

网 络 工 程

本 科 实 验 报 告

实验名称：双向转发检测（BFD）配置

学 员 姓 名	程景愉	学 号	202302723005
培 养 类 型	无军籍	年 级	2023
专 业	网络工程	所 属 学 院	计算机学院
指 导 教 员	张军	职 称	工程师
实 验 室	306-707	实 验 时 间	2025.09.24

国防科技大学教育训练部制

《本科实验报告》填写说明

实验报告内容编排应符合以下要求：

- (1) 采用 A4 (21cm×29.7cm) 白色复印纸，单面黑字。上下左右各侧的页边距均为 3cm；缺省文档网格：字号为小 4 号，中文为宋体，英文和阿拉伯数字为 Times New Roman，每页 30 行，每行 36 字；页脚距边界为 2.5cm，页码置于页脚、居中，采用小 5 号阿拉伯数字从 1 开始连续编排，封面不编页码。
- (2) 报告正文最多可设四级标题，字体均为黑体，第一级标题字号为 4 号，其余各级标题为小 4 号；标题序号第一级用“一、”、“二、”……，第二级用“（一）”、“（二）”……，第三级用“1.”、“2.”……，第四级用“（1）”、“（2）”……，分别按序连续编排。
- (3) 正文插图、表格中的文字字号均为 5 号。

目录

1 实验目的	5
2 实验原理	5
2.1 BFD 协议简介	5
2.1.1 定义	5
2.1.2 目的	5
2.1.3 受益	5
2.2 BFD 协议工作原理	5
2.2.1 原理简介	5
2.2.2 BFD 会话建立方式	6
2.2.3 BFD 会话管理	7
2.2.4 BFD 检测机制	7
3 实验环境	7
3.1 实验背景	7
3.2 实验设备	8
4 实验步骤及结果	8
4.1 实验拓扑	8
4.2 按照拓扑图接线	8
4.3 配置基本网络	9
4.3.1 配置 PC	9
4.3.2 配置路由器 IP 地址	9
4.4 配置 BFD 与 OSPF 联动	10
4.5 验证 BFD 配置	11
4.5.1 查看状态	11
4.5.2 模拟链路故障	12
5 思考题	14
5.1 创建 BFD 会话中本地标识符和远端标识符可以一样吗？	14
5.2 BFD 与浮动路由联动前，PC1 和 PC2 不能通信，是因为浮动路由机制不起作用了吗？如果不是，请说明原因。	15
5.3 AR1 和 AR2 之间有 2 条线路，一条主，一条辅。配置了 BFD 后，主链路断开。当链路恢复连通后，路由器会立刻启用主的路由吗？请分析原因。	15
5.4 如何配置 BFD 配置成单臂回声模式，该模式是单跳还是多跳？	15
6 实验总结	15
6.1 内容总结	15
6.2 心得感悟	15
参考文献	16

图目录

Figure 1	BFD 会话建立流程图	6
Figure 2	BFD 故障发现处理流程图	6
Figure 3	BFD 状态机迁移图	7
Figure 4	实验拓扑图	8
Figure 5	机柜正面接线图	8
Figure 6	机柜背面接线图	9
Figure 7	配置 Router_1 的 IP 地址(1)	9
Figure 8	配置 Router_1 的 IP 地址(2)	9
Figure 9	配置 Router_1 的 IP 地址(3)	9
Figure 10	配置 Router_2 的 IP 地址	10
Figure 11	配置 Router_3 的 IP 地址	10
Figure 12	在 Router_1 上配置接口的 BFD 特性	10
Figure 13	配置 Cost 值	10
Figure 14	配置 BFD 参数	10
Figure 15	在 Router_1 上配置 OSPF 协议	11
Figure 16	在 Router_2 上配置 OSPF 协议	11
Figure 17	在 Router_3 上配置 OSPF 协议	11
Figure 18	查看 OSPF 邻居状态	11
Figure 19	查看 BFD 会话状态	12
Figure 20	查看 PC1 到 PC2 的路径	12
Figure 21	模拟链路故障	12
Figure 22	查看 PC1 上的长 ping	13
Figure 23	再次查看 PC1 到 PC2 的路径	13
Figure 24	再次查看 PC1 上的长 ping	14

