

目 录

第 1 章	VSF	1-1
1.1	概述	1-1
1.1.1	VSF简介	1-1
1.1.2	基本概念	1-3
1.1.3	术语	1-4
1.1.4	VSF典型应用	1-4
1.1.5	LACP MAD	1-5
1.1.6	BFD MAD	1-6
1.2	VSF相关配置	1-7
1.2.1	VSF配置	1-7
1.2.2	LACP MAD配置	1-9
1.2.3	BFD MAD配置	1-10
1.3	VSF典型案例	1-11
1.4	VSF排错帮助	1-13

第1章 VSF

1.1 概述

1.1.1 VSF简介

VSF 就是将多台设备通过 VSF 口连接起来形成一台虚拟的逻辑设备。用户对这台虚拟设备进行管理，来实现对虚拟设备中所有物理设备的管理。

传统的园区和数据中心网络是使用多层网络拓扑结构设计的，如图 1-1 所示。这些网络类型有以下缺点：

- (1) 网络和服务复杂，从而导致运营效率低、运营开支高。
- (2) 无状态的网络级故障切换会延长应用恢复时间和业务中断时间。
- (3) 使用率低下资源降低了投资回报（ROI），提高了资本开支。

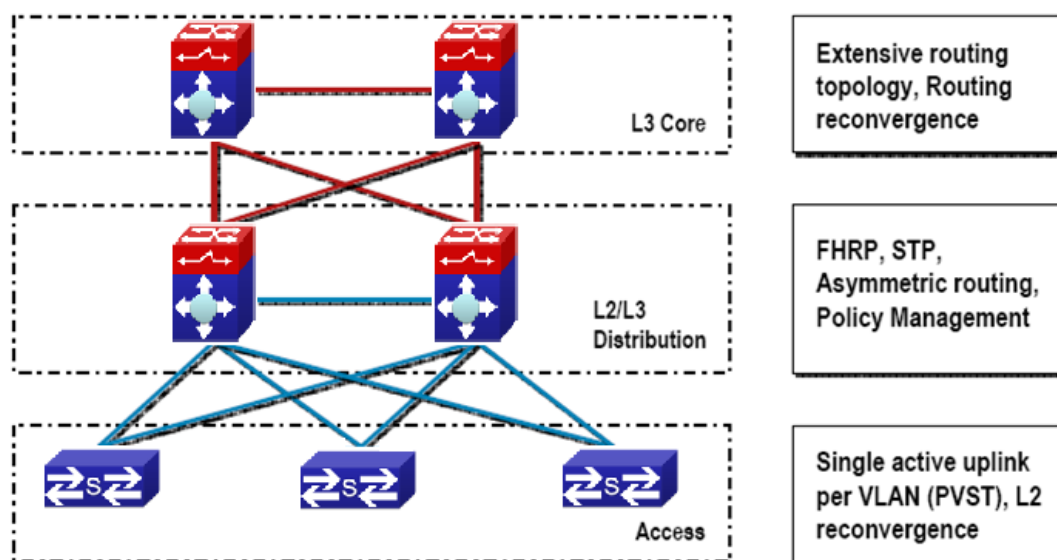


图 1-1 传统的企业网

为了解决这些问题，出现了 VSF 技术，将多台支持 VSF 的设备组合为单一虚拟交换机。在 VSF 中，这两个交换机中的管理引擎的数据面板和交换阵列能同时激活。VSF 成员通过 VSF 链路（VSL）连接。VSL 在虚拟交换机成员之间使用标准万兆以太网连接（多达 4 条，以提供冗余性），如图 1-2。

