

ELPS配置

目 录

第 1 章 ELPS 介绍.....	1
1.1 概述.....	1
1.2 ELPS 基本概念.....	1
1.2.1 保护倒换的作用域 (Node)	1
1.2.2 工作 (保护) VlanMap.....	1
1.2.3 保护模式 (Protection Mode)	2
1.2.4 返回模式 (Revertive mode)	2
1.2.5 等待恢复计时器 (WTR Timer)	3
1.2.6 延迟计时器 (Hold-Off-Timer)	3
1.2.7 工作传输实体 (保护传输实体) 的故障监测方式 (Detect Fault Mode)	4
1.2.8 端口角色.....	4
1.2.9 MAC 地址表老化 (FLUSH MAC FDB)	4
1.3 APS 协议报文类型.....	4
1.4 ELPS 保护机制.....	7
第 2 章 ELPS 保护配置.....	13
2.1 ELPS 保护配置须知.....	13
2.2 ELPS 配置任务.....	13
2.3 ELPS 配置.....	13
2.3.1 配置 ELPS 节点.....	13
2.3.2 配置 ELPS 端口.....	14
2.3.3 控制 ELPS 的操作.....	15
2.3.4 查看 ELPS 协议状态.....	15

第 1 章 ELPS 介绍

1.1 概述

以太网线性保护（ELPS）是基于点到点的路径保护模型。针对点到点的工作实体，通过提供点到点的保护实体（**protection entity**）实现点到点保护。ELPS 预先静态配置工作实体和保护实体。交换实体一旦建立，按正常工作方式转发流量，并通过以太网 OAM 实现故障检测。当 OAM 检测到故障发生后，通告相关节点，切换保护实体，完成流量的切换。

1.2 ELPS基本概念

1.2.1 保护倒换的作用域（Node）

保护倒换出现在基于点到点的两个不同的端点上，并且两个端点之间，有“工作”以及“保护”传输实体，这些组成一整个保护倒换的作用域，其中两个端点上都要分别配置上相同的保护节点 ID。

一个保护倒换的作用域具有如下的组成要素：工作（保护）**vlanmap**、保护模式（1+1 单向、1+1 双向、1: 1 双向）、返回模式（返回式倒换、非返回式倒换）、等待恢复计时器、延迟计时器、工作传输实体（保护传输实体）的故障监测方式（物理端口监测、CC 监测、两者都监测）。

1.2.2 工作（保护）VlanMap

配置工作（保护）**VLAN**，使得 ELPS 端口根据端口和配置工作（保护）**vlanmap** 来对端口的接收和发送功能进行控制，同时根据配置工作（保护）**VLAN** 来识别 APS 报文。

注释：

配置工作（保护）**VLAN** 并不创建该 **VLAN**，用户需要手动创建控制 **VLAN**。

1.2.3 保护模式 (Protection Mode)

在一个保护倒换组中，对于一个给定方向的传输，保护信号的“首端”可以执行桥接功能，需要的时候可以把一个正常流量的复制版本放置到保护传输实体上。“尾端”会执行一个选择器功能，它能够从工作传输实体上或者从保护传输实体上选择正常的流量信号。在双向传输的情况下，传输的两个方向都得到了保护，那么保护的两端通常都可以提供桥接以及选择器的功能。

保护模式有如下三种：

1+1：在 1+1 的结构中，一个单一的保护实体保护一个单一的正常流量信号。首端的桥接功能是永久的。倒换完全出现在尾端。线性 1+1 保护倒换结构可以进行单向或者双向倒换。

在线性 1+1 保护倒换结构中，每个工作传输实体都有一个专用的保护传输实体。通过保护域源端的一个永久桥，把正常的流量复制并且发送到工作以及保护传输实体上。工作以及保护传输实体上的流量同时发送到被保护域的接收端，根据一些预先设置的原则，例如服务层缺陷指示来决定选用工作还是保护传输实体上的流量版本。

在线性 1+1 保护倒换结构中，虽然只在被保护域的接收端进行选择，但是在双向线性 1+1 保护倒换情况中，为了使两个方向上的选择器选择同一个实体，需要 APS 协调协议。单向的 1+1 线性保护倒换不需要 APS 协调协议。

1: 1：在 1: 1 的结构中，一个单一的保护实体保护一个单一的正常流量信号。不需要保护倒换的时候，无需在首端建立桥。线性 1: 1 保护倒换能够进行双向倒换。