1 实验目的

通过配置双向转发检测（BFD）协议与 OSPF 联动，验证其在网络故障检测和快速切换中的应用效果。具体目标如下：

1. 熟悉 BFD 协议的基本原理、会话管理方式及检测机制。
2. 掌握 BFD 与 OSPF 联动的配置方法，提高路由协议的故障检测速度。
3. 测试网络在链路故障情况下的切换性能，验证 BFD 配置的实际效果，提升网络可靠性和故障恢复能力。

2 实验原理

2.1 BFD 协议简介

2.1.1 定义

双向转发检测 BFD（Bidirectional Forwarding Detection）是一种全网统一的检测机制，用于快速检测、监控网络中链路或者 IP 路由的转发连通状况。

2.1.2 目的

为了减小设备故障对业务的影响，提高网络的可靠性，网络设备需要能够尽快检测到与相邻设备间的通信故障，以便及时采取措施，保证业务继续进行。在现有网络中，有些链路通常通过硬件检测信号，如 SDH 告警，检测链路故障，但并不是所有的介质都能够提供硬件检测。此时，应用就要依靠上层协议自身的 Hello 报文机制来进行故障检测。上层协议的检测时间都在 1 秒以上，这样的故障检测时间对某些应用来说是不能容忍的。在三层网络中，Hello 报文检测机制无法针对所有路由来检测故障，如：静态路由。这对系统间互联互通定位故障造成困难。

BFD 协议就是在这种背景下产生的，BFD 提供了一个通用的标准化的介质无关和协议无关的快速故障检测机制。具有以下优点：

- 对相邻转发引擎之间的通道提供轻负荷、快速故障检测。这些故障包括接口、数据链路，甚至有可能是转发引擎本身。
- 用单一的机制对任何介质、任何协议层进行实时检测。

2.1.3 受益

BFD 可以实现快速检测并监控网络中链路或 IP 路由的转发连通状态，改善网络性能。相邻系统之间通过快速检测发现通信故障，可以更快地帮助用户建立起备份通道以便恢复通信，保证网络可靠性。

2.2 BFD 协议工作原理

2.2.1 原理简介

BFD 在两台网络设备上建立会话，用来检测网络设备间的双向转发路径，为上层应用服务。BFD 本身并没有邻居发现机制，而是靠被服务的上层应用通知其邻居信息以建立会话。会话建立后会周期性地快速发送 BFD 报文，如果在检测时间内没有收到 BFD 报文则认为该双向转发路径发生了故障，通知被服务的上层应用进行相应的处理。下面以 OSPF 与 BFD 联动为例，简单介绍会话工作流程。

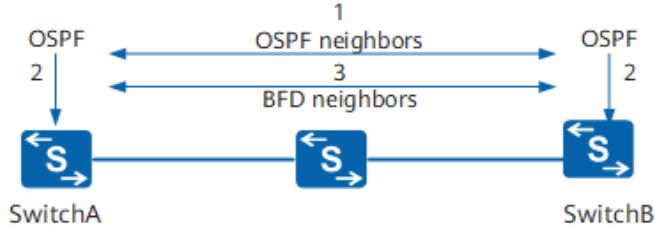


Figure 1: BFD 会话建立流程图

Figure 1 是一个简单的网络组网，两台设备上同时配置了 OSPF 与 BFD，BFD 会话建立过程如下所示：

1. OSPF 通过自己的 Hello 机制发现邻居并建立连接；
2. OSPF 在建立了新的邻居关系后，将邻居信息（包括目的地址和源地址等）通告给 BFD；
3. BFD 根据收到的邻居信息建立会话；
4. 会话建立以后，BFD 开始检测链路故障，并做出快速反应。

BFD 故障发现处理流程如下：

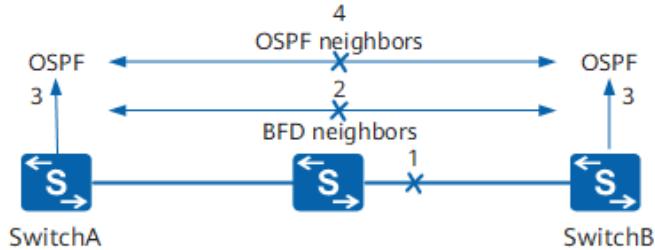


Figure 2: BFD 故障发现处理流程图

如 Figure 2 所示：

1. 被检测链路出现故障；
2. BFD 快速检测到链路故障，BFD 会话状态变为 Down；
3. BFD 通知本地 OSPF 进程 BFD 邻居不可达；
4. 本地 OSPF 进程中断 OSPF 邻居关系。

