

深圳大学实验报告

课程名称： 计算机网络及应用

实验项目名称： 实验 7 IPV6 隧道实验

学院： 计算机与软件学院

专业： 软件工程

指导教师： 姚俊梅

报告人： 郭昌华 学号： 2022190025 班级： 软件工程 02B

实验时间： 2024 年 6 月 14 日-2024 年 6 月 28 日

实验报告提交时间： 2024 年 6 月 20 日

教务处制

实验目的：

1. 学习安装与使用华为 eNSP 网络仿真软件
2. 理解 IPv6 over IPv4 的原理
3. 掌握 IPv6 over IPv4 手工隧道的配置方法
4. 掌握 OSPF 路由的配置方法
5. 掌握 IPv6 静态路由的配置方法

实验环境：

1. Windows 系统
2. eNSP 网络仿真软件

实验内容：

1. 建立三路由拓扑
2. OSPF 路由配置
3. 创建虚接口
4. 创建 IPv6 虚接口
5. 创建 IPv6 over IPv4 隧道
6. 配置 IPv6 静态路由

实验步骤:

(用文字描述实验过程, 可用截图辅助说明)

1. 建立三路由器拓扑

- (1) 选用 AR1220 型号路由器。
- (2) 选择 Copper 型号线, 即以太网线。
- (3) 按照下图所示的接口建立拓扑。
- (4) 为了便于分析, 建议按照下图重命名路由器。

[Huawei]sysname R1

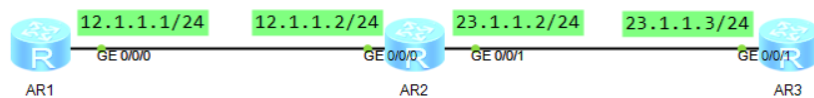


图 1 三路由拓扑

重命名三台路由器:

```
<Huawei>system
Enter system view, return user view with Ctrl+Z.
[Huawei]sysname R1
[R1]
```

图 2 重命名路由 1

```
<Huawei>system
Enter system view, return user view with Ctrl+Z.
[Huawei]sysname R2
[R2]
```

图 3 重命名路由 2

```
<Huawei>system
Enter system view, return user view with Ctrl+Z.
[Huawei]sysname R3
[R3]
```

图 4 重命名路由 3

- (5) 为每个路由器配置 IPv4 地址。
- (6) 双击一个路由器就会弹出命令行界面, 操作方法与实验 5 和 6 相同, 举例如下。

```
[R1]interface GigabitEthernet 0/0/0
```

```
[R1-GigabitEthernet0/0/0]ip address 12.1.1.1 255.255.255.0
```

(7) ping R1 和 R2，观察是否能通？想想为什么？

```
<R1>ping 12.1.1.2
PING 12.1.1.2: 56 data bytes, press CTRL_C to break
  Reply from 12.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=130 ms
  Reply from 12.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=30 ms
  Reply from 12.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=30 ms
  Reply from 12.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=30 ms
  Reply from 12.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=20 ms

--- 12.1.1.2 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 20/48/130 ms
```

图 5 ping R1 和 R2

观察到 R1 和 R2 能够互通。原因如下：

- **同一网络:** R1 和 R2 被配置在**同一网络段**上。
- **正确的子网掩码:** 由于 R1 和 R2 的接口使用了**相同的子网掩码**（例如 255.255.255.0），它们属于同一个广播域，可以直接通信。
- **物理连接:** R1 和 R2 通过以太网线物理连接，并且连接的接口已经被正确配置和启用。
- **接口状态:** R1 和 R2 的接口状态是 UP，表示接口已经激活并准备好进行数据传输。
- **无阻塞的路由:** 在同一网络段内，路由器不需要额外的路由配置就可以互相 ping 通，因为它们可以**直接通过 ARP（地址解析协议）来解析对方的 MAC 地址**。

(8) ping R1 和 R3，观察是否能通？想想为什么？

```
<R1>ping 23.1.1.3
  PING 23.1.1.3: 56 data bytes, press CTRL_C to break
    Request time out
    Request time out
    Request time out
    Request time out
    Request time out

  --- 23.1.1.3 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    0 packet(s) received
    100.00% packet loss
```