在 1: 1 的结构中，工作传输实体有专用的保护传输实体。但是，正常的流量要么在工作传输实体上传输，要么在保护传输实体上传输，这需要通过被保护域源端的一个选择器桥来进行选择。另一种情况是，通过一个广播桥，正常情况下正常的流量在工作传输实体上传输，而当保护倒换触发时，在工作传输实体和保护传输实体中都进行传输。这 2 种情况下，被保护域宿端的选择器选择携带正常流量的实体。因为源和宿需要协调来保证源端的选择器以及宿端的选择器选择的是同一个实体，因此 APS 协调协议是必须的。

保护域两端的结构必须匹配，两端必须都是 1+1 结构或者都是 1: 1 结构。

1.2.4 返回模式 (Revertive mode)

在返回式操作中，在一个倒换申请已经清除的情况下，流量会恢复到工作实体上。一旦清除了一个命令（例如，强制倒换），恢复工作会立即发生。在清除一个故障的情况

下，这个恢复工作通常发生在“等待恢复”计时器到期以后，这可以避免在出现间歇性故障的情况下，选择器的切跳（chattering）。

在非返回式操作模式下，即使在倒换申请已经清除的情况下，也允许正常流量保留在保护实体上。这可以通过用“不要恢复”的申请来替代之前的倒换申请来完成，“不要恢复”的申请有较低的优先级。

通常把 1+1 保护配置成非返回式操作，因为在任何情况下，保护都是完全专用的，而且这也可以避免给流量造成一个第二次的“小故障”。但是，也有时候把该保护配置成返回式操作。

1: 1 保护通常都是返回式操作。虽然允许对 1: 1 保护执行非返回式操作，但是因为工作传输实体通常都比保护传输实体（从时延和资源方面来讲）更优，因此，当工作传输实体修复以后，最后还是执行返回式操作，并且将流量切换到工作传输实体上。

通常，在保护组的两端对返回式/非返回式操作的选择应该一致。但是，这些参数的不匹配并不能阻止它们之间的互通。

1.2.5 等待恢复计时器（WTR Timer）

在返回式操作模式下，为了防止因为间歇性故障引起的频繁的保护倒换，一个出现故障的工作传输实体必须成为无故障的（fault-free）实体。出现故障的工作传输实体满足了这个条件以后，在正常流量信号可以重新使用它之前，需要等待一个固定的时间段。这个时间段就是等待恢复时间段（WTR），它的范围可以设置为 5min~12min，步长为 1min；缺省值为 5min。

1.2.6 延迟计时器（Hold-Off-Timer）

为了在不同层面或者分级保护域内协调保护倒换的定时，需要一个延迟计时器。这样做的目的就是允许服务器层保护倒换在客户层发生倒换之前有机会修复故障，或者允许上游保护域在下游域之前进行倒换（例如，在一个双节点互连的配置情况下，允许上游环在下游环之前进行倒换，因此倒换和故障在同一个环上）。

每个保护组都应该具有一个可配置的延迟计时器。延迟计时器的建议范围是从 1s~10s，步长为 100ms（精确度为±5ms）。

当一个新故障或者多个严重故障出现的时候，如果可配置的延迟计时器值不为 0，这个时间不会立即报告给保护倒换，而是启动延迟计时器。延迟计时器超时后，它会检查在发起计时器的支路上是否还存在故障。如果存在故障，把这个故障报告给保护倒换。这个故障不必是发起计时器的那个故障。

1.2.7 工作传输实体（保护传输实体）的故障监测方式（Detect Fault Mode）

主节点是环上的主要决策和控制节点。每个环上必须有一个主节点，而且只能有一个。主节点主动了解环网拓扑是否完整，排除环路，并控制其它交换机更新拓扑信息。如图 2，S3 为子环的主节点，S4 为主环的主节点。

1.2.8 端口角色

交换机需要支持端口角色的配置，配置的内容包括端口所在的 ELPS 实例以及端口角色，端口可配置的角色为工作传输实体（**working-transport-entity**）或保护传输实体（**protection-transport-entity**）。

一个端口能被配置到多个 ELPS 中，但同一个 ELPS 只能配置一个角色。当 ELPS 的全局配置被删除之后，相关端口的配置也需要被自动删除。

1.2.9 MAC 地址表老化（FLUSH MAC FDB）

快速环网保护协议通过控制交换机 MAC 地址表的老化来保证拓扑变化时数据报文可以被发送到正确的链路。一般情况下，MAC 地址在地址表中的老化时间是 300 秒。环网保护协议可以控制交换机 MAC 地址表在极短的时间内老化。