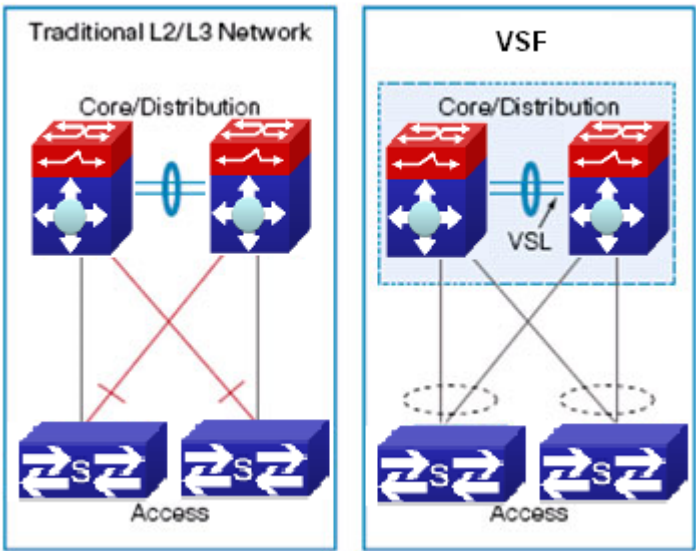


图 1-2 VSF 示意图

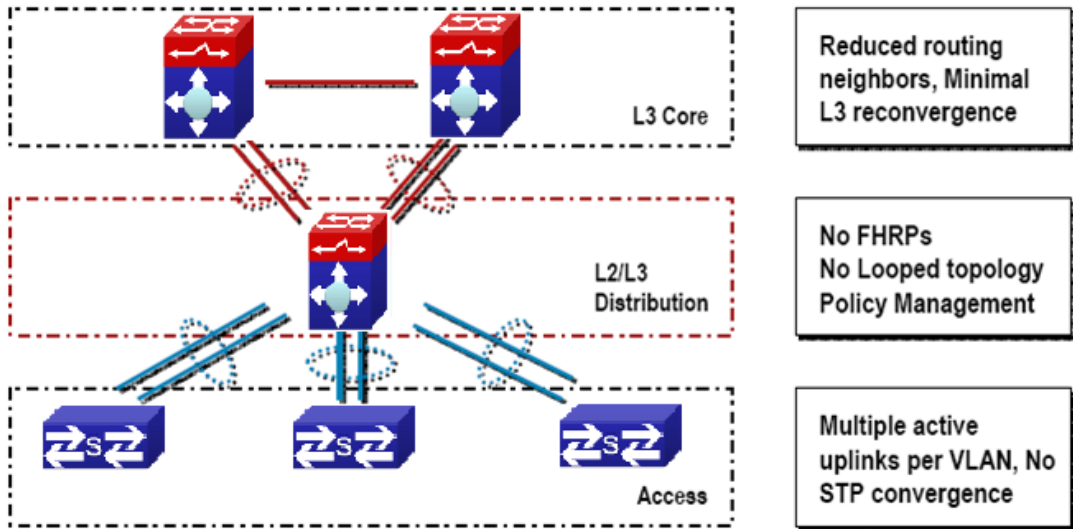


图 1-3 采用虚拟化技术的企业网

与传统的 L2/L3 网络设计相比，VSF 提供了多项显著优势。大体说来，其优势可归纳为以下三个主要方面：

1. VSF 能够提高运营效率

单管理点，包括配置文件和单一网关 IP 地址（无需 HSRP/VRRP/GLBP）

多台物理设备堆叠形成的一台逻辑设备创建了简单的无环路拓扑结构，不再依靠生成树协议（STP）

底层物理交换机经由标准万兆以太网接口相连，在位置方面提供了灵活的部署选项

2. VSF 能够优化不间断通信

机箱间状态化故障切换不会干扰需要使用网络状态信息的应用。凭借 VSF，在一个虚

拟交换机成员发生故障时，不再需要进行 L2/L3 重收敛，能在较短时间内实现确定性虚拟交换机的恢复。port group 的模式要求必须使用 active 模式。

3. VSF 能够大大扩展系统带宽容量

在 VSF 交换机上激活所有可用的 L2 带宽，在扩大带宽的同时，还可以在 VSF 多个成员上进行精确的负载均衡。

1.1.2 基本概念

(1) 角色

VSF 中每台设备都称为成员设备。成员设备按照功能不同，分为两种角色：

Master：负责管理整个 VSF。

Standby Master：VSF 的备份成员，作为 Master 的备份设备运行，当 Master 故障时，系统由 Standby Master 自动接替原 Master 工作。

Slave：VSF 中除 Master 和 Standby Master 的成员设备。

Master、Standby Master 和 Slave 均由角色选举产生。一个 VSF 中同时只能存在一台 Master，一台 Standby Master，其它成员设备都是 Slave。

(2) VSF 端口

一种专用于 VSF 的逻辑接口，分为 vsf-port1 和 vsf-port2，需要和 VSF 物理端口绑定之后才能生效。

(3) VSF 物理端口

设备上可以用于 VSF 连接的物理端口。VSF 物理端口可能是 VSF 专用接口、以太网接口或者光口（设备上哪些端口可用作 VSF 物理端口与设备的型号有关，请以设备的实际情况为准）。通常情况下，以太网接口和光口负责向网络中转发业务报文，当它们与 VSF 端口绑定后就作为 VSF 物理端口，用于成员设备之间转发报文。可转发的报文包括 VSF 相关协商报文以及需要跨成员设备转发的业务报文。