图 6 ping R1 和 R3

R1 与 R3 不能互通，因为

- **分属不同网络**: R1 和 R3 被配置在不同的网络段上。在没有配置路由的情况下，数据包不能跨越不同的网络段进行传输。且
- **路由未配置**: R1 和 R3 之间的路由尚未配置，因此没有路由信息告诉路由器**如何**将数据包从一个网络转发到另一个网络。
- **OSPF 未启用**: 在实验的这一阶段，OSPF（开放最短路径优先）协议还没有在 R1 和 R3 上启用或配置，这意味着路由器没有运行任何动态路由协议来**学习和交换路由信息**。

所以，为了使它们互通，我们应该来配置路由。

2. OSPF 路由配置

(1) ospf 命令用来创建并运行 OSPF 进程。(9.4.70)

```
[R1]ospf 2
```

(2) 请先打印 OSPF 2 的路由表看看。(9.4.30)

```
[R1-ospf-2]display ospf 2 routing
```

```
<R1>display ospf 2 routing

      OSPF Process 2 with Router ID 12.1.1.1
      Routing Tables

Routing for Network
Destination      Cost   Type      NextHop      AdvRouter     Area
12.1.1.0/24      1      Transit   12.1.1.1     12.1.1.1     0.0.0.0
23.1.1.0/24      2      Transit   12.1.1.2     12.1.1.2     0.0.0.0

Total Nets: 2
Intra Area: 2  Inter Area: 0  ASE: 0  NSSA: 0
```

图 7 打印 OSPF 2 的路由表

(3) area 命令用来创建 OSPF 区域，并进入 OSPF 区域视图。(9.4.2)

```
[R1-ospf-2]area 0
```

```
[R1-ospf-2]area 0
[R1-ospf-2-area-0.0.0.0]network 12.1.1.0 0.0.0.255
[R1-ospf-2-area-0.0.0.0]
```

图 8 创建 OSPF 区域

network 命令用来指定运行 OSPF 协议的接口和接口所属的区域。(9.4.66)

```
[R1-ospf-2-area-0.0.0.0]network 12.1.1.0 0.0.0.255
```

```
[R1-ospf-2]area 0
[R1-ospf-2-area-0.0.0.0]network 12.1.1.0 0.0.0.255
[R1-ospf-2-area-0.0.0.0]
```

图 9 指定运行 OSPF 协议的接口和接口所属的区域

含义：指定运行 OSPF 协议的接口，主 IP 地址位于网段 12.1.1.0/24，接口所在的 Area ID 为 0。

注意：0.0.0.255 是将网络地址 12.1.1.0 的掩码反转的结果（0 变 1,1 变 0），表示掩码长度是 24 位。

接下来，按照上述方法配置 R2 和 R3。

```
[R2]ospf 2
```

```
[R2-ospf-2]area 0
```

```
[R2-ospf-2-area-0.0.0.0]network 12.1.1.0 0.0.0.255
```

```
[R2-ospf-2-area-0.0.0.0]network 23.1.1.0 0.0.0.255
```

```
[R3]ospf 2
```

```
[R3-ospf-2]area 0
```

```
[R3-ospf-2-area-0.0.0.0]network 23.1.1.0 0.0.0.255
```

```
[R2]ospf 2
[R2-ospf-2]area 0
[R2-ospf-2-area-0.0.0.0]network 12.1.1.0 0.0.0.255
```

图 10 同理配置 R2

```
[R3]ospf 2
[R3-ospf-2]area 0
[R3-ospf-2-area-0.0.0.0]network 23.1.1.0 0.0.0.255
```

图 11 同理配置 R3

(4) 再次 ping R1 和 R3，能不能 ping 通呢？

```
<R1>ping 23.1.1.3
PING 23.1.1.3: 56 data bytes, press CTRL_C to break
  Reply from 23.1.1.3: bytes=56 Sequence=1 ttl=254 time=30 ms
  Reply from 23.1.1.3: bytes=56 Sequence=2 ttl=254 time=40 ms
  Reply from 23.1.1.3: bytes=56 Sequence=3 ttl=254 time=40 ms
  Reply from 23.1.1.3: bytes=56 Sequence=4 ttl=254 time=50 ms
  Reply from 23.1.1.3: bytes=56 Sequence=5 ttl=254 time=40 ms

--- 23.1.1.3 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 30/40/50 ms
```

图 12 再次 ping R1 和 R3,互通

在配置 OSPF 路由协议之后，R1 和 R3 能够 ping 通。原因如下：

- **路由表更新:** R1 和 R3 的路由表将被更新，包含通过 OSPF 学习到的路由信息，从而使得数据包能够被正确地从 R1 路由到 R3，以及从 R3 路由回 R1。