1.3 APS协议报文类型

在 APS OAM PDU 内携带 APS 信息，APS OAM PDU 是以太网 OAM PDU 中的一个。ITU-T Y.1731 中为以太网 OAM 操作的每种类型定义了 OAM PDU 格式。在 APS PDU 的特定字段传输 APS 的特有信息。通过特定的以太网 OAM OpCode 来标识 APS PDU。在本标准中，利用 APS PDU 中的 4 个字节来携带 APS 特有的信息。表 1 给出了相关说明。除此以外，应该注意的是，本标准中把 TLV 偏移字段设置为 0x04。MEL 字段定义了 APS PDU 的 MEG 级别。

表 1: APS PDU 格式

字段	长度/字节	值
DMAC	6	
SMAC	6	
Type	2	0x8902

MEL&Version	1	MEL: 3 Version: 5 Version 为 0
OpCode	1	39(APS)
Flags	1	0x00
TLV Offset	1	0x04
APS 特有信息	Request/State & Prot. Type	1 见表 2
	Requested Signal	1 0 为无效信号 1 为正常流量信号 2-255 预留将来使用
	Bridged Signal	1 0 为无效信号 1 为正常流量信号 2-255 预留将来使用
	T & Reserved (0)	1 T = 0 是选择器桥 T = 1 是广播桥 (1: 1 保护倒换)
END TLV	1	0x00

其中 APS 特有信息如图 13 所示

1				2				3				4																			
8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1
Request/State				Prot. Type				Requested Signal				Bridged Signal				T	Reserved (0)														
				A	B	D	R																								

APS 特定信息

表 2 描述了用于 APS 特有信息的码点和值。

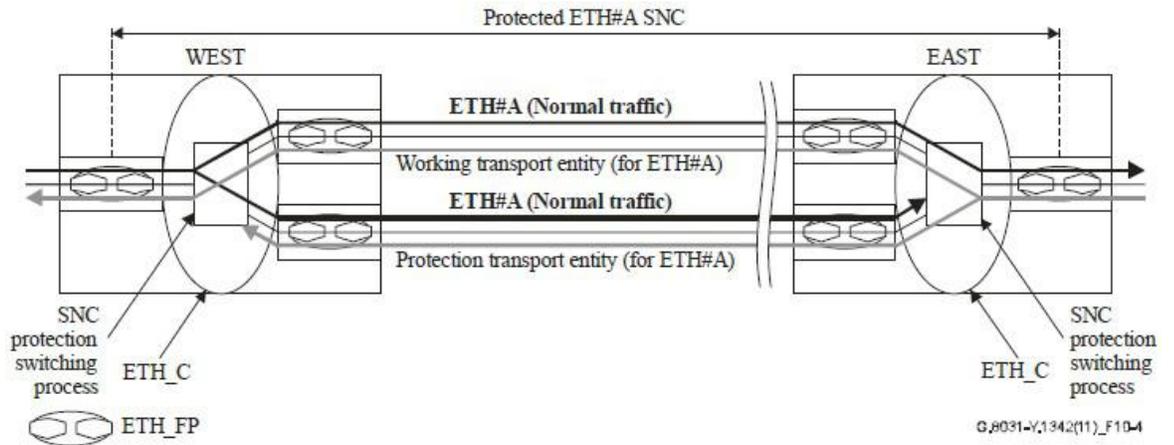
表 2: APS 特有信息的码点和值

			优先级	
Request/State		1111	锁定保护 (LO)	最高
		1110	保护实体的信号失效 (SF-P)	
		1101	强制倒换 (FS)	
		1011	工作实体的信号失效 (SF)	
		1001	信号降级 (SD) (Note1)	
		0111	手动倒换 (MS)	
		0110	手动倒换到工作实体 (MS-W)	
		0101	等待恢复 (WTR)	
		0100	演习 (EXER)	
		0010	反向申请 (RR)	
		0001	不恢复 (DNR)	
		0000	无申请 (NR)	最低
		其它	预留用作未来的国际标准	
	Protection type	A	0	没有 APS 通道
1			APS 通道	
B		0	1+1 (固定桥)	
		1	1: 1 (非固定桥)	
D		0	单项倒换	
		1	双向倒换	
R		0	非返回式操作	
		1	返回式操作	

