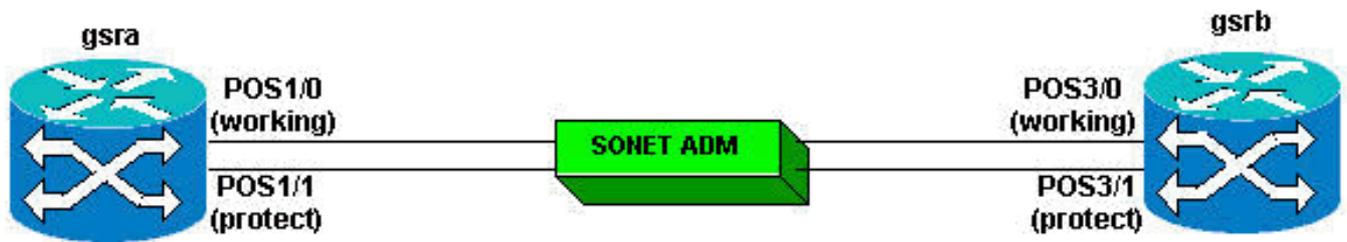
註：此時交換機已完成。

配置APS

圖2顯示了一個基本的APS 1+1配置，該配置在雙向模式下從GSR到ADM(ONS 15454)，不可恢復(Cisco 12000系列的預設配置)。APS是線性交換，線上路級別上完成(在Cisco 12000系列和ADM之間與路徑或端到端之間)。

注意：此示例沒有用於PGP的獨立通道，因為W和P介面位於同一路由器上。

圖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
```

監控和維護AP

為了提供有關系統進程的資訊，IOS軟體包含大量以單詞**show**開頭的EXEC命令。執行這些**show**命令時，會顯示系統資訊的詳細表。以下列出了APS功能的一些常見**show**命令以及輸出示例：

- **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

若要疑難排解APS的問題，請收集以下show和debug命令的輸出：

- 顯示版本
- show run
- show ip int b
- show conter POS
- debug aps
- show aps

執行必要的操作以重現問題。發出以下命令以收集最終輸出並關閉debug:

- show aps
- 無調試ap

註：在正常情況下，debug aps命令不會產生輸出。出現異常情況時，此命令將報告該情況。

注意：如果W和P光纖位於不同的路由器中（通常如此），則必須在兩台路由器上收集命令輸出。

相關資訊

- [光纖技術支援頁面](#)
- [《Packet Over SONET\(POS\)線路卡安裝和配置說明》](#)
- [技術支援與文件 - Cisco Systems](#)