3. 创建虚接口

为了创建隧道，我们在边界路由器（R1 和 R3）处创建虚拟接口，即 LoopBack 类型的接口。

此类接口状态永远是 UP，所以非常适合做隧道的源地址。

该类型的接口也经常被用于管理路由器。

此类接口的掩码经常设为 32 位，因为没有连接子网的需求。



图 13 网络拓扑结构

- (1) 按照图示，创建 LoopBack 虚接口并分配 IP 地址。

```
[R1] interface LoopBack 0
```

```
[R1-LoopBack0] ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
```

```
[R1] interface LoopBack 0
[R1-LoopBack0] ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
```

图 14 创建 LoopBack 虚接口并分配 IP 地址

- (2) 对 R3 做类似的操作。

```
[R3] interface LoopBack 0
[R3-LoopBack0] ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
```

图 15 对 R3 创建 LoopBack 虚接口并分配 IP 地址

- (3) 在 R1 ping R3 的 LoopBack 0 接口，能不能通呢？


```
[R1-LoopBack0]ping 3.3.3.3
PING 3.3.3.3: 56 data bytes, press CTRL_C to break
Request time out
Request time out
Request time out
Request time out
Request time out

--- 3.3.3.3 ping statistics ---
 5 packet(s) transmitted
 0 packet(s) received
100.00% packet loss
```

图 16 R1 ping R3 的 LoopBack 0 接口

在创建了虚接口并分配了 IP 地址之后，如果还没有配置 OSPF 或其他路由协议来识别和传播这个新接口的路由，那么 R1 ping R3 的 LoopBack 0 接口是不通的。原因如下：

- **路由未知:** R1 的路由表中没有关于如何到达 R3 的 LoopBack 0 接口的路由信息。
- **OSPF 未配置:** 如果 OSPF 没有被配置为识别 LoopBack 接口，或者 OSPF 进程没有被正确启动，R1 将不知道如何将流量路由到 R3 的 LoopBack 接口。

开始配置 ospf:

```
[R1]ospf 2
```

```
[R1-ospf-2]area 0
```

```
[R1-ospf-2-area-0.0.0.0]network 1.1.1.1 0.0.0.0
```

```
[R1]ospf 2
[R1-ospf-2]area 0
[R1-ospf-2-area-0.0.0.0]network 1.1.1.1 0.0.0.0
```

图 17 配置 OSPF

(4) 用类似的方法配置 R3。

```
[R3]ospf 2
[R3-ospf-2]area 0
[R3-ospf-2-area-0.0.0.0]network 3.3.3.3 0.0.0.0
```

图 18 对 R3 配置 OSPF

(5) 再次试试两个 LoopBack 接口之间能否 ping 通?

```
<R1>ping 3.3.3.3
PING 3.3.3.3: 56 data bytes, press CTRL_C to break
  Reply from 3.3.3.3: bytes=56 Sequence=1 ttl=254 time=40 ms
  Reply from 3.3.3.3: bytes=56 Sequence=2 ttl=254 time=30 ms
  Reply from 3.3.3.3: bytes=56 Sequence=3 ttl=254 time=30 ms
  Reply from 3.3.3.3: bytes=56 Sequence=4 ttl=254 time=30 ms
  Reply from 3.3.3.3: bytes=56 Sequence=5 ttl=254 time=30 ms

--- 3.3.3.3 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 30/32/40 ms
```

图 19 配置后 R1 ping R3 的 LoopBack 0 接口

配置完后两个 LoopBack 接口之间能够 ping 通了。

(6) 打印 OSPF 2 的路由表看看。

```
<R1>display ospf 2 routing

      OSPF Process 2 with Router ID 12.1.1.1
        Routing Tables

Routing for Network
Destination      Cost   Type      NextHop        AdvRouter       Area
1.1.1.1/32       0      Stub      1.1.1.1        12.1.1.1        0.0.0.0
12.1.1.0/24      1      Transit   12.1.1.1        12.1.1.1        0.0.0.0
3.3.3.3/32       2      Stub      12.1.1.2        23.1.1.3        0.0.0.0
23.1.1.0/24      2      Transit   12.1.1.2        12.1.1.2        0.0.0.0

Total Nets: 4
Intra Area: 4  Inter Area: 0  ASE: 0  NSSA: 0
```