(4) VSF 合并

两个 VSF 各自已经稳定运行，通过物理连接和必要的配置，形成一个 VSF，这个过程称为 VSF 合并（merge）。

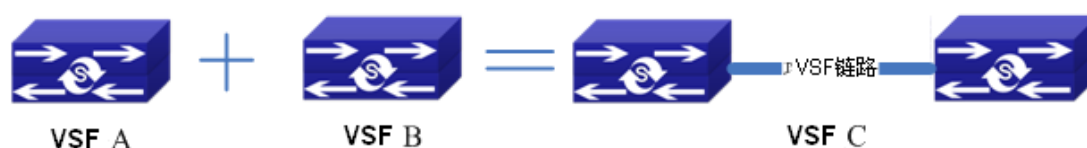


图 1-4 VSF 合并

(5) VSF 分裂

一个 VSF 形成后，由于 VSF 链路故障，导致 VSF 中两相邻成员设备物理上不连通，一个 VSF 变成两个 VSF，这个过程称为 VSF 分裂（split）。

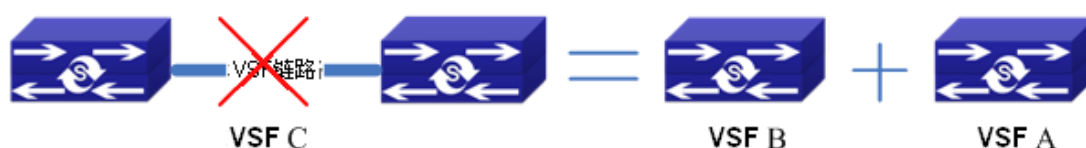


图 1-5 VSF 分裂

(6) 成员优先级

成员优先级是成员设备的一个属性，主要用于角色选举过程中确定成员设备的角色。优先级越高当选为 Master 的可能性越大。设备的缺省优先级均为 1，如果想让某台设备当选为 Master，则在组建 VSF 前，可以通过命令行手工提高该设备的成员优先级。

1.1.3 术语

VSF(Virtual Switching Framework):虚拟交换框架。

VSF Port: VSF 口，为一个 mode on 的 port-channel

VSF AM: VSF 中的活动主控卡

VSF SM: VSF 中的备份主控卡

VSF Slave: VSF 中的线卡，运行 VSF 协议，在机架交换机中指 Chassis AM，未被选为 VSF AM 或 VSF SM

VSF Member: VSF 中的成员设备

VSF Master Member: VSF 中的主成员设备

VSF Standby Master Member: VSF 中的备份主成员设备

VSF Slave Member: VSF 中的 slave 成员设备

HA(High Availability):高可靠性。

AM (Active Master): 活动主控，工作模式为 Master 且处于活动状态的交换机，一个盒式 vsf 组每一时刻只能有一个 AM。

SM (Standby Master): 备份主控，盒式 vsf 组中工作模式为 Master 且处于备份状态的交换机。

SSO(Stateful Switchover): 全状态主备倒换，同步协议应用层的数据，发生主备倒换，备份主控的协议应用模块能快速接管相应的功能，本模块的数据不丢失，但是路由协议的动态数据不同步。

NSF (None Stop Forwarding): 利用了数据层面控制层面处理的独立性，在控制层面发生故障的时候，数据层面依然能够正常转发数据。

NSF/SSO (Nonstop Forwarding with Stateful Switchover): 指在进行 SSO “主备倒换”的时候，数据的转发是不受影响的。