1.4 ELPS保护机制

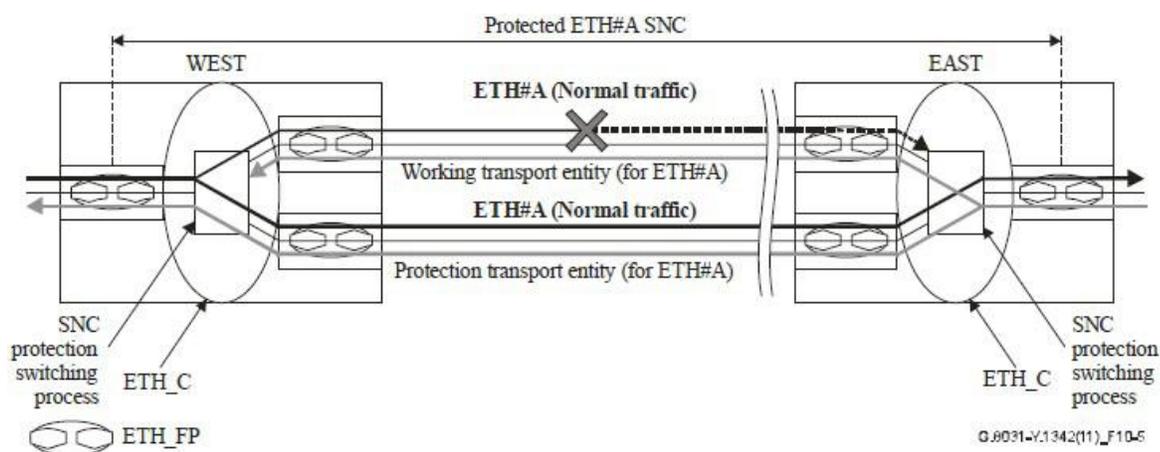
1. 1+1 双向保护倒换

图 4 说明了 1+1 的双向线性保护倒换结构。将被保护的 ETH_CI 流量永久的桥接到工作传输实体以及保护传输实体上，其中被保护的 ETH_CI 流量需要进行复制一份。在选择器端，通过查找 VLAN_STG，对端口和 MST 来进行匹配，设置工作实体的端口为能接收，保护实体的端口为不能接收（阻塞），从而从工作实体接收流量并且丢弃保护传输实体上的流量。



1+1 双向保护倒换结构

图 5 说明了因为工作传输实体上的一个信号故障（信号减弱），导致出现一个保护倒换。需要注意的是即使只出现了单向故障，两个方向也都会进行倒换，因此 APS 协调协议是必须的。保护倒换后，选择器端通过查找 VLAN_STG，设置保护实体的端口为能接收，工作实体的端口为不能接收（阻塞）。



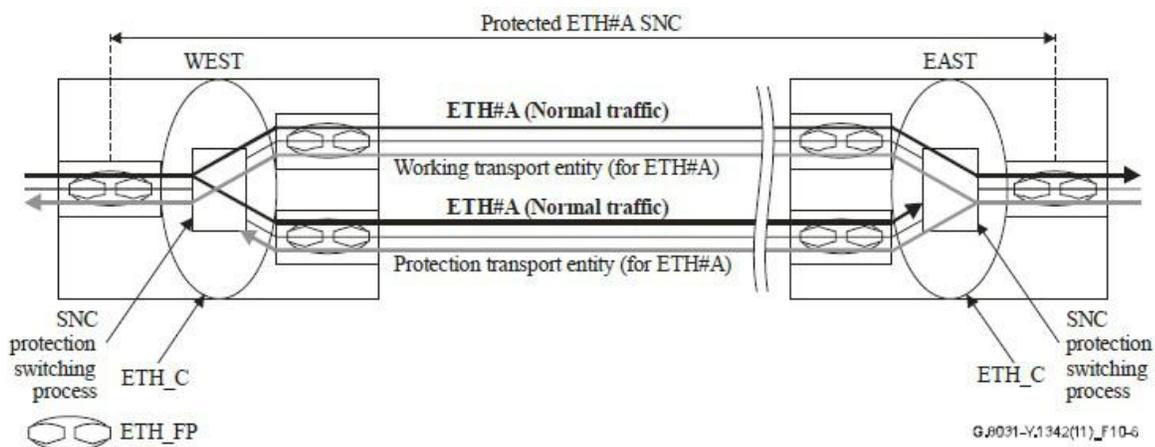
1+1 双向保护倒换结构—工作实体的信号故障（信号减弱）

在 SD 上触发保护倒换的 SNC 保护倒换进程的能力需要通过 ETH_C_MI_PS_SD_Protection 来配置。ETH_C_MI_PS_SD_Protection 的值为可以或不可以。ETH_C_MI_PS_SD_Protection 的默认值是不可以。