图 20 OSPF 2 的路由表

这里打印了 R1 的 OSPF 路由表为例

4. 创建 IPv6 虚接口

(1) 报文的发送与接收。(8.8.20)

```
[R1] ipv6
```

(2) 创建虚接口 LoopBack 1

```
[R1] interface LoopBack 1
```

(3) 在接口上使能 IPv6 功能。(8.8.28)

```
[R1-LoopBack1] ipv6 enable
```

(4) 配置接口的全球单播地址。(8.8.21)

```
[R1-LoopBack1] ipv6 address 2001:1::1 64
```

```
[R1]ipv6
[R1]interface LoopBack 1
[R1-LoopBack1]ipv6 enable
[R1-LoopBack1]ipv6 address 2001:1::1 64
[R1-LoopBack1]|
```

图 21 创建 IPv6 虚接口

(5) 用下面的指令看看接口配置对吗?

```
[R1-LoopBack1] display ipv6 interface
```

```
[R1-LoopBack1]display ipv6 interface
LoopBack1 current state : UP
Line protocol current state : UP (spoofing)
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::E00:0
Global unicast address(es):
  2001:1::1, subnet is 2001:1::/64
Joined group address(es):
  FF02::1:FF00:1
  FF02::2
  FF02::1
  FF02::1:FF00:0
MTU is 1500 bytes
ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
ND reachable time is 30000 milliseconds
ND retransmit interval is 1000 milliseconds
Hosts use stateless autoconfig for addresses
```

图 22 展示 IPv6 虚接口

(6) 用同样的方法配置 R3 的 LoopBack 1。

```
[R3]interface LoopBack 1
[R3-LoopBack1]ipv6 enable
[R3-LoopBack1]ipv6 address 2001:3::3 64
```

图 23 配置 R3 虚接口

(7) R1 能 ping 通自己的 LoopBack1 吗？不通的话,说明刚刚的 IPv6 配置一定有问题。

注意 IPv6 地址之间 ping 指令为: ping ipv6 2001:1::1

```
[R1-LoopBack1]ping ipv6 2001:1::1
PING 2001:1::1 : 56 data bytes, press CTRL_C to break
  Reply from 2001:1::1:
    bytes=56 Sequence=1 hop limit=64 time = 10 ms
  Reply from 2001:1::1:
    bytes=56 Sequence=2 hop limit=64 time = 1 ms
  Reply from 2001:1::1:
    bytes=56 Sequence=3 hop limit=64 time = 1 ms
  Reply from 2001:1::1:
    bytes=56 Sequence=4 hop limit=64 time = 1 ms
  Reply from 2001:1::1:
    bytes=56 Sequence=5 hop limit=64 time = 1 ms
--- 2001:1::1 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 1/2/10 ms
```

图 24 R1ping 自己的 LoopBack1

R1 能 ping 通自己的 LoopBack1,配置正确

(8) R1 能 ping 通 R3 的 LoopBack1 吗？为什么？

```
<R1>ping ipv6 2001:3::3
PING 2001:3::3 : 56 data bytes, press CTRL_C to break
  Request time out
  Request time out
  Request time out
  Request time out
  Request time out
--- 2001:3::3 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  0 packet(s) received
  100.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 0/0/0 ms
```

图 25 R1pingR3 的 LoopBack1

在初始配置 IPv6 虚接口之后, R1 不能 ping 通 R3 的 LoopBack1。原因如下:

路由配置: 即使 R1 和 R3 的 LoopBack1 接口已经配置了 IPv6 地址, 如果没有正确配置 IPv6 路由, R1 将不知道如何将 IPv6 流量路由到 R3 的 LoopBack1。

- **路由协议:** 如果没有启动或配置支持 IPv6 的路由协议 (如 OSPFv3), R1 将无法学习到 R3 LoopBack1 接口的 IPv6 路由。
- **IPv6 地址配置:** 需要确保 R1 和 R3 的 LoopBack1 接口上的 IPv6 地址配置正确, 并且没有重叠或错误。
- **隧道配置:** 需要确保隧道已经正确配置, 并且 IPv6 流量能够通过隧道传输。
- **邻居发现:** 在 IPv6 中, 节点使用邻居发现协议来确定链路上的目的地的 IPv6 地址。如果邻居发现过程没有正确完成, 这也可能阻止 ping 命令的成功。