Syn process: HA 同步进程，负责活动主控或备份主控协议模块数据的收集或分发，负责活动主控和备份主控的数据同步通信。

GR(Graceful Restart): 优雅重启。为了实现不间断转发，需要路由协议做扩展以支持 GR 能力。

MAD: Multi-Active Detection，多 Active 检测。

1.1.4 VSF典型应用

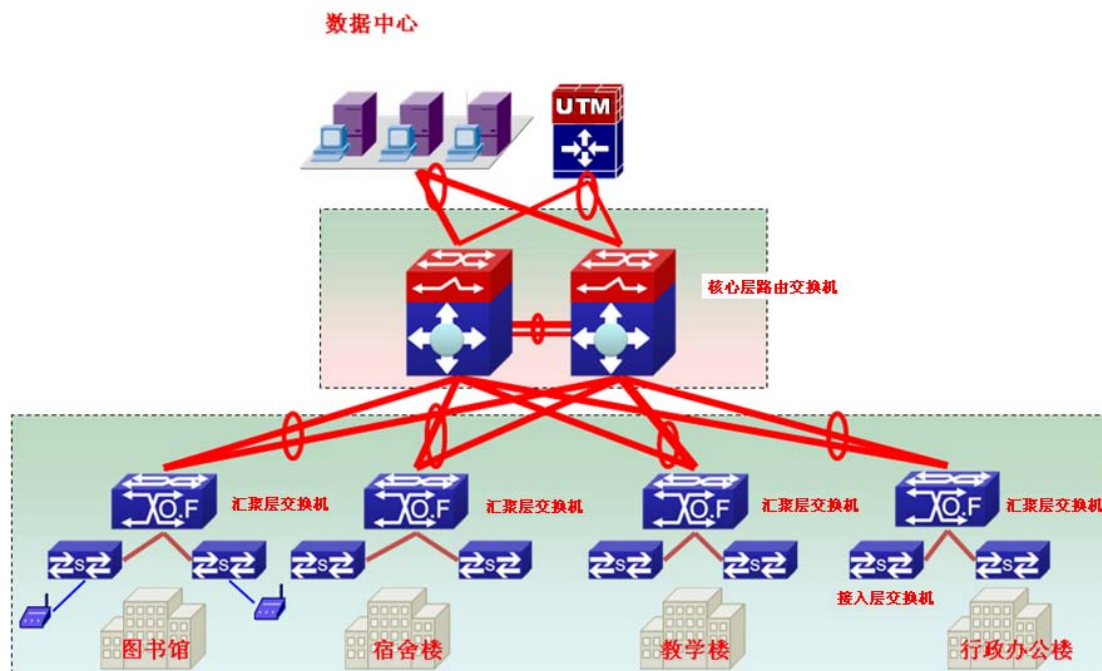


图 1-6 VSF 在校园网数据中心应用

图 1-6 为 VSF 在校园网中的应用，使用 VSF 后，汇聚层的多个设备成为了一个单一的逻辑设备，接入设备直接连接到虚拟设备。这个简化后的组网不再需要使用 MSTP、VRRP 协议，简化了网络配置。同时依靠跨设备的链路聚合 (port group 的模式要求必须使用 active 模式)，在成员出现故障时不再依赖 MSTP、VRRP 等协议的收敛，提高了可靠性。