2.2.2 BFD 会话建立方式

BFD 会话的建立有两种方式，即静态建立 BFD 会话和动态建立 BFD 会话。静态和动态创建 BFD 会话的主要区别在于本地标识符（Local Discriminator）和远端标识符（Remote Discriminator）的配置方式不同。BFD 通过控制报文中的 Local Discriminator 和 Remote Discriminator 区分不同的会话。

1. 静态建立 BFD 会话。静态建立 BFD 会话是指通过命令行手工配置 BFD 会话参数，包括配置本地标识符和远端标识符等，然后手工下发 BFD 会话建立请求。
2. 动态建立 BFD 会话。动态建立 BFD 会话时，系统对本地标识符和远端标识符的处理方式如下：
 - 动态分配本地标识符：当应用程序触发动态创建 BFD 会话时，系统分配属于动态会话标识符区域的值作为 BFD 会话的本地标识符。然后向对端发送 Remote Discriminator 的值为 0 的 BFD 控制报文，进行会话协商。

- 自学习远端标识符：当 BFD 会话的一端收到 Remote Discriminator 的值为 0 的 BFD 控制报文时，判断该报文是否与本地 BFD 会话匹配，如果匹配，则学习接收到的 BFD 报文中 Local Discriminator 的值，获取远端标识符。

2.2.3 BFD 会话管理

BFD 会话有四种状态：Down、Init、Up 和 AdminDown。会话状态变化通过 BFD 报文的 State 字段传递，系统根据自己本地的会话状态和接收到的对端 BFD 报文驱动状态改变。BFD 状态机的建立和拆除都采用三次握手机制，以确保两端系统都能知道状态的变化。以 BFD 会话建立为例，简单介绍状态机的迁移过程。

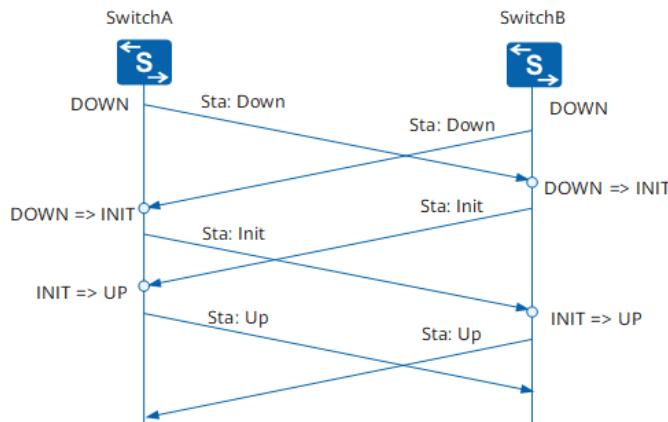


Figure 3: BFD 状态机迁移图

如 Figure 3 所示：

1. SwitchA 和 SwitchB 各自启动 BFD 状态机，初始状态为 Down，发送状态为 Down 的 BFD 报文。对于静态配置 BFD 会话，报文中的 Remote Discriminator 的值是用户指定的；对于动态创建 BFD 会话，Remote Discriminator 的值是 0；
2. SwitchB 收到状态为 Down 的 BFD 报文后，状态切换至 Init，并发送状态为 Init 的 BFD 报文；
3. SwitchB 本地 BFD 状态为 Init 后，不再处理接收到的状态为 Down 的报文；
4. SwitchA 的 BFD 状态变化同 SwitchB；
5. SwitchB 收到状态为 Init 的 BFD 报文后，本地状态切换至 Up；
6. SwitchA 的 BFD 状态变化同 SwitchB。

2.2.4 BFD 检测机制

BFD 的检测机制是两个系统建立 BFD 会话，并沿它们之间的路径周期性地发送 BFD 控制报文，如果一方在既定的时间内没有收到 BFD 控制报文，则认为路径上发生了故障。