5. 创建 IPv6 over IPv4 隧道

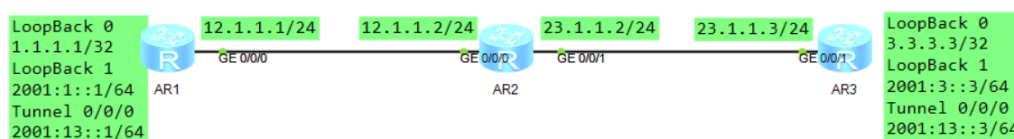


图 26 隧道拓扑图

(1) 创建并进入 Tunnel 接口视图。(8.11.2)

```
[R1] interface tunnel 0/0/0
```

(2) 配置 IPv6 地址。

```
[R1-Tunnel0/0/0] ipv6 enable
```

```
[R1-Tunnel0/0/0] ipv6 address 2001:13::1 64
```

```
[R1] interface tunnel 0/0/0
[R1-Tunnel0/0/0] ipv6 enable
[R1-Tunnel0/0/0] ipv6 address 2001:13::1 64
```

图 27 创建 ipv6 隧道

(3) 配置 Tunnel 接口的隧道协议。(8.11.4)

[R1-Tunnel0/0/0] tunnel-protocol ipv6-ipv4

(4) 配置 Tunnel 源地址或源接口。(8.11.3)

[R1-Tunnel0/0/0] source LoopBack 0

(5) 指定 Tunnel 接口的目的地址。(8.11.1)

[R1-Tunnel0/0/0] destination 3.3.3.3

```
[R1]interface tunnel 0/0/0
[R1-Tunnel0/0/0]ipv6 enable
[R1-Tunnel0/0/0]ipv6 address 2001:13::1 64
[R1-Tunnel0/0/0]tunnel-protocol ipv6-ipv4
[R1-Tunnel0/0/0]source LoopBack 0
[R1-Tunnel0/0/0]destination 3.3.3.3
Jun 14 2024 11:11:32-08:00 R1 IPV6/2/IF_IPV6CHANGE:OID 16777216.50331648.1006632
96.16777216.33554432.16777216.922746880.33554432.0.16777216 The status of the I
v6 Interface changed. (IfIndex=251658240, IfDescr=HUAWEI, AR Series, Tunnel0/0/0
Interface, IfOperStatus=16777216, IfAdminStatus=16777216)
[R1-Tunnel0/0/0]
Jun 14 2024 11:11:32-08:00 R1 %01IFNET/4/LINK_STATE(1)[5]:The line protocol IP
6 on the interface Tunnel0/0/0 has entered the UP state.
```

图 28 具体配置隧道信息

(6) 按照类似的方法配置 R3 的 Tunnel0/0/0。

```
[R3]interface tunnel 0/0/0
[R3-Tunnel0/0/0]ipv6 enable
[R3-Tunnel0/0/0]ipv6 address 2001:13::3 64
[R3-Tunnel0/0/0]tunnel-protocol ipv6-ipv4
[R3-Tunnel0/0/0]source LoopBack 0
[R3-Tunnel0/0/0]destination 1.1.1.1
May 30 2022 21:08:24-08:00 R3 IPV6/2/IF_IPV6CHANGE:OID 16777216.50331648.1006632
96.16777216.33554432.16777216.922746880.33554432.0.16777216 The status of the I
v6 Interface changed. (IfIndex=251658240, IfDescr=HUAWEI, AR Series, Tunnel0/0/0
Interface, IfOperStatus=16777216, IfAdminStatus=16777216)
[R3-Tunnel0/0/0]
```

图 29 配置 R3 处 ipv6 隧道信息

(7) R1 能 ping 通 R3 的 Tunnel0/0/0 吗? 若不能, 说明隧道不通, 配置有问题。

```

May 30 2022 21:06:00-08:00 R1 %%011
6 on the interface Tunnel0/0/0 has 4
[R1-Tunnel0/0/0]ping ipv6 2001:13::
PING 2001:13::3 : 56 data bytes,
  Reply from 2001:13::3
    bytes=56 Sequence=1 hop limit=6
  Reply from 2001:13::3
    bytes=56 Sequence=2 hop limit=6
  Reply from 2001:13::3
    bytes=56 Sequence=3 hop limit=6
  Reply from 2001:13::3
    bytes=56 Sequence=4 hop limit=6
  Reply from 2001:13::3
    bytes=56 Sequence=5 hop limit=6

--- 2001:13::3 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 30/34/