注意：建议设置 ETH_C_MI_PS_SD_Protection 时，两边终端都是在 SD 上触发保护倒换。

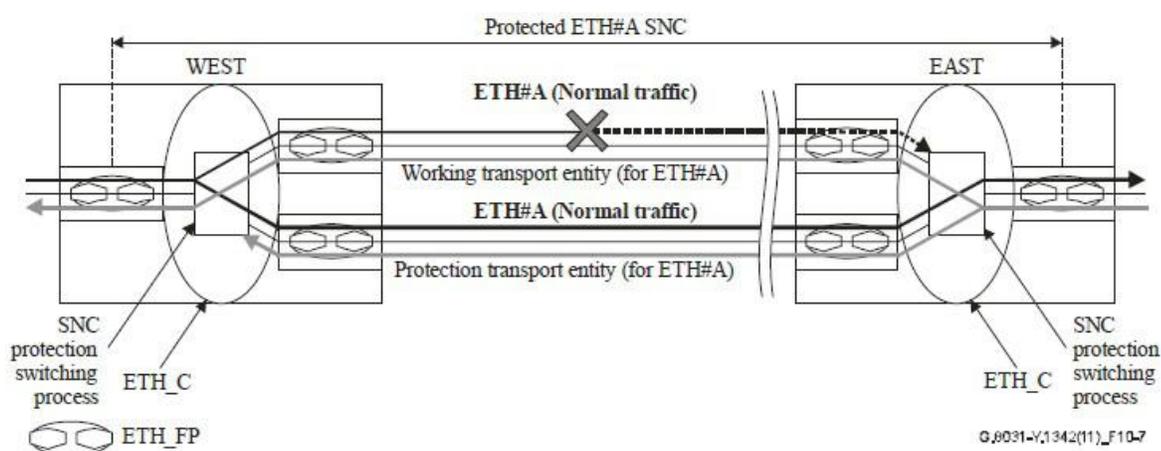
2. 1+1 单向保护倒换

图 6 给出了 1+1 单向线性保护倒换结构。将被保护的 ETH_CI 流量永久地桥接到工作传输实体以及保护传输实体，其中被保护的 ETH_CI 流量需要进行复制一份。在选择器端，通过查找 VLAN_STG，对端口和 MST 来进行匹配，设置工作实体的端口为能接收，保护实体的端口为不能接收（阻塞），从而从工作实体接收流量并且丢弃保护传输实体上的流量。



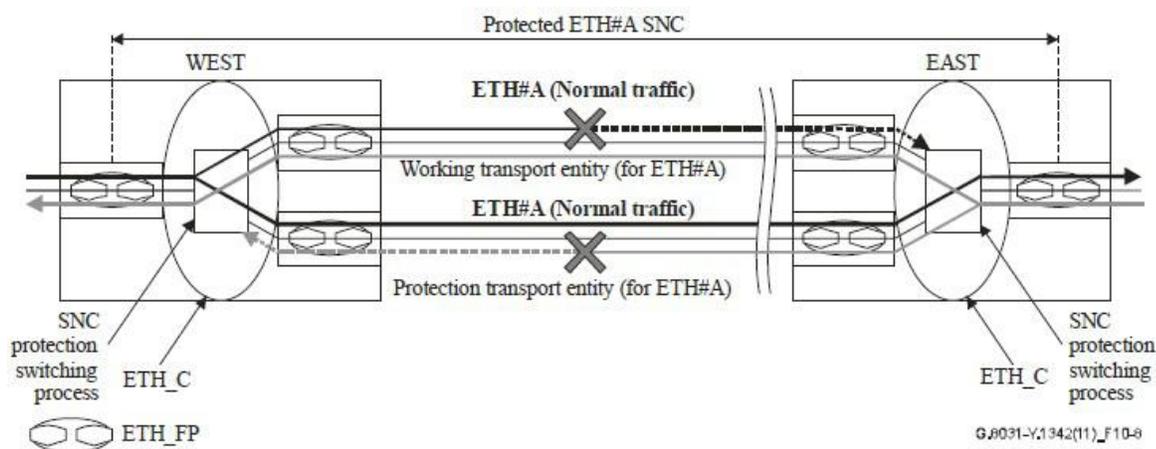
1+1 单向保护倒换结构

图 7 说明，因为工作实体由西向东的方向上的一个信号故障（信号减弱）导致出现了一个保护倒换。西端的选择器端，工作实体的端口依然为能接收，保护实体的端口为不能接收（阻塞），东向西的方向上继续通过工作传输实体来接收正常流量。而东端的选择器端，设置保护实体的端口为能接收，工作实体的端口为不能接收（阻塞），使得在西向东的方向上，通过保护传输实体来接收正常流量在单向保护倒换下，每个方向都是独立倒换。被保护域端的选择器只是基于本地信息进行操作。出于这个目的，APS 协调协议不是必须的。