BFD 提供异步检测模式。在这种模式下，系统之间相互周期性地发送 BFD 控制报文，如果某个系统连续几个报文都没有接收到，就认为此 BFD 会话的状态是 Down。

3 实验环境

3.1 实验背景

配置 BFD 与 OSPF 联动，凭借 BFD 协议的快速检测和快速切换功能，在交换机不灵时将线路自动切换到路由器上。

3.2 实验设备

设备名称	设备型号	设备数量
交换机	华为 S5735	1
路由器	华为 AR6120-S	3
PC	联想启天 M410 Windows 10	2

另有网线若干，控制线 1 条。

4 实验步骤及结果

4.1 实验拓扑

按实验背景，绘制拓扑图如下：

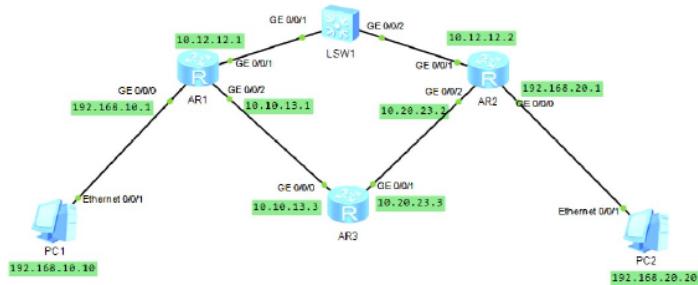


Figure 4: 实验拓扑图

4.2 按照拓扑图接线

按照拓扑图接线



Figure 5: 机柜正面接线图



Figure 6: 机柜背面接线图

4.3 配置基本网络

4.3.1 配置 PC

- 配置 PC1 的 IP 地址为 10.20.1.2/24，网关为 10.20.1.1；
- 配置 PC2 的 IP 地址为 10.30.1.2/24，网关为 10.30.1.1。

步骤简单，展示图略。

4.3.2 配置路由器 IP 地址

按照拓扑图配置路由器的 IP 地址。

1. 配置 Router_1 路由器：

- 接口 GE 0/0/0 连接到 LSW，IP 地址为 10.1.0.101/24。
- 接口 GE 0/0/1 连接到 Router_2，IP 地址为 10.10.0.101/24。
- 接口 GE 0/0/2 连接到 PC1，IP 地址为 10.20.1.1/24。

```
[Router1]#int g0/0/0
[Router1-GigabitEthernet0/0/0]ip addr 10.1.0.101 24
[Router1-GigabitEthernet0/0/0]
Sep 24 2025 06:39:04+00:00 Router1 %%011FNET/4/LINK_STATE(1)[2]:The line protocol
on the interface GigabitEthernet0/0/0 has entered the UP state.
[Router1-GigabitEthernet0/0/0]q
[Router1]#int g0/0/1
```

Figure 7: 配置 Router_1 的 IP 地址(1)

```
[Router1-GigabitEthernet0/0/1]ip addr 10.10.0.101 24
[Router1-GigabitEthernet0/0/1]
Sep 24 2025 06:43:40+00:00 Router1 %%011FNET/4/LINK_STATE(1)[5]:The line protocol
on the interface GigabitEthernet0/0/1 has entered the UP state.
[Router1-GigabitEthernet0/0/1]q
```

Figure 8: 配置 Router_1 的 IP 地址(2)

```
[Router1-GigabitEthernet0/0/2]ip addr 10.20.1.1 24
[Router1-GigabitEthernet0/0/2]
Sep 24 2025 06:44:49+00:00 Router1 %%011FNET/4/LINK_STATE(1)[10]:The line protocol
on the interface GigabitEthernet0/0/2 has entered the UP state.
[Router1-GigabitEthernet0/0/2]q
```

Figure 9: 配置 Router_1 的 IP 地址(3)

2. 配置 Router_2 路由器：

- 接口 GE 0/0/0 连接到 Router_1，IP 地址为 10.10.0.102/24。
- 接口 GE 0/0/1 连接到 Router_3，IP 地址为 10.40.1.101/24。

```
[Router2-GigabitEthernet0/0/0]ip addr 10.10.0.102 24
[Router2-GigabitEthernet0/0/0]q
[Router2]int g0/0/1
[Router2-GigabitEthernet0/0/1]ip addr 10.40.1.101 24
Error: Unrecognized command found at '^' position.
[Router2-GigabitEthernet0/0/1]undo portswitch
[Router2-GigabitEthernet0/0/1]ip addr 10.40.1.101 24
[Router2-GigabitEthernet0/0/1]q
[Router2]
```