```

图 30 R1 ping R3 的 Tunnel0/0/0

R1 能够 ping 通 R3 的 Tunnel0/0/0，配置成功。

(8) R1 能 ping 通 R3 的 LoopBack1 吗？为什么？

```

<R1>ping ipv6 2001:3::3
PING 2001:3::3 : 56 data bytes, press CTRL_C to break
Request time out
Request time out
Request time out
Request time out
Request time out

--- 2001:3::3 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  0 packet(s) received
 100.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 0/0/0 ms

```

图 31 R1 ping R3 的 LoopBack1

R1 ping 不通 R3 的 LoopBack1 接口，因为：

- **IPv6 路由未配置：**需要在 R1 上配置静态或动态 IPv6 路由，以便能够通过隧道到达 R3 的 LoopBack1。

6. 配置 IPv6 静态路由

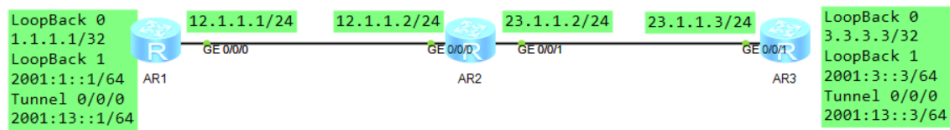


图 32 IPv6 静态路由网络拓扑

(1) 配置静态路由。

网络 2001:3::, 前缀长度为 64, 通过接口 Tunnel0/0/0 转发。

[R1] ipv6 route-static 2001:3:: 64 Tunnel0/0/0

```
[R1]ipv6 route-static 2001:3:: 64 Tunnel0/0/0
```

图 33 配置静态路由

(2) 再次试试 R1 能 ping 通 R3 的 LoopBack1 吗?

(3) 试试 R3 能 ping 通 R1 的 LoopBack1 吗?

```
[R1]ipv6 route-static 2001:3:: 64 Tunnel0/0/0
[R1]ping ipv6 -a 2001:1::1 2001:3::3
PING 2001:3::3 : 56 data bytes, press CTRL_C
Request time out
Request time out
Request time out
Request time out
Request time out
Request time out
--- 2001:3::3 ping statistics ---
5 packet(s) transmitted
0 packet(s) received
100.00% packet loss
round-trip min/avg/max = 0/0/0 ms

[R3]ping ipv6 -a 2001:3::3 2001:1::1
PING 2001:1::1 : 56 data bytes, press CTRL_C
Request time out
Request time out
Request time out
Request time out
Request time out
Request time out
--- 2001:1::1 ping statistics ---
5 packet(s) transmitted
0 packet(s) received
100.00% packet loss
round-trip min/avg/max = 0/0/0 ms
```

图 34 R1 与 R3 之间的 loopback1 ping 结果

(4) 不能, 需要用类似的方法配置 R3 的静态路由。

[R3] ipv6 route-static 2001:1:: 64 Tunnel0/0/0

(5) 如果 R1 和 R3 的 LoopBack1 之间能相互 ping 通, 说明实验成功。

(6) 可以用下面的指令查看 IPv6 的路由表。

[R1] display ipv6 routing

配置完后, 可以看到 R1 和 R3 的 LoopBack1 之间能够相互 ping 通了, 实验成功!

<pre>[R1]ping ipv6 -a 2001:1::1 2001:3::3 PING 2001:3::3 : 56 data bytes, press CTRL_C to Reply from 2001:3::3 bytes=56 Sequence=1 hop limit=64 time = 20 ms Reply from 2001:3::3 bytes=56 Sequence=2 hop limit=64 time = 20 ms Reply from 2001:3::3 bytes=56 Sequence=3 hop limit=64 time = 30 ms Reply from 2001:3::3 bytes=56 Sequence=4 hop limit=64 time = 30 ms Reply from 2001:3::3 bytes=56 Sequence=5 hop limit=64 time = 10 ms --- 2001:3::3 ping statistics --- 5 packet(s) transmitted 5 packet(s) received 0.00% packet loss round-trip min/avg/max = 10/22/30 ms</pre>	<pre>[R3]ipv6 route-static 2001:1:: 64 Tunnel0/0/0 [R3]ping ipv6 -a 2001:3::3 2001:1::1 PING 2001:1::1 : 56 data bytes, press CTRL_C to Reply from 2001:1::1 bytes=56 Sequence=1 hop limit=64 time = 30 ms Reply from 2001:1::1 bytes=56 Sequence=2 hop limit=64 time = 40 ms Reply from 2001:1::1 bytes=56 Sequence=3 hop limit=64 time = 30 ms Reply from 2001:1::1 bytes=56 Sequence=4 hop limit=64 time = 20 ms Reply from 2001:1::1 bytes=56 Sequence=5 hop limit=64 time = 20 ms --- 2001:1::1 ping statistics --- 5 packet(s) transmitted 5 packet(s) received 0.00% packet loss round-trip min/avg/max = 20/28/40 ms</pre>
---	---