1.1.5 LACP MAD

lacp mad 是基于 lacp 的动态聚合方式，vsf 的每个成员设备都至少有一个端口和中间设备连接。

注意：中间设备必须为我司支持 lacp 扩展功能的设备。

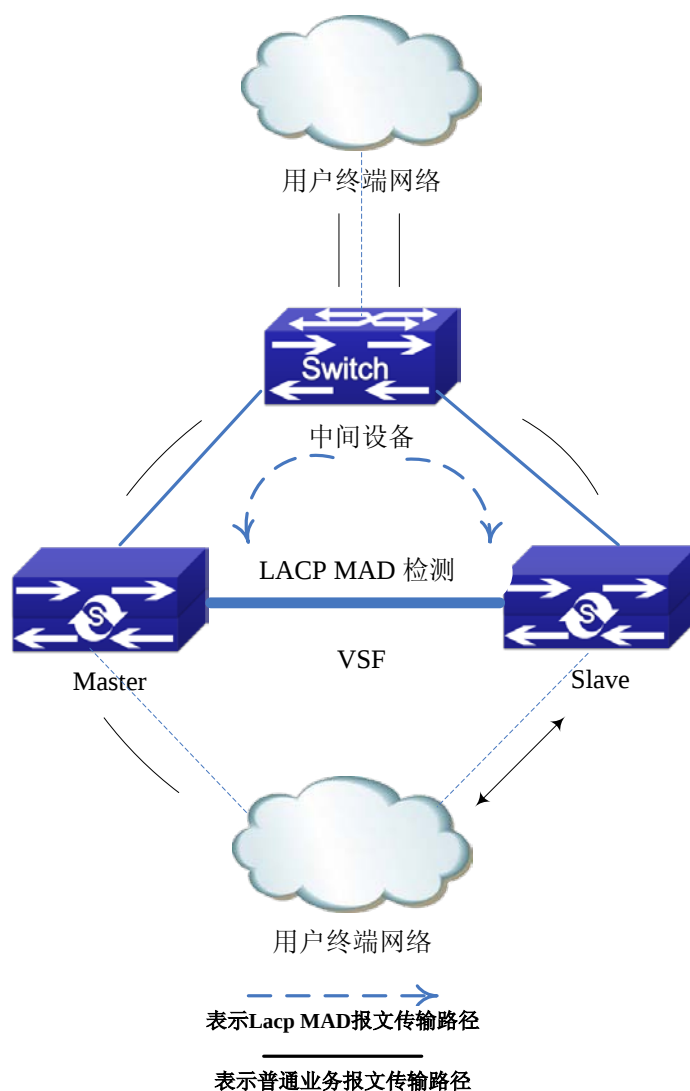


图 1-7 LACP MAD 检测

LACP MAD 检测是通过扩展 LACP 协议报文内容实现的，在 LACP 协议报文的扩展字段中定义一个新的 TLV (Type Length Value)，该 TLV 用于交互 VSF 的 ActiveID。对于 VSF 系统来说，ActiveID 的值是唯一的，用 VSF 中 master 设备的成员编号来表示。使能 LACP MAD 检测后，成员设备通过 LACP 协议报文和其它成员设备交互 ActiveID 信息。

当 VSF 正常运行时，所有成员设备发送的 LACP 协议报文中的 ActiveID 值相同，没有发生多 Active 冲突；

当 VSF 分裂后会形成两个 vsf 时 不同 VSF 中的成员设备发送的 LACP 协议报文中的 ActiveID 值不同，从而检测到多 Active 冲突。

1.1.6 BFD MAD

Bfd mad 检测的拓扑搭建比 lacp 简单，但是一旦某个 vlan 被选定用于 bfd mad 检测，该 vlan 以及 vlan 中的端口都将作为 bfd mad 的专有 vlan 和端口，不能再配置使能其它的功能。

搭建方法：在 member1 上选定一个端口，在 member2 选定一个端口，在两者之间连一根线。



图 1-8 BFD MAD 检测

BFD MAD 检测是通过 BFD 协议来实现的。要使 BFD MAD 检测功能正常运行，除在三层接口下使能 BFD MAD 检测功能外，还需要在该接口上配置 MAD IP 地址。MAD IP 地址与普通 IP 地址不同的地方在于 MAD IP 地址与成员设备是绑定的，VSF 中的每个成员设备上都需要配置，且必须属于同一网段。

当 VSF 正常运行时，只有 master 上配置的 MAD IP 地址生效，配置的和 Slave 设备关联的 MAD IP 地址不生效，BFD 会话处于 down 状态；

当 VSF 分裂后形成两个 VSF 时，新形成的 vsf 上与此 member 关联的 mad ip 地址生效，通过 bfd mad 检测的连接线，两个 vsf 之间会建立起 bfd 会话，从而检测到多 Active 冲突。

1.2 VSF 相关配置

1.2.1 VSF 配置

VSF 配置任务序列：

1. 配置 VSF 成员编号（必选）
2. 配置 VSF 成员优先级（可选）
3. 配置 VSF 域（可选）
4. 配置逻辑 VSF 口
 - (1) 配置逻辑 VSF 口
 - (2) 将物理口与逻辑口绑定
5. 设备由独立运行模式转换到 VSF 运行模式
6. 配置 VSF 自动合并（可选）
7. 对 VSF 成员进行描述（可选）
8. 配置 VSF 链路 down 延迟上报功能（可选）
9. 配置 VSF 分裂后 VSF 组 MAC 地址保留时间（可选）
10. 设备由 VSF 运行模式转换到独立运行模式
11. 快速检测 VSF 链路状态变化

1. 配置 VSF 成员编号（必选）

命令	解释
全局配置模式	
vsf member <member-id> no vsf member <member-id>	配置或删除 VSF 成员编号

2. 配置 VSF 成员优先级和所在 VSF 域（可选）

命令	解释
全局配置模式	
vsf priority <priority> no vsf priority	配置或删除 VSF 成员优先级。
vsf domain <domain-id> no vsf domain	配置或删除 VSF 域，no 操作相当于恢复到默认域号 1。

3. 配置逻辑 VSF 口并与物理口进行绑定

命令	解释
全局配置模式	
vsf port-group <port-number> no vsf port-group <port-number>	配置或删除逻辑 VSF 口
VSF 口配置模式	
vsf port-group interface Ethernet <interface-list> no vsf port-group interface Ethernet <interface-list>	将物理口与逻辑 VSF 口进行绑定或删除绑定

4. 设备进行运行模式转换

命令	解释
全局配置模式	
switch convert mode (stand-alone vsf)	设置设备由独立运行模式转换到 VSF 运行模式，或者由 VSF 运行模式转换到独立运行模式