Figure 10: 配置 Router_2 的 IP 地址

3. 配置 Router_3 路由器:

- 接口 GE 0/0/0 连接到 LSW, IP 地址为 10.1.0.102/24。
- 接口 GE 0/0/1 连接到 Router_2, IP 地址为 10.40.1.102/24。
- 接口 GE 0/0/2 连接到 PC2, IP 地址为 10.30.1.1/24。

```
[Router3]int g0/0/1
[Router3-GigabitEthernet0/0/1]ip addr 10.10.0.101 24
[Router3-GigabitEthernet0/0/1]int g0/0/0
[Router3-GigabitEthernet0/0/0]undo portswitch
[Router3-GigabitEthernet0/0/0]ip addr 10.1.0.102 24
[Router3-GigabitEthernet0/0/0]int g0/0/2
[Router3-GigabitEthernet0/0/2]undo portswitch
[Router3-GigabitEthernet0/0/2]ip addr 10.30.1.1 24
[Router3-GigabitEthernet0/0/2]q
[Router3]
```

Figure 11: 配置 Router_3 的 IP 地址

4.4 配置 BFD 与 OSPF 联动

本次实验使用 BFD 与 OSPF 联动, 配置基于接口状态的单跳检测。在 Router_1 上配置接口的 BFD 特性:

```
[Router1-GigabitEthernet0/0/0]ospf bfd enable
Warning: The configuration succeeded. You need to enable global BFD to validate
the configuration.
[Router1-GigabitEthernet0/0/0]
```

Figure 12: 在 Router_1 上配置接口的 BFD 特性

配置 cost 值为 1, 提高主路径优先级:

```
[Router1-GigabitEthernet0/0/0]ospf cost 1
[Router1-GigabitEthernet0/0/0]
```

Figure 13: 配置 Cost 值

配置 BFD 参数, 使得能够快速切换。实验背景对于网络可靠性要求较高链路, 可以配置减小 BFD 报文实际发送时间间隔:

```
[Router1-GigabitEthernet0/0/0]ospf bfd min-
[Router1-GigabitEthernet0/0/0]ospf bfd min-tx-interval 100 min-rx
[Router1-GigabitEthernet0/0/0]ospf bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 100
[Router1-GigabitEthernet0/0/0]
```

Figure 14: 配置 BFD 参数

在 Router_3 上的配置与 Router_1 类似。

在每个路由器上配置并使能 OSPF 的 BFD 功能 (使用 `bfd all-interfaces enable`):

```
[Router1]ospf 2
[Router1-ospf-2]bfd all-int
[Router1-ospf-2]bfd all-interfaces enable
Warning: The configuration succeeded. You need to enable global BFD to validate
the configuration.
[Router1-ospf-2]area 0
[Router1-ospf-2-area-0.0.0.0]network 10.1.0.0 0.0.0.255
[Router1-ospf-2-area-0.0.0.0]network 10.10.0.0 0.0.0.255
[Router1-ospf-2-area-0.0.0.0]network 10.20.1.0 0.0.0.255
[Router1-ospf-2-area-0.0.0.0]q
[Router1-ospf-2]q
```

Figure 15: 在 Router_1 上配置 OSPF 协议

```
[Router2]ospf 2
[Router2-ospf-2]bfd all-int
[Router2-ospf-2]bfd all-interfaces enable
Warning: The configuration succeeded. You need to enable global BFD to validate
the configuration.
[Router2-ospf-2]area 0
[Router2-ospf-2-area-0.0.0.0]network 10.10.0.0 0.0.0.255
[Router2-ospf-2-area-0.0.0.0]network 10.40.1.0 0.0.0.255
[Router2-ospf-2-area-0.0.0.0]q
[Router2-ospf-2]q
[Router2]_
```