1+1 单向保护倒换结构—在西向东方向上的工作传输实体的信号故障（信号减弱）

图 8 说明了在工作传输实体西向东方向上以及在保护传输实体的东向西方向上存在一个信号故障（信号减弱）的情况。单向保护倒换可以保护这种情况，而双向保护倒换不支持这种情况。



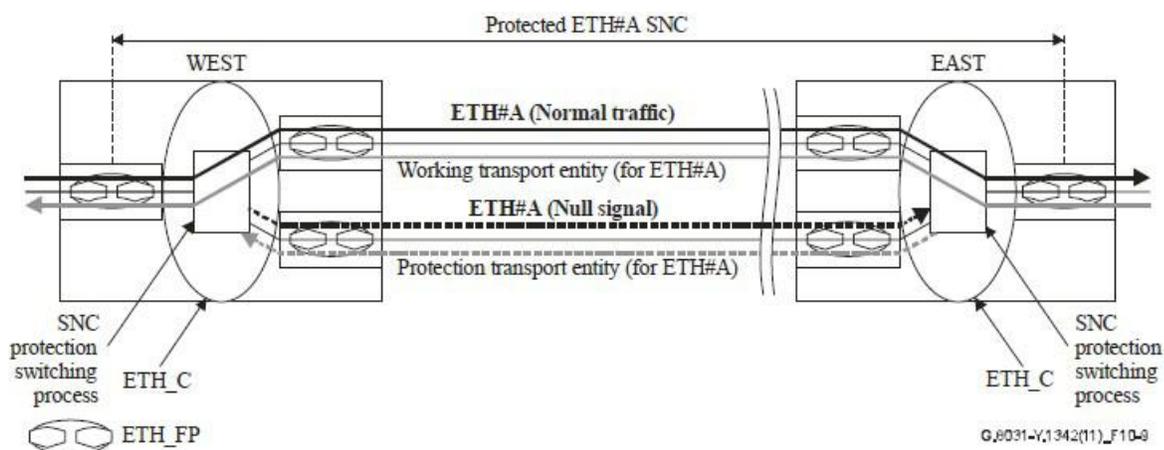
1+1 单向保护倒换结构—两个方向上的信号故障（信号减弱）

3. 1: 1 双向保护倒换

1: 1SNC 保护倒换能够由选择器桥或者广播桥来支持。1: 1SNC 保护倒换（选择器或者广播）的桥类型通过 `ETH_C_MI_PS_BridgeType` 来配置。`ETH_C_MI_PS_BridgeType` 的值为 0（选择器桥）和 1（广播桥）。`ETH_C_MI_PS_BridgeType` 的默认值为 0。在本文当前版本中，选择器桥对 SD 是不支持保护的，而广播桥支持。

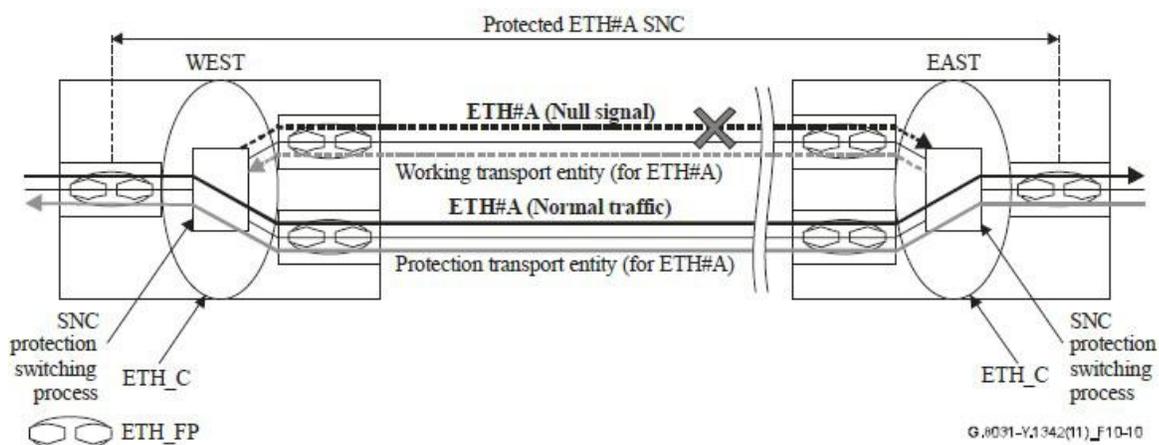
注意：广播桥只在返回模式中使用。

图 9 给出了 1:1 的线性保护倒换结构，通过工作传输实体传输正常的流量（ETH#A）。在源端的桥（选择器桥或者广播桥），通过查找 `EGR_VLAN_STG`，对端口和 MST 来进行匹配，设置工作实体的端口为能发送，保护实体的端口为不能发送（阻塞），从而选择从工作实体传输流量并且不在保护传输实体上进行流量传输。接收端根据 APS 协议协调选择工作传输实体进行接收。图 9 对于 2 种桥（选择器或者广播）都适用。