5. 其他配置

命令	解释
全局配置模式	
vsf auto-merge enable no vsf auto-merge enable	使能 VSF 组自动合并功能，该命令的 no 命令去除自动合并功能。
vsf member <member-id> description <text> no vsf member <member-id> description	对 VSF 成员进行描述，此描述信息只写入 VSF 主控配置文件中。该命令的 no 命令为删除对应 VSF 成员的描述信息。
vsf link delay<interval> no vsf link delay	配置 VSF 链路 down 延迟上报功能，用于避免因端口链路层状态在短时间内频繁改变，导致 VSF 分裂、合并的频繁发生。该命令的 no 命令为将延迟上报时间值恢复为默认值。

vsf mac-address persistent <timer always> no vsf mac-address persistent	配置 VSF 分裂后 VSF 组 MAC 地址保留时间。该命令的 no 命令为删除 VSF 组 MAC 地址保留时间的配置，即不保留。
vsf non-wait port-inactive no vsf non-wait port-inactive	快速检测 VSF 链路状态变化，用于需要快速发现 vsf 分裂的场景。该命令的 no 命令将恢复检测 VSF 链路状态为默认方式。

1.2.2 LACP MAD配置

LACP MAD 配置任务序列:

1. 创建聚合组
2. 将端口加入聚合组，至少有一方为 active 方式
3. 配置快速检测（可选）
4. 使能 LACP MAD

1. 创建聚合组

命令	解释
全局配置模式	
port-group <port-group id> no Port-group <port-group id>	创建或删除 port-group

2. 将端口加入聚合组

命令	解释
全局配置模式	
interface ethernet <port-num>	进入端口模式。
端口配置模式	
port-group <port-group id> mode <active passive> no port-group <port-group id>	将端口加入或退出聚合组

3. 配置快速检测

命令	解释
端口配置模式	
lacp timeout <long short> no lacp timeout	配置或删除快速检测

4. 使能 LACP MAD

命令	解释
聚合端口配置模式	

vsf mad lacp <enable disable>	使能或去使能 port-group 上的 LACP MAD
--	-------------------------------

1.2.3 BFD MAD配置

BFD MAD 配置任务序列:

1. 创建用于 BFD MAD 的 vlan
2. 将用于进行 BFD MAD 的端口加入到相应 vlan 中
3. 为 BFD MAD 三层接口配置 IP 地址
4. 使能 BFD MAD 功能

1. 创建用于 BFD MAD 的 vlan

命令	解释
全局配置模式	
vlan <vlan-id> no vlan <vlan-id>	配置或删除 vlan

2. 将用于进行 BFD MAD 的端口加入到相应 vlan 中

命令	解释
vlan 配置模式	
switchport interface ethernet <port-num> no switchport interface ethernet <port-num>	将端口加入或移出 vlan。

3. 为 BFD MAD 三层接口配置 IP 地址

命令	解释
全局配置模式	
Interface vlan <vlan-id>	进入 vlan 接口配置模式
接口配置模式	
vsf mad ip address <ip-addr> <ip-mask> member <member-id> no vsf mad ip address <ip-addr> <ip-mask> member <member-id>	配置或删除三层接口上用于 BFD MAD 的 IP 地址

4. 使能 BFD MAD 功能

命令	解释
接口配置模式	
vsf mad bfd <enable disable>	使能或去使能 BFD MAD

1.3 VSF典型案例

案例 1:

在独立运行模式下进行配置，令两台交换机形成 VSF，两台设备分的 VSF 成员编号分别为 1 和 2，为了让 vsf member2 成为 vsf master，配置 member 2 的成员优先级为 32，两台设备之间建立两个 vsf port-group，每个 vsf port-group 绑定一个万兆端口。

switch1 的 VSF 配置如下：

```
switch1#config
switch1(config)#vsf member 1
switch1(config)#vsf port-group 1
switch1(config-vsf-port1)#vsf port-group interface ethernet 1/1
switch1(config)#vsf port-group 2
switch1(config-vsf-port1)#vsf port-group interface ethernet 1/2
switch1(config)#exit
switch1(config)#switch convert mode vsf
```

switch2 的 VSF 配置如下：

```
switch2#config
switch1(config)#vsf member 2
switch1(config)#vsf priority 32
switch1(config)#vsf port-group 1
switch1(config-vsf-port1)#vsf port-group interface ethernet 2/1
switch1(config)#vsf port-group 2
switch1(config-vsf-port1)#vsf port-group interface ethernet 2/2
switch1(config)#exit
switch1(config)#switch convert mode vsf
```