Figure 16: 在 Router_2 上配置 OSPF 协议

```
[Router3]ospf 2
[Router3-ospf-2]bfd all-int
[Router3-ospf-2]bfd all-interfaces enable
Warning: The configuration succeeded. You need to enable global BFD to validate
the configuration.
[Router3-ospf-2]area 0
[Router3-ospf-2-area-0.0.0.0]network 10.1.0.0 0.0.0.255
[Router3-ospf-2-area-0.0.0.0]network 10.30.1.0 0.0.0.255
[Router3-ospf-2-area-0.0.0.0]network 10.40.1.0 0.0.0.255
[Router3-ospf-2-area-0.0.0.0]q
[Router3-ospf-2]q
```

Figure 17: 在 Router_3 上配置 OSPF 协议

4.5 验证 BFD 配置

配置完成后，通过查看 BFD 会话状态和 OSPF 邻居状态，验证 BFD 配置是否生效；在交换机 LSW 上对端口执行 shutdown 来模拟链路故障，并在故障前、后进行主机之间的 Ping 测试和 traceroute 测试，验证 BFD 的快速检测和快速切换功能。

4.5.1 查看状态

通过 display ospf peer 命令查看 OSPF 邻居状态（以 Router_1 为例）：

```
[Router1]display ospf peer
```

OSPF Process 2 with Router ID 1.1.1.1	
Neighbors	
Area 0.0.0.0 interface 10.1.0.101(GigabitEthernet0/0/0)'s neighbors	
Router ID: 3.3.3.3	Address: 10.1.0.102
State: Full Mode:Nbr is Master Priority: 1	
DR: 10.1.0.102 BDR: 10.1.0.101 MTU: 0	
Dead timer due in 36 sec	
Retrans timer interval: 5	
Neighbor is up for 00:00:25	
Authentication Sequence: [0]	
Neighbors	
Area 0.0.0.0 interface 10.10.0.101(GigabitEthernet0/0/1)'s neighbors	
Router ID: 2.2.2.2	Address: 10.10.0.102
State: Full Mode:Nbr is Master Priority: 1	
DR: 10.10.0.102 BDR: 10.10.0.101 MTU: 0	
Dead timer due in 37 sec	
Retrans timer interval: 5	
Neighbor is up for 00:00:19	
Authentication Sequence: [0]	

```
[Router1]_
```

Figure 18: 查看 OSPF 邻居状态

可以看到 OSPF 邻居状态为 Full，说明 OSPF 配置生效。通过 `display bfd session all` 命令查看 BFD 会话状态：

[Router_1]disp bfd session all					
Local	Remote	PeerIpAddr	State	Type	InterfaceName
8193	8192	10.10.0.102	Up	D_IP_IF	GigabitEthernet0/0/1
8194	8192	10.1.0.102	Up	D_IP_IF	GigabitEthernet0/0/0
Total UP/DOWN Session Number : 2/0					

Figure 19: 查看 BFD 会话状态

可以看到 BFD 会话状态为 Up，说明 BFD 配置生效。

4.5.2 模拟链路故障

首先在 PC1 上执行 `traceroute` 命令，查看 PC1 到 PC2 的路径：

```
C:\Users\Administrator>traceroute 10.30.1.2
通过最多 30 个跃点跟踪到 10.30.1.2 的路由
      1      1 ms    <1 毫秒    <1 毫秒 10.20.1.1
      2      2 ms    <1 毫秒    <1 毫秒 10.1.0.102
      3    <1 毫秒    <1 毫秒    <1 毫秒 10.30.1.2
跟踪完成。
```

Figure 20: 查看 PC1 到 PC2 的路径

然后执行长 ping： `ping -t 10.30.1.2`。在长 ping 过程中，对交换机端口执行 `shutdown`，模拟链路故障：

```
[LSW]int g 0/0/1
[LSW-GigabitEthernet0/0/1]shut
[LSW-GigabitEthernet0/0/1]shutdown
```

Figure 21: 模拟链路故障

查看 PC1 上的长 ping 是否中断：

Figure 22: 查看 PC1 上的长 ping

可以看到中间 TTL 发生了变化，即路径发生变化，从原来的经过 2 个路由器变为了经过 3 个路由器，但最后的结果中，丢包率为 0。这说明 Router_1 通过 BFD 协议快速检测到故障，及时切换了线路。查看 PC1 上的 traceroute 是否发生了变化：