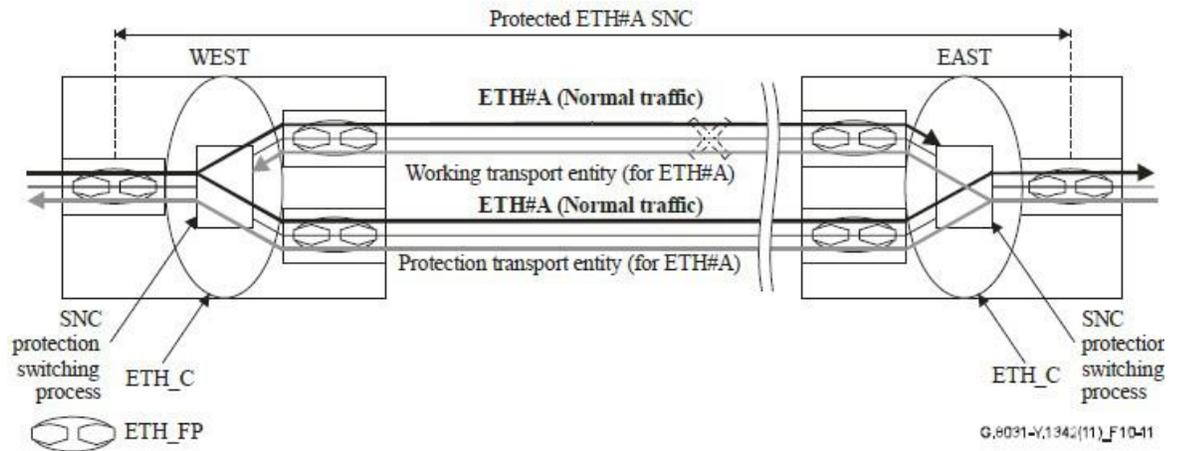
1: 1 保护倒换结构

图 10 给出了当工作传输实体上出现一个信号故障时，保护倒换的情况。使用一个在源节点的选择器桥，通过 EGR_VLAN_STG，设置保护实体的端口为能发送，工作实体的端口为不能发送（阻塞），把正常流量（ETH#A）转发到保护传输实体，不在工作传输实体上进行流量传输。在接收端节点，从保护传输实体接收正常流量（ETH#A）。



1: 1 保护倒换结构（用选择器桥）—工作实体信号故障的情况

图 11 给出了当工作传输实体上出现一个信号减弱时，保护倒换的情况。由于 ETH 跟踪信号减弱的监测，是依靠于正常流量信号的存在。如果使用了一个选择器桥，在保护倒换到保护传输实体后，清除在工作传输实体上的通知，可能会引起震荡。为了避免震荡，使用一个在源节点的广播桥，把正常流量（ETH#A）转发到工作传输实体和保护传输实体。在接收端节点，从保护传输实体接收正常流量（ETH#A）。



1: 1 保护倒换结构（用广播桥）—工作实体信号减弱的情况

在保护倒换的操作中，被保护域两端的桥/选择器可能会出现暂时的不匹配。但是，因为当前流量是根据 VID，通过 ETH_C 来进行转发，所以用于 ETH#A 的 ETH_CI 以及其它的 ETH_CI 之间不会出现误连接。注意为了获得这个转发行为，必须对被保护的 ETH#A 的保护传输实体和非被保护的 ETH 流量的保护传输实体配置不同的 VID。

根据 ETH_C 功能中的 VID 来进行的流量转发意味着,对于 1: 1 结构，流量永远不可能无连接。这在很大程度上简化了保护倒换协议的功能，为了完成一个双向倒换，可以采用 1 段（1-phase）APS 协议，只需要在两个端点之间交换一个单一的信息。