案例 2:

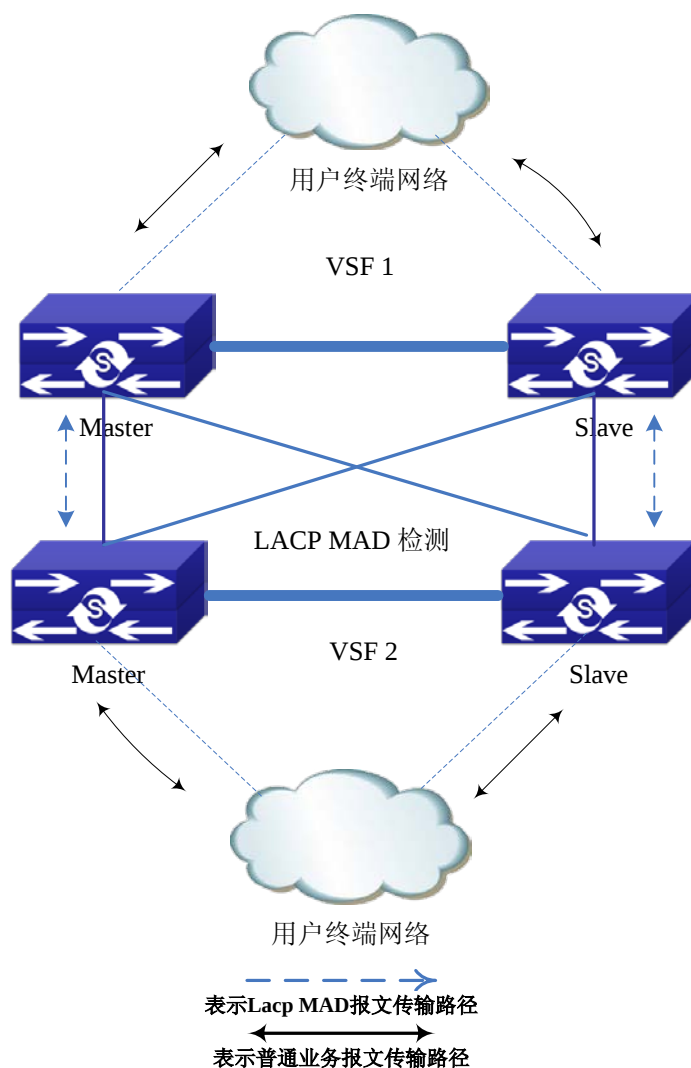


图 1-9 lacp mad 检测典型拓扑

按上图所示典型拓扑，在两个 vsf 之间使用 lacp mad 检测功能，vsf1 与 vsf2 的角色既为被检测设备，也互为中间设备。配置和前面基本相同。建议用户在各个设备之间交叉连接，避免 vsf1 分裂后不能做中间设备继续检测 vsf2。

假设 vsf1 与 vsf2 使用的 lacp 端口都为 ethernet 1/1/1, ethernet 1/1/2, ethernet 2/1/1, ethernet 2/1/2。

vsf1 的配置如下：

```
Switch(config)#vsf domain 1
```

*配置 vsf 域号，可以配置成其它值，但是不能与 vsf2 相同。

```
Switch(config)#port-group 1
```

```
Switch(config)#interface ethernet 1/1/1
```

```
Switch(config-if-ethernet1/1/1)#port-group 1 mode active
```

```
Switch(config)#interface ethernet 1/1/2
```

```
Switch(config-if-ethernet1/1/2)#port-group 1 mode active
```

```
Switch(config)#interface ethernet 2/1/1
```

```
Switch(config-if-ethernet2/1/1)#port-group 1 mode active
```

```
Switch(config)#interface ethernet 2/1/2
Switch(config-if-ethernet2/1/2)#port-group 1 mode active
Switch(config-if-ethernet2/1/2)#interface port-channel 1
Switch(config-if-port-channel1)#vsf mad lacp enable
```

vsf2 的配置如下:

```
Switch(config)#vsf domain 2
```

*配置 vsf 域号, 可以配置成其它值, 但是不能与 vsf1 相同。
其余配置和 vsf1 上的配置相同。

案例 3:



如上图所示, 假设用于 bfd mad 检测的端口为 ethernet1/1/1, ethernet2/1/1, vlan 为 3000。Mad ip 地址的配置以 192.168.1.1 网段为例。

switch 的 BFD MAD 配置如下:

```
Switch(config)#vlan 3000
Switch(config-vlan3000)#interface ethernet 1/1/1
Switch(config-if-ethernet1/1/1)#switchport access vlan 3000
Switch(config-if-ethernet1/1/1)#interface ethernet 2/1/1
Switch(config-if-ethernet2/1/1)#switchport access vlan 3000
Switch(config-if-ethernet2/1/1)#interface vlan 3000
Switch(config-if-vlan3000)#vsf mad bfd enable
Switch(config-if-vlan3000)#vsf mad ip add 192.168.1.1 255.255.255.0 member 2
Switch(config-if-vlan3000)#vsf mad ip add 192.168.1.2 255.255.255.0 member 1
```

注意: 此时整个 vsf 是一台设备, 所以 BFD MAD 配置相当于只在一台设备上进行。

1.4 VSF排错帮助

在进行 VSF 配置和使用过程中, 出现命令行不可配置时, 应注意如下事项:

- ☞ 是否处于正确的运行模式, 有些命令行既可在独立运行模式下配置, 又可在 VSF 运行模式下配置, 而某些命令行只能最 VSF 运行模式下配置;
- 在 VSF 使用过程中不能形成 VSF, 或出现其他异常时, 应注意如下事项:
 - ☞ 首先查看物理连接是否正确。目前机架式 VSF 组只支持万兆口与逻辑口的绑定, 需要查看连接的万兆端口是否是绑定的端口;
 - ☞ Vsf member id 是否冲突, member id 冲突时, 两设备无法形成 vsf。
 - ☞ Vsf domain 号是否相同, 只有 vsf domain 号相同的设备才有可能形成 vsf。

- ✎ 与逻辑 VSF 口绑定的物理端口上建议没有任何配置，尤其是类似于速率双工、带宽限制、安全认证、ACL 等配置。

在 VSF 运行模式下进行配置时，应注意如下事项：

- ✎ VSF 运行模式下，VSF 相关配置可以在各个成员上分别配置，但在成员上所做的配置，无法在成员上单独进行保存，但可以在 vsf master 上执行 write，此时所有成员上关于 vsf 的个性配置，分别各自保存在本机的 vsf.cfg 中。
- ✎ VSF 运行模式下，部分命令，如 VSF 域编号、成员优先级、member id 等仍然能够进行配置或修改，配置后 show run 显示为最新配置值，但需要在保存并重启后方能生效。
- ✎ VSF 运行模式下，为保证故障收敛时间，port group 的模式要求必须使用 active 模式。

对于 LACP MAD，在配置和使用过程中，出现疑问或异常时，应注意如下事项：

- ✎ 创建聚合组时，被检测设备与中间设备的聚合组必须保持一致
- ✎ 被检测设备和中间设备端口不能以 on 模式加入到用于 LACP MAD 的聚合组，且至少有一方为 active 方式
- ✎ 当被检测设备和中间设备都是 vsf 时，两 vsf 的 domain id(vsf 域号)不能相同

对于 BFD MAD，在配置和使用过程中，出现疑问或异常时，应注意如下事项：

- ✎ bfd mad 功能不能在 interface vlan 1 下使能
- ✎ bfd mad 功能与防环功能互斥（比如 stp,mstp 等等），如果该 vsf 有配置防环功能，需要在用于做 bfd mad 检测的端口上都关闭防环功能，否则，可能导致检测失败。
- ✎ 如果该 vsf 上存在端口被配置成 trunk 口(包括 port-channel 口)，请确认用于 bfd mad 检测的 vlan 是否在该 trunk 内(trunk 口默认属于所有 vlan)，如果在，必须要在该端口下将用于 bfd mad 检测的 vlan 过滤掉，否则，可能导致出现环路。
- ✎ 如果该 vsf 上存在端口被配置成 hybrid 口，请确保该 hybrid 口不属于 bfd mad 检测的 vlan,否则，也可能导致出现环路。
- ✎ 在用于 bfd mad 检测的 vlan 接口以及该 vlan 中的所有端口，除了配置用于 bfd mad 检测的配置外，不能再配置其它配置。
- ✎ 如果不再使用 bfd mad 功能，除了将配置清除外，还要注意将用于 bfd mad 检测的连接线去掉。
- ✎ 如果 bfd mad 配置已经完成，后来又对其它端口，vlan 或者全局下的命令有修改，请确认以上几条是否满足。
- ✎ 建议用户选择一个在业务处理中基本不会用到的 vlan，作为 bfd mad 检测的专用 vlan。