Figure 23: 再次查看 PC1 到 PC2 的路径

可以看到路径发生了变化，从原来的直接到 Router 2 切换为经过 Router 3 再到 Router 2。

在 shutdown 状态下，在 PC1 上再次执行长 ping，观察链路的恢复。在交换机上执行 undo shutdown，恢复链路。查看 PC1 上的长 ping 是否恢复：

Figure 24: 再次查看 PC1 上的长 ping

可以看到在链路恢复后，长 ping 恢复正常，丢包率为 0。至此，BFD 配置验证完成。

5 思考题

5.1 创建 BFD 会话中本地标识符和远端标识符可以一样吗？

答案：可以，但不推荐。

原因：BFD 会话的本地标识符和远端标识符理论上可以相同，但为了避免标识冲突和排查问题的复杂性，通常采用不同的值。标识符的主要作用是区分不同的会话，而相同标识符可能在某些特殊情况下引发识别问题。推荐遵循标准，确保标识符的唯一性。

5.2 BFD 与浮动路由联动前，PC1 和 PC2 不能通信，是因为浮动路由机制不起作用了吗？如果不是，请说明原因。

答案：不是浮动路由机制不起作用，而是因为主链路未出现故障，浮动路由没有被触发。

分析：浮动路由是备份路由，其优先级低于主路由，只有在主路由不可用时才生效。如果主链路正常，路由表中只会使用主路由，备份路由（浮动路由）不会被安装到路由表中。因此，PC1 和 PC2 不能通信的原因可能是主路由或其对应链路上存在其他问题（例如 ACL 限制或配置错误），而非浮动路由机制本身的问题。

5.3 AR1 和 AR2 之间有 2 条线路，一条主，一条辅。配置了 BFD 后，主链路断开。当链路恢复连通后，路由器会立刻启用主的路由吗？请分析原因。

答案：不一定会立刻启用主路由，取决于动态路由协议的收敛时间和 BFD 的状态恢复时间。

分析：当主链路恢复连通时，BFD 会检测到链路恢复并通知动态路由协议（如 OSPF、BGP 等）。动态路由协议需要重新将主路由添加到路由表中，这通常涉及路由重计算或邻居关系的重新建立。如果主路由的优先级高于辅路由，则会最终启用主路由。但启用的时间可能有短暂延迟，具体取决于：

1. BFD 检测到链路恢复的时间间隔。
2. 动态路由协议的收敛时间。

5.4 如何配置 BFD 配置成单臂回声模式，该模式是单跳还是多跳？

答案：单臂回声模式是单跳模式。

原因：单臂回声模式是一种轻量级的 BFD 运行模式，仅由本地设备发送 BFD 控制报文，而对端仅响应回显报文。这种模式通常用于单跳链路的简单连通性检测。配置：

```
system-view
interface GigabitEthernet0/0/1
bfd echo enable
```

6 实验总结

6.1 内容总结

本次实验通过配置双向转发检测（BFD）协议与 OSPF 联动，验证了其在快速检测链路故障、实现快速切换方面的功能。实验内容包括网络设备的基础配置、BFD 会话的建立与管理、以及链路故障的模拟与恢复。通过测试，成功实现了在故障发生时网络能够在极短时间内自动切换至备用路径，显著提高了网络的可靠性和稳定性。

6.2 心得感悟

通过此次实验，我更加深刻地理解了 BFD 协议的原理及其在实际网络环境中的重要性。BFD 提供了一种高效的故障检测机制，能够弥补传统 Hello 机制检测时间较长的不足，对保障关键业务的持续运行具有重要意义。实验还让我意识到网络设计与配置中的细节对整体性能

和可靠性的重要影响。熟练掌握这些技术，不仅提高了我的网络工程实践能力，也让我对网络高可用性设计有了更深层次的认识。

参考文献

- [1] 华为技术支持. 华为企业业务支持 - IP 单播路由配置[EB/OL]. (2024-11-19). <https://support.huawei.com/enterprise/zh/doc/EDOC1000178149/da6df307>.
- [2] 华为技术支持. 华为企业业务支持 - BFD 配置指南[EB/OL]. (2024-11-19). <https://support.huawei.com/enterprise/zh/doc/EDOC1000178155/f6ec7c26>.