第 2 章 ELPS 保护配置

2.1 ELPS保护配置须知

在配置 ELPS 协议之前，请阅读以下注意事项：

- ELPS 链路拓扑存在环网链路，可能引起广播风暴，因此，请确保**在所有节点都配置完成的情况下再接通链路**。在未配置完所有节点的情况下接通所有节点，将容易引起广播风暴。
- ELPS 节点实例配置完成后，用户将不可以更改节点的基本信息，除非删除当前的节点重新配置；但可以更改时间参数等信息。
- 配置节点后，用 `show` 命令查看，若某节点 **state 指示的是 init**，则该节点配置未完成，无法启动，需要更改或者补充基本信息以完成节点配置。
- ELPS 保护协议支持在一台交换机配置多个 ELPS 节点实例。
- 物理端口以及聚合端口，均可配置为 ELPS 端口。若物理端口上已配置 EAPS、MEAPS、ERPS、链路聚合、802.1X 或端口安全，该端口不可配置为 ELPS 端口。

2.2 ELPS配置任务

- 配置 ELPS 节点
- 配置 ELPS 端口
- 控制 ELPS 的操作
- 查看 ELPS 协议状态

2.3 ELPS配置

2.3.1 配置 ELPS 节点

按照下面的步骤，将交换机配置为环网的主节点。

命令	目的
----	----

Switch# config	进入交换机配置模式。
Switch_config# elps id	配置elps节点实例并进入节点配置模式。 <i>id</i> : 节点实例号。
Switch_config_elps1# working-vlanmap vlanmap	必选。配置工作vlanmap。 <i>vlanmap</i> : 类似(1,3,5,7) 或 (1,3-5,7) 或 (1-7)表示的VLAN范围表(1-4094)。
Switch_config_elps1# protection-mode {1plus1-bidirectional 1plus1-unidirectional 1to1-bidirectional}	必选。配置保护模式。 1plus1-bidirectional和1plus1-unidirectional模式下，默认为非返回模式；1to1-bidirectional模式下，默认为返回模式。
Switch_config_elps1# revertive-mode {revertive nonrevertive}	必选。配置返回模式。
Switch_config_elps1# detect-fault {physical-port-check continuity-check both-check}	必选。配置故障监测模式。
Switch_config_elps1# WTR-time value	可选。配置WTR定时器周期。 <i>value</i> : 时间值，5min~12min，步长为1min，缺省为5min。
Switch_config_elps1# hold-off-time value	可选。配置hold-off定时器周期。 <i>value</i> : 时间值，1s~10s，步长为100ms，缺省为1s。
Switch_config_elps1# exit	保存当前配置并退出节点配置模式。
Switch_config#	

注释：

1plus1-bidirectional 和 1plus1-unidirectional 模式下，默认为非返回模式；1to1-bidirectional 模式下，默认为返回模式，这 2 种情况在配置返回模式后改变。

2.3.2 配置 ELPS 端口

按照下面的步骤，将交换机配置为环网的传输节点。

命令	目的
Switch# config	进入交换机配置模式。
Switch_config# interface intf-name	进入端口配置模式。

Switch_config_intf#elps id {working-transport protection-transport}	配置端口类型。 <i>id</i> : 节点实例号。
Switch_config_intf#elps id mep md md-string ma ma-string level level-id local local-id remote remote-id	配置端口MEP信息。 <i>id</i> : 节点实例号; <i>md-string</i> : MEP维护域信息; <i>ma-string</i> : MEP维护链接信息; <i>level-id</i> : MEP等级信息; <i>local-id</i> : MEP本地id信息; <i>remote-id</i> : MEP远端id信息。
Switch_config_intf#exit	退出端口配置模式。
Switch_config#	

2.3.3 控制 ELPS 的操作

按照下面的步骤，将交换机配置为环网的主节点。

命令	目的
Switch#elps id LockOut	ELPS的保护锁定操作。
Switch#elps id ForcedSwitch	ELPS的强制倒换操作。
Switch#elps id ManualSwitch	ELPS的手动倒换操作。
Switch#elps id ManualSwitch-Working	ELPS的手动倒换到工作实体操作。
Switch#elps id Exercise	ELPS的演习命令操作。
Switch#elps id CLEAR	ELPS的控制命令的清除。
Switch#	

2.3.4 查看 ELPS 协议状态

使用下面的命令查看环网保护协议的状态。

命令	目的
show elps	查看全部ELPS协议和ELPS端口的摘要信息。
show elps id	查看指定ELPS协议和ELPS端口的摘要信息。 <i>id</i> : 节点实例号。
show elps id detail	查看指定ELPS协议和ELPS端口的详细信息。

show elps <i>id</i> interface <i>intf-name</i>

查看指定ELPS端口或普通交换端口的状态信息。