配置R3的静态路由后
互相ping通

CSDN @jennie佳妮

图 35 同理配置 R3 后的 R1 与 R3 之间的 loopback1 互 ping 结果

实验结果:

(此页附完成的实验结果、并给出个人对结果的分析、结论)

- **路由器拓扑建立:** 使用 AR1220 型号路由器, 并通过以太网线建立了三路由器拓扑。配置了 IPv4 地址后, R1 与 R2 能够互通, 但 R1 与 R3 由于分属不同网络, 初始时不能互通。
- **OSPF 路由配置:** 通过配置 OSPF 路由协议, 我使 R1 和 R3 能够识别对方的网络, 实现了两者之间的互通。
- **虚接口创建:** 我为 R1 和 R3 创建了 LoopBack 类型的虚接口, 并分配了 IP 地址。配置 OSPF 后, 两个 LoopBack 接口之间实现了互通。
- **IPv6 虚接口配置:** 我在 R1 和 R3 上创建了 IPv6 虚接口 LoopBack 1, 并配置了对应地址。然而, 最初 R1 无法 ping 通 R3 的 LoopBack1, 因为没有配置 IPv6 路由。
- **IPv6 over IPv4 隧道创建:** 我成功创建了 IPv6 over IPv4 隧道, 并配置了隧道接口的源地址、目的地址和隧道协议。隧道配置成功后, R1 能够 ping 通 R3 的 Tunnel 接口。
- **IPv6 静态路由配置:** 最后, 我配置了 IPv6 静态路由, 使得 R1 和 R3 的 LoopBack1 接口能够相互 ping 通。这表明 IPv6 隧道和路由配置正确, 实验达到了预期目的。

通过本次实验, 我加深了对 IPv6 over IPv4 隧道配置的理解, 并掌握了相关网络配置技能。尽管在配置 IPv6 时遇到了一些问题, 但通过重新配置, 我最终成功完成了实验。

实验小结：

（实验中出现问题解决方法，实验心得体会等）

实验初期，我顺利地完成了路由器的物理连接和基本配置，包括 IPv4 地址的分配和 OSPF 路由协议的设置。然而，在配置 IPv6 时，我遇到了一个挑战：**R3 的 IPv6 功能没有被正确启用，这导致了 R1 和 R3 之间的通信失败**。通过仔细检查配置命令，我发现了问题所在，并重新启用了 R3 的 IPv6 接口。这次调试经历教会了我在面对问题时需要耐心和细致，每一个配置细节都至关重要。

通过这次实验，我不仅掌握了 IPv6 over IPv4 隧道的配置，还学习了如何使用华为 eNSP 网络仿真软件。我认识到了 OSPF 路由协议在网络中的自动路由发现和维护的重要性，以及 IPv6 静态路由在特定场景下的必要性。此外，我也体会到了网络配置中细节的重要性，即使是一个小小的疏忽，也可能导致整个网络通信的失败。

实验的成功让我对 IPv6 over IPv4 的原理有了更深入的理解。我了解到，通过 IPv6 over IPv4 隧道，我们可以在**现有的 IPv4 基础设施上扩展 IPv6 网络，实现两种协议的对接**。这对于当前向 IPv6 过渡的网络环境尤为重要，它展示了技术如何适应和解决实际问题。总的来说，这次实验不仅提升了我的技术技能，也增强了我对网络协议背后原理的理解。面对挑战时，我学会了如何冷静分析问题并找到解决方案。我相信这些经验和知识将对我的未来学习和职业生涯大有裨益。

指导教师批阅意见：

成绩评定：

指导教师签字：

年 月 日

